

سال بیست و هفتم، شمارهٔ دوم، تابستان ۹۸، از صفحهٔ ۳۶۱ تا ۳۷۴

کاربرد شیمی کانی پلاژیوکلاز در بررسی روند تبلور ماگمای تودههای نفوذی راونج (شمالشرق دلیجان)

محبوبه جمشیدیبدر^{*(}، مهناز خادمی پارسا^۲، فریبرز مسعودی^۲

۱ - گروه زمین شناسی، دانشگاه پیام نور، صندوق پستی ۴۶۹۷–۱۹۳۹۵ تهران، ایران ۲- گروه زمین شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران (دریافت مقاله: ۹۷/۱/۲۰، نسخه نهایی: ۹۷/۷/۲)

چکیده: تودههای نفوذی راونج با ترکیب تونالیت، کوارتزدیوریت و میکروکوارتزدیوریت در غرب روستای راونج، شمالشرق دلیجان و در پهنه اورمیه- دختر برونزد دارند. پلاژیوکلازها در سه اندازه متفاوت درشت، متوسط و ریزبلور در ترکیبهای مختلف توده نفوذی راونج دیده میشوند. بیشتر بلورهای درشت دارای منطقهبندی هستند و ماکلهای چندریخت و پیراشیب در بلورهای متوسط بلور و ریزبلور دیده میشوند. نبود میانبارها در مرکز پلاژیوکلازها و تغییرات آنورتیت (An) با روند خطی نسبت به 20% نشاندهندهی این است که پلاژیوکلازها فاز اصلی ماگمایی هستند. شیمی پلاژیوکلازها با ماکل چندریخت در گسترهی ۲۰٫۶۰ ما تا محمله است و روند تغییرات آهن کل با An در این پلاژیوکلازها یکسان هستند که حالت تبلور عادی همراه با تعادل دمایی را مشخص میکنند. شیمی پلایوکلازهای زونه با منطقهبندی نوسانی از لبه تا لبه بلور بررسی شده که به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار An در تودههای میکروکوارتزدیوریتی مهرمها ما مازی از لبه تا لبه بلور بررسی شده که به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار An در تودههای میکروکوارتزدیوریتی پلاژیوکلازها از لبه به لبه بلور بررسی شده که به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار An در بورهای میکروکوارتزدیوریتی مارعه ما می از لبه به بلور روند نوسانی نشان میدهند که وجود این تغییرات در پلاژیوکلازهای تودهای راه در این به بلور مان می در مان می را مشخص می کند. شیمی دارای منطقهبندی پلاژیوکلازها از لبه به بله بلور روند نوسانی نشان میدهند که وجود این تغییرات در پلاژیوکلازهای تودههای راونج دارای منطقهبندی پلاژیوکلازها در از به به بله بلور روند نوسانی نشان میدهند که وجود این تغییرات در پلاژیوکلازهای تودهای راونج

واژههای کلیدی: شیمی پلاژیوکلاز، بارگزاری ماگمایی، تودههای نفوذی راونج، پهنه اورمیه-دختر.

مقدمه

کانی پلاژیوکلاز یکی از کانیهای اصلی در روند تبلور ماگماهای اسیدی تا حدواسط است. بررسی شیمی کانی پلاژیوکلاز میتواند نتایج ارزشمندی از روند تبلور ماگمایی را مشخص نماید [۸–۱]. همچنین منطقهبندی در کانی پلاژیوکلاز نیز در راستای تعیین روند تبلور ماگمایی توسط پژوهشگران مختلف بررسی شده است (برای مثال، [۲۰–۸]) افزون بر تغییرات درصد فراوانی آنورتیت (An) در پلاژیوکلازها، بررسی تغییرات عناصر Fe, Mg, Ti در منطقهبندی پلاژیوکلازها نیز میتواند Fe, Mg, Ti مین در تعیین شرایط تبلور ماگما موثر باشند، زیرا عناصر

Ti تابع تغییرات ترکیب شیمیایی ماگما هستند، اما تغییرات این عناصر در ساختار پلاژیوکلاز نسبت به مقدار آنورتیت (An) کمتر وابسته به تغییرات فشار، مقدار آب و دمای ماگما است [۱۰، ۱۹، ۲۴، ۲۴–۲۱].

توده نفوذی راونج با ترکیب اسیدی تا حدواسط در منطقهی دلیجان، در بخش میانی کمربند ماگمایی ارومیه-دختر برونزد دارد. کانیهای اصلی این توده شامل کانیهای پلاژیوکلاز، هورنبلند، بیوتیت، کوارتز، فلدسپارپتاسیم و کانیهای فرعی اسفن، آپاتیت، زیرکن و کانیهای کدر است. کانی پلاژیوکلاز در توده نفوذی راونج از کانیهای اصلی است

*نويسنده مسئول، تلفن: ٥٩١٢۵٣۵٧۵١٣، نمابر: ٢٦٢٢٥٣٨٣٢٢٤ ، پست الكترونيكي: m_jamshidi@pnu.ac.ir

که روند منطقهبندی و ماکلهای متفاوت چندریخت و پیراشیب را نشان میدهد. هدف از این پژوهش، بررسی ترکیب شیمیایی و روند تغییرات عناصر شیمیایی در بلورهای پلاژیوکلاز به منظور شناخت روند تبلور ماگمایی در توده نفوذی راونج است. توده نفوذی راونج یکی از تودههای ماگمایی ارومیه- دختر است که بررسی شرایط تبلور در آن میتواند برای توصیف شرایط تبلور بقیه تودههای نفوذی پهنه اورمیه- دختر کاربردی باشد.

زمين شناسي عمومي منطقه

توده نفوذی راونج در نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰ کهک معرفی شده است [۲۵]. برونزد این توده در ۱۵ کیلومتری شمال شرق شهرستان دلیجان و در استان مرکزی و در گستره

بین طولهای جغرافیایی '۴۰ °۵۰ تا '۴۹ °۵۰ شرقی و عرضهای جغرافیایی "۳۵ '۶ °۳۴ تا '۱۳ °۳۴ شمالی واقع است. نقشه زمینشناسی منطقه مورد بررسی در شکل ۱ نشان داده شده است. سنگهای رسوبی مزوزوئیک و سنوزوئیک و سنگهای آذرآواری و آتشفشانی سنوزوئیک در مجاورت توده نفوذی راونج برونزد دارند که با تودههای نفوذی، نیمه عمیق و صفحات دایکی جوانتر قطع شدهاند. تودههای نفوذی راونج به من میوسن میانی تا پسین [۲۵] در بخشهای مختلف منطقه به درون واحدهای آتشفشانی و آذرآواری ائوسن نفوذ کرده و سبب دگرگونی مجاورتی سنگهای میزبان و تشکیل سنگهای دگرگونی هورنفلسی و اسکارن شده است (شکل ۱) [۲۵].



شکل ۱ نقشه زمین شناسی و جایگاه جغرافیایی منطقه مورد بررسی بر گرفته از نقشه ۱/۱۰۰۰۰ کهک [۲۵].

سنگنگاری تودههای نفوذی راونج

تودههای نفوذی راونج از نظر سنگنگاری شامل سنگهای تونالیت، کوارتزدیوریت و میکروکوارتزدیوریت هستند که در غرب روستای راونج برونزد دارند. گستردگی برونزد سنگهای تونالیتی و کوارتزدیوریتی به صورت تودههای نفوذی به شکل استوکهایی با اندازهی متوسط هستند. بافت غالب آنها از نوع دانه ای متوسطبلور است. کانیهای اصلی این توده پلاژیوکلاز، کوارتز و هورنبلند، و کانیهای فرعی آنها اسفن، آپاتیت، زیرکن و کانیهای کدر، و کانیهای ثانویه کلریت و سرسیت هستند (شکل ۲).

برونزد سنگهای میکروکوارتزدیوریتی به شکل استوک، آذرین لایه و آذرین تیغه است. بافت غالب این نوع سنگها ریزدانهای و یا پورفیری است (شکل ۳). کانیهای اصلی سنگهای میکروکوارتزدیوریتی شامل پلاژیوکلاز، کوارتز،

بیوتیت و هورنبلند است و کانیهای فرعی شامل فلدسپات قلیایی، کانی کدر، اسفن و کانیهای ثانویه سرسیت و کلریت هستند (شکل ۳).

پلاژیوکلاز کانی غالب در سنگهای تونالیتی و میکروکوارتزدیوریتی است که به شکل درشت بلور تا ریزبلور (۵ تا کمتر از ۲[/]۰ میلیمتر) دیده میشود. آنها بیشتر به صورت شکلدار تا نیمه شکلدار هستند. بلورهای درشت (۵ تا ۲ میلیمتر) اغلب حالت منطقهبندی نشان میدهند (شکلهای ۲ میلیمتر) اغلب حالت منطقهبندی نشان میدهند (شکلهای ۲ و ۳) و متوسط بلورها (۲ تا ۲/ میلیمتر) و ریز بلورها (کمتر از ۲/۰ میلیمتر) ماکل چندریخت دارند. در بعضی از نمونهها، ۲/۰ میلیمتر) ماکل چندریخت دارند. در بعضی از نمونهها، حدود ۸۰ تا ۹۰ درصد مجموع کانیهای اصلی را پلاژیوکلازها تشکیل میدهد، بنابراین بررسی روند ترکیب شیمیایی کانی پلاژیوکلاز در بلورهای مختلف این تودهها میتواند شرایط تبلور این تودهها را مشخص نماید.



شکل ۲ تصاویر میکروسکوپی توده نفوذی تونالیت و کوارتزدیوریت راونج. الف) بافت دانهای، کانیهای درشتبلور با منطقهبندی پلاژیوکلاز، ب) بلورهای متوسط بلور پلاژیوکلاز با ماکلهای چندریخت، پ) کانیهای فلدسپارقلیایی، پلاژیوکلاز و کوارتز و ت) کانیهای هورنبلند، کوارتز و پلاژیوکلاز (نور قطبیده متقاطع، XPL).



شکل ۳ تصاویر میکروسکوپی توده میکروکوارتزدیوریتی راونج: الف) بلورهای پلاژیوکلاز با حالت منطقهبندی و ماکلهای چندریخت و پیراشیب، ب و پ) بافت شبه پورفیری بلورهای درشت پلاژیوکلاز با حالت منطقهبندی و ماکل پیراشیب (نور XPL).

روش بررسی

پس از بررسیهای سنگنگاری سنگهای با دگرسانی کمتر مقاطع نازک-صیقلی در آزمایشگاه تهیه مقطع دانشکده علوم دانشگاه تربیت معلم، تهیه شد. پلاژیوکلاز یکی از کانیهای اصلی سنگهای منطقه راونج است. تجزیه نقطهای از کانیهای پلاژیوکلاز سنگهای کوارتزدیوریت (نمونه ۲۹۱۷۹)، تونالیت (نمونه ۲۹۱۸۲) و میکروکوارتزدیوریت (نمونه ۱۹۷۹)، تونالیت نفوذی راونج در آزمایشگاه کانیشناسی مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی ایران، با استفاده از دستگاه ریزپردازشگر الکترونی مواد معدنی ایران، با استفاده از دستگاه ریزپردازشگر الکترونی با ولتاژ شتاب دهنده ۱۰۰SX و شدت جریان ۲۰nA انجام شد.

بر اساس بررسیهای میکروسکوپی، پلاژیوکلازهای درشت-بلور دارای منطقهبندی نوسانی هستند، در حالی که پلاژیوکلازهای ریز تا متوسط بلور اغلب با ماکل چندریخت دیده میشوند. ۹۰ تجزیه نقطهای از بخشهای مختلف پلاژیوکلازها انجام شد. ۳۰ تجزیه نقطهای مربوط به پلاژیوکلازهای متوسطبلور با ماکل چندریخت در سنگهای

تونالیتی و کوارتزدیوریتی است. همچنین دو پلاژیوکلاز با منطقهبندی نوسانی درون سنگهای تونالیتی و میکروکوارتزدیوریتی انتخاب شده و بر هر یک ۳۰ نقطه برای بررسی منطقهبندی نوسانی تجزیه نقطهای شدند. نتایج تجزیه نقطهای در جدولهای ۱ تا ۳ آورده شده است.

شیمی کانی پلاژیوکلازها با ماکل چندریخت

ترکیب پلاژیوکلازهای دارای ماکل چندریخت در جدول ۱ ارائه شده است. مقدار عضو انتهایی آنورتیت در پلاژیوکلازهایی با ماکل چندریخت در گستره An_{۲۰/۹۶} تا An_{۵۸/۷۵} قرار می گیرد، به طوری که ترکیب این کانی در تونالیت ها بین An_{۳۱/۴۱} تا An_{۵۵/۳۵} و در کوارتز دیوریتها بین An_{۳۱/۸۱} تا ۸۸_{۵۸/۷۵} هستند. برای هر یک از سنگهای یاد شده، بیشترین مقدار مربوط به مرکز و کمترین مقدار مربوط به لبه بلورهای پلاژیوکلاز است. در شکل ۴ ترکیب پلاژیوکلازهای تجزیه شده بر نمودار دیر و همکاران [۲۶] نشان داده شده است.

کوارتزدیوریتی تودہ نفوذی راونج حـرف آخـر نـام	چندریخت در نمونههای تونالیتی و	کانیهای پلاژیوکلاز با ماکل	جدول ۱ نتایج تجزیه نقطهای
		(c) و لبه بلور (r) است.	نمونهها بيانگر تجزيه: مركز بلور

									يوريت	کوار تز د										توناليت											
شمارہ نقاط	۱۷۶Arı	١٧۶Аст	۱۷۶Ac۱	١٧۶Аст	۱۷۶Art	۱۷۶Br۱	۱۷۶Bc۱	۱ү۶Всү	۱۷۶Cr۱	۱۷۶Crt	۱۷۶Cc۱	1VFCct	۱۷۶Dc۱	۱۷۶Dr۱	۱۷۶Dr۲	۱۷۶Ec ۱	۱۷۶Ec۲	۱۷۶Er۱	١лүВс١	ілтВст	۱۸۲Br۱	۱۸۲Art	IATACT	INTACI	۱۸۲Arı	INTCCT	۱۸۲Cr۳	۱۸۲Crt	INTCCI	۱۸۲Cr۱	
Na _τ O	٨,٠٩	۵,۴۲	۵٫۸۹	۵,۰۰	۷٬۵۹	۶٫۸۳	۵٫۳۰	۴,۴۸	٧,٢٧	٧,۴٣	۵,۶۳	۴٫٨۰	۴,٩۶	۶,۰۱	۵,۷۸	8,14	۵٬۰۹	۷٫۶۰	۶,۰۰	8,80	۲٫۶۸	٧,٣۴	۵٫۸۶	۶,۴٨	Y, DY	۶,۰۰	۵,۰۳	٨,١١	٧,١٢	٨,٠۵	
MgO	•,•٣	•,••	•,••	۰,۰۲	۰,۰۳	۰٬۰۵	۰,۰۲	۰,۰۲	۰٬۰۹	۰,۰۶	۰,۰۲	۰,۰۲	۰,۰۲	۰,۰۳	•,•۴	۰,۰۲	•,•٣	۰,۰۱	•,•)	۰,۰۴	۰,۰۳	۰,۰۳	•,••	۰,۰۳	۰٬۰۹	۰,۰۲	•,••	۰,۰۳	۰,۰۱	۰,۰۲	
AlrOr	۲۶/۳۰	۲۹,۵۲	T9,74	۳۰,۱۷	۲۶,۲۵	۲۷٫۳۳	۳۱٬۵۴	۳۱,۴۳	21/26	۲۵,۴۵	۲۸,۴۲	۳۱٫۲۹	۳۰٫۸۳	۲٩,٢٠	۳١,٣٠	49,4V	۲٩,٧۶	۲۶,۷۰	18,84	۲۵,۱۹	۲۳٫۴۳	۲۳/۹۲	18,84	۲۶,۲۰	۲۵,۴۸	۲٩,۲٨	۲۸٬۱۶	۲۴,۷۸	۲۵,۴۳	۲۴٬۵۳	
SiO_{τ}	۵۹٬۰۵	۵۵,۲۲	۵۶٬۰۷	54,11	۵۸٬۶۸	۵۶,۰۸	۵۳,۱۹	57,47	۵۵٫۴۲	8.,48	٥۵٬۸۰	57,48	۵٣,٢٣	۵۵٬۰۳	۵٣,١٣	۵۵٬۰۷	۵۴,۸۲	۵۹٬۰۱	۵۵٫۷۸	۵۶,۸۴	60,80	۵۸٬۴۰	54,98	۵۶,۷۰	۵۸,۳۴	۵۵,۴۹	۵٣,٩٧	۶۰٫۱۷	۵٩,٣٣	۶۰٫۱۸	
$K_{\tau}O$	• ۲/۲۹	۰,۲۶	۰٫۲۹	۰,۱۶	•,۲۹	۰۵۰	•,74	۰٫۲۵	۰٬۵۳	۰٫۴۵	•,47	۰,۲۹	۰٫۲۵	۰٫۳۶	۰,۲۶	۰٫۲۵	۰,۱۸	٠٫٣٧	•/14	۰,۲۴	•,٢٩	• ، ۲۹	۳۳,۰	٠٫٣٩	۰٫۸۱	۲۳۲ .	• ، ۲۹	۴۲,	۴۳, ۰	•,74	
CaO	۶,۷۲	۱۰,۱۶	٩,٢٢	۱۱٬۰۵	۷٫۶۸	۹٫۱۸	11/11	۱۱/۹۷	۹٫۳۳	۶,۳۱	۹٫۷۸	۱۱٬۵۹	۱۱/۳۰	۹٫۸۲	۱۰,۲۹	٩٫۵٣	۱۰٬۵۱	۶٬۵۸	۳۴/۰۱	٩٫۵٠	۷٫۴۰	${\bf Y}^i\cdot{\bf Y}$	۱۰٬۹۸	1.,78	۶,۸۴	۳۳/۰۱	۱۱ _/ ۷۱	۶,۹۵	۶، ۲	٧,٢٢	
TiO _τ	۰,۰۲	۰,۰۱	۰,۰۲	۰,۰۲	•,•٣	•,•1	۰,۰۱	•,•)	۰,۰۲	۰,۰۳	•,•٣	۰,۰۲	۰,۰۱	۰,۰۲	۰,۰۱	•,• ۴	• /• 1	۰,۰۲	۰,۰۲	•,••	۰,۰۲	۰,۰۷	۰,۰۲	۰,۰۴	۰,۰۱	•/• 1	•,•۶	٠,٠٢	•,••	۰,۰۱	
Cr ₇ O ₇	•,••	•,••	•,••	•,••	۰,۰۲	•,••	•,• ١	•,•)	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	·,• ١	•,••	•,••	•,••	·/·)	·,· ١	•,••	۰,۰۱	۰,۰۱	
MnO	•,••	•,••	•,••	•,••	• /• 1	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	۰,۰۱	•,••	۰,۰۱	•,••	•,••	•,••	•,••	۰,۰۱	•,••	۰,۰۱	•,••	
FerOr	۰,۲۳	٠٫٣١	۱۳۱.	•,٢٩	•،۲۹	۰٫۲۶	۰٫۳۲	٠٫٢٧	• ۳۰	۰٫۳۷	٠,١٩	۰٫۳۹	۰٫۳۹	۰٫۲۵	۰٫۲٨	۰,۲۶	•,74	۰٬۱۸	٠٫١٨	۲۲٫۰	۳۳,۰	٠,٢١	• ، ۲۲	۰٫۲۵	۰,۱۲	۰,۱۸	•,74	٠٫١٨	۰٫۲۳	٠,٢١	
مجموع	۵۰۰٫۵	۶٫۰۰۰	۷.۰۰	۶,۰۰۱	۱۰۰ ₁ ۶	1	۱۰۱٬۵	۶.۰۰	۳٫۰۰۰	۱۰۰٫۱	۱۰۰٫۱	۵۰۰٫۵	۶,۰۰۰	۴.۰۰	٨. • • ١	۵۰۰٫۵	۱۰۰٫۴	۲٫۰۰٬	۹۸,۶	۹۸٫۴	۹٩,٢	٩٨٫١	٩٨٫۵	۱۰۰٬۱	۹٩,١	۱۰۱٫۴	۹۹٫۲	۵٬۰۰	۴.۰۰	۲, ۰۰	
Si	7,877	7,494	۲,۴۹۲	5,475	۲٬۶۰۸	۲/۵۲۶	7,888	۲٫۳۵۵	۲,۴۹۷	۲,۶۷۶	۲٫۵۰۳	۲٬۳۵۸	۲٬۳۸۵	5,490	۲/۳۷۷	5,485	5,405	۲,۶۲۱	۲/۵۴۵	۲,۵۹۴	۲٫۷۱۲	7,898	۲/۵۲۱	۲/۵۵۴	7,884	5,490	۲/۴۵۷	7,874	5,841	۲,۶۷۹	
Ti	۰,··۱	•,•••	۰,· · ۱	۰,··۱	۰,··۱	•,•••	•,•••	•,•••	۰,··۱	•,••)	۰,· · ۱	•,••)	•,•••	۰,··۱	•,•••	•,••)	•,•••	۰,··۱	۰,··۱	•,•••	۰,· · ۱	•,•••	۰,· · ۱	•,••1	•,•••	•,•••	•,••٢	۰,··۱	•,•••	•,•••	
Al	۱/۳۷۶	۱,۵۵۲	۱,۵۳۲	۱,۵۹۰	۱٫۳۷۵	1,401	1,808	1,894	1,484	۲/۳۲۸	۱٬۵۰۲	۱,۶۵۷	۱,۶۲۸	1,541	1,801	۱,۵۵۳	۱,۵۶۹	١,٣٩٨	1,418	۱٫۳۵۵	1,741	۵۸۲٫۱	1,474	۱٫۳۹۱	۱,۳۵۶	۱٬۵۳۳	۱/۵۱۱	۱,۲۹۸	1,886	۱,۲۸۷	
Cr	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	۰,··۱	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	
$Fe^{+\tau}$	•,••A	٠,٠١٠	·,·) ·	۰,·۱۰	·/·) ·	۰,۰۰۹	•,• • •	۰,۰۰۹	٠,·١٠	•,•17	•,••۶	•,• ١٣	•,• ١٣	•,••A	۰,۰۰۹	۰,۰۰۹	•,••A	•,••۶	•,••۶	•,••A	•,••A	•,••Y	•,••A	•,••A	•,••۴	•,••۶	•,••A	•,••۶	•,••A	•,•• v	
Mn	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	
Mg	•,•••	•,•••	•,•••	۰,· · ۱	•,••٢	•,••٣	۰,··۱	•,••1	•,••۶	•,••۴	۰,· · ۱	•,•• ١	•,•• ١	•,••٢	•,••٣	•,••)	•,•••	۰,··۱	۰,· · ۱	•,••٣	•,•••	•,••٢	•,•••	•,••٢	•,••۶	۰,· · ۱	•,•••	•,•••	۰,··۱	۰,· · ۱	
Ca	٠,٣٢٠	۰,۴۸۶	• ,479	• ،۵۳۰	•,٣۶۶	•,۴۴۳	٥٣۵ ،	۰,۵۷۶	• ۴۵۰	•,٢٩٩	• ٬۴۷۰	۰,۵۵۸	۰,۵۴۳	•,471	•,۴۹۳	•,409	۰٫۵۰۴	۰٫۳۱۳	۰٬۵۰۵	• ,494	۰,۳۵۶	۰,۳۹۵	۰ _/ ۵۴۰	۰,۴۹۵	۰٫۳۳۱	•,۴۹۲	۰٬۵۷۱	١٣٣/	• ،۳۸۴	•,٣۴۴	
Na	۰٫۶۹۷	•,489	۰٫۵۰۸	• ,474	•,804	۰,۵۹۶	۰,۴۵۷	•,٣٩٠	۶۳۵، •	۶۳۸ ،	۰٬۴۹۰	۰,۴۱۸	•,471	· /۵۲۲	۰٫۵۰۱	۰٬۵۳۲	•,441	• ,804	۰٫۵۳۱	۰٬۵۸۸	•,889	•,849	۱۲۵٬ ۰	۰ _/ ۵۶۶	• ,888	۰٬۵۱۷	•,444	۶۹۹ ا	•,814	۶۹۵، ۲	
Κ	۰,۰۱۶	۰٬۰۱۵	۰,۰۱۶	۰,۰۰۹		•,• ٢٩	•,•14	•,•14	٠,٠٣٠	۰,۰۲۵	•,• **	٠,٠١٧	۰,۰۱۴	٠,٠٢١	۰,۰۱۵	•,•14	٠,٠١٠	٠,٠٢١	•,••A	۰,۰۱۴	۰,۰۱۷	۰,۰۱۷	۰,۰۱۹	۰,۰۲۲	۰,·۴۷	۰٬۰۱۸	۰,۰۱۷	•,• **	•,• **	•,• 14	
Total	۵,•۴۲	4,998	۴,۹۹۸	4,997	۵٬۰۳۳	۵٬۰۵۷	۵٬۰۳۷	۵,۰۱۰	۵٬۰۹۷	4,914	۴,۹۹۸	۵/۰۲۴	۵,۰۱۶	۵٬۰۳۱	۵,۰۵۰	۵,۰۲۹	4,918	۵/۰۱۴	۵,۰۱۳	۵,۰۲۶	۵,۰۰۶	۵,۰۲۱	۵,۰۳۳	۵,۰۴۰	۵,۰۴۰	۵,۰۳۲	۵,۰۱۱	۳۴ ۵٫۰	۵,۰۰۷	۵٬۰۲۸	
Ab %	۶۷٬۴۵	۴۸,۳۷	٥٢٫٧٠	44,8	۶۳٬۱۲	۵۵٫۸۴	40,49	۳۹,V۹	۵۶,۹۱	88,88	49,VV	47,17	48°,88	۵۱,۴۸	49,8V	6٣,•۶	48,70	۶۶, ۲·	۵۰٫۸۲	۵۵٫۱۵	84,51	۶۱٬۱۹	۴٨,۲۵	۵۲,۲۳	۶۳٫۷۱	۳۴, ۵۰	۴۳,• ۲	88,88	۵۰٬۰۵	66	
An %	۳۰,۹۶	۵۰٫۱۰	40,09	54,49	۳۵/۲۹	41,49	۵۳/۱۸	۵۸٬۷۵	4.5	۳۱/۱	۴Y/YA	۵۶, ۲۰	54/95	48,49	۴۸ _/ ۸۶	40/01	۵۲/۷۲	۳۱,۶۷	۴۸,۴	43/04	۳۴/۱۹	۳۷/۲۲	49,98	۴۵٫۷	۳۱,۸۱	۴V/۸۹	۵۵٬۳۵	۳۱/۴۱	۳۷/۵۶	۳۲٫۷۱	
Or %	۱,۵۹	۱,۵۳	۱,۲۱	•,94	۱٬۵۹	۲,۶۹	۱٫۳۵	1,49	۳۷,۳	7,84	7,44	۱,۶۷	۱,۴۵	۳,۰۳	۱,۴۷	1,47	١,•٧	۲,۱۲	۰,YA	۱,۳۱	۱,۵۹	۱,۵۹	۱,۷۹	۲,• ۷	۴,۴٨	$1_{j}\mathbf{Y}\mathbf{Y}$	1,88	۲,۲۶	۲٫۳۹	1,19	

جدول ۲ نتایج تجزیه نقطهای پلاژیوکلاز با منطقهبندی نوسانی در نمونه میکروکوارتزدیوریتی توده نفوذی راونج.

														ت	تزديوري	كروكوار														
شماره	١	۲	٣	۴	۵	۶	٧	٨	٩	١٠	11	١٢	۱۳	14	۱۵	۱۶	۱۷	١٨	۱۹	۲۰	۲۱	22	۲۳	74	۲۵	78	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰
Na _r O	$\Lambda/\Upsilon {\mathfrak r}$	$V_/\Delta f$	۶/۵۲	$V_{/} \boldsymbol{\cdot} V$	$V_{/} \boldsymbol{\cdot} \boldsymbol{\lambda}$	$\Delta_{/} \Lambda \tilde{r}$	۵,۴۸	۶,۰۲	۴,٧٩	۵٫۸۹	۵/۴۷	۵,۴۸	۵/۶۲	$\Psi_{/}\Lambda\Delta$	۵٬۹۰	۶,۰۳	۵/۹۷	۶/۱۷	$\Delta/\Delta {\tt T}$	۵/۴۶	۶,۲۹	۵٬۰۹	۴/۹۷	8,47	۵/۴۷	$\Delta_{/} \Upsilon \Psi$	$V_{/} I \Delta$	۶٫۷۹	۷/۹۸	٨/۵٠
MgO	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,• 1	•,••	•,••	•,••	•,• ۴	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	۰,۰۱	•,••	•,••	۰,۰۱	•,••	•,••	•,••
$\mathrm{Al}_r \mathrm{O}_r$	22/22	74,09	24,40	24/10	۲۳٫۷۱	۲۸٬۶۸	۲۸٬۰۰	۲۷٬۵۱	۲۹٬۵۵	۲۹/۹۶	۲۸٫۲۵	۲٩/ • ٣	۲٩,•۴	۲۸/۳۴	۲۷ <i>٬</i> ۶۶	۲۷,۱۳	۲۷٫۳۸	۲۷٬۵۶	۲۸٬۰۵	۲۸٫۳۷	۲۷٫۷۷	۲۸٬۷۵	۲۸/۴۱	۲۵٬۵۳	۲V/۲۹	۲۷/۹۱	۲۵٬۸۵	۲۷٬۰۸	۲۴٫۸۰	۲۴/۱۰
SiO_{τ}	۶۴٫۱۸	۶۱٫۴۳	۵٩,۴۲	۵۹٬۵۸	80,41	۵۵٫۳۵	۵۴,۸۵	68,49	۵۳٬۱۵	541.6	۵۵٬۰۸	۵۴٫۳۷	54.09	۵۵,۱۶	۵۴,۹۵	۵۶,۲۸	۵۶,۴۵	۵۶,۳۶	54,88	۵۴٫۷۹	۵۵, • ۹	۵۲٫۳۴	57,48	۵۷٬۱۴	۵۴٫۷۹	۵۴,۳۷	۵۸٬۲۹	۵۷٫۳۱	۶۰ _/ ۶۹	81,84
K _τ O	۰,۱۸	۰٫۵٨	۰ ٬۴۶	۰٫۵۳	۰٫۵٨	۰٫۴۱	٠٫٣٧	٠٫٣٨	۱۳۱	۴۶,	۰,۲۶	• ۳۰	۰٫۳۵	٠٫٢٩	•,47	۰٫۵۵	۰٫۳۹	۴۶,	۰٫۲۵	۰٫۳۶	۰,۳۸	1/88	• ،۳۴	• ،۳۴	٠٫٣٧	• ۳۰	٠٫۵٢	۰,۴۵	۰٫۵۹	۶۳، ۲
CaO	۵٫۶۹	۶,۹۴	٨,٠٣	٨,۴٢	٨,١٨	۵۰٬۳۵	۰۲٫۰	۱۰,۱۲	۱۱٫۸۸	۰۲٫۰	11,78	11,79	۱۱٬۰۱	11/41	۱۰,۶۶	1.,14	۲۰٫۰۲	۱۰٫۳۹	۱۱٬۵۲	۱۱/۱۰	1.74	۱۲/۱۵	۱۱/۹۳	۲۲٫۰۲۲	۱۰٫۳۱	۴۰/۱۱	٨,١٠	۹٫۰۳	۶٬۵۷	۵٫۸۴
TiO_{τ}	۰,۰۱	•,••	۰,۰۱	۰,۰۲	۰,۰۲	۰,۰۲	۰,۰۲	۰,۰۱	۰,۰۲	•,•٣	۰,۰۲	۰,۰۳	۰,۰۲	•,•٣	۰,۰۱	•,• ١	۰,۰۲	۰,۰۲	۰,۰۱	۰,۰۴	۰,۰۱	٠,١٧	•,•٣	۰,۰۲	٠,١٠	٠,٠٢	۰,۰۱	•,•*	•,•۴	۰,۰۲
$Cr_{\tau}O_{\tau}$	•,•A	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,• 1	·,· ١	•,••	۰,۰۱	•,••	•,••	•,••	۰,۰۲	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••
MnO	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	۰,۰۲	•,••	•,••	۰,۰۲	۰,۰۲	•,••	•,••	•,••	۰,۰۱	۰,۰۱	•,• ١	•,••	•,••	•,••	•,• ١	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	۰,۰۱	•,••
$Fe_{\tau}O_{\tau}$	•,٣٣	• ،۲۳	• ،۲۷	۰٫۲۶	۰٫۲۶	•,٢۴	•,74	۰٫۲۶	۲۳۱, ۰	•,74	• ،۲۷	۲۳۱, ۰	۰,۲۶	۰٫۳۵	•,۲٩	۰,۲۶	۰,۲۵	۰,۲۸	•,۲٩	۰,۲۸	•,۲۷	•,٣٧	۰,۲۶	•,74	۰٫۲۶	•,٣٣	• ۲٫	1 ۲۱.	•,٣٣	•،۲۷
مجموع	۶, ۱۰۰	۶٫۰۰۰	۹٩,٢	٩٩٫٧	٩٩,٩	۶, ۱۰۰	٩٨,٩	۵٬۰۰	٩٩٫٧	۶٫۰۰۰	۴,۰۰۰	۵،۰۰	۲,۰۰۰	۹٩,١	۹۹ _/ ۶	۱۰۰٬۱	۲,۰۰۱	۱۰۱,۰	۹۹ <i>,</i> ۶	۱۰۰٬۱	٩٩٫٨	۱۰۰٫۱	٩٨٫١	٩٩٫٧	٩٨٫٣	۹۹ /۲	۹ ۹٫۹	١٠٠٫٧	۷.۰۰	۴,۰۰۱
Si	۲,۸۱۸	۲,۷۱۸	۲ <i>,</i> ۶۶۹	۲,۶۷۳	۲٫۷۰۰	۲,۴۷۸	۲,۴۹۳	۲/۵۲۷	۲,۴۰۹	۲,۴۲۵	۲,۴۷۶	۲,۴۴۳	۴۳۹/۲	۲,۴۹۳	۲,49۰	۲٬۵۳۱	۲٬۵۳۱	۲,۵۱۶	2,481	۲,489	5,491	۲,۳۹۲	۲,۴۲۱	۲,۵۸۱	۲٬۵۰۷	۴۷۴/	۲,۶۱۳	۲٬۵۵۷	۲,۶۸۷	۲,۷۱۸
Ti	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•• ١	•,•• ١	۰,··۱	•,•••	۰,··۱	۰,· · ۱	۰,··۱	۰,··۱	۰,··۱	۰,··۱	•,•••	•,•••	۰,· · ۱	۰,· · ۱	•,•••	۰,· · ۱	•,•••	•,••۶	۰,· · ۱	۰,· · ۱	•,••٣	۰,· · ۱	•,•••	۰,··۱	۰,· · ۱	۰,· · ۱
Al	۱٫۱۵۰	۱,۲۵۶	۱٬۳۱۰	1,776	1,749	۱٬۵۱۳	۱٬۵۰۰	۱,۴۵۰	۱,۵۲۸	۱,۵۸۴	۱,۴۹۷	۱,۵۳۷	1,244	۱٬۵۱۰	۴۷۷/	۴۳۸ ا	1,447	۱,۴۵۰	۱٬۵۰۱	۱٬۵۰۷	۱,۴۸۰	۱,۵۴۹	1,548	۱٫۳۵۹	1,477	۱,۴۹۷	1,888	1,474	1,794	۱,۲۵۹
Cr	۰,· • ۳	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	۰,· · ۱	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••
Fe ⁺	•,••Y	۰,··۸	۰,۰۰۹	۰,۰۰۹	۰,۰۰۹	•,••A	• ,• • A	۰,۰۰۹	۰,۰۱۱	•,••A	۰,۰۰۹	٠,٠١٠	۰,··۹	۰,۰۱۲	٠,٠١٠	۰,۰۰۹	• ,• • A	۰,··۹	٠,٠١٠	۰,۰۰۹	۰,··۹	۰,۰۰۹	۰,۰۰۹	•,••A	۰,۰۰۹	۰,··۸	•,••Y	• ,• • Y	•,••A	۰,۰۰۹
Mn	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	۰,··۱	•,•••	•,•••	۰,··۱	۰,··۱	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••
Mg	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	۰,··۱	•,•••	•,•••	•,•••	۰,··۳	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	۰,· · ۱	•,•••	•,•••	۰,··۱	•,•••	•,•••	•,•••
Ca	۲۶۸,	• ٫٣٢٩	۰,۳۸۶	۰,۴۰۵	۳۹۲,	•,۴٩۶	۰,۴۹۷	۰,۴۸۵	۰٬۵۷۷	•,۴۹۰	۰,۵۴۲	۰,۵۴۳	۰,۵۳۲	۰،۵۵۳	۰٬۵۱۷	۰,۴۸۹	۰,۴۸۱	•,۴۹٧	• ۲۵۶۰	۰,۵۳۶	•,۴٩۶	۰٫۵۹۵	۰٫۵۹۰	۰ <i>,</i> ۴۹۵	٥٠۵	۰,۵۵۶	• ٫۳۸۹	•,۴۳۲	۰٫۳۱۲	۰,۲YY
Na	۰٫۷۰۱	•,944	۰,۵۶۸	۰ <i>,</i> ۶۱۵	۶۰۷	۰,۵۰۶	۰,۴۸۳	·,۵۲۲	•,471	۰٫۵۱۲	•,۴۷۷	•,۴٧٧	•,۴۹١	۰,۳۳۷	۰٬۵۱۸	·,۵۲۶	019، •	۰٫۵۳۴	۰,۴۸۷	•,**	۰,۵۵۲	۰٬۴۵۱	•,440	·,۵۶۲	۰,۴۸۵	•,491	• ,881	۱۸۵٬	۶۸۵،	• ۳۲٫۰
K	٠,·١٠	۰,۰۳۳	·,• ٢۶	٠,٠٣٠	•,•٣٣	•,• ٣٣	۰,۰۲۱	•,• * *	۰,۰۱۸	•,• 78	۰٬۰۱۵	۰,۰۱۷	۰,۰۲۰	۰,۰۱۷	•,•**	•,• ٣٢	•,• * *	۰,۰۲۶	•,•1۴	۰,۰۲۱	•,• * *	•,•94	•،•،•	٠,٠٢٠	•,• **	۰,۰۱۷	٠, ٠ ٣٠	•,• 79	۰,•۳۳	۳۶ ر.
Total	4,901	4,99.	4,989	۵,۰۰۷	4,991	۵,۰۲۶	۵,·•۴	۵٬۰۱۵	۵,۰۱۶	6/۰۴۷	۵٬۰۱۶	۵,۰۳۰	۵,۰۳۹	4,977	۵,•۳۸	۵,·۲۴	۵٬۰۱۱	۳۴ ۵٫۰	۳۴ ۵٫۰	۵,۰۲۰	۵,۰۵۰	۵,·۹۶	۳۳ ۵٫۰	۵٬۰۲۶	۵,۰۰۳	۵,۰۱۳	۵,۰۲۶	۳۳ ۵٬	۵,۰۲۰	۵٬۰۳۰
Ab %	۲۱ <i>٬</i> ۶۱	84,18	۵۷٬۹۰	۵۸٬۵۷	۵۸٬۸۵	49,88	۴۸ _/ ۲۴	۵۰٫۷۵	41,44	49,79	48,11	40,99	41.04	۳۷٫۲۱	۴۸ _/ ۸۹	۵۰,۲۷	۵۰٫۷۵	۵۰,۵۲	۴۵ _/ ۸۵	48,10	۵۱٬۵۶	۳۹,۵۵	47,17	۵۲٫۲۳	41/94	44,8·	۵۹٫۷۴	۵۶٬۲۳	۶۶,۵۱	٧٠٬٠١
An %	۲۷٫۳۶	۳۲,۶۲	۳٩,۴۱	۳۸٬۵۴	۳۷٬۹۵	۴۸,۳۹	49,88	47,14	۵۶٬۸۰	41,80	57,40	57,88	۵۰٬۹۸	۶۰,۹۴	۴۸ _/ ۸۲	48,71	۴۷٬۰۷	۴۷٬۰۱	۵۲,۷۸	۵۱٬۸۵	48,89	۵۲,۱۷	۵۵,۹۳	۴۵,۹۵	49,98	۵۳,۷۲	۳۷,۴۰	41,82	۳۰,۲۶	۲۶,۵۸
Or %	۳.۱	۳٫۲۵	۲,۶۹	۲٫۸۹	۳,۲۰	۲,۲۸	۲/۱۴	۲/۱۱	۱,۷۶	۲,۵۶	1,44	۱,۶۶	۱٫۹۳	۱,۸۴	۲,۲۹	٣,•٢	۲/۱۸	۲,۴۸	۱,۳۶	۲,۰۰	۲,•۵	٨,٢٨	۱/۹۰	۱,۸۲	۲,۱۳	۱/۶۸	۲٫۸۶	۲,۴۵	٣,٢۴	٣,۴١
distance	•	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۲۵	۱۵۰	۱۷۵	٢٠٠	222	۲۵۰	۲۷۵	٣٠٠	377	۳۵۰	۳۷۵	۴	420	40.	440	۵۰۰	۵۲۵	۵۵۰	۵۷۵	۶	۶۲۵	۶۵۰	۶۷۵	٧٠٠	۷۲۵

شماره نقاط	١	۲	٣	۴	۵	۶	٧	٨	٩	١٠	۱۱	١٢	18	14	۱۵	18	۱۷	۱۸	۱۹	٢٠	71	77	۲۳	74	۲۵	79	77	۲۸	79	۳.
NarO	۶,۶٨	$\boldsymbol{\lambda}_{/}\boldsymbol{\cdot}\boldsymbol{\Delta}$	۶٫۷۸	۵٫۸۱	$\Delta_{/}\Delta V$	۵,۲۲	۵٫۸۲	8,14	۵,۴۲	۶٬۵۲	۵٫۸۶	۵/۹۲	۵,۷۳	۵,۴۲	۵,۹۳	۶,۱۷	۵٫۵۶	۶,۱۰	۶,۳۰	۶,۲۷	۶,۳۳	۵٫۱۵	۵,۳۲	۶٬۰۸	۴,٩٠	۴,۸۰	۶,۴۷	۵٫۵۴	۵٫۸۹	$\Delta_{/} \Delta V$
MgO	•,• ٢	۰,۰۲	•,••	•,••	•,•۴	۰,۰۲	•,••	۰,۰۳	۰,۰۳	۰٬۰۵	۰,۰۳	۰,·۱	۰,۰۲	۰,۰۱	۰,۰۲	۰,۰۶	•,•*	۰,·۱	٠,١٠	۰,·۱	۰,·۸	•,••	•,••	•,•*	۰,۰۱	•,•۲	•,•۲	۰,۰۳	۰,·۱	۰,۰۱
$\mathrm{Al}_r \mathrm{O}_r$	۲۵/۱۵	۲۴,۰۵	۲۵,۹۵	18,10	78,V8	۲۷,۹۱	۲۸٬۰۲	۲۸٬۵۴	۲۸٬۱۰	21/46	۲۷٫۸۶	۲۷٫۸۴	۲۸٬۰۳	۲Y/۶۹	۲۷٬۵۷	۲۶/۹۷	۲۷٫۸۷	۲۷٫۲۵	24/16	۲۷٬۵۷	۲V,۶۳	۲۸,۴۹	۲۷٫۳۴	۲۷٬۵۹	۲۸,۹۷	۳۷٫۳۷	25/99	۲۹ _/ ۳۹	77 <i>,</i> 88	۲۸/۲۳
SiO_{τ}	۶۰,۰۴	۶١,٣٧	۵۸٬۰۸	۵۹,۸۱	۵۸,۱۱	۵۶٬۰۵	۵۵,۹۸	۵۵٫۲۸	54,89	۵۵٫۷۴	۵۵٬۵۷	۵۵,۸۲	۵۵٫۷۱	۵۴,۸۹	۵۶,۳۳	۵۷٫۶۵	۵۵٬۵۰	68,14	۵۷٬۱۵	۵۶,V۲	۵۶٫۳۱	۵۴٬۵۷	54,74	۵۶,۴۰	۵۳٬۵۱	۵۴,۸۶	۵۵٬۸۵	54,18	۵۶٬۲۳	۵۶٬۲۸
K _r O	٠٫۱٨	٠ _/ ٣٠	۶۶ _/ ۲۶	•,٣۴	• ۳.	•,٣۴	۳۳,۰	۰٫۳۹	• ۳۰	٠٫٣٧	۰٫۳۲	۰٬۲۸	•,79	•,۲۷	•,۴١	•,74	•,۴۳	•,74	۰٫۵۴	•,۲۷	•,49	•,۲٩	•۳۰	۰٫۳۳	۶۶ _/ ۲۶	۱۳٫	۰٫۳۱	•,74	•,٣٢	۰٫۲۶
CaO	٨٫۵۶	۷٫۱۳	۹٬۰۸	λ/۴٨	٩٫٣٧	۱۱/۹۷	۱۰٫۵۰	۰،۲۰	11/49	۹٫۷۵	۱۰٫۵۲	1.,81	۳۸/۱۰	۱۰٬۰۸	۲۶/۱۰	۹٫۹۳	۱۰٫۲۱	۰۱	٩٫٣٠	٩,۶۲	۹٫γ۰	۱۱٫۴۵	11,48	۹,۹۹	17/08	11,47	۱۰٬۹۱	۱۱٬۳۵	۲۶/۱۰	1./44
TiO _τ	•,• \	۰,۰۲	۰,۰۲	•/•)	۰,۰۱	۰,۰۱	۳.,۲	۰,۰۳	۰,۰۳	۰,۰۴	۰,۰۲	۰,۰۲	۰,۰۳	۰,۰۱	۰,·۱	۰,۰۲	۰٬۰۵	•,•*	۰,۰۴	۰,۰۲	•,••	•,•۲	۰٬۰۵	٠ <i>լ</i> ١٠	•,••	•,•۶	•,••	۰,·۱	•,•۴	۰,۰۱
$Cr_{\tau}O_{\tau}$	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	۰,۰۱	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	$\boldsymbol{\cdot}_{\boldsymbol{i}}\boldsymbol{\cdot}\boldsymbol{\lambda}$	•,••	۰,۰۲	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••
MnO	•,••	۰,۰۱	۰,۰۲	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	•,••	۰,۰۱	•,••	•,••	•,••	•,••	۰,۰۱	•,••	۰,۰۱	•,••	۰,۰۱	•,••	•,••	•,••	۰,۰ ۱	•,••	۰,۰۱	•,••	•,••	۰,۰۱	•,••	۰,۰۱
$Fe_{\tau}O_{\tau}$	۰,۱۴	٠,٢٠	•,74	۰,۲۳	•,۲۷	۰,۲۸	۲۲/۰	۳۳,	۳۳, ۰	۰٫۳۲	۰٫۳۲	۰,۲۶	۰,۲۸	۰٫۳۱	۰٫۳۳	۱۳۱	• ۳۰	۰٫۲۸	۱۳۱.	۳۳,۰	۱۳۰	•,٣۴	• ، ۲۹	۰٫۲۸	۰,۳۶	۰٫۳۱	•,۲۷	• ، ۲۹	۰,۲۶	۰٫۲۵
مجموع	۶٫۰۰۰	۱۰۱٬۰	۲٫۰۰۰	۶, ۱۰۰	۲,۰۰۱	۱۰۱٬۵	۷۷	۶, ۱۰۰	۱۰۰٬۰	۹ ۹٫۹	۲٫۰۰۰	۵۰۰٫۵	۲, ۰۰۱	٩٨,۴	٥٠٠،۵	۱۰۱٫۰	٩٩٫٧	٩٩٫٨	۶۰۰۰	۵۰۰٬۵	٥٠٠،۵	۱۰۰٬۰	۹۸٫۸	٥.	٩٩٫٧	٩٨,٩	۶	١٠٠٫٧	۴.۰۰	۸.۰۰
Si	5,881	۲,۷۱۰	۲,۵۹۸	5,843	۲,۵۸۹	۲,۴۹۲	۳ ۵۰ ۲	7,479	2,488	۲٬۵۱۲	۲,۴۹۸	۲/۵۰۲	۲/۵۰۱	۴ ۵۰ ۲	۲,۵۲۰	۲,۵۵۹	۳۰۵٫۲	۲٬۵۲۸	۲,۵۵۰	۳٬۵۳۳	۲,۵۲۰	5,481	۲,۴۸۱	۲٬۵۲۲	5,480	۲,۴۹۸	۲٬۵۱۱	۲,۴۲۹	۲,۵۱۸	۸۰۵٫۲
Ti	•,•••	۰,··۱	۰,··۱	•,•••	•,•••	•,•••	۰,· · ۱	۰,··۱	۰,··۱	۰,··۱	۰,···۱	۰,· · ۱	۰,· · ۱	•,•••	•,•••	۰,··۱	•,••٢	۰,··۱	۰,··۱	۰,··۱	•,•••	۰,··۱	•,••٢	•,••٣	•,•••	•,••٢	•,•••	•,•••	۰,· · ۱	•,•••
Al	1/814	۱/۲۵۲	۱,۳۶۸	1,888	۱/۴۰۵	1,498	1,478	۱٬۵۰۷	۱/۴۹۵	۱٬۴۵۸	1,479	1,441	1,474	1,478	1,404	1/411	1,471	1,449	1,477	1,401	۱,۴۵۷	۱٬۵۱۵	1,474	1,404	۱/۵۴۸	1,489	1,47.	1,004	1,480	۴۸۳)
Cr	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	۰,· · ۱	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••
Fe ^{+r}	۰,· ۰۵	•,•• v	•,••A	•,••A	•,••٩	•,••٩	•,••٩	•,• • •	۰,۰۱۱	•,•11	•,• • • •	۰,۰۰۹	•,••٩	•,•11	۰,۰۱۱	٠,·١٠	·,• \ \	۰,··۹	٠,·١٠	·,• \)	٠,٠١٠	•,•1٢	٠,·١٠	۰,··۹	•,•1٢	۰,۰۱۱	•,••٩	۰,۰۱۰	۰,۰۰۹	•,••A
Mn	•,•••	•,•••	•,••١	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••	•,•••
Mg	۰,··۱	۰,··۱	•,•••	•,•••	•,••٣	۰,··۱	•,•••	•,••٢	۰,··۲	•,••٣	•,••٢	۰,· · ۱	۰,· · ۱	۰,··۱	۰,··۱	•,••۴	•,••٣	۰,··۱	•,••Y	۰,··۱	۰,·۰۵	•,•••	•,•••	•,••٣	۰,··۱	۰,· · ۱	۰,···۱	•,••٢	۰,· · ۱	۰,· ۰ ۱
Ca	•,*•۶	۰,۳۳۷	•,۴۳۵	•,*•1	•,441	• ۲۵۲۰	۰٫۵۰۳	•,۴٩•	۰,۵۵۴	۰,۴۷۱	۰٬۵۰۷	•،۵۱۰	•,۴۹٩	•,۴۹۳	•,۴۹۲	•,477	•,۴۹٣	۰,۴۸۳	•,440	•,49•	•,490	۰,۵۵۳	۰ <i>٫</i> ۵۶۳	·,۴۷۹	۰,۵۸۶	۸۵۵٬ ۰	۰,۵۲۶	۰ <i>۱</i> ۵۴۵	•,۴۹۲	۰ ٬۴۹۸
Na	۰ <i>۱</i> ۵۷۴	۰,۶۸۹	۰٬۵۸۸	•,۴۹۸	۰ <i>٬</i> ۴۸۱	• ٬۴۵۰	۰٬۵۰۴	۰٬۵۳۳	•,474	۰٬۵۷۰	۰٫۵۱۱	۰،۵۱۴	•,۴۹۹	•,479	·/۵۱۴	۰٬۵۳۱	۰,۴۸۶	۰٬۵۳۳	۰,۵۴۵	۰,۵۴۳	۰ <i>۱</i> ۵۴۹	۰٬۴۵۰	•,477	۰ <i>۱</i> ۵۲۷	•,471	•,474	· ,۵۶۴	·/\$XY	۰۱۵۱۱	۰٫۴۸۱
K	٠,·١٠	۰,۰۱۷	۰٬۰۱۵	•,•19	•,• ١٧	۰٬۰۱۹	•,• ١٩	•,• * *	۰,۰۱۷	•,•۲١	۰,۰۱۸	•,• 18	۰,۰۱۵	•,•18	•,• ٣٣	•,•14	۰,۰۲۵	•,•14	۰,·۳۱	۰٬۰۱۵	•,• 78	٠٬٠١٧	۰٬۰۱۸	۰,۰۱۹	۰,۰۱۵	•،•۱۸	۰,۰۱۸	•,•14	۰,۰۱۸	۰,۰۱۵
Total	4,977	۵,۰۱۴	۵,۰۱۴	4,981	4,907	۵,۰۰۶	۵,۰۱۵	61.42	۵,۰۲۳	۵,•۴۸	۵,۰۲۳	۵,۰۲۳	۵٬۰۰۹	4,998	۵,۰۱۶	۵,۰۰۲	۵,·•۴	۵٬۰۱۵	۵,۰۱۷	۵,۰۱۵	۵,·۳۴	۵٬۰۰۸	۵,۰۲۰	۵٬۰۱۶	۵,۰۱۸	۴,۹۸۱	۵,۰۶۰	۵,·۳۶	۵٬۰۱۱	4,994
Ab %	۵۷/۹۴	۶۶,۰۵	68,80	۵۴/۲۰	۵۰٫۸۹	47,79	49,18	۵۱٬۰۳	۴۵٫۳۵	۵۳/۶۶	49,31	49,47	49,74	۴۸,۵۳	49,98	۵۲/۲۲	44/41	۵۱,۷۷	۵۳/۴۱	۵۳/۳۰	۵۲٫۷۸	44/14	۴۴ _/ ۸۵	۵۱٬۴۵	۴۱٫۷۵	47,4.	۵۰,۹۳	46/28	۵۰,۰۴	۴۸/۳۹
An %	۴۱,۰۳	۳۲/۳۳	41,97	۴۳/۷۱	47/31	۵۴,۸۶	49,01	45,A4	۵۲/۹۹	ff/7f	۴۸,۹۲	49,04	49,79	۴۹ _/ ۸۸	41/VV	49,44	49,18	۴۶ _/ ۸۹	۴۳,۵۷	۴۵/۱۹	FF,89	54,58	۵۳,۴۸	46/11	۵۶٬۷۹	۵۵٬۸۰	41/48	۵۲/۴۰	۴۸٬۱۷	۵۰/۱۲
Or %	۳.	1,87	۴۳)	۲٬۰۹	۱٬۸۰	۱٫۸۶	۱٫۸۳	۲٫۱۳	۱,۶۵	۲,۰۰	$1_{j}\mathbf{V}\mathbf{V}$	۱,۵۴	١,۴٧	۱٬۵۹	۲, ۲۷	۱/۳۴	۲/۴۶	1,84	۳,۰۱	۱۵۱	۲/۵۲	1,84	1,89	۱,۸۴	1,49	۱,λ۰	۱,۶۱	۱/۳۲	۱٫۷۹	۱,۴۹
distance	•	۲۷	۵۴	٨١	۱۰۸	۱۳۵	188	۱۸۹	718	748	۲۷۰	۲۹۷	424	۳۵۱	۳۷۸	۴۰۵	477	409	476	۵۱۳	54.	۵۶۷	594	881	948	۶۷۵	۲۰۲	۷۲۹	۷۵۶	۷۸۳

جدول ۳ نتایج تجزیه نقطهای پلاژیوکلاز با منطقهبندی نوسانی در نمونه تونالیتی توده نفوذی راونج.



شکل ۴ الف) ترکیب پلاژیوکلازهای توده کوارتزدیوریت راونج و ب) ترکیب پلاژیوکلازهای توده تونالیت راونج که ترکیب پلاژیوکلازها در گسترهی آندزین تا اواسط لابرادوریت قرار می گیرند.

پرچاک و همکاران [۸] معتقدند که نبود میانبار از فازهای دیگر در بخش مرکزی بلورهای پلاژیوکلاز و روند خطی آنورتیت نسبت به K₂O نشان دهنده این است که پلاژیوکلاز فاز اصلی ماگماست. ویژگیهای یاد شده در بلورهای پلاژیوکلاز مورد بررسی قابل مشاهده است (شکل ۵ الف). به نظر میرسد که مراکز غنی از آنورتیت در مراحل اولیه جدایش ایجاد و سپس با پلاژیوکلازهایی با درصد آنورتیت کمتر پوشیده شدهاند، این فرآیند نتیجه کاهش دما در ماگماست. در حقیقت، ترکیب عناصر اصلی درشت بلورها تابع تغییرات ترکیب ماگما است، زیرا ترکیب ماگما و درشت بلورها از نظر ترمودینامیکی به هم نشان میدهد که مقدار آهن در پلاژیوکلازها با کاهش درصد آنورتیت آن کاهش میابد [۲۸،۲۷] که این ویژگیها را می توان در پلاژیوکلازهای منطقه نیز مشاهده کرد (شکل ۵ ب).

شیمی پلاژیوکلازهای با منطقهبندی

تجزیه ریزپردازشی برای ۳۰ نقطه از هر یک از بلورهای پلاژیوکلاز با منطقهبندی در نمونههای تونالیتی و میکروکوارتزدیوریتی انجام شد. نتایج به دست آمده به همراه فرمول ساختاری آنها در جدول ۲ و ۳ ارائه شده است.

مقدار عضو انتهایی آنورتیت در پلاژیوکلاز با منطقهبندی در نمونه میکروکوارتزدیوریتی از An_{۶۶/۵۸} تا An_{۶۶/۵۴} تغییر می-کند، اما بیشتر در گستره An_{۴۱/۳۲} تا An_{۵۲/۱۷} بوده و متوسط

ترکیب آن An_{۴۷/۶۵} است. مقدار K₂O از K₁۸۰ تا An_{۴۷/۶۵} درصد وزنی تغییر می کند و مقدار متوسط درصد وزنی SiO₂ و Al₂O₃ به ترتیب ۵۶/۴۸ و ۲۷/۰۳ است (جدول ۳). ترکیب شیمیایی پلاژیوکلاز با منطقهبندی در نمونه میکروکوارتزدیوریتی از لبه به لبه بلور بررسی گردید که دیده شد که دارای منطقهبندی نوسانی است (شکلهای ۶ و ۷ و ۸ الف)، ترکیب شیمیایی نقاط تجزیه شده از مرکز بلور و فواصل بین مرکز و لبه بلور در گستره اواسط آندزین تا اواسط لابرادوریت قرار می گیرند و ترکیب شیمیایی نقاط تجزیه شده از لبه بلور در اواخر الیگوکلاز تا اوسط آندزین هستند و فقط از لبه بلور در اواخر الیگوکلاز تا اوسط آندزین قدار می گیرد (شکل ۶ و شکل ۸ الف).

برعکس، مقدار عضو انتهایی آنورتیت در پلاژیوکلاز با منطقهبندی در نمونه تونالیتی از $An_{51/97}$ تا $An_{54/87}$ تغییر می کند و بیشتر محدود به $An_{5./17}$ تا $An_{5./17}$ بوده و میانگین ترکیب آن $An_{5./17}$ است. مقدار K_2O از A_1 ، تا A_7 ، درصد وزنی متغیر است. مقدار متوسط درصد وزنی SiO_2 و SiO_2 به ترتیب Al_2O_3 و Al_2O_7 است (جدول ۳). پلاژیوکلاز با منطقه-بندی در نمونه تونالیتی، منطقهبندی نوسانی از لبه به لبه بلور، با ترکیب اواسط آندزین تا اوایل لابرادوریت را نشان می دهد (شکل ۷).



شکل ۵ الف) نمودار تغییرات An نسبت به K2O موجود در پلاژیوکلازها که روند خطی آن نشان میدهد که پلاژیوکلاز فاز اصلی ماگماست. ب) تغییرات مقدار آهن کل در پلاژیوکلاز نسبت به مقدار An که مقدار آهن با افزایش درصد آنورتیت تا حدی افزایش می یابد (علائم دایره مربوط به مرکز بلورها و علائم مثلثی شکل مربوط به لبه بلورهاست، رنگ قرمز نشانگر تونالیت و رنگ سبز نشاندهنده کوارتز دیوریت است).



شکل۶ الف) موقعیت نقاط تجزیه شده پلاژیوکلاز با منطقهبندی در نمونه میکروکوارتزدیوریتی در نمودار سهتایی فلدسپاتها، ب) تصویر الکترونی پس پراکنده (BSE): پیکان سفید رنگ در تصویر مسیر تجزیه نقطهای جهت بررسی منطقهبندی را نشان میدهد و پ) تصویر میکروسکوپی پلاژیوکلاز با منطقهبندی در نمونه میکروکوارتزدیوریتی.



شکل ۷ الف) موقعیت نقاط تجزیه شده پلاژیوکلاز با منطقهبندی در نمونه تونالیتی در نمودار سهتایی فلدسپاتها، ب) تصویر BSE، پیکان سفیدرنگ در تصویر مسیر تجزیه نقطهای جهت بررسی منطقهبندی را نشان میدهد و پ) تصویر میکروسکوپی پلاژیوکلاز با منطقهبندی در نمونه تونالیتی.



شکل ۸ الف) الگوی تغییرات مقدار آنورتیت از لبه به لبه بلور پلاژیوکلاز نمونه میکروکوارتزدیوریتی و ب) الگوی تغییرات مقدار ^{+Fe³ از لبه بـه لبـه پلاژیوکلاز نمونه میکروکوارتزدیوریتی.}

پلاژیوکلاز نمونه میکروکوارتزدیوریتی از مرکزی با ترکیب An_{FA} تشکیل شده و از مرکز تا لبه بلور دارای ناهنجاریهای متعددی در فواصل ۵۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۵۰ میکرومتر از مرکز Fe³⁺ بلور است. ناهنجاریهای نام برده مطابق با غنی شدگی Fe³⁺ در این فواصل است (شکلهای ۸ الف و ب). پلاژیوکلاز نمونه موانلیتی از مرکزی باعضو انتهایی آنورتیت در حدود ۵۰ و ۲۵۰ میکرومتر از مرکزی منبت در دو مرمولی تشکیل شده است و در فواصل حدود ۱۵۰ و ۲۵۰ میکرومتر در دو سمت مرکز به سمت مرکز به محمد می میکرومتر از مرکزی منبت در دو میکرومتر از مرکزی منبت در دو مرمولی تشکیل شده است و در فواصل حدود ۱۵۰ و ۲۵۰ میکرومتر از مرکز به سمت لبه بلور دو ناهنجاری منبت در دو سمت مرکز بلور با آنورتیت حدود ۵۵ درصد مولی دیده می-

همخوانی دارند (شکلهای ۹ الف و ب). الگوی منطقهبندی نوسانی پلاژیوکلاز نمونه میکروکوارتزدیوریتی در فاصله ۰ تا ۵۰ میکرومتری مرکز در طول بلور، تغییرات ۲۹-۹۶ مرا نشان میدهد، در حالی که برای نمونه تونالیتی در فاصله ۰ تا ۵۰ میکرومتری مرکز، دارای تغییرات ۲۰۹۰ است. در نتیجه، دامنه تغییرات در نمونه میکروکوارتزدیوریتی بیشتر از نمونه تونالیتی است. همچنین طول و دامنه تغییرات در هر دو بلور پلاژیوکلاز نمونه میکروکوارتزدیوریتی و تونالیتی، در لبه بلور گسترش بیشتری نسبت به مرکز بلور دارد (شکلهای ۸ الف و ۹ الف).



شکل ۹ الف) الگوی تغییرات مقدار آنورتیت از لبه به لبه بلور پلاژیوکلاز نمونه تونالیتی و ب) الگوی تغییرات مقدار ⁺Fe³ از لبه بـه لبـه پلاژیـوکلاز نمونه تونالیتی.

 $AI^{3+} \Rightarrow Fe^{3+} e^{-F} Fe^{-F} e^{-F} e^{-F} Fe^{-F} e^{-F} Fe^{-F} e^{-F} e^{-$



شکل ۱۰ نمودارهای نشان دهنده فرآیندهای جانشینی در پلاژیوکلازهای با منطقهبندی در سنگهای میکروکوارتزدیوریتی و تونالیتی توده نفوذی راونج.



شکل ۱۱ نمودار تغییرات درصد مولی عضو انتهایی آنورتیت پلاژیوکلازهای با منطقهبندی نسبت به تغییرات آهن سه ظرفیتی.

بحث و بررسی

مدل های غیر خطی مختلف جهت توضیح منطقه بندی در پلاژیو کلازها ارائه شده است. منطقه بندی در پلاژیو کلازها توسط درصد مولی آنور تیت کنترل می شود [۱۲،۱۵،۲۰].

ترکیب کانی ها در تعادل با مذاب به عواملی چون فشار، دما، مقدار آب و ترکیب شیمیایی مذاب بستگی دارد. از این رو، با کمک منطقهبندی کانیها میتوان تا حدی شرایط تبلور بلور را بازسازی کرد [۱۰]. کاهش مقدار آنورتیت پلاژیوکلاز از مرکز به لبه با جدایش بلوری همخوانی دارد [۹] و این روند به طور کلی در پلاژیوکلازهای مورد بررسی دیده میشود؛ ولی مقدار آنورتيت پلاژيوكلازها در برخى نقاط داراى تغييرات مشخصى بوده و سبب ایجاد منطقهبندی نوسانی شده است. برخی از پژوهشگران، منطقهبندی نوسانی را نشانه تغییر جزئی ترکیب شیمیایی ماگما طی رشد بلور [۲۹] و به عنوان شاهدی از بارگزاری مجدد ماگمایی [۲۹،۱۸] و منطقهبندی معکوس را نشانه عدم برقراری تعادل بین بلور با ماگما در اثر فرآیندهایی مانند بارگزاری مجدد ماگمایی و یا تغییر فشار بخار آب هنگام تبلور پلاژیوکلازها میدانند [۱۸]. به هر حال، وجود مقدار آنورتیت بیشتر در برخی نواحی را می توان نشانگر حضور ترکیبات مافیکتر و یا مقدار آب بیشتر در نظر گرفت [۹].

پژوهشها نشان میدهد که مقدار آنورتیت توسط ترکیب مذاب، فشار، مقدار آب و دما کنترل میشود [۱۹،۱۴]. جهت بررسی هر یک از این موارد، نخست باید شرایط تعادل و یا عدمتعادل را هنگام منطقهبندی پلاژیوکلاز بررسی کرد. الگوی نوسانی یکسان در بلورهای مختلف پلاژیوکلاز در کنار وجود فراوانی یکسان عناصر اصلی و فرعی دو بلور مختلف بیانگر شراوانی یکسان عناصر اصلی و فرعی دو بلور مختلف بیانگر مقدار آب تغییرات قابل توجهی در ترکیب پلاژیوکلاز ایجاد نمی کند [۱۷].

تاثیر فشار بر الگوی منطقهبندی در بررسیهای تجربی به اثبات رسیده است [۱۶]. این پژوهشها نشان میدهد که تغییرات ۲ تا ۴ مول درصد در مقدار آنورتیت با تغییر فشار ۲ تا ۴ کیلوبار همخوانی دارد. همچنین تغییرات فشار کمتر از ۲ کیلو بار نمی تواند بیش از ۵ درصد بر مقدار آنورتیت پلاژیوکلاز تاثیر داشته باشد [۸]. تغییرات دمایی تاثیر بیشتری در مقایسه با تغییرات فشار بر ترکیب پلاژیوکلاز دارد [۱۳]، با این حال این تغییرات دمایی نیز نمی تواند مقدار بالای تغییرات درصد آنورتیت در پلاژیوکلازهای مورد بررسی را توجیه کند.

ريختار و الكوى منطقهبندى پلاژيوكلاز ممكن است برآمده از بارگذاری متوالی مذاب مافیکتر برگرفته از گوشته در مخزن ماگمایی فلسیکی باشد [۳۰]. مدل تزریق متوالی ماگمای مافیکتر و جدایش توسط ساختارهای توده نفوذی منطقه تایید می شود، به طوری که نوسانات درصد مولی آنورتیت در يلاژيوكلاز كوارتز ديوريتي مشخصتر از يلاژيوكلاز توناليتي است (شکلهای ۸ و ۹)، این مشاهدات بیان میکند که بارگزاری متوالی ماگمایی تاثیر بیشتری در بخش درونی آن (سنگهای کوارتز دیوریتی) نسبت به بخش بیرونی توده (سنگهای تونالیتی) داشته است. بررسی شیمی سنگکل تودههای کوارتزدیوریتی و تونالیتی نیز تاییدی بر تاثیر تزریقهای متوالی ماگمای مافیکتر در مخزن ماگمایی توده نفوذی فلسیک است، اما تاثیر بارگزاریهای متوالی در حدی نبوده است که بتواند ترکیب شیمیایی کل مخزن ماگمایی را تغییر دهد و فقط باعث تغییر در عناصر فرعی شیمی سنگ کل تودهها شده است [۳۱]. نمودارهای شکل ۱۰ نشان میدهند که جانشینیها در بخش بیرونی و درونی توده یکسان است. این شواهد نشان میدهد که تعادل دمایی هنگام تبلور ماگما ایجاد شده است و بارگزاریهای متوالی مخزن ماگمایی در حدی نبوده است که مانع تعادل دمایی ماگما شود [۳۰].

در سیستمهای دوتایی شبیه به پلاژیوکلاز، عناصر اصلی برای تشخیص پارامترهای متعددی که ترکیب کانیها را کنترل می کنند کافی نیستند، به همین دلیل توجه به فراوانی عناصری که در پلاژیوکلازها کمیاب هستند مانند Fe, Mg و Ti میتواند در درک شرایط تبلور پلاژیوکلازها موثر باشند. تغییرات دما، فشار و مقدار آب میتواند بر مقدار آنورتیت پلاژیوکلازها تاثیر داشته باشد، ولی تغییرات چندانی در مقدار پلاژیوکلازها تاثیر داشته باشد، ولی تغییرات چندانی در مقدار آنورتیب Fe, Mg پلاژیوکلازها تاثیر داشته باشد، ولی تغییرات چندانی در مقدار شیمیایی ماگما تاثیر بسیاری بر فراوانی عناصر نامبرده دارد [10].

تغییرات نوسانی مقدار Fe, Mg و Ti از مرکز به لبه پلاژیوکلازها نشانگر تغییر ترکیب شیمیایی ماگماست Fe, Mg و Ti و Ti (بر حسب درصد وزنی) از لبه به لبه (شکلهای ۱۲ و ۱۳) با افزایش مقدار آنورتیت پلاژیوکلازهای منطقه همراه است؛ این روند نشاندهنده تغییر فراوانی عناصر کمیاب در مذاب در تعادل با بلورها و بیانگر هجوم ماگمای مافیک به درون اتاق ماگمایی است [۱۹].

روند صعودی مقدار ⁴+Fe نسبت به An (شکل ۱۱) بیانگر آمیختگی شیمیایی در ماگماست [۲۱]، در صورتی که روند

منفی بین این دو مقدار در اثر فرآیند جدایش ماگمایی ایجاد می شود [۲۳].



شکل ۱۲ نمودار تغییرات مقدار اکسیدهای Fe, Mg و Ti در پلاژیوکلازهای نمونه تونالیتی.



شکل ۱۳ نمودار تغییرات مقدار اکسیدهای Fe, Mg و Ti در پلاژیوکلازهای نمونه کوارتزدیوریتی.

Crystallography and Mineralogy 25 (2017) 393-410.

[4] Mohammadi S.S., Bayani R., Nakhaei M., Chung S.L., Zarrinkoub M.H., "Petrgraphy, mineral chemistry, geochemistry and tectonic setting of Tertiary volcanic rocks in Shoushk area (east of Sarbisheh), Southern Khorasan", Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy 25 (2017) 167-186.

[5] Niktabar S.M., Moradian A., Ahmadipour H., "The study of mineralogy and geochemistry of Lalezar Granitoid (Bardsir-Kerman)", Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy 23 (2016) 803-818.

[6] Kahl M., Chakraborty S., Pompilio M., Costa F., "Constraints on the Nature and Evolution of the Magma Plumbing System of Mt. Etna Volcano (1991–2008) from a Combined Thermodynamic and Kinetic Modelling of the Compositional Record of Minerals", Journal of Petrology 56 (2015) 2025-2068.

[7] Viccaro M., Calcagno R., Garozzo I., "Continuous magma recharge at Mt. Etna during the 2011–2013 period controls the style of volcanic activity and compositions of erupted lavas", Mineralogy and Petrology 109 (2015) 67-83.

[8] Pietranik A., Koepke J., Puziewicz J., "Crystallization and resorption in plutonic plagioclase: Implications on the evolution of granodiorite magma (Gesiniec granodiorite, Strzelin Crystalline Massif, SW Poland)", Lithos 86 (2006) 260-280.

[9] Ginibre C., Kronz A., Wörner G., "Highresolution quantitative imaging of plagioclase composition using accumulated back scattered electron images: new constraints on oscillatory zoning", Contributions to Mineralogy and Petrology 142 (2002) 436-448.

[10] Ginibre C., Wörner G., Kronz A., "Crystal Zoning as an Archive for Magma Evolution", Mineralogical Society of America 3(4) (2007) 261–266.

[11] Brophy J.G., Dorais M.J., Donnelly-Nolan J., Singer B.S., "Plagioclase zonation styles in hornblende gabbro inclusions from little Glass Mountain, Medicine Lake volcano, California: implications for fractionation mechanisms and the formation of composition gaps", Contributions to Mineralogy and Petrology 126 (1996) 121–136.

[12] Hattorý K., Sato H., "Magma evolution recorded in plagioclase zoning in 1991 Pinatubo

بر داشت

در منطقه راونج، با بررسی سنگ نگاری و شیمی کانی پلاژیوکلاز در تودههای میکروکوارتزدیوریتی، کوارتزدیوریتی و تونالیتی میتوان نتایج زیر را در مورد روند تبلور ماگمایی منطقه بیان کرد:

۱- درصد مولی آنورتیت بلور پلاژیوکلازهای دارای منطقهبندی
به طور کلی از مرکز به لبه روند کاهشی را نشان میدهد که
نشان دهنده تاثیر فرآیند تبلور جدایشی است.

۲- بلور پلاژیوکلازها دارای منطقهبندی نوسانی بوده که احتمالاً بر اثر بارگزاری متوالی و تزریق مذاب مافیکتر به درون اتاق ماگمایی فلسیک در حال تبلور رخ داده است که باعث ایجاد تغییرات مقدار آنورتیت در ساختار پلاژیوکلازها شده است.

۳- ترکیب پلاژیوکلازها دارای منطقهبندی توسط جانشینیهای مهمی شکل گرفته است که نشان دهنده وجود تعادل گرمایی طی تبلور ماگما است.

۴- بارگزاری متوالی در اثر تزریق ماگمای مافیکتر به درون اتاق ماگمایی فلسیک یک فرآیند ماگمایی متداول طی تبلور توده نفوذی بوده است که در چندین مرحله رخ داده و باعث ایجاد تغییرات در ترکیب شیمیایی پلاژیوکلازها شده است.

۵- توده نفوذی راونج بخشی از فاز فعالیت ماگمایی میوسن کمان ماگمایی ارومیه دختر بوده که در اثر فرورانش نئوتتیس به زیر صفحه ایران مرکزی شکل گرفته است و احتمالاً فرآیندهای تبلور جدایشی و بارگزاری متوالی ماگمایی نقش مهمی را در تکامل توده نفوذی راونج داشته است.

مراجع

[1] Ahmadi A., Firouzkouhi Z., Moridi Farimani, A.A., Richard lentz D.R., "Geochemical and textural characteristics of plagioclase as evidence for open-system processes: Case study from Bazman volcano (SE Iran) ", Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy 25 (2017) 367-380.

[2] Molaei Yeganeh T., Torkian A., Sepahi A.A., "Source and geothermobarometry of the gabbrodioritic intrusive body, (S-Qorveh-Kurdistan); with emphasis on minerals chemistry", Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy 25 (2017) 153-166.

[3] Ghodsi M.R., Boomeri M., "Petrography, mineralogy and mineral chemistry of Bazman intrusive rocks, SE Iran", Iranian Journal of [22] Barbarin B., "Granitoids: main petrogenetic classifications in relation to origin and tectonic setting", Geological Journal 25 (1990) 227-238.

[23] Tegner C., "Iron in plagioclase as a monitor of the differentiation of the Skaergaard intrusion" Contributions to Mineralogy and Petrology 128 (1997) 45-51.

[24] Müller A., Breiter K., Seltmann R., Pécskay Z., "Quartz and feldspar zoning in the eastern Erzgebirge volcano-plutonic complex (Germany, Czech Republic): evidence of multiple magma mixing", Lithos 80 (2005) 201-227.

[25] Ghalamghash J., Babakhani A.R., "Geological map of the Kahak Sheet, scale 1:100000", Iran Geological Survey and Mineral Exploration country, Tehran (1993).

[26] Deer W.A., Howie R.A., Zussman J., "An Introduction to the Rock Forming Minerals", 17th, Longman Ltd (1991) 528 p.

[27] Smith J.V., "Phase equilibria of plagioclase, In: Ribbe PH (ed) Feldspar mineralogy", 2nd edn, Mineralogical Society of America, Washington DC Reviews in Mineralogy 2 (1983) 223-239.

[28] Smith J.V., Brown W.L., "Feldspar minerals, Crystal structures, physical, chemical and microtextural properties, Springer", Berlin Heidelberg New York (1988) 828.

[29] Vernon R.H., Johnson S.E., Melis E.A., "Emplacement-related microstructures in the margin of a deformed pluton:the San Jose' tonalite, Baja California, Me'xico", Journal of Structural Geology 26 (2004) 1867–1884.

[30] Karsli O., Aydın F., Sadıklar M.B., "Magma interaction recorded in plagioclase zoning in granitoid systems, Zigana Granitoid, eastern Pontides, Turkey", Turkish Journal of Earth Sciences 13 (2004) 287-305.

[31] Khademiparsa M., "Petrology of ore forming intrusive and subvolcanic bodies and their related aureoles in NE Delijan (Urmia-Dokhtar Zone)", PhD thesis in petrology, Shahid Beheshti University (2017). 413pp (in Persian). *eruption products",* American Mineralogist 81 (1996) 982-994.

[13] Housh T.B., Luhr J.F., "Plagioclase-melt equilibria in hydrous systems", American Mineralogist 76 (1991) 477-492.

[14] Blundy J.D., Wood B.J., "Crystal-chemical controls on the partitioning of Sr and Ba between plagioclase feldspar, silicate melts, and hydrothermal solutions", Geochimica et Cosmochimica Acta, 55 (1991) 193–209.

[15] L'heureux I., Fowler A.D., "A nonlinear dynamical model of oscillatory zoning in plagioclase", American Mineralogist 79 (1994) 885-891.

[16] Longhi J., Fram M.S., Vander Auwera J., Montieth J.N., "Pressure effects, kinetics, and rheology of anorthositic and related magmas", American Mineralogist 78 (1993) 1016-1030.

[17] Loomis T.P., Welber P.W., "Crystallization processes in the Rocky Hill Granodiorite Pluton, California: An interpretation based on compositional zoning of plagioclase", Contributions to Mineralogy and Petrology 81 (1982) 230-239.

[18] Waight T.E., Maas R., Nicholls I.A., "Fingerprinting feldspar phenocrysts using crystal isotopic composition stratigraphy: implications for crystal transfer and magma mingling in S-type granites", Contributions to Mineralogy and Petrology 139 (2000) 227–39.

[19] Smith V.C., Blundy J.D., Arce J.L., "A temporal record of magma accumulation and evolution beneath Nevado de Toluca, Mexico, preserved in plagioclase phenocrysts", Journal of Petrology 50 (2009) 405-426.

[20] Yoder H.S., Stewart D.B., Smith J.R., "*Ternary feldspar*", Carnegie Institution of Washington Year Book 56 (1957) 206-214.

[21] Ruprecht P., Worner G., "Variable regimes in magma systems documented in palgioclase zoning patterns: El Misti stratovolcano and Andahua monogenetic cones", Journal of Volcanology and Geothermal Research 165 (2007) 142–162.

347