مجله بلورشناسی و کانی شناسی ایران

سال نوزدهم، شمارهٔ ۲، تابستان ۹۰، از صفحهٔ ۲۰۷ تا ۲۱۸

انجمن بلورشناسی و کانی شناسی ایران

کانی‌شناسی و تعیین محیط تکتونوماگمایی سنگ‌های نیمه عمیق شمال شهرکرد با استفاده از شیمی کانی‌های کلینوپیروکسن

زهرا الیاسی*[۱]، سید نعیم امامی[۲]، علی خان نصر اصفهانی[۱]، بابک وهابی مقدم[۱]

۱- دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان

۲- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری

(دریافت مقاله: ۸۹/۱/۱۵ ، نسخه نهایی: ۸۹/۵/۱۷)

چکیده: سنگ‌های نیمه عمیق شمال شهرکرد واقع در جنوب غربی ایران، در پهنه‌ی زمین‌ساختی سنندج- سیرجان به صورت دایک-های بازی رخنمون یافته‌اند. ترکیب این سنگ‌ها دولریتی بوده و دارای بافت‌های ویژه‌ای همچون اینترگرانولار، اینتر سرتال، افیتیک و پوئی کلیتیک هستند. کانی‌های اصلی تشکیل دهنده‌ی دولریت‌ها عبارتند از پلاژیوکلاز و کلینوپیروکسن و دیگر کانی‌های موجود در آن‌ها از کانی‌های ثانویه از جمله سریسیت، کلریت، کلسیت و به میزان کمتر اپیدوت، زوئیزیت، اسفن و کانی‌های فرعی مثل آپاتیت، مگنتیت، تیتانومگنتیت و ایلمنیت تشکیل شده‌اند. کلینوپیروکسن‌های موجود در دولریت‌ها، شامل اوژیت و دیوپسید به صورت فازهای کانیایی جداگانه و یا تنوع ترکیبی از اوژیت در مرکز تا دیوپسید در حاشیه‌ی یک فاز دیده می‌شوند. شواهد ژئوشیمیایی و کانی شناسی دلالت بر ماهیت تولئیتی دایک‌های منطقه دارد. بر اساس نمودارهای جدایشی محیط‌های ژئوتکتونیکی مبتنی بر شیمی کانی کلینو پیروکسن، سنگ‌های نیمه عمیق مورد بررسی در یک محیط کشش متعاقب فرورانش تشکیل شده‌اند. براین اساس، می‌توان ماگماتیسم مورد بررسی در این منطقه را به فاز کوهزایی سیمرین میانی تا فوقانی به سن ژوراسیک فوقانی تا کرتاسه تحتانی نسبت داد که سنگ-های نیمه عمیق به مراحل انتهایی این رخداد وابسته‌اند.

واژه های کلیدی: *تکتونوماگماتیسم؛ زون سنندج-سیرجان؛ شهرکرد؛ نیمه عمیق؛ کلینوپیروکسن.*

مقدمه

پهنه‌ی زمین ساختی سنندج- سیرجان به دلیل فراوانی رخدادهای دگرگونی، ماگماتیسم و زمین ساختی پی در پی و هماهنگ با فازهای زمین‌ساختی شناخته شده در مقیاس جهانی نسبت به پهنه‌های زمین ساختی دیگر ایران، پویاترین زون ایران است [۱]. این پهنه در شمال شهرکرد، با دو رخساره‌ی سنگ چینه شناسی شامل رخساره‌ی دگرگونی در نواحی مجاور سد زاینده رود و رخساره‌ی آتشفشانی- رسوبی در جنوب سد زاینده رود و منطقه‌ی سیاحتی سامان متمایز شده است[۲-۴].

مجموعه سنگ‌های آتشفشانی- رسوبی منطقه که سنگ میزبان دایک‌های منطقه محسوب می‌شوند، با مساحت تقریبی ۲۰۰ کیلومترمربع در حدفاصل گسل‌های بن (یا شمالی رخ) در جنوب و گسل دالان در شمال استقرار یافته است. این سنگ‌ها بیشتر شامل سنگ‌های آتشفشانی بازالتی، بازالت آندزیتی و آندزیت همراه با معادل‌های آذر آواری آن‌ها مشتمل بر توف-های لایه‌دار، لاپیلی توف‌ها و برش‌های آتشفشانی بوده که هم زمان و پس از ماسه سنگ‌ها و سیلت سنگ‌های ژوراسیک میانی (احتمالاً سازند هجدک) در یک محیط زیر دریایی کم عمق تا نیمه عمیق فوران یافته‌اند. هم زمان و کمی پس از شروع فوران و سرد شدن بخشی دنباله‌ی آتشفشانی با ترکیب بازالتی، با ایجاد یک محیط کششی پشت کمانی، توده‌های

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۳۳۸۴۰۶۱۵، نمابر: ۰۳۸۱-۳۳۳۴۶۹۳، پست الکترونیکی: Eliasi57@yahoo.com

[Downloaded from ijcm.ir on 2024-03-29]

نیمه عمیق به شکل دایک و استوک‌های بازیک و ترکیب دولریتی درون مجموعه‌ی مافیک نفوذ کرده است [۶،۵].

با توجه به این که تا کنون بررسی‌های سنگ‌شناسی فراگیری روی سنگ‌های نیمه عمیق شمال شهرکرد صورت نگرفته و تنها وجود دایک‌های بازی و حدواسط گزارش شده است [۵-۷]، در این پژوهش با به کارگیری روش‌های ریزپردازشی به معرفی دقیق کانی‌شناسی این مجموعه‌های نیمه عمیق پرداخته می‌شود.

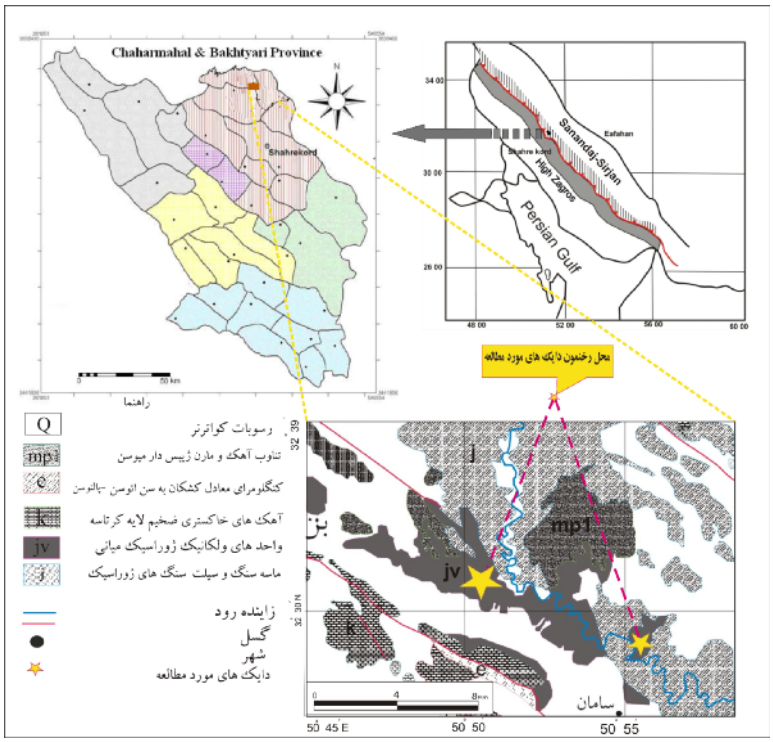
روش بررسی

به منظور دست یابی به هدف‌های این پژوهش، پس از بررسی پژوهش‌های پیشین در سطح منطقه و تهیه‌ی نقشه‌ی زمین-شناسی گستره مورد نظر با تأکید بر رخنمون‌های نیمه عمیق، بررسی‌های صحرایی و نمونه برداری انجام گرفت. سپس مقاطع نازک تهیه و با استفاده از میکروسکوپ نوری (Olympus) بررسی صورت گرفت. در مرحله‌ی بعد نمونه‌های منتخب از سنگ‌های نیمه عمیق سالم برای ICP-MS و ICP-ES به آزمایشگاه AcmeLabs کانادا و مقاطع نازک منتخب نیز برای آنالیز ریز پردازشی الکترونی (EPMA) و تعیین شیمی کانی-های اصلی سنگ‌های دولریتی مورد بررسی به دانشگاه اوکلاهمانورمن آمریکا و نیز برای آنالیز نقطه‌ای (SEM) به سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور ارسال شدند. در ترسیم نمودارهای مختلف از نرم افزارهای MinPet 2.02, Igpet 2007 و CorelDRAWX4 استفاده شد.

در ادامه با استفاده از نمودارهای تشخیص محیط ماگمایی زمین‌ساختی ارائه شده از سوی پژوهشگران دیگر، بر پایه‌ی ترکیب شیمیایی کلینوپیروکسن‌ها، محیط زمین‌ساختی سنگ-های نیمه عمیق مورد بررسی تعیین شدند.

موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی عمومی منطقه

سنگ‌های نیمه عمیق مورد بررسی نوار آتشفشانی - رسوبی شمال شهرکرد [۶،۵] در دو منطقه شامل، درازدره بن با مختصات جغرافیایی ″۳۶ و ′۴۸ و°۵۰ تا ″۴۰ و ′۵۱ و°۵۰ طول شرقی و ″۱۷ و ′۳۱ و°۳۲ تا ″۱۴ و ′۳۱ و°۳۲ عرض شمالی و روستای چلوان با مختصات جغرافیایی″۳۰ و ′۵۵ و°۵۰ تا ″۱۰ و ′۵۵ و°۵۰ طول شرقی و ″۴۷ و ′۲۸ و°۳۲ تا ″۱۷ و ′۳۱ و°۳۲ عرض شمالی به صورت دایک‌هایی با راستای شمال غربی-جنوب شرقی رخنمون دارند (شکل ۱). هر دو منطقه، جزئی از زون ساختاری سنندج- سیرجان محسوب می‌شوند و بین دو گسل بن و دالان در جنوب و شمال محصور شده و گسل شیدا از مرکز منطقه با راستای موازی دو گسل پیش گفته یعنی شمال غربی- جنوب شرقی عبور می‌کند. هر سه گسل از نوع وارون، با راستای یاد شده بوده که جز گسل شیدا بقیه‌ی آن‌ها به سمت شمال شرقی شیب دارند [۸].



شکل ۱ موقعیت زمین‌ساختی منطقه‌ی مورد بررسی در ایران و نقشه زمین‌شناسی آن [۶].

[Downloaded from ijcm.ir on 2024-03-29]

سنگ شناسی و شیمی کانی‌ها

بر اساس نتایج آنالیزهای ICP-MS و ICP-ES (جدول ۱) و تفسیر آن، (شکل ۲) دایک‌های یاد شده دارای ترکیب بازالتی بوده و بین سنگ‌های آذرین منطقه رخنمون یافته‌اند. سنگ-های آذرین منطقه به دو بخش مهم ماگمایی و آذر آواری تفکیک شده‌اند که گروه اول شامل سنگ‌های آتشفشانی به ویژه بازالت، بازالت آندزیتی و آندزیت و سنگ‌های آذرآواری نیز غالباً توف، توفیت، لاپیلی توف و آگلومرا هستند. سن سنگ‌های آتشفشانی منطقه حدفاصل پهنه‌های کالوین (دوگر فوقانی) تا تیتونین (مالم فوقانی) بوده [۵،۶] و دایک‌های مورد بررسی پس از آن و احتمالاً در کرتاسه تحتانی درون این مجموعه سنگ‌های آتشفشانی نفوذ کرده‌اند. بدین ترتیب پدیده‌ی ماگماتیسم منطقه به فازکوهزایی سیمرین میانی تا سیمرین پایانی وابسته است.

جدول ۱ تجزیه شیمیایی سنگ‌های منطقه به روش ICP-ES و ICP -MS..

Samples No.	درازدره بن						
	D19	D16	D10-1	D8	D7	D3	D48
Rock	D	D	D	D	D	D	D
SiO_2 (wt%)	۴۱٫۵۴	۴۵٫۴۴	۴۴٫۲۸	۴۶٫۶	۴۷٫۴۷	۴۵٫۷	۴۶٫۸۵
TiO_2	۱٫۱۸	۲٫۰۲	۱٫۷۸	۲٫۲۴	۲٫۳۵	۲٫۳۶	۲٫۵۵
Al_2O_3	۸٫۸۴	۸٫۴۳	۱۰٫۶۷	۸٫۷۷	۱۴٫۲۱	۷٫۹۷	۱۶٫۰۸
Fe_2O_3(t)	۱۴٫۳۲	۲۱٫۳۱	۲۰٫۸۶	۱۹٫۱۱	۱۲٫۲۹	۲۰٫۴۲	۱۳٫۱۱
MgO	۷٫۹۵	۴٫۷۵	۷٫۶۵	۴٫۶۸	۴٫۶۸	۵٫۸۳	۴٫۹۷
CaO	۱۱٫۵۸	۷٫۹۴	۴٫۶۳	۸٫۶۸	۷٫۹۵	۹٫۷۲	۸٫۱
MnO	۰٫۲	۰٫۳۲	۰٫۲۷	۰٫۲۷	۰٫۲	۰٫۳۱	۰٫۲۱
Na_2O	۱٫۸۲	۲٫۶۴	۲٫۶۷	۳٫۲۲	۳٫۶۵	۲٫۴۴	۳٫۹
K_2O	۱٫۸۲	۱٫۲۹	۰٫۵۵	۰٫۷۸	۰٫۹۱	۰٫۴۹	۰٫۶
P_2O_5	۰٫۲۸	۲٫۳۹	۰٫۷۹	۲٫۷	۱٫۲۴	۱٫۷	۰٫۵۳
LOI	۱۱٫۶۲	۳٫۱۸	۵٫۵۸	۲٫۶۸	۴٫۷۸	۲٫۸۱	۲٫۹
SUM	۱۰۱٫۱۵	۹۹٫۷۱	۹۹٫۷۳	۹۹٫۷۳	۹۹٫۷۳	۹۹٫۷۵	۹۹٫۸۱
Sc(ppm)	۳۲٫۵	۲۲٫۳	۳۵٫۷	۲۱٫۹	۲۱٫۵	۲۷٫۵	۳۲
Hf	۰٫۶۴	۲٫۸۱	۰٫۸۹	۳٫۵۸	۱٫۳۴	۳٫۳۳	۵٫۳
Nb	۳٫۲۸	۲۷٫۶۱	۱۰٫۹۲	۲۳٫۲	۲۶٫۴	۲۳٫۴۶	۱۱٫۸
Sr	۲۸۵	۳۷۲	۲۵۴	۳۶۲	۱۱۳	۵۶۲	۳۰۰٫۳
Ta	۰٫۲	۱٫۴	۰٫۶	۱٫۲	۱٫۴	۱٫۲	۰٫۸
Th	۰٫۴	۱٫۸	۱	۱٫۷	۲٫۱	۱٫۵	۱٫۷
Zr	۲۸٫۴	۱۰۸٫۵	۳۸٫۸	۱۳۶٫۱	۴۵٫۷	۱۲۳٫۱	۲۰۶٫۸
Y	۱۷	۴۶٫۸	۴۰٫۴	۴۵٫۲	۴۰٫۷	۴۵	۴۸٫۱
La	۶٫۹	۳۲٫۳	۱۶٫۶	۳۲٫۸	۳۳٫۵	۲۵٫۵	۱۶٫۳
Ce	۱۷٫۶	۷۳٫۵۸	۳۹٫۸۷	۷۶٫۱۸	۷۶٫۵۳	۵۹٫۴۶	۳۹٫۹
Pr	۲٫۶	۱۰٫۴	۵٫۹	۱۰٫۶	۱۱٫۲	۸٫۶	۵٫۸۲
Nd	۱۲٫۷	۴۸٫۴	۲۶	۴۸٫۴	۴۸٫۴	۴۰٫۵	۲۶٫۷
Sm	۳٫۲	۱۰	۵٫۸	۱۰٫۲	۹٫۸	۸٫۵	۶٫۷۶
Eu	۱٫۲	۳٫۹	۱٫۵	۴	۳٫۱	۳٫۲	۲٫۲۸
Gd	۳٫۵	۱۱	۶٫۸	۱۱٫۸	۱۰٫۸	۱۰	۷٫۸۴
Tb	۰٫۶	۱٫۷	۱٫۲	۱٫۷	۱٫۶	۱٫۵	۱٫۴۷
Dy	۳٫۵	۱۰٫۷	۸٫۵	۱۰٫۷	۹٫۸	۹٫۸	۷٫۶۴
Ho	۰٫۷	۲	۱٫۷	۲	۱٫۸	۱٫۹	۱٫۵۳
Er	۱٫۹	۴٫۷	۴٫۴	۴٫۹	۴	۴٫۵	۴٫۵۶
Tm	۰٫۲	۰٫۵	۰٫۵	۰٫۶	۰٫۴	۰٫۶	۰٫۷۳
Yb	۱٫۵	۳٫۵	۰٫۳	۳٫۶	۲٫۶	۳٫۶	۴٫۲۲
Lu	۰٫۲	۰٫۴	۰٫۴	۰٫۵	۰٫۳	۰٫۵	۰٫۶۴
Ba	۴۰	۴۷۶	۱۵۵	۲۷۸	۲۱۶	۱۹۹	۱۳۱٫۲
Ta	۰٫۲	۱٫۴	۰٫۶	۱٫۲	۱٫۴	۱٫۲	۰٫۸
V	۲۰۸	۱۲۴	۳۵۸	۱۳۰	۱۰۷	۲۹۷	۲۷۲

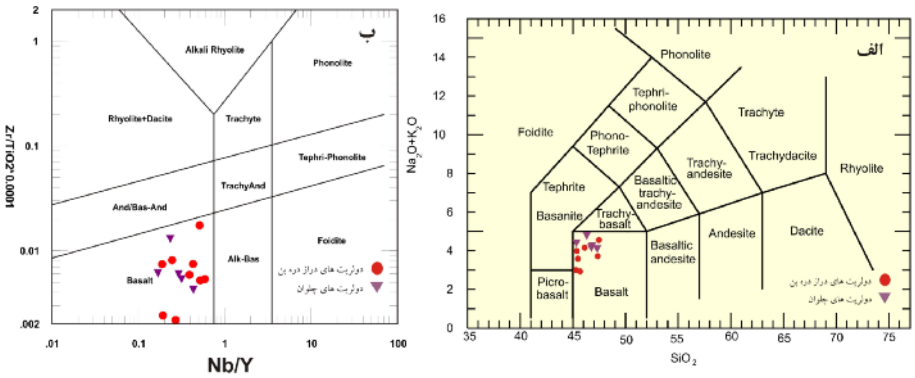
D = دولریت

[Downloaded from ijcm.ir on 2024-03-29]

ادامه جدول ۱

Samples No.	درازدره بن			روستای چلوان			
	D561	D562	D22	Ch11	Ch24	Ch4	Ch33
Rock	D	D	D	D	D	D	D
SiO_2 (wt%)	۴۷٫۱۴	۴۶٫۵۴	۴۴٫۵۲	۴۵٫۲۳	۴۷٫۳۸	۵۰٫۱۹	۴۶٫۴۲
TiO_2	۲٫۹۲	۲٫۸۶	۳٫۹۶	۲٫۸۲	۱٫۷۱	۰٫۶۵	۲٫۳۸
Al_2O_3	۱۳٫۹۹	۱۴٫۹۲	۱۳٫۸۷	۹٫۱۶	۹٫۴	۱۴٫۶	۱۴٫۹۲
Fe_2O_3(t)	۱۴٫۵۶	۱۳٫۶۲	۱۵٫۸۸	۱۸٫۷۲	۱۸٫۸۹	۷٫۱	۱۳٫۸۲
MgO	۴٫۹۹	۳٫۴۴	۴٫۸	۴٫۸۷	۷٫۳۴	۶٫۶۵	۴٫۰۸
CaO	۹٫۳۲	۸٫۱۹	۸٫۷۴	۹٫۴۶	۷٫۹۳	۱۰٫۳۸	۸٫۱۸
MnO	۰٫۲۴	۰٫۲۳	۰٫۲۶	۰٫۲۷	۰٫۲۶	۰٫۱۲	۰٫۲۲
Na_2O	۳٫۷۷	۴٫۱۶	۳٫۸۱	۲٫۷۵	۲٫۹۸	۴٫۲۵	۴٫۳۲
K_2O	۰٫۲۵	۱٫۳۸	۰٫۲۲	۱٫۶۸	۰٫۷۳	۰٫۶	۰٫۵۴
P_2O_5	۰٫۴۵	۱٫۱۸	۱٫۰۸	۱٫۹۶	۰٫۹۴	۰٫۲	۰٫۵
LOI	۲٫۳	۳٫۲	۲٫۸	۲٫۷۳	۲٫۲۲	۵٫۲	۴٫۰۹
SUM	۹۹٫۹۵	۹۹٫۷۳	۹۹٫۹۶	۹۹٫۶۵	۹۹٫۷۸	۹۹٫۹۴	۹۹٫۴۷
Sc(ppm)	۳۳	۲۳	۳۴	۳۱٫۲	۳۸٫۵	۲۷٫۲	۳۱٫۹
Hf	۵٫۴	۵٫۶	۵٫۵	۳٫۲۹	۲٫۹	۱٫۱۷	۳٫۵۸
Nb	۹٫۶	۱۹٫۸	۲۰٫۹	۲۱٫۴۴	۱۲٫۳۵	۲٫۶۷	۱۱٫۹۹
Sr	۳۵۵٫۵	۳۷۷٫۷	۲۴۲٫۴	۲۸۶	۲۶۱	۲۲۵	۴۹۵
Ta	۰٫۶	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۱	۰٫۶	۰٫۲	۰٫۶
Th	۱٫۵	۲٫۴	۵٫۹	۰٫۹	۱	۳٫۸	۰٫۸
Zr	۲۱۶٫۹	۲۱۳٫۷	۲۳۳٫۱	۱۱۹٫۳	۱۰۲	۳۹٫۵	۱۲۷٫۵
Y	۵۰٫۹	۴۶	۵۳٫۶	۴۹٫۴	۴۲٫۳	۱۵٫۸	۳۷٫۸
La	۱۳٫۸	۲۵٫۷	۲۲٫۵	۲۴٫۱	۱۶٫۶	۱۰٫۲	۱۳٫۶
Ce	۳۵٫۵	۵۹٫۹	۵۵٫۲	۵۸٫۹۹	۳۹٫۴۴	۲۳٫۵۶	۳۳٫۷۵
Pr	۵٫۲۷	۸٫۶۳	۸٫۱۴	۸٫۹	۵٫۶	۳٫۲	۵٫۱
Nd	۲۵٫۷	۴۰٫۵	۳۹٫۸	۴۱٫۲	۲۶٫۱	۱۲٫۹	۲۴٫۸
Sm	۷٫۰۵	۹٫۱۲	۹٫۳۷	۹٫۱	۵٫۸	۲٫۷	۵٫۵
Eu	۲٫۲۴	۳٫۶۶	۳٫۰۵	۲٫۸	۱٫۶	۰٫۶	۲٫۱
Gd	۸٫۱۸	۹٫۶۸	۱۰٫۲۴	۱۱٫۲	۷٫۷	۳٫۱	۷٫۲
Tb	۱٫۵۱	۱٫۶۱	۱٫۷۶	۱٫۷	۱٫۲	۰٫۵	۱٫۲
Dy	۷٫۹۵	۸٫۴۴	۹٫۱۷	۱۰٫۸	۸٫۲	۳٫۲	۸٫۱
Ho	۱٫۶۹	۱٫۵۶	۱٫۷۹	۱٫۹	۱٫۷	۰٫۷	۱٫۵
Er	۴٫۸۷	۴٫۲۳	۴٫۸۸	۵٫۳	۴٫۴	۱٫۹	۴
Tm	۰٫۷۶	۰٫۶۷	۰٫۷۸	۰٫۶	۰٫۵	۰٫۲	۰٫۵
Yb	۴٫۴۳	۳٫۶۴	۴٫۳۷	۰٫۴	۳٫۸	۱٫۷	۳٫۳
Lu	۰٫۶۸	۰٫۵۷	۰٫۶۶	۰٫۵	۰٫۶	۰٫۳	۰٫۵
Ba	۶۷٫۴	۶۹۸٫۵	۸۴٫۸	۱۹۶	۱۱۳	۱۶۳	۱۲۶
Ta	۰٫۶	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۱	۰٫۶	۰٫۲	۰٫۶
V	۳۳۸	۱۱۶	۳۰۲	۳۱۴	۳۱۴	۱۹۸	۳۲۸

D= دولریت



شکل ۲ رده بندی ژئوشیمیایی و نام‌گذاری سنگ‌های منطقه مورد بررسی.
الف) [۹] ب) [۱۰]

[Downloaded from ijcm.ir on 2024-03-29]

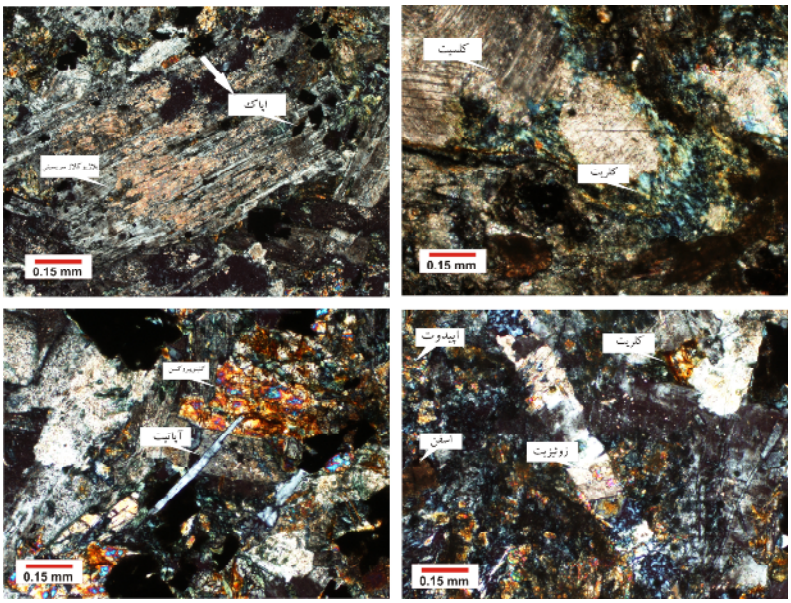
بر اساس بررسی‌های سنگ‌نگاری، کانی‌های اصلی تشکیل دهنده‌ی دولریت‌ها پلاژیوکلاز و کلینوپیروکسن بوده که بافت‌های ویژه‌ی سنگ‌های نیمه عمیق همچون اینترگرانولار، اینتر سرتال، افیتیک و شبه افیتیک و پوئی کلیتیک را نشان می‌دهند. در برخی نمونه‌ها، شواهدی از دگرسانی گرمابی متوسط تا شدید دیده شدند که موجب تشکیل کانی‌های ثانویه شامل سریسیت، کلریت و کلسیت و به میزان کمتر اپیدوت، زوئیزیت و در بعضی موارد اسفن شدند. آپاتیت، مگنتیت، تیتانومگنتیت و ایلمنیت نیز به عنوان کانی‌های فرعی در این سنگ‌ها به فراوانی مشاهده می‌شوند (شکل ۳).

کلینو پیروکسن‌ها

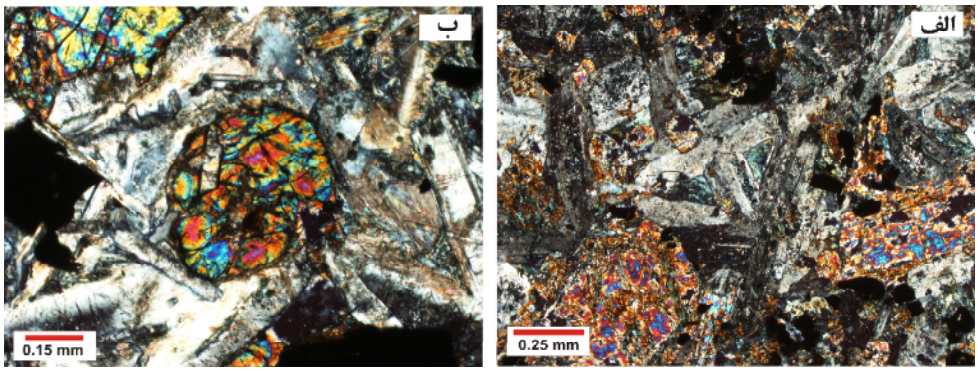
بر اساس بررسی‌های میکروسکوپی و نیز نتایج ریزپردازنده‌ی الکترونی، دو نوع کلینوپیروکسن شامل اوژیت و دیوپسید در این سنگ‌ها وجود دارند که علاوه بر تشکیل کانی‌های مستقل، این دو ترکیب به صورت منطقه‌بندی نوسانی در برخی از سنگ‌های دولریتی مشاهده می‌شوند (شکل ۴).

اوژیت $(Ca,Mg,Fe^{2+},Ti,Al)_2[Si_2O_6]$

پیروکسن غالب در دایک‌های مورد بررسی، اوژیت می‌باشد. این کانی در نور طبیعی بی‌رنگ تا خاکستری پریده بوده و بیشتر دارای ساختار منطقه‌ای است. تغییر رنگ از منطقه‌ای به منطقه‌ی دیگر نادر بوده، چند رنگی خیلی ضعیف متمایل به سبز تا خاکستری پریده، زیاد قابل تمیز نیست. این کانی از دیدگاه خواص نوری دو محوری مثبت بوده و دارای خاموشی مایل با زوایای حدود ۳۵ تا ۴۸ درجه است.



شکل ۳ کانی‌های تشکیل دهنده‌ی دولریت‌های مورد بررسی و بافت نیمه عمیق این سنگ‌ها (XPL).



شکل ۴ درشت بلورهای کلینوپیروکسن‌های تمام شکل‌دار و نیمه شکل‌دار در دولریت‌های منطقه.

الف) XPL ب) XPL

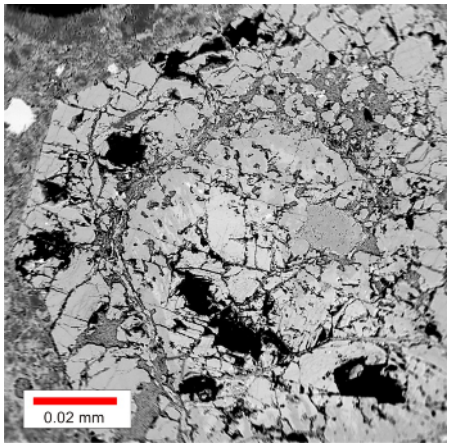
[Downloaded from ijcm.ir on 2024-03-29]

شکل ۵ بلور اوژیت را که با ریزپردازنده‌ی الکترونی تجزیه شده است، با بزرگ نمایی ۵۰ برابر نشان می‌دهد. بخش‌های روشن‌تر مرکز بلور دارای عدد منیزیم (#Mg) بالاتر (باترکیب اوژیت) و بخش حاشیه دارای عدد منیزیم پائین‌تری (با ترکیب دیوپسید) است.

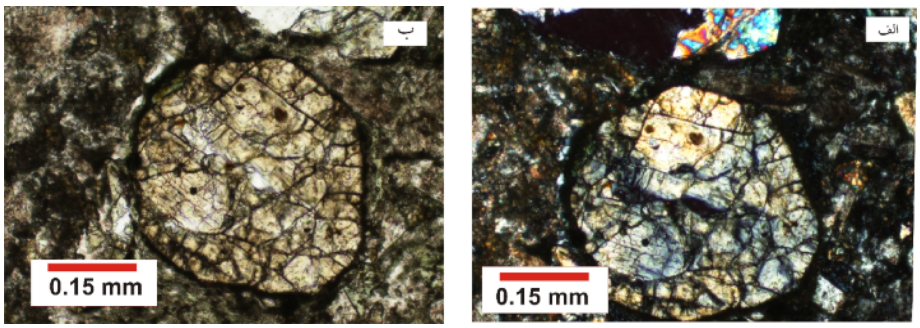
دیوپسید $Ca(Mg,Fe)(Si_2O_6)$

در مقاطع نازک، دیوپسید به صورت منشورهای پایه کوتاه، ستونی کشیده است. در مقاطع عرضی نیز به صورت قالب‌های هشت وجهی است. کلیواژ در راستای سطوح $\{110\}$ به خوبی دیده می‌شود. این کانی در نور معمولی بیرنگ بوده و در موارد نادر متمایل به سبز یا چند رنگی ضعیف است. خاموشی عموماً مایل و با زاویه‌ای در حدود ۳۸° تا ۴۸° دیده می‌شود. این کانی در بیشتر نمونه‌ها به شکل عضو پایانی ناشی از منطقه‌بندی اوژیت‌ها در سنگ دیده می‌شود (شکل ۶). بر این اساس، کلینوپیروکسن‌های سنگ‌های نیمه‌عمیق مورد بررسی به‌صورت اعضای انتهایی از اوژیت - دیوپسید دیده می‌شوند.

در جدول (۲) بخشی از نتایج بررسی‌های ریزپردازنده‌ی الکترونی از کلینوپیروکسن‌های غالب در سنگ‌های نیمه‌عمیق شمال شهرکرد ارائه شده‌اند. در شکل (۷) ترکیب شیمی‌کانی پیروکسن‌های هر نمونه به تفکیک در نمودارهای Q-J و نیز نمودار ترکیبی کلینوپیروکسن‌ها نشان داده‌شده‌است. در نمودار Q-J تمام پیروکسن‌ها در قلمرو Q_{uad} یعنی پیروکسن‌های کلسیم-منیزیم و آهن‌دار قرار گرفته‌اند. هم‌چنین در نمودارهای ترکیبی نیز تمام کلینوپیروکسن‌ها در رأس وابسته به Q_{uad} قرار گرفته که نشانی از نفوذ کامل پیروکسن‌های کلسیم- منیزیم- آهن در سنگ‌های منطقه است. محاسبات انجام شده برای تعیین ترکیب پیروکسن‌ها، نشانگر آن است که در تمام نمونه-های بررسی شده، ترکیب عضوهای انتهایی شامل انستاتیت (En)، فروسیلیت (Fo) و ولاستونیت (Wo) بین $En_{41.64}Fs_{13.95}Wo_{44.40}$ تا $En_{46.60}Fs_{7.85}Wo_{45.54}$ متغیر است که مؤید دامنه‌ی کم تغییرات در حد فاصل میدان پایداری اوژیت تا دیوپسید بوده و بر این اساس پیشنهاد می‌شود که کلینو پیروکسن‌های موجود در سنگ‌های نیمه عمیق شمال شهرکرد را اوژیت دیوپسیدی بنامیم (شکل۷).



شکل۵ تصویر ریزپردازنده‌ی الکترونی اوژیت.



شکل ۶ درشت بلور (مگاکریست) دیوپسید در یک سنگ دولریتی. الف) XPL ب) PPL

[Downloaded from ijcm.ir on 2024-03-29]

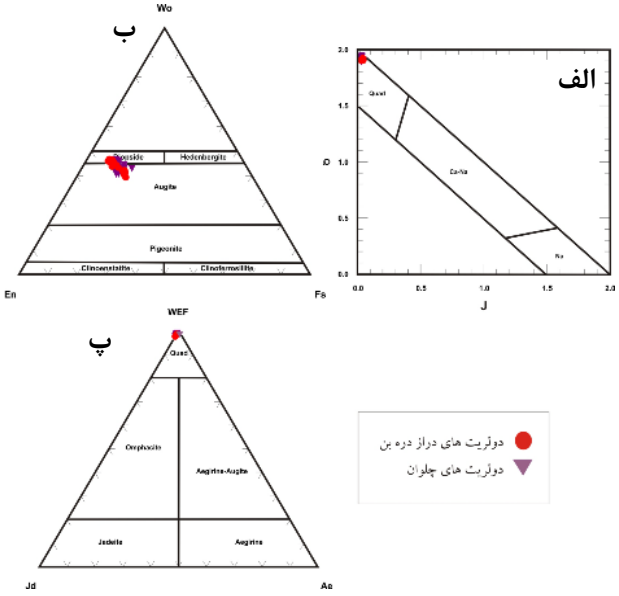
جدول ۲ نتایج آنالیز ریز پردازنده‌ی الکترونی(EMPA) کلینوپیروکسن‌های دولریت‌های شمال شهرکرد.

Sample	روستای چلوان						
	Cpx203						
	Core1	Rim1	Core2	Rim2	Core3	Rim3	Core4
SiO_2	۴۹٫۹۰	۴۹٫۰۳	۵۰٫۰۵	۵۱٫۹۶	۵۰٫۳۷	۵۱٫۵۶	۵۰٫۴۰
TiO_2	۰٫۸۱	۰٫۹۸	۰٫۵۴	۰٫۴۲	۰٫۴۹	۰٫۶۲	۰٫۶۱
Al_2O_3	۴٫۲۸	۵٫۱۵	۴٫۷۳	۲٫۷۱	۴٫۸۰	۲٫۱۲	۴٫۳۷
FeO(t)	۸٫۲۶	۸٫۶۳	۶٫۸۰	۶٫۳۲	۶٫۱۴	۹٫۸۷	۶٫۷۱
MnO	۰٫۲۶	۰٫۲۰	۰٫۲۱	۰٫۲۰	۰٫۱۳	۰٫۳۰	۰٫۱۷
MgO	۱۴٫۲۷	۱۴٫۴۱	۱۴٫۷۸	۱۶٫۱۱	۱۵٫۰۴	۱۵٫۴۱	۱۵٫۲۹
CaO	۲۱٫۱۷	۲۰٫۵۴	۲۲٫۱۵	۲۱٫۶۰	۲۲٫۴۲	۱۹٫۸۳	۲۱٫۸۷
Na_2O	۰٫۲۵	۰٫۲۳	۰٫۲۳	۰٫۱۸	۰٫۱۷	۰٫۲۴	۰٫۲۶
K_2O	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۱	۰٫۰۰
Total	۹۹٫۲۰	۹۹٫۱۸	۹۹٫۴۹	۹۹٫۴۹	۹۹٫۵۵	۹۹٫۹۶	۹۹٫۵۹
Si	۱٫۸۷۴	۱٫۸۴۱	۱٫۸۶۴	۱٫۹۲۳	۱٫۸۶۸	۱٫۹۲۴	۱٫۸۷۱
Ti	۰٫۰۲۳	۰٫۰۲۸	۰٫۰۱۵	۰٫۰۱۲	۰٫۰۱۴	۰٫۰۱۷	۰٫۰۱۷
Al	۰٫۱۹۰	۰٫۲۲۸	۰٫۲۰۸	۰٫۱۱۸	۰٫۲۱۰	۰٫۰۹۳	۰٫۰۱۹۱
Fe	۰٫۲۵۹	۰٫۲۷۱	۰٫۲۱۲	۰٫۱۹۶	۰٫۱۹۰	۰٫۳۰۸	۰٫۲۰۸
Mn	۰٫۰۰۸	۰٫۰۰۷	۰٫۰۰۷	۰٫۰۰۶	۰٫۰۰۴	۰٫۰۰۹	۰٫۰۰۵
Mg	۰٫۷۹۹	۰٫۸۰۷	۰٫۸۲۱	۰٫۸۸۹	۰٫۸۳۱	۰٫۸۵۷	۰٫۸۴۶
Ca	۰٫۸۵۲	۰٫۸۲۷	۰٫۸۸۴	۰٫۸۵۶	۰٫۸۹۱	۰٫۷۹۳	۰٫۸۶۶
Na	۰٫۰۱۹	۰٫۰۱۷	۰٫۰۱۷	۰٫۰۱۳	۰٫۰۱۲	۰٫۰۱۷	۰٫۰۱۹
K	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
جمع کاتیون ها	۴٫۰۲۳	۴٫۰۲۴	۴٫۰۲۷	۴٫۰۱۲	۴٫۰۲۰	۴٫۰۲۰	۴٫۰۲۵
Fs	۱۳٫۹۵۴	۱۴٫۵۱۹	۱۱٫۳۵۹	۱۰٫۳۶۸	۱۰٫۱۴۷	۱۶٫۱۳۶	۱۱٫۰۹۳
Wo	۴۴٫۴۰۲	۴۳٫۲۵۷	۴۵٫۹۶۵	۴۳٫۹۸۶	۴۶٫۴۷۴	۴۰٫۲۶۵	۴۴٫۹۷۶
En	۴۱٫۶۴۴	۴۲٫۲۲۴	۴۲٫۶۷۶	۴۵٫۶۴۶	۴۳٫۳۷۸	۴۳٫۵۶۹	۴۳٫۹۳۱

ادامه جدول ۲

Sample	روستای چلوان	درازدره بن					
	Cpx203	Cpx228					
	Rim4	Cpx1	Cpx2	Core2	Rim2	Core3	Rim3
SiO_2	۵۰٫۶۴	۵۰٫۷۲	۵۰٫۳۵	۵۰٫۸۰	۵۰٫۴۲	۵۱٫۴۲	۵۰٫۹۶
TiO_2	۰٫۳۳	۰٫۵۵	۰٫۹۸	۰٫۵۰	۰٫۹۱	۰٫۴۳	۰٫۹۴
Al_2O_3	۲٫۷۹	۳٫۷۱	۳٫۳۴	۴٫۴۱	۳٫۳۰	۴٫۱۷	۲٫۸۳
FeO(t)	۹٫۹۹	۶٫۸۵	۹٫۷۱	۴٫۷۲	۹٫۳۶	۴٫۸۶	۹٫۱۲
MnO	۰٫۶۳	۰٫۱۸	۰٫۳۲	۰٫۱۱	۰٫۲۷	۰٫۱۱	۰٫۲۸
MgO	۱۳٫۶۰	۱۵٫۳۲	۱۵٫۱۵	۱۵٫۸۹	۱۵٫۰۴	۱۶٫۱۸	۱۵٫۰۳
CaO	۲۰٫۵۱	۲۱٫۲۹	۱۹٫۴۶	۲۲٫۶۴	۱۹٫۸۹	۲۲٫۳۴	۲۰٫۲۸
Na_2O	۰٫۳۴	۰٫۳۱	۰٫۳۱	۰٫۱۹	۰٫۳۱	۰٫۱۹	۰٫۲۹
K_2O	۰٫۰۱	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۱	۰٫۰۰	۰٫۰۰
Total	۹۸٫۸۴	۹۹٫۰۳	۹۹٫۷۱	۹۹٫۳۱	۹۹٫۵۹	۹۹٫۷۰	۹۹٫۷۳
Si	۱٫۹۲۱	۱٫۸۹۴	۱٫۸۸۱	۱٫۸۷۷	۱٫۸۹۱	۱٫۸۹۴	۱٫۹۰۴
Ti	۰٫۰۱۰	۰٫۰۱۵	۰٫۰۲۸	۰٫۰۱۴	۰٫۰۲۶	۰٫۰۱۲	۰٫۰۲۶
Al	۰٫۱۲۵	۰٫۱۶۳	۰٫۱۴۸	۰٫۱۹۲	۰٫۱۴۶	۰٫۱۸۱	۰٫۱۲۵
Fe	۰٫۳۱۷	۰٫۲۱۴	۰٫۳۰۴	۰٫۱۴۶	۰٫۲۹۴	۰٫۱۵۰	۰٫۲۸۵
Mn	۰٫۰۲۰	۰٫۰۰۶	۰٫۰۱۰	۰٫۰۰۳	۰٫۰۰۹	۰٫۰۰۳	۰٫۰۰۹
Mg	۰٫۷۶۹	۰٫۸۵۳	۰٫۸۴۹	۰٫۸۷۵	۰٫۸۴۰	۰٫۸۸۸	۰٫۸۳۷
Ca	۰٫۸۳۳	۰٫۸۵۲	۰٫۷۸۲	۰٫۸۹۷	۰٫۷۹۹	۰٫۸۸۱	۰٫۸۱۲
Na	۰٫۰۲۵	۰٫۰۲۲	۰٫۰۲۳	۰٫۰۱۳	۰٫۰۲۳	۰٫۰۱۴	۰٫۰۲۱
K	۰٫۰۰۱	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
جمع کاتیون ها	۴٫۰۱۹	۴٫۰۲۱	۴٫۰۲۹	۴٫۰۱۸	۴٫۰۲۷	۴٫۰۲۲	۴٫۰۱۸
Fs	۱۷٫۳۸۱	۱۱٫۴۱۳	۱۶٫۱۹۱	۷٫۷۷۲	۱۵٫۵۵۷	۷٫۹۶۳	۱۵٫۱۲۴
Wo	۴۲٫۹۷۲	۴۴٫۲۶۶	۴۰٫۲۳۰	۴۶٫۶۶۱	۴۱٫۱۵۰	۴۵٫۸۴۲	۴۱٫۷۸۶
En	۳۹٫۶۴۷	۴۴٫۳۲۱	۴۳٫۵۷۸	۴۵٫۵۶۷	۴۳٫۲۹۴	۴۶٫۱۹۶	۴۳٫۰۹۰

[Downloaded from ijcm.ir on 2024-03-29]

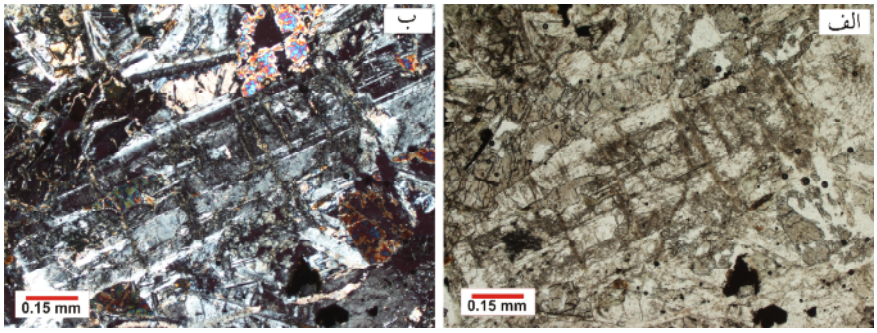


شکل ۷ نتایج تجزیه‌ی نقطه‌ای کلینوپیروکسن‌های سنگ‌های نیمه عمیق منطقه [۱۱]. الف) نمودارکوارتز - ژادئیت ب) نمودارهس پ) برروی نمودار کوارتز - ژادئیت - آکمیت .

پلاژیوکلازها

بلورهای پلاژیوکلاز به دو صورت فنوکریست با سطوح نسبتاً سالم تا سریسیتی و بلورهای ریز میکرولیتی در زمینه‌ی سنگ‌های نیمه‌عمیق دولریتی دیده می‌شوند. این حاکی از دو مرحله‌ای و طولانی بودن زمان تبلور سنگ‌های یاد شده است (شکل۸). چنانکه در تصویر دیده می‌شود، پلاژیوکلازهای فنوکریست دارای رخ‌های باریک مشخص و فاقد آثار دگرسانی گسترده‌اند، در حالی که میکرولیت‌های پلاژیوکلاز زمینه به خاطر سطوح تماس بیشتر آن‌ها در برابر نفوذ گرمابی‌های در حال سریسیتی شدن هستند.

فنوکریست‌های پلاژیوکلاز بر اساس نتایج ریزپردازنده‌ی الکترونی که در جدول (۳) ارائه شده است دارای ترکیب آلبیتی ($Ab_{98.8}An_{0.9}Or_{0.3}$) بوده ولی حاشیه‌ی آن پیش از آلبیتی‌شدن بر اثر تعادل دوباره و واکنش با آبگون باقی مانده دارای ترکیب اولیگوکلاز ($Ab_{84.4}An_{15.1}Or_{0.4}$) است (شکل ۹). این در حالی است که سنگ‌ها دارای ترکیب بازیک‌اند و ترکیب معمول پلاژیوکلاز در این نوع سنگ‌ها بیتونیت تا لابرادور است که آنالیز نقطه‌ای (SEM) در یکی از نمونه‌ها نیز این ادعا را تصدیق می‌کند (شکل ۱۰). این امر نشان دهنده‌ی عملکرد فرآیند اسپیلیتی‌شدن در نمونه‌هاست که به خاطر ورود مقادیر زیادی سدیم از آب دریا موجب تغییر ترکیب سطح پلاژیوکلاز و تبدیل آن به آنورتوکلاز ($Ab_{87}An_{2.3}Or_{10.7}$) شده است. بدین ترتیب در این گروه از سنگ‌ها که دارای ترکیبی بازی (بر اساس آزمایش سنگ کل) هستند، پلاژیوکلازها دارای ترکیب اولیگوکلاز تا آلبیت بوده که حاکی از تأثیر پدیده‌ی دگرنهادی سدیمی است. بر این اساس این واقعیت را می‌توان به عنوان مهر تأییدی بر عملکرد پدیده‌ی شکافته شدن سنگ‌های نیمه‌عمیق تلقی کرد [۶].



شکل۸ دو نسل پلاژیوکلاز در یک سنگ دولریتی. الف) PPl ب) XPl

[Downloaded from ijcm.ir on 2024-03-29]

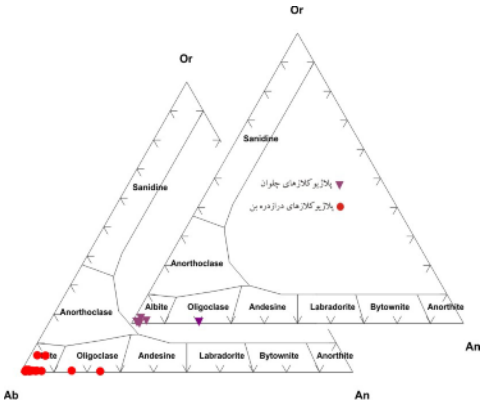
جدول ۳ نتایج آنالیز ریزپردازنده‌ی الکترونی (EMPA) پلاژیوکلازهای دولریت‌های شمال شهرکرد.

Sample	درازدره بن					
	Pl243		Pl306			
	Pl1-1	Pl1-2	Pl1-1	Pl1-11	Pl2-3	Pl3-3
SiO_2	۶۷٫۵	۶۶٫۹۴	۶۷٫۸۱	۶۴٫۸۲	۶۸٫۸۶	۶۸٫۷۹
TiO_2	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۲	۰٫۰۰	۰٫۰۳
Al_2O_3	۲۰٫۳۵	۲۰٫۲۲	۲۰٫۲۵	۲۰٫۸۴	۲۰٫۸۹	۲۰٫۰۰
FeO(t)	۰٫۱۹	۰٫۰۸	۰٫۰۲	۰٫۶۹	۰٫۰۳	۰٫۰۲
MnO	۰٫۰۰	۰٫۰۱	۰٫۰۱	۰٫۰۱	۰٫۰۰	۰٫۰۰
MgO	۰٫۰۲	۰٫۰۰	۰٫۰۲	۰٫۲۶	۰٫۰۲	۰٫۲۶
CaO	۱٫۰۰	۰٫۹۳	۰٫۴۷	۳٫۶۲	۰٫۷۰	۱۱٫۹۶
Na_2O	۱۱٫۴۶	۱۱٫۳۵	۱۱٫۷۱	۱۱٫۱۵	۱۱٫۰۲	۰٫۰۶
K_2O	۰٫۰۸	۰٫۰۷	۰٫۰۸	۰٫۰۹	۰٫۰۸	۰٫۱۰
Total	۱۰۰٫۶۹	۹۹٫۶۸	۱۰۰٫۳۹	۱۰۱٫۶۲	۱۰۱٫۶۹	۱۰۱٫۰۱۸
Si	۲٫۹۴۸	۲٫۹۴۸	۰٫۹۶۰	۲٫۸۴۹	۲٫۹۵۹	۲٫۹۷۹
Ti	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۱	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۱
Al	۱٫۰۴۷	۱٫۰۵۰	۱٫۰۴۲	۱٫۰۸۰	۱٫۰۵۸	۱٫۰۲۱
Fe	۰٫۰۰۷	۰٫۰۰۳	۰٫۰۰۱	۰٫۰۲۵	۰٫۰۰۱	۰٫۰۰۱
Mn	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
Mg	۰٫۰۰۱	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۱	۰٫۰۱۷	۰٫۰۰۱	۰٫۰۰۰
Ca	۰٫۰۴۷	۰٫۰۴۴	۰٫۰۲۲	۰٫۱۷۰	۰٫۰۳۲	۰٫۰۱۲
Na	۰٫۹۷۱	۰٫۹۶۹	۰٫۹۹۱	۰٫۹۵۰	۰٫۹۱۸	۱٫۰۰۴
K	۰٫۰۰۵	۰٫۰۰۴	۰٫۰۰۴	۰٫۰۰۶	۰٫۰۰۵	۰٫۰۰۳
جمع کاتیون ها	۵٫۰۲۵	۵٫۰۱۷	۵٫۰۲۱	۵٫۰۹۷	۴٫۹۷۵	۵٫۰۲۱
%An	۴٫۶	۴٫۳	۲٫۲	۵۱٫۱	۳٫۴	۱٫۲
%Ab	۹۴٫۹	۹۵٫۳	۹۷٫۴	۰٫۵	۹۶٫۱	۹۸٫۵
%Or	۰٫۵	۰٫۴	۰٫۴	۸۴	۰٫۵	۰٫۳

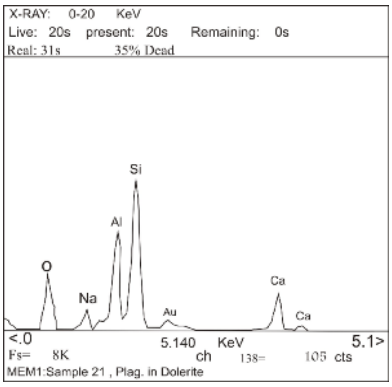
ادامه جدول ۳

Sample	روستای چلوان				
	Pl745				
	Pl1-1	Pl1-2	Pl1-4	Pl1-6	Pl1-7
SiO_2	۶۸٫۶۷	۶۸٫۳۵	۶۸٫۷۰	۶۷٫۷۵	۶۲٫۹۲
TiO_2	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۲	۰٫۰۱	۰٫۰۰
Al_2O_3	۲۰٫۱۹	۲۰٫۱۳	۲۰٫۱۹	۲۰٫۹۰	۲۰٫۰۹
FeO(t)	۰٫۰۳	۰٫۱۳	۰٫۰۲	۰٫۴۶	۰٫۷۶
MnO	۰٫۰۱	۰٫۰۱	۰٫۰۲	۰٫۰۲	۰٫۰۴
MgO	۰٫۰۰	۰٫۰۸	۰٫۰۰	۰٫۰۱	۰٫۰۱
CaO	۰٫۳۸	۰٫۳۶	۰٫۳۱	۱٫۷۱	۴٫۲۳
Na_2O	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۲
K_2O	۱۱٫۷۹	۱۱٫۵۱	۱۱٫۶۰	۱۱٫۳۷	۹٫۲۱
Total	۱۰۱٫۲۰	۱۰۰٫۷۰	۱۰۰٫۹۸	۱۰۲٫۳۴	۹۹٫۴۸
Si	۲٫۹۷۰	۲٫۹۷۱	۲٫۹۷۵	۲٫۹۱۸	۲٫۸۱۳
Ti	۰٫۰۰۱	۰٫۰۰	۰٫۰۰۱	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰
Al	۱٫۰۲۹	۱٫۰۳۱	۱٫۰۳۱	۱٫۰۶۱	۱٫۱۶۴
Fe	۰٫۰۰۱	۰٫۰۰۵	۰٫۰۰۱	۰٫۰۱۷	۰٫۰۲۸
Mn	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۱	۰٫۰۰۱	۰٫۰۰۱	۰٫۰۰۲
Mg	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۵	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۱
Ca	۰٫۰۱۸	۰٫۰۱۷	۰٫۰۱۴	۰٫۰۷۹	۰٫۲۰۲
Na	۰٫۹۸۹	۰٫۹۷۰	۰٫۹۷۴	۰٫۹۴۹	۰٫۷۹۸
K	۰٫۰۰۵	۰٫۰۰۴	۰٫۰۰۵	۰٫۰۰۳	۰٫۰۰۵
جمع کاتیون ها	۵٫۰۱۲	۵٫۰۰۳	۵٫۰۰۱	۵٫۰۳۰	۵٫۰۱۵
%An	۱٫۸	۱٫۷	۱٫۴	۷٫۷	۲۰٫۱
%Ab	۹۷٫۷	۹۷٫۹	۹۸٫۱	۹۲٫۰	۷۹٫۸۴
%Or	۰٫۵	۰٫۴	۰٫۵	۰٫۳	۰٫۵

[Downloaded from ijcm.ir on 2024-03-29]



شکل ۹ محل قرارگیری پلاژیوکلازهای دولریت‌های منطقه روی نمودار Or، Ab، An[۱۲].



شکل ۱۰ نمودار تجزیه‌ی نقطه‌ای یک پلاژیوکلاز از نوع بیتونیت در دولریت.

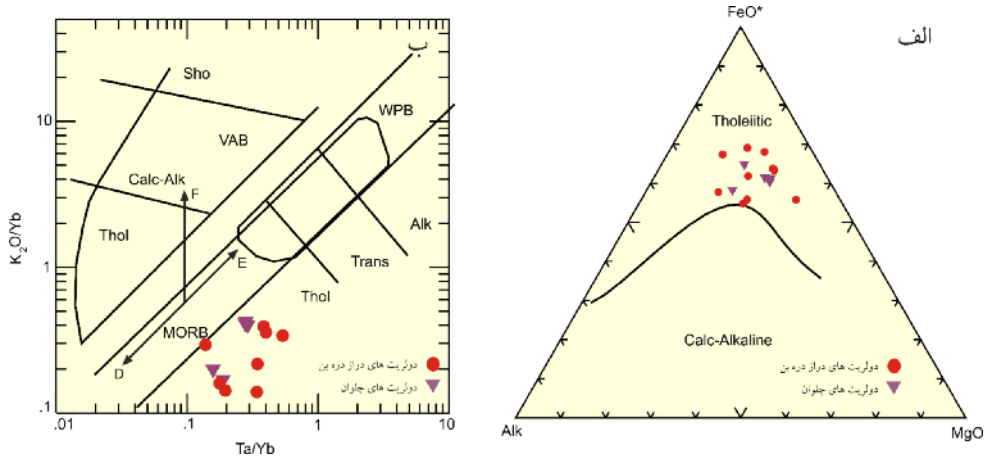
تعیین محیط زمین‌ساختی منطقه

کمربند سنگ‌های آتشفشانی - رسوبی شمال شهرکرد به عنوان نماینده‌ای از آتشفشان ژوراسیک زون سنندج- سیرجان در یک جزیره‌ی قوسی است که حاصل فرورانش پوسته‌ی اقیانوسی نئوتتیس به زیر پهنه‌ی سنندج- سیرجان است که زاویه‌ی فرورانش آن حدود °۴۵، شمال شرقی، فاصله‌ی افقی کمربند تا خط برخورد حدود ۳۵ کیلومتر و بر مکان کنونی گسل وارون زاگرس است. زمان این رخداد فرورانش بر تریاس قرار دارد [۱۳-۱۵]. در خصوص توده‌های نیمه‌عمیق بازی نیز با توجه به قرارگیری این سنگ‌ها در مجموعه‌ی آتشفشانی بازی منطقه می‌توان پیدایش آن‌ها را به یک حوضه‌ی گسترش پشت کمانی نسبت داد [۶].

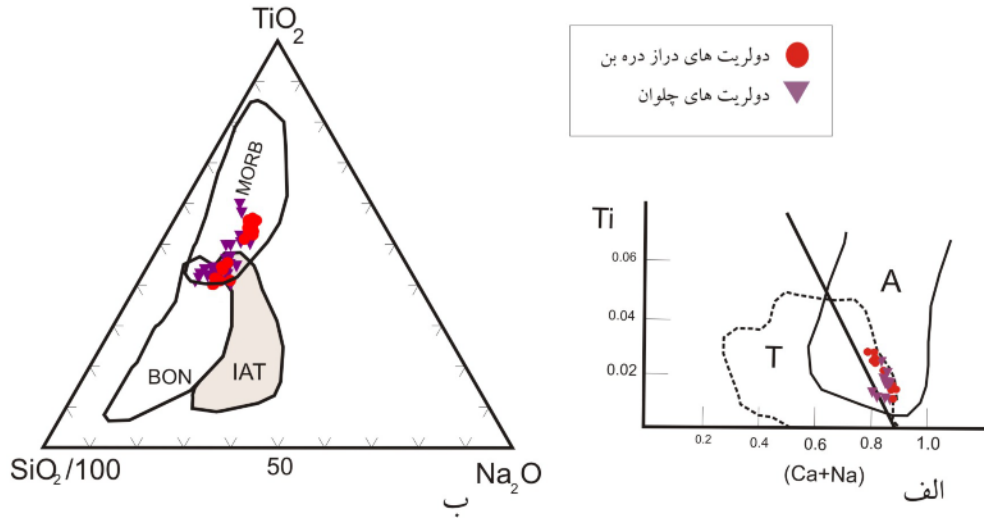
چنانکه از شکل (۱۱) پیدا است، بر اساس تحلیل نتایج تجزیه سنگ‌های دولریتی مورد بررسی به روش ICP-MS و ICP-ES، این سنگ‌ها ماهیت تولئیتی داشته و در محیطی مورب تشکیل شده‌اند.

علاوه بر استفاده از ترکیب سنگ کل در تعیین محیط تکتونوماگمایی سنگ‌ها، از نتایج تجزیه‌ی نقطه‌ای کلینوپیروکسن‌ها، نیز می‌توان به عنوان کانی‌های سالم موجود در سنگ‌ها که معمولاً به عنوان گنجینه‌ای از گذشته‌ی سنگ تلقی کرد استفاده نمود. ترکیب کلینوپیروکسن‌ها به ترکیب شیمیایی و محیط تشکیل سنگ بستگی دارد و به همین دلیل به عنوان یک معیار مناسب برای تعیین محیط زمین‌ساختی تشکیل سنگ‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. براساس شکل (۱۲- الف) که برای تعیین سری‌های ماگمایی به کار برده شده، می‌توان دریافت که تمامی نمونه‌ها در گستره‌ی بازالت‌های تولئیتی قرار دارند. به منظور تعیین محیط زمین ساختی سنگ‌های نیمه‌عمیق منطقه از نمودار TiO_2-Na_2O-SiO_2 استفاده شد. چنانکه در شکل (۱۲- ب) دیده می‌شود، تمامی نمونه‌ها در محیط مورب قرار گرفته‌اند و این نشان می‌دهد که توده‌های نیمه‌عمیق با ماهیت مورب حاصل کشش و ماگماتیسم درون صفحه‌ای هستند، در حالی که مجموعه سنگ‌های آتشفشانی منطقه در یک محیط زمین‌ساختی جزیره‌ی قوسی (فرورانش) تشکیل شده‌اند [۵]. بدین ترتیب از دیدگاه خاستگاه و ویژگی‌های تکتونوماگمایی می‌توان سنگ-های نیمه عمیق را به محیط کششی دنباله‌ی فرورانش وابسته دانست.

[Downloaded from ijcm.ir on 2024-03-29]



شکل ۱۱ الف) مقایسه‌ی بین سری‌های ماگمایی نمونه‌ها در نمودار AFM [۱۶]، ب) نمودار متمایز کننده بازالت‌ها براساس K_2O/Yb – Ta/Yb [۱۷].



شکل ۱۲ الف) استفاده از کانی کلینوپیروکسن برای تعیین سری ماگمایی [۱۸]، ب) تعیین محیط زمین ساختی تشکیل سنگ‌های نیمه عمیق با استفاده از ترکیب کلینوپیروکسن ها [۱۹].

برداشت

مجموعه‌ی آتشفشانی - رسوبی شمال شهرکرد به صورت کمربندی با کشیدگی شمال غربی - جنوب شرقی در مساحتی بالغ بر ۲۰۰ کیلومتر مربع تقریباً به موازات زون ساختاری و گسل زاگرس استقرار یافته است. رنگ سبز حاکم بر کلیه واحدهای سنگ‌شناسی منطقه ناشی از حاکمیت محیط احیای زیر آبی است. غیر از بخش‌های جنوبی دراز دره بن که آثار آتشفشانی هوایی دیده می‌شود، بقیه مجموعه‌ی مورد بررسی در یک محیط زیر دریایی کم عمق تا نیمه عمیق همراه با رسوب-های آواری شامل سیلت سنگ و ماسه سنگ فوران کرده‌اند. پدیده‌ی آتشفشانی در این منطقه به فاز کوهزایی سیمرین میانی نسبت داده شده است [۶].

ترکیب کلینوپیروکسن‌ها در سنگ‌های نیمه عمیق منطقه اوژیت و دیوپسید بوده که علاوه بر تشکیل کانی‌های مستقل، به صورت نوسانی در برخی از سنگ‌های دولریتی مشاهده می-شوند و بر این اساس پیشنهاد می‌شود که کلینو پیروکسن‌های موجود در سنگ‌های آتشفشانی شمال شهرکرد را اوژیت دیوپسیدی بنامیم. ترکیب بلورهای پلاژیوکلاز سالم غالباً بیتونیت و در سنگ‌های کمی دگرسان شده، از آلبیت تا الیگوکلاز در نوسان است که با توجه به ترکیب بازی سنگ‌های منطقه، حکایت از عملکرد گسترده پدیده‌ی متاسوماتیسم

[Downloaded from ijcm.ir on 2024-03-29]

سدیمی و در نتیجه آن، اسپیلیتی شدن این سنگ‌ها در یک محیط دریایی دارد. ترکیب شیمیایی کلینوپیروکسن‌ها نشانگر محیط تولئیتی برای سنگ‌های نیمه عمیق مورد بررسی است. بر پایه‌ی این نمودارها محیط زمین‌ساختی مؤثر در شکل‌گیری دولریت‌ها می‌تواند یک محیط کششی پس از فرورانش باشد.

به دلیل نفوذ سنگ‌های نیمه عمیق مورد بررسی در واحدهای آتشفشانی منطقه، پدیده‌ی ماگماتیسم مورد بررسی که به صورت نفوذ دایک‌های دولریتی عمل کرده را می‌توان به فاز کوهزایی سیمرین میانی تا فوقانی به سن ژوراسیک فوقانی تا آغاز کرتاسه نسبت داد.

مراجع

[۱] آقا نباتی س. ع.، *" زمین شناسی ایران"*، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، (۱۳۸۵) ۵۸۶ صفحه.

[۲] درویش زاده ع.، *" زمین شناسی ایران"*، انتشارات امیر کبیر، (۱۳۸۰)۹۰۱ صفحه.

[۳] زاهدی م.، *"گزارش و نقشه زمین شناسی اصفهان (مقیاس۱:۲۵۰۰۰۰)"*، سازمان زمین شناسی کشور، (۱۳۵۷).

[۴] زاهدی م.، *" گزارش و نقشه زمین شناسی شهرکرد (مقیاس۱:۲۵۰۰۰۰)"*، سازمان زمین شناسی کشور، (۱۳۷۲).

[۵] امامی ن.، *" زمین شناسی و پترولوژی سنگ های آتشفشانی شمال شهرکرد"*، پایان نامه کارشناسی ارشد پترولوژی، دانشگاه اصفهان، (۱۳۷۵) ۲۵۵ صفحه.

[۶] امامی ن.، *"بررسی های پترولوژیکی با تاکید بر پهنه های دگرسانی در سرزمین آتشفشانی شمال شهرکرد"*، پایان نامه دکتری پترولوژی، دانشگاه اصفهان، (۱۳۸۷) ۲۶۶صفحه.

[7] Soder P. A., *"Contribution to the geology of the Isfahan – Gavkhuni area "*, NOIC. A., Geological Report, NO. 110 (1954)

[۸] قاسمی ا.، حاج حسینی ا.، حسینی م.، *"نقشه زمین شناسی چادگان (مقیاس۱:۱۰۰۰۰۰)"*، سازمان زمین شناسی کشور، (۱۳۸۵).

[9] Le Bas M.J., Le Maitre, R.W. Streckesen. Al, Zanettin B.,*"A chemical classification of volcanic rocks based on total alkali-cilica diagram, Journal of petrology"* , (1986), 27: 745-750.

[10] Richard Linda. R., (2002) , Minpet 2002 Software.

[11] Morimoto N., Fabrise J., Ferguson A., Ginzburg I. V., Ross M., Seifert F.A., Zussman J., Akoi K., Gottardi G., *"Numenclature of pyroxenes"* , Mineralogical Magazine, 52:(1988) 535-55.

[12] Deer W.A., Howie R.A., Zussman J., *"An Introduction to the Rock – forming minerals"* , Longman, London, (1991) 528p.

[13] Ghasemi A., Talbot C.J., *"A new tectonic scenario for the Sanandaj - Sirjan zone (Iran)"*, Journal of Asian Earth Sciences, 26 (6), (2006) 683-693.

[14] Mohajjel M., Fergosen C.L., *"Dexteral transpression in Late Cretaceous continental collision, Sanandaj - Sirjan zone, Western Iran"* Journal of Structural Geology, 22 (8), (2000) 1125 - 1139.

[۱۵] محجل م.، سهندی م. ر.، *" تکامل تکتونیکی پهنه سنندج - سیرجان در نیمه شمال باختری و معرفی زیر پهنه های جدید در آن"*، فصلنامه علوم زمین، شماره ۳۱ (۱۳۷۸).

[16] Irvine T.N., W.R.A.Barager., *" A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks",* Canadian Journal of Earth Sciences, vol.8, (1971) pp.523-548.

[17] Wood D.A., *"The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary volcanic province",* Earth and Planetary Science Letters (1980) vol.50, pp.11-30.

[۱۸] رولینسون ه.، *"کاربرد داده های ژئوشیمیایی (ارزیابی، نمایش، تفسیر)"* ترجمه علیرضا کریم زاده ثمرین، انتشارات دانشگاه تبریز، (۱۹۸۳) ۵۵۷ صفحه.

[19] Kenan M., Cemal M., *"Cilinopyroxene compositions of the Isotropic Gabbros from the Sarikaraman Ophiolite: New evidence on Supra-Subduction Zone Type Magma Genesis in Central Anatolia"* , Turk, J Earth sci, 8 (1999) 103-111.

[Downloaded from ijcm.ir on 2024-03-29]