

سال سی و دوم، شمارهٔ اول، بهار ۱۴۰۳، از صفحهٔ ۲۹ تا ۴۴

# سنگشناسی، زمینشیمی و دگرگونیهای ماگمایی و زمینپویایی سنگهای آتشفشانی جنوب اردبیل (شمال غرب ایران)

مهتا قدیمی، نعمت اله رشیدنژاد عمران ٌ، محمدرضا قربانی

گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران (دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۲/۱۶، نسخه نهایی: ۱۴۰۲/۵/۱۵)

چکیده: منطقه مورد بررسی در شمال غرب ایران، جنوب استان اردبیل و در پهنه ساختاری البرز- آذربایجان قرار دارد. فازهای مهم آتشفشانی در منطقه بر اساس سنسنجی K-Ar انجام شده، شامل چهار توالی ائوسن (تراکی آندزیت لوسیتدار) ، اولیگوسن (بازالت-آندزیت بازالتی)، میوسن (آندزیت بازالتی-تراکی آندزیت بازالتی) و تراکی داسیت-ریولیت هستند. توالی ائوسن ماهیت شوشونیت و توالیهای اولیگوسن و میوسن ماهیت اهکی قلیایی تا اهکی قلیایی پرپتاسیم دارند. هر سه توالی در نمودارهای چندعنصری بهنجار شده نسبت به گوشته اولیه، فروافتادگی Nb-Ti-Ta، تهی شدگی در Y,Yb,Ti و غنی شدگی در تسهیل فرایند ذوب بخشی باعث ذوب احتمال بسیار، شکست صفحه فرورونده نئوتتیس و در نتیجه ایجاد پنجره سست کره ای در تسهیل فرایند ذوب بخشی باعث ذوب بخشی گوشته سنگ کرهای قارهای دگرنهاده و تشکیل توالی آتشفشانی ائوسن- اولیگوسن شده است. منبع گرما برای آتشفشانهای میوسن-کواترنری نیز به دلیل بالا آمدن سست کره ناشی از لایه لایه شدن سنگ کره ایجاد شده است. معود آستنوسفر و افزودن مداوم مذابهای مشتق شده از گوشته باعث تشکیل ماگمای فلسیک منطقه در میوسن میانی شد. با این بررسی، درک خود از ماهیت،

واژههای کلیدی: البرز-آذربایجان؛ شکست صفحه فرورانش؛ آهکی قلیایی؛ شوشونیت؛ دگرنهادی.

#### مقدمه

ایران به عنوان بخشی از سامانه کوهزایی آلپ-هیمالیا، دارای تاریخچه زمینساختی پیچیدهای است که مهمترین ساختار زمینساختی ماگمایی آن طی بستهشدن شاخههایی از اقیانوس نئوتتیس در دوران مزوزوئیک و سنوزوئیک شکل گرفته است [۱–۳]. رخنمونهای آتشفشانی و نفوذی در فعالیت ماگمایی شمال غرب ایران با نامه البرزغربی (تالش)، ارسباران و ادامه شمال غربی ارومیه-دختر معرفی می شود [۴–۲].

در کرتاسه، بخش شمال نئوتتیس (سنگ کره دریای سیاه) شروع به فرورانش به زیر قطعههای پیوسته قفقاز و ارمنستان کرده است. در فرورانش بخش شمالی نئوتتیس، دریای اژه نیز به عنوان باقیمانده نئوتتیس با شیب بالایی به زیر قطعه آناتولی فرورانش داشته است [۸]. شکاف برداشتن صفحهی آذربایجان

در پایان کرتاسه سبب انتقال و جابهجایی منطقه شده، و از شمال به جنوب و نیز ویژگیهای قلیایی سنگهای آتشفشانی، شاهدی بر باز شدن و تکامل حوزه پشت قوس در شرق کمان ماگمایی ارمنستان است [۹]. در الیگوسن پسین، یک مرحله فشارشی (با راستای شمال-شمال شرقی به جنوب-جنوب غربی) مقدمهای بر چینخوردگی قفقار بوده است، که این امر سبب فشار وارد شده بر صفحه آذربایجان شده، این قطعه را در راستای شمال-شمال شرق حرکت داده و آن را با رشته کوه-به سمت شمال شاخه شمالی صفحه اقیانوسی نئوتتیس به زیر صفحه قارهای اوراسیا با فراوردههای ماگمایی نوع قوسی تایید می شود که در کرانه جنوبی اوراسیا از آذربایجان، تالش، رشته کوههای البرز غربی- مرکزی و قفقاز کوچک در شرق تا

\*نويسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۲۹۷۳۱۳۷، پست الکترونيکی: Rashid@modares.ac.ir

Pontides شرقی در غرب یافت می شوند. در شمال غرب ایران، دو حوضه اقیانوس نئوتتیس فعال بودهاند [۱۱–۱۴]. طی ژوراسیک-کرتاسه، فرآیند فرورانش همزمان با این حوضهها باعث ایجاد دو قوس ماگمایی در شمال غرب ایران و قفقاز کوچک شد حوضه شمالی اقیانوس در زمان کرتاسه پسین-پالئوسن بسته شد و قطعه ارمنستان جنوبی و منطقه ارسباران با اوراسیا برخورد کردند [۱۵]. با این حال، حوضه جنوبی در پالئوژن بسته شد و برخورد شمال غرب ایران و صفحههای عربی رخ داد. سنگهای آتشفشانی کرتاسه در منطقه ارسباران پس از رسوبگذاری نوع فلیشی با میان لایههای آتشفشانی نشانگر وجود آخرین قوس در این منطقه است.

#### زمینشناسی منطقه

منطقه مورد بررسی در جنوب اردبیل (شمال غرب ایران)، در پهنه ساختاری البرز-آذربایجان و در نقشه زمینشناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ کیوی قرار دارد [۱۶]. طیف ترکیبی سنگهای منطقه مورد بررسی شامل سنگهای دگرگونی با سن پرکامبرین، آهکهای کرتاسه، کنگلومرای پالئوسن، بطور عمده سنگهای آتشفشانی به سن ائوسن با ترکیب آندزیت، واحدهای اولیگومیوسن با ترکیبی از مواد آواری، آهک ریفی، مارن و سنگهای آتشفشانی، تشکیلات پلیوسن بیشتر دربردارنده کنگلومرا، مارن و گنبدهای آتشفشانی و پادگانههای آبرفتی و تودههای نفوذی متشکل از گابرو و دایکهای سینیتی به سن اولیگوسن است (شکل ۱).



شکل ۱ موقعیت منطقه مورد بررسی درنقشه پهنه بندی ایران و نقشه زمینشناسی ۱:۱۰۰۰۰ منطقه مورد بررسی.

رخنمون گستردهای از آندزیتها در شمال و شمال شرق منطقه وجود دارد. سنگهای این واحد شامل تراکیآندزیت هستند. اندازه پلاژیوکلازها گاه تا ۲-۳ سانتیمتر می سد. افزون بر آن، دایکهای دلریتی و دیابازی این واحد را قطع کردهاند (شکل ۲ الف). گدازههای آندزیت-بازالتی ریختار خشنی داشته و بیشتر در بخش جنوب غربی و جنوب شرقی منطقه رخنمون دارند. سنگهای زیرین این واحد مشخص نیستند، ولی تراکی آندزیتها روی آن و همچنین به صورت جانبی در کنار آن تشکیل شدهاند (شکل ۲ ب). این واحد در بعضی مناطق بشدت خرد شده است و آثار کانهزایی مالاکیت و منگنز در آن دیده میشود. گدازههای آندزیت بازالتی و تراکی آندزیت بازالتی و تراکی

از ویژگیهای این سنگها رنگ تیره و گاهی حفرهدار بودن آنهاست. گاهی این حفرهها با کانیهایی چون کلسیت پر شده و آثار خروج گازهای آتشفشانی بصورت حفره دیده میشوند. بافت این سنگها، در بقیه مناطق، بصورت ریزدانه است. مرز پیشین آن آندزیتهای ائوسن و مرز بالایی گدازههای داسیتی و توف های شیشهای میوسن هستند (شکل ۲ پ).

آخرین تظاهرهای ائوسن در شمال غرب نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ کیوی در منطقه کورائیم تراکی داسیت-ریولیت نام دارد. ریختار این واحد نرم و پوشیده از پوشش گیاهی است. بخش پیشین این واحد مشخص نیست، ولی بخش بالایی آن ناهمشیب با مارن و ماسه سنگهای اولیگوسن است (شکل ۲ ت).



**شکل ۲** تصاویر صحرایی از واحدهای سنگی: منطقه الف) آندزیتهای مگاپورفیری، تراکی آندزیتهای ائوسن و دایکهای دلریتی و دیابازی-(دید به جنوب شرق)، ب) گدازههای آندزیت و آندزیت بازالتی اولیگوسن پیشین، (دید به جنوب شرق)، پ) تراکی بازالتهای میوسن، (دید به شمال)، و ت) تراکی داسیت-ریولیتها، (دید به شمال).

#### روشهای بررسی

بر اساس نقشه زمینشناسی ۱۰۰٬۰۰۱کیوی [۱۶]، از همه واحدهای سنگی نمونهبرداری شد. در مجموع، ۲۰۰ نمونه دستی جمع آوری شد و ۱۰۰ نمونه از آنها، بر اساس دگرسانی کم، تنوع، موقعیت در ستون سنگچینهای و توزیع جغرافیایی در توالی آتشفشانی برای تهیه مقاطع نازک میکروسکوپی انتخاب شدند. پس از بررسیهای دقیق میکروسکوپی، از بین نمونههای به نسبت سالم، تعداد ۲۹ نمونه انتخاب شد. اکسیدهای عناصر اصلی به روش همجوشی لیتیوم باطیفسنج نشر اتمی پلاسمای جفت شده القایی Agilent735(ICP نشر اتمی پلاسمای جفت شده القایی OES) Perkin می معدنی زرآزما، تجزیه پلاسمای جفت شده القایی معدنی زرآزما، تجزیه شدند. دقت تجزیهها برای اکسیدهای عناصر اصلی در حد ۱۰٬

درصد و برای عناصر کمیاب و خاکی نادر ۱ppm است. نتایج تجزیه شیمیایی نمونهها در جدول ۱ ارائه شدهاند.

از بین ۳۰ نمونه، ۷ نمونه به نسبت سالم و تا حد امکان بدون دگرسانی برای سنسنجی K-Ar به دانشگاه ملی مکزیک فرستاده شدند. مقدار K در نمونه های K-Ar با طیفسنجی فئورسانس پرتوی ایکس (XRF) در مقادیر ۵۰–۱۰۰ میلی گرم با استفاده از وایازش ویژه اندازه گیری شدند [۱۷]. اندازه گیریها در خلأ ساکن با طیفسنج جرمی گاز نجیب اندازه گیریها در خلأ ساکن با طیفسنج جرمی گاز نجیب وصیه شده محاسبه شدند [۱۸]. سنهای به دست آمده ائوسن پسین (۵/۵۰ میلیون سال)، اولیگوسن پیشین (۸/۳–۳۲/۹ میلیون سال)، میوسن پیشین (۲۰ میلیون سال) و میوسن میانی (۱ /۱۳ ایلیون سال) هستند (جدول ۲).

حسب ppm) نمونههای منطقه	Wt%)، فرعی و کمیاب (بر	ه عناصر اصلی (برحسب	جدول ۱ نتايج تجزيا
-------------------------	------------------------	---------------------	--------------------

			<b>U</b>	· • •	•	J.,	101	•				<u>ب</u>			
نمونه															
SiO <sub>2</sub>	۵۲/۱۷	۵۲٬۵۱	۵۲,۸۳	۵۱٬۰۹	۵۶٬۷۲	۵۶,۵۵	۵۷٬۱۳	۵۸٫۵۵	۵۶,۰۲	۵۶,۰۲	56,48	۵۸٬۶۲	۵۶٬۷۲	۵۶٬۳۸	۵۸,۶۶
TiO <sub>2</sub>	۰,۹۶	۰٬۹۶	٠/٩٢	۰٬۹۷	1/11	۰,۸۵	1,17	۱٬۰۸	١/٢	٠٫٧٩	• ،٧٢	٠/٩١	۰,۹۹	٠٬٩٨	١/٠٢
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	۵۳٬۱۵	18,49	۱۵٬۶۸	<i>۱۶٬</i> ۰۷	18,47	۱۸,۱۵	۱۶,۱۷	14,46	۱۸,۷۲	۲۰٬۵۷	۲۳٫۳۲	۱۸٫۶۷	17,84	14/11	۱۸٬۰۸
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	٩٫٨٣	٩٫۶٨	۱۰٬۵۸	۹٫۸۳	٨,۴١	۸٬۲۶	$\mathbf{A}_{i}\mathbf{V}\mathbf{A}$	۶,۶۳	۷٫۹۸	۵٫۳۱	۵,۷۳	۶,۷۵	۶,۴	۷٫۲۸	۵,۲
MnO	٠٫١٧	۰,۱۶	•،۱۸	٠,١٧	•,1	•,14	٠٫١٣	۰,۰۶	•,• ٩	•,17	۰,۱	•/17	۰,۱۶	•,١٧	•,•Y
MgO	۴,۲۵	4,71	۳۲٬۲۳	۴,۱۵	۱,۱۵	٣,١٧	۳٬۰۶	١,١٢	۱,۶۴	۸۲٫۲	۶۵، •	1,74	۲٬۰۳	۱٫۷۵	۰٫۵۹
CaO	٨/١٩	٨,٢۵	٧,٢١	۷٫۳۶	۴,۶۱	۴٫۸٩	۴,٩۶	١/٩	۵,۶	۴٫۹	۴٫۸	4,84	۲٬۴۸	۲,۲۶	۲,۲۹
Na <sub>2</sub> O	٣,٣١	۲,۴۳	٣,٢۵	۲٬۴۸	٣,• ۴	۴,۱۱	۲٫۸۱	۳٫۷۴	٣,٢١	۴,۰۱	۳,۶۲	٣/44	٣,۶٣	٣,٢١	4,87
K <sub>2</sub> O	۱٫۸۷	۱/۹۶	١٫٧٩	۱٫۸۴	٣	۱٬۸۲	۲٬۶۸	۵/۳۸	۳,•۸	۵/۵۳	۳,89	4/17	8,87	۲/۱۱	۴,۶٩
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	•,77	• ، ۲۷	•,78	٠٫٢١	۰٫۳۹	•,84	٠٫٣٩	۰٫۸۲	۰,۵۵	•,84	۰,۵۵	• ,87	• ,88	•,87	<b>۰</b> ٬۶۷
LOI	۲/۴۳	۲/۵۲	۲/۴۸	۲٬۵۱	۲/۹۱	١,٢۵	۲/۱۱	۲٫۸۴	1,84	۲/۵	۲,•۲	۲/۱۲	۲٫۷۴	۲٬۸۸	٣٫٨٩
-	96.61	9 V	9694	98.5	94.49	91.16	91.98	97.19	97.14	97.59	99.66	٩٧.٨٠	97.78	91/14	98.17
مجموع	17/17	.,	<i>v</i> /0	<b>N</b> 1/1 ·		(γι/ω 1				•••	,		•••,••		
مجموع نمونه	EV-K11	EV-J2	EV_G3	EV-J3	EAN-5	ALGD1	AND1	EAN-6-1	EAN-6-d	MSH-A	ERTK2	ERT3	ERT1	ERM3	*
مجموع نمونه SiO2	<b>EV-K11</b> ΔΔ,۴۹	<b>EV-J2</b> ΔΥ/Υ٩	EV_G3 Δ٧/۶٩	<b>EV-J3</b> Δλ <sub>1</sub> ·Δ	<b>ΕΑΝ-5</b> ΔΥ/Υ Ι	ALGD1 $\Delta \cdot _{/} Y \beta$	AND1 ۵۱٬۳۹	EAN-6-1 ΔΔ <sub>1</sub> · Υ	<b>EAN-6-d</b> Δ۴/۴۲	MSH-A V۲/۴۲	<b>ERTK2</b>	ERT3	<b>ERT1</b> Υ•,٩λ	ΕRM3 ۶λ,Δ1	*
مجموع نمونه SiO2 TiO2	EV-K11           ΔΔ/۴٩           ·,٧۴	<b>EV-J2</b> ΔΥ/Υ٩	EV_G3           ΔΥ/۶٩           \	<b>EV-J3</b> Δλ,·Δ ·,٩٩	EAN-5           ΔΥ/Υ)           ١/١۶	Δ·/Υ۶           ·/٩٢	AND1           ۵۱٫۳۹           ۰٫۸	EAN-6-1           ΔΔ/· Υ           \/٢۴	<b>EAN-6-d</b> Δ۴,۴۲	MSH-A           VΥ,۴Υ           ·/Δ	ERTK2           ۶۷,۱۳           ۰,۳۴	ERT3 ۲۰٫۳۹	ERT1           Υ·/٩λ           ·/Δ٢	ERM3 ۶λ,Δ1 ·,Δ۴	*
مجموع نمونه SiO2 TiO2 Al <sub>2</sub> O3	EV-K11           ΔΔ/۴٩           ·,٧۴           ነ۹/۹٣	<b>EV-J2</b> ΔΥ/Υ٩ ١ ١Υ/٣٢	<b>EV_G3</b> ΔΥ/۶٩ ١/• ٢	<b>EV-J3</b> Δλ/·Δ ·/۹۹ ۱۷/Δλ	<b>EAN-5</b> ΔΥ/ΥΙ Ι/Ι۶ ΙΥ/ΥΛ	ALGD1           Δ·,٧۶           ·,٩٢           ١٣,۶٢	AND1           Δ1/٣٩           ·/λ           ١۶/۴۵	<b>EAN-6-1</b> ΔΔ/· Υ 1/۲۴	<b>EAN-6-d</b> Δ۴/۴۲ 1/۲1 19/ΔΥ	MSH-A           V۲/۴۲           ·/Δ           ۱۳/λ	ERTK2           ۶Υ, ۱۳           ·,٣۴           ۱Υ, ۱λ	ERT3           V·,٣٩           ·,۵           1۶,1۵	ERT1           Υ·,٩λ           ·,ΔΥ           ١Δ,Δλ	ERM3           ۶λ,Δ1           ·,Δ۴           1۶,۶۳	* * * * *
مجموع نمونه SiO2 TiO2 Al2O3 Fe2O3	EV-K11           ΔΔ/F٩           ·/YF           ١٩/٩٣           ΔΔ/Δ٣	EV-J2           ΔΥ/Υ٩           ١           ١٧,٣٢           ۶,٣٨	EV_G3           ΔΥ,۶٩           ١,٠٢           ١Υ,۵۵           ۶,۶۶	<b>EV-J3</b> Δλ/·Δ ·/۹۹ ۱۷/Δλ <i>۶/۱۶</i>	<b>EAN-5</b> ΔΥ/ΥΙ Ι/Ι۶ ΙΥ/ΥΑ	(Λ)ω1           ALGD1           Δ·,٧۶           ·,٩٢           ١٣,۶٢           ٩,٧٢	AND1           Δ1/٣٩           ·/Δ           1۶/۴Δ           ۶/۹۷	<b>ΕΑΝ-6-Ι</b> ΔΔ <sub>1</sub> ·Υ 1/۲۴ 1۶/ΔΥ Δ/Υ٩	<b>EAN-6-d</b> Δ۴/۴۲ 1/۲1 1۶/ΔΥ ۹/۸۳	MSH-A           VΥ/۴Υ           ·/۵           ۱۳/٨           Υ/١۴	ERTK2           ۶٧,١٣           ·,٣۴           ١٧,١٨           ٢,۵٩	ERT3           Υ•,٣٩           ·,۵           ١۶,١۵           ١,١٨	κησ           ERT1           Υ·,٩λ           ·,ΔΥ           \Δ,Δλ           Υ	ERM3           ۶λ,Δ1           ·,Δ۴           1۶,۶۳           ۲,/1Δ	* * * * *
مجموع نمونه SiO2 TiO2 Al2O3 Fe2O3 MnO	EV-K11           ΔΔ, ۴۹           ·, γγ           Νη, ۹۳           Δ, ΔΫ	EV-J2           ΔΥ/Υ٩           ١           ١٧/٣٢           ۶/٣٨           ·/١۴	EV_G3           ΔΥ/۶٩           1/. τ           ١Υ/ΔΔ           ۶/۶۶           ./.١۴	EV-J3           ΔΛ/·Δ           ·/٩٩           ١٧/ΔΛ           ۶/١۶           ·/١٧	EAN-5           ΔΥ/Υ1           1/1۶           ١٧/٢٨           ١٠/٢١           ٠/١٩	MIGD1           Δ·/٧۶           ·/٩٢           ١٣/۶٢           ٩/٧٢           ·/١٩	AND1           Δ1,59           ·/Λ           15/5Δ           ۶/9Υ           ·/۲Λ	<b>ΕΑΝ-6-Ι</b> ΔΔ <sub>1</sub> · Υ 1/Υ <sup>F</sup> 1 <sup>β</sup> /λΥ λ/Υ <sup>9</sup> ·/Υ <sup>Υ</sup>	<b>EAN-6-d</b> Δ۴,۴۲ 1,71 1۶,ΔΥ ۹,ΔΥ •,19	MSH-A           ΥΥ, FY           ·/Δ           ١٣, Λ           Υ, ١۴	ERTK2           ۶Υ, ΙΥ           ·, ΥΥ           ΙΥ, ΙΑ           Υ,Δ٩	ERT3           Υ·/٣٩           ·/Δ           ١۶/١Δ           ١/١٨	ERT1           Υ·,٩λ           ·,ΔΥ           \Δ,Δλ           Υ	ERM3           \$λ,Δ1           ·,Δ\$           1\$,5\$           1\$,5\$           1,1Δ           .	* * * * * * *
مجموع نمونه SiO2 TiO2 Al2O3 Fe2O3 MnO MgO	τ/1X           EV-K11           ΔΔ/F9           ·/YF           19/9٣           Δ/ΔΨ           ·/١           ۲/١٣	EV-J2           ΔΥ/Υ٩           ١           ١٧,٣٣           ۶/٣٨           ·/١۴           ١,٨٢	V/Π           EV_G3           ΔΥ/۶٩           ١/٠٢           Υ/β٩           ١/٠٢           Υ/β٩           ١/٠٢           Υ/β٩           ١/٠٢           Υ/β٩           ١/٠٢           Υ/β٩           ١/٠٢           ١٧/۵۵           ۶/۶۶           ٠/١۴           ١/۴٢	EV-J3           Δλ/·Δ           ·/٩٩           ١٧/Δλ           ۶/١۶           ·/١٧	EAN-5           ΔΥ/ΥΙ           ١/١۶           ١٧/٢٨           ١٠/٢١           ٠/١٩           ۴/١۶	(Λ),ω1           ALGD1           Δ·,٧۶           ·,91           1٣,۶τ           ٩,٧τ           ·,19           1·,λΔ	AND1           Δ1/۲٩           ·/λ           1۶/۴۵           ۶/۹۷           ·/۲λ           ۳/۲۲	ΕΑΝ-6-Ι           ΔΔ/·Υ           \/Υ۴           \/Υ۴           \/Υ٩           ./ΥΥ           ./Υ٩           ./Υ٩	EAN-6-d           Δ₹,₹Υ           \\/,Υ\           \\/,Υ\           \\/,Υ\           \\/,Υ\           \\/,Υ           \\/,Υ           \\/,Υ           \\/,Υ	MSH-A           ΥΥ/, ۴Υ           ·/Δ           ١٣/٨           Υ/, ١۴           ·           ·/٢, ١۴           ·	ERTK2           ۶٧,١٣           ·,٣۴           ١٧,١٨           ٢,۵٩           ·           ·,۴٢	ERT3           Υ·/٣٩           ·/Δ           ١۶/١Δ           ·/١٢٨           ·/١٢٢	ERT1           Υ·,٩λ           ·,ΔΥ           \Δ,Δλ           Υ           ·	ERM3           \$λ,\$\$\$\$\$           \$,\$	* * * * * * * *
متحموع نمونه SiO2 TiO2 Al2O3 Fe2O3 MnO MgO CaO	Φ/1Χ           EV-K11           ΔΔ/F9           ·/YF           19/9٣           Δ/ΔΨ           ·/1           Υ/1Ψ	EV-J2           ΔΥ/Υ٩           1           Υ/٣٢           ۶/٣٨           ·/١۴           ١/٨٢           ٢/Δ١	V/11           EV_G3           ΔΥ/۶٩           1/·۲           1Υ/ΔΔ           ۶/۶۶           ·/۱۴           1/۴۲           ۲/۴۳	EV-J3           Δλ/·Δ           ·/٩٩           ΙΥ/Δλ           ۶/۱۶           ·/۱Υ           ۱/۶٩           ۲/۶٩	EAN-5           ΔΥ/ΥΙ           Ι/Ι۶           ΙΥ/ΥΛ           Ι·/ΥΙ           ·/Ι٩           ۴/Ι۶           Υ/Ι۶	(Λ),ω τ           ALGD1           Δ·,٧۶           ·,97           ١٣,۶٢           ٩,٧٢           ·,١٩           ١·,٨Δ           Δ),٩۶	AND1           Δ1,579           ·/Λ           15,56Δ           5,94V           ·/ΥΛ           Υ,575	EAN-6-I           ΔΔ/· Υ           1/٢۴           15/ΔΥ           Λ/Υ٩           ·/٢٢           ٢/Δ٩           ۶/١٣	EAN-6-d           ΔΨ/ΨΥ           1/Υ1           1%/ΔΥ           9/ΔΥ           */١%           */١%           */١%           */١%	MSH-A           YY/FY           ·/Δ           1Y'/Λ           Y'/FY           ·/Δ           1Y'/Λ           ·/Υ           ·/FF           ·/FF           ·/YY	ERTK2           \$\beta \V_1 \V_1           \$\beta \V_1 \Lambda \Lam	ERT3 V•,۲٩ ·,۵ 1۶,1۵ 1,1,1 ·,1,1,5 ·,۳,4	τ, ωγ           ERT1           Υ·, ٩λ           ·, ωγ           1Δ, Δλ           1, γ           ·           ·, γ γ	ERM3           \$\mathcal{F}_{\Delta}\$           \$\mathcal{L}_{\Delta}\$	* * * * * * * * *
ينمونه SiO2 TiO2 Al2O3 Fe2O3 MnO MgO CaO Na2O	Φ/1Χ           EV-K11           ΔΔ/F9           ·/VF           19/9٣           Δ/ΔΥ           ·/V           Δ/ΔΥ           ·/1           Υ/ΛΔ	ΕV-J2           ΔΥ/Υ           1           Υ/ΥΥ           ۶/۳λ           ·/١۴           ١/ΔΥ           Υ/Δ1           Υ/Δ1	EV_G3           ΔΥ/۶٩           1/•Υ           Υ/ββ           //Υ           Υ/ββ           //Υ           Υ/ββ           //Υ           Υ/ββ           //Υ           Δ/Υ	EV-J3           Δλ/·Δ           ·/٩٩           ١٧/ΔΛ           ۶/۱۶           ·/١٢           ١/۶٩           ٢/٢٢	EAN-5           ΔΥ/ΥΙ           Ι/Ι۶           ΙΥ/ΥΑ           Ι·/ΥΙ           ·/Ι۹           Ϝ/Ι۶           Υ/Ι۶           Υ/Ι۶	κλμ           ALGD1           Δ·/V۶           ·/٩٢           ١٣,۶٢           ٩,٧٢           ·/١٩           ١·/٨۵           Δ/٩۶           ٢,١٥	AND1           Δ1/۲9           ·/Λ           19/FΔ           9/9Y           ·/ΥΛ           ٣/٢٢           Δ/ΔΥ           ۲/9۲	EAN-6-1           ΔΔ/· Υ           1/٢۴           1/٢     <	EAN-6-d           Δ¢/¢Υ           1/Υ1           1/Υ1           1/ΥΔ           9/ΔΥ	MSH-A           VY/FY           ·/△           1%/A           Y/1F           ·/           ·/           ·/           ·/           ·/           ·/           ·/           ·/           ·/           ·/	ERTK2 <i>FV</i> /17 ·/76 17/1A <i>T</i> /29 · ·/ <i>FV</i> 1/17 <i>F</i> / <i>FF</i>	ERT3           V., Y9           ., ۵           18, 10           1,11A           .           .,114           .           .,114           .           .,114           .           .,114           .           .,114           .           .,114           .           .,114	ERT1           Υ·/٩λ           ·/ΔΥ           1Δ/ΔΛ           ١/Υ           ·/Υ           ·/Υ           ·/Υ           ·/Υ           ·/Υ           ·/Υ	ERM3           \$\$\beta\Lambda\]           \$\$\circ\Delta\F           \$\$\circ\Delta\F           \$\$\circ\Delta\F           \$\$\circ\Delta\F           \$\$\circ\Delta\F           \$\$\circ\Delta\F           \$\$\circ\Delta\F	* * * * * * * * * *
<u>ديمونه</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u> <u>ind</u>	τ/1λ           EV-K11           ΔΔ/F9           ·/YF           19/9٣           Δ/ΔΥ           ·/YF           19/9٣           Δ/ΔΥ           ·/Y           Δ/ΔΥ           ·/Y           Δ/ΔΥ           ·/Y           Δ/ΔΥ           ·/Y           ·/Y </th <th>EV-J2           ΔΥ,/Υ٩           1           ١٧,/٣٢           ۶,/٣λ           ·,1 F           1,/λ T           Υ/Δ F           Δ)۶٩</th> <th>EV_G3           ΔΥ,۶٩           1,· ٢           1Υ,ΔΔ           ۶,۶۶           ·,1 ۴           1,۴۲           ۲,۴۴           Δ,· ۲           ۴,۲۵</th> <th>EV-J3           Δλ/·Δ           ·/99           1V/Δλ           ۶/1۶           ·/19           1/۶9           Υ/ΔΥ           Υ/ΔΥ           Υ/ΔΥ</th> <th>τ(γ)         τ(γ)           EAN-5         ΔΥ/ΥΙ           1/18         1/18           1V/ΥΛ         1./17           ·/19         ۴/18           Υ/19         Υ/ΥΥ           1/94         Γ/ΥΥ</th> <th>(N)ω1           ALGD1           Δ·,٧۶           ·,97           ١٣,۶٢           ٩,٧٢           ·,١٩           ١·,٨Δ           Δ,٩۶           ٢,1۵           ٢,١٢۶</th> <th>AND1           Δ1,579           ·,A           15,56           5,94           ·,7A           5,74           ·,7A           5,74           ·,7A           7,7A           °,74           ·,7A           ·,7A</th> <th>ΚΥ/Υ           EAN-6-1           ΔΔ/· Υ           1/Γ           Γ/ΛΥ           1/Γ           Γ/ΛΥ           Γ/ΛΥ           Γ/ΛΥ           Γ/ΛΥ           Γ/ΛΥ           Γ/ΛΥ           Γ/ΛΥ</th> <th>τ(γ) κ           EAN-6-d           Δ F / F Y           1/Y 1           1 F / Δ Y           9/Δ Y           ·/ 1 F           Υ/ Υ           Y/ 1 Λ           Y / Y F           Y / · Δ</th> <th>MSH-A           VY/FY           ·/۵           1Y/Λ           Y/1F           ·/5F           ·/7F           ·/7F           ·/5F           ·/5F           ·/5F           ·/5F           ·/5F</th> <th>ERTK2           ۶Υ, ۱٣           ·, ٣٢           ΙΥ, ΙΑ           Τ, Δ٩           ·           ·, ۴Υ           Ι/ΙΤ           ۴, ۶۶           ۴, ۹۶</th> <th>ERT3           Y.,Y9           ., Δ           18,1Δ           ., 17           ., 17           ., 78           ., 18           ., 18           ., 18           ., 18           ., 18           ., 18           ., 18           ., 18           ., 18           ., 18           ., 19           ., 19           ., 19           ., 19</th> <th>ERT1           Υ·/٩λ           ·,ΔΥ           1Δ/Δλ           1/٢           ·           ·,ΥΥ           ۴,۴٣           Δ,ΥΛ</th> <th>ERM3           \$\beta\beta\beta\beta\beta\beta\beta\beta</th> <th>* * * * * * * * * * * * * * *</th>	EV-J2           ΔΥ,/Υ٩           1           ١٧,/٣٢           ۶,/٣λ           ·,1 F           1,/λ T           Υ/Δ F           Δ)۶٩	EV_G3           ΔΥ,۶٩           1,· ٢           1Υ,ΔΔ           ۶,۶۶           ·,1 ۴           1,۴۲           ۲,۴۴           Δ,· ۲           ۴,۲۵	EV-J3           Δλ/·Δ           ·/99           1V/Δλ           ۶/1۶           ·/19           1/۶9           Υ/ΔΥ           Υ/ΔΥ           Υ/ΔΥ	τ(γ)         τ(γ)           EAN-5         ΔΥ/ΥΙ           1/18         1/18           1V/ΥΛ         1./17           ·/19         ۴/18           Υ/19         Υ/ΥΥ           1/94         Γ/ΥΥ	(N)ω1           ALGD1           Δ·,٧۶           ·,97           ١٣,۶٢           ٩,٧٢           ·,١٩           ١·,٨Δ           Δ,٩۶           ٢,1۵           ٢,١٢۶	AND1           Δ1,579           ·,A           15,56           5,94           ·,7A           5,74           ·,7A           5,74           ·,7A           7,7A           °,74           ·,7A           ·,7A	ΚΥ/Υ           EAN-6-1           ΔΔ/· Υ           1/Γ           Γ/ΛΥ           1/Γ           Γ/ΛΥ           Γ/ΛΥ           Γ/ΛΥ           Γ/ΛΥ           Γ/ΛΥ           Γ/ΛΥ           Γ/ΛΥ	τ(γ) κ           EAN-6-d           Δ F / F Y           1/Y 1           1 F / Δ Y           9/Δ Y           ·/ 1 F           Υ/ Υ           Y/ 1 Λ           Y / Y F           Y / · Δ	MSH-A           VY/FY           ·/۵           1Y/Λ           Y/1F           ·/5F           ·/7F           ·/7F           ·/5F           ·/5F           ·/5F           ·/5F           ·/5F	ERTK2           ۶Υ, ۱٣           ·, ٣٢           ΙΥ, ΙΑ           Τ, Δ٩           ·           ·, ۴Υ           Ι/ΙΤ           ۴, ۶۶           ۴, ۹۶	ERT3           Y.,Y9           ., Δ           18,1Δ           ., 17           ., 17           ., 78           ., 18           ., 18           ., 18           ., 18           ., 18           ., 18           ., 18           ., 18           ., 18           ., 18           ., 19           ., 19           ., 19           ., 19	ERT1           Υ·/٩λ           ·,ΔΥ           1Δ/Δλ           1/٢           ·           ·,ΥΥ           ۴,۴٣           Δ,ΥΛ	ERM3           \$\beta\beta\beta\beta\beta\beta\beta\beta	* * * * * * * * * * * * * * *
<u>ديموند</u> <u>نبوند</u> <u>SiO2</u> <u>TiO2</u> <u>Al2O3</u> <u>Fe2O3</u> <u>MnO</u> <u>MgO</u> <u>CaO</u> <u>Na2O</u> <u>K2O</u> <u>P2O5</u>	τ/1X           EV-K11           ΔΔ/F9           ·/VF           19/9٣           Δ/ΔΨ           ·/1           Υ/١٣           Δ/-9           Ψ/ΔΔ           F/ΔΔ           ·/ΔΨ	ΕV-J2           ΔΥ/Υ           1           Υ/ΥΥ           γ/ΥΛ           ·/١٢           ·/١٢           Υ/Δ1           Υ/Δ1           Υ/Δ1           Υ/Δ1           Υ/Δ1           Υ/Δ1           Υ/Δ1           Υ/Δ1           Υ/Δ1	EV_G3           ΔΥ,۶٩           1,·Υ           Υ/λΔ           ۶,۶۶           ·,1۴           1,۴۲           Υ,۴۴           Δ,۰۲           ۴,۲Δ           ·,۷۶	EV-J3           Δλ/·Δ           ·/٩٩           ΙV/Δλ           ۶/۱۶           ·/١Υ           ١/۶٩           Υ/۴۴           ٣/۵٣           ۶/۱۷           ·/٧	τ(γ)           EAN-5           ΔΥ/Υ)           1/18           1V/ΥΔ           ·/19           ۴/18           Υ/18           ۲/٣٧	Image: Non-State           ALGD1           \$\Delta \cdot \for \forall \forall \$           \$\delta \cdot \forall \forall \$	AND1           Δ1/۲9           ·/Δ           19/۴Δ           9/9Υ           ·/ΤΔ           Υ/ΥΥ           ΔΙΔΥΥ           Υ/ΥΥ           Δ/ΔΥ           Υ/ΥΥ           Δ/ΔΥ           Υ/ΥΥ	EAN-6-1           ΔΔ/· Υ           //٢۴           //٢           //٢           //٢           //٢           //٢           //٢           //٢           //٢           //٢           //٢           //٢           //٢           //٢           //٢           //٢           /٢           /٢           /٢           /٢	(1) 1X           EAN-6-d           ΔΨ/ΨΥ           1/Υ1           1%ΔΥ           9/ΔΥ           9/ΔΥ <th>MSH-A           VY/FY           ·/Δ           1Y''/Λ           ·/Υ/FY           ·/Υ/FY           ·/Υ/FY           ·/Υ/FY           ·/Υ/FY           ·/Υ/FY           ·/Υ/FY           ·/Υ/FY           ·/ΥΥ           ·/ΥΥ           ·/ΥΥ           ·/ΥΥ           ·/ΥΥ           ·/ΥΥ           ·/ΥΥ           ·/ΥΥ</th> <th>ERTK2 \$V/17 ·/7F 1V/1A Y/09 · ·/FY 1/17 F/89 F/99 ·/19</th> <th>ERT3 V·,۲۹ ·,Δ 1۶,1Δ ·,11 ·,114 ·,114 ·,754 Δ,754 ·,1</th> <th>ERT1           Υ·,٩λ           ·,ΔΥ           1Δ,Δλ           1,Υ           ·,ΥΥ           ·,ΥΥ           ·,ΥΥ           ·,ΥΥ           ·,ΥΥ           ·,ΥΥ           ·,ΥΥ           ·,ΥΥ           ·,ΥΥ           ·,ΥΥ</th> <th>ERM3           \$\mathcal{F}\lambda\DeltaDelta\DeltaDelta\DeltaDelta\DeltaDelta\DeltaDelta\DeltaDeltaDeltaDeltaDeltaDeltaDeltaDelta</th> <th>* * * * * * * * * * * * * *</th>	MSH-A           VY/FY           ·/Δ           1Y''/Λ           ·/Υ/FY           ·/Υ/FY           ·/Υ/FY           ·/Υ/FY           ·/Υ/FY           ·/Υ/FY           ·/Υ/FY           ·/Υ/FY           ·/ΥΥ           ·/ΥΥ           ·/ΥΥ           ·/ΥΥ           ·/ΥΥ           ·/ΥΥ           ·/ΥΥ           ·/ΥΥ	ERTK2 \$V/17 ·/7F 1V/1A Y/09 · ·/FY 1/17 F/89 F/99 ·/19	ERT3 V·,۲۹ ·,Δ 1۶,1Δ ·,11 ·,114 ·,114 ·,754 Δ,754 ·,1	ERT1           Υ·,٩λ           ·,ΔΥ           1Δ,Δλ           1,Υ           ·,ΥΥ	ERM3           \$\mathcal{F}\lambda\DeltaDelta\DeltaDelta\DeltaDelta\DeltaDelta\DeltaDelta\DeltaDeltaDeltaDeltaDeltaDeltaDeltaDelta	* * * * * * * * * * * * * *
<u>ديمونم</u> <u>منونه</u> <u>SiO2</u> <u>TiO2</u> <u>Al2O3</u> <u>Fe2O3</u> <u>MnO</u> <u>MgO</u> <u>CaO</u> <u>Na2O</u> <u>K2O</u> <u>P2O5</u> <u>LOI</u>	V/1X           EV-K11           ΔΔ/F9           ·/VF           19/97           Δ/Δ7           ·/V           ·/1           Y/17           Δ/-9           F/ΔΔ           ·/Δ7           ·/Δ7	EV-J2           ΔΥ/Υ           1           Υ/Υ           γ           Υ/Υ           γ           Υ/Υ           γ           Υ	EV_G3           ΔΥ,۶٩           1,· Υ           Υ,85           ·,11           Υ,65           ·,15           1,67           Υ,767           Δ,· Υ           ۴,757           Υ,767           Υ,757           Υ,757           Υ,757           Υ,757           Υ,757           Υ,758           Υ,754	EV-J3           Δλ/·Δ           ·/٩٩           ١٧/ΔΛ           ۶/١۶           ·/١Υ           ١/۶٩           ٢/٢٣           ٣/Δ٣           ۶/١٧           ·/٢           ٢/٢٣           ٢/٢٣	EAN-5           ΔΥ/ΥΙ           1/19           1V/ΥΛ           1·/ΥΙ           ·/ΥΠ           ·/ΥΠ           ·/ΥΠ           ·/ΥΠ           ·/ΥΠ           ·/ΥΠ           ·/ΥΠ           ·/ΥΠ           ·/ΥΥ           ·/ΥΥ           ·/ΥΥ           ·/ΥΥ           ·/ΥΥ	Image: Note of the second se	AND1           Δ1/49           -/A           19/6Δ           9/94           -/Λ           9/94           19/6Δ           9/94           -/Λ           19/6Δ           9/94           -/Λ           19/6Δ           9/94           -/Λ           1/47           Δ/Λ4           1/47           Δ/47           1/47           1/47           -/Υ1           1/47	EAN-6-1           ΔΔ/· Υ           1/۲۴           Σ/ΛΥ           Λ/Υ٩           ·/۲Υ           Υ/ΛΥ           Λ/Υ٩           ·/۲Υ           Υ/ΛΥ           Υ/Υ           Δ/Υ٩           ·/ΥΥ           Υ/Υ           Υ/Υ           ·/ΥΥ           Υ/Υ           Υ/Υ           ·/ΥΥ           ·/Υ٩           ·/Υ٩           ·/Υ٩           ·/Υ٩           ·/Υ٩           ·/Υ٩           ·/Υ٩           ·/Υ٩	EAN-6-d           Δ۴,۴۲           1,71           19,ΔΥ           9,ΔΥ           •,15           Ψ,Υ           •,17           •,17           •,17           •,17           •,17           •,17           •,17           •,17           •,17           •,17           •,17           •,17           •,17           •,17           •,17           •,17           •,17	MSH-A           VY/FY           ·/Δ           1Y'/A           Y/1F           ·           ·/FF           ·/FF           ·/Y/Y           Δ/FY           ·/YY           ·/YY	ERTK2 \$V/17 ·/77 1V/1A 7/69 · ·/77 1/17 7/59 7/99 ·/19 ·/17 1/17	ERT3 V·,Y9 ·,۵ 1۶,1۵ ·,10 ·,114 ·,174 ·,774 F,8F ۵,8F ·,1 ·,99	ERT1           Υ·,٩λ           ·,ΔΥ           1Δ,Δλ           ١,Υ           ·           ·,ΥΥ           ·,ΥΥ	ERM3           \$\bar{S}\$\lambda_{\Delta}\$\Delta\$           \$\cdot \Delta\$           \$\cdot \Delta\$	* * * * * * * * * * * * * * * * * * *

١	1	-1~	ادامه
	J	جدو	ادامه

نمونه	AF1	AF4	AF6	AFA	EBA1	EBA-G2	BN-1	BN-2	EBA-5	EV-GZ1	EV-2-I	EV-K6	EV-A3	EV-A4	EV-P2
Cr	۱۲۸	180	۱۳۷	129	۵۱	11	49	۶	71	۱۹	۱۸	77	٩	١٠	14
Ni	۳۲	۳۱	۳۰	۳۲	١٧	٩	۲۳	٧	14	11	γ	٨	٩	٨	۴
Gd															
Cs															
Rb	۳۲	49	۲۹	۳۹	۶۷	۳۱	54	٩١	۴.	۲۳	۷۲	٨١	114	۱۷۵	٨٢
Ba	۵۳۳	۳۵۶	۳۸۰	۵۹۹	۵۸۹	۷۵۸	۵۷۹	۱۱۹۳	۷۵۷	۱۰۰۸	٩١۶	٨۶۵	1147	1808	۱۱۸۰
Th	۱,۸۶	۱,۵۶	•,٩٣	1,84	۲٫۳۱	١,٧٨	۲٫۸۹	٨,•۵	۱,۷۶	۲٫۹۳	۵,۴۹	٩	٨,٣۶	٨,۴١	٨,٧٣
U	• , Y	• , A	۰,۹	• ,Y	١	۱,۱۰	۱/۱۰	۱,۵۰	۰ <sub>/</sub> ۸۰	۱٬۵۰	۲,۴۰	۳٬۱۰	۳٬۵۰	٣٫٣٠	۱,٩٠
Nb	17,40	۱۲٬۵۰	۱۲/۹۰	۱۲/۷۰	۷٬۹۰	۱۷,۳۰	۶,۳۰	۱۳/۶۰	۳٬۹۰	۶,٩٠	٧,۴٠	۶۱۱	۱۰٬۲۰	14/20	17/41
Та	•,87	۵۵, ۰	٥٩٫٠	۶۲,	٨۶٫٠	۰,۸۸	<i>۱ ج</i> ر ۰	۸,۰۸	۰,۲۵	۵۳٫۰	۰ <sub>/</sub> ۵۰	٨٩٫٠	• <sub>/</sub> Y •	۱/۱۸	1/11
La	14	۱۵	۱۵	14	77	۳۸	77	۳۸	74	۳۰	37	41	4.	۳۹	۳۷
Ce															
Pb	١	١	١	١	١	١	١	۶	١	١	١	١	۶	٨	١٠
Pr															-
Sr	۳۹۰٬۵۰	898,80	891/V+	۳۸۸,۱	0.1	۲۹۸٬۵۰	۵۱۸٬۵۰	499,00	۶۷٩,٩٠	٨۶۵,۶۰	٧٠۴٫٨٠	546,60	474,0.	47X,9.	477,7.
Nd	۱۶,۸	18,70	18/9.	۱۶,۸۰	۲۰/۳۰	۳۱,۸۰	۲۱٬۷۰	۲٩,٨٠	Y1,80	51,80	78,40	۲٩/۵۰	۳۱/۴۰	۳۲/۵۰	۲٩/٩٠
Zr	۷۶	۷۵	74	۷۵	11.	179	17.	179	1.4	171	168	171	174	۱۸۶	۱۷۵
HI	~	~	~ ~ ~ ~	~ ~ ~ ~		* * *			× 414		× 1	~ "	<u></u>		6.54
Sm E	۳۵٫۳	۲٫۵۳	۲/۹۵	1/14	1,91	۳,۹۵	τ,γΔ	۵/۹۷	۲/۲۷	τ <sub>/</sub> τλ	τ,• λ	۶,·۳	۶,۵۰ س	v, ۴۱ 	7/TV
Eu T:	1/07	1/07	1/44	1/17	1/85	۸۳ <sub>۱</sub> ۲ ۳۱۱۰	1,99	5719	T/T +	1/0A	7/7/	۸۷٫۲	τ/• ۵ ΔΥΔΑ	T/11	κ
Th	۵۶۱٦	۵۱۱۰ ۸۹	. 61		7164	1/11	7176	7111 . GV	7071	1107	1110	۵۰۱۱ . cc		. 65	1/11
Dv	•/67	• /6/	• /* 1	· <sub>ιωλ</sub>	• / ۵۸	• // 1	• // •	• // •	• // •	• / 60 1	•/ພພ	• // /	•/•1	• / ~ ω	• // •
Er			1							1					
Tm															
Yb	۲	۲	۲	۲	۲.1۰	1.4.	۲.۲۰	۲.۱۰	۲.1.	1.2.	١.٨٠	۲.۵۰	۲.۵۰	۲.۵۰	۱.۸۰
Y	١٧,٨	17.7.	١٧٨٠	11/9.	۱٩٫٨٠	11	11.1.	77.7.	۲۰٫۲۰	۱۸٬۱۰	۱۷۳	74,9	۲۶,۸	Y D, Y	۱۸,۴
Lu	,	,	,	,	,		,	,	,	,	,	,	,	,	,
نمونه	EV-K11	EV-J2	EV_G3	EV-J3	EAN-5	ALGD1	AND1	EAN-6-l	EAN-6-d	MSH-A	ERTK2	ERT3	ERT1	ERM3	*
Cr	74	٧	٨	٧	۵۱	477	۵۳	۵۵	۶.	١٠	11	11	١٠	١٢	*
Ni	۱۵	٧	٧	۶	۲۶	79	18	۱۸	١٧	۲	٢	٣	۲	٣	*
Gd															
Cs															
Rb	٨٢	۷۵	٩٩	۱۰۳	۳۱	۶۵	۵١	۲۷	۳۵	۱۹۷	179	17.	١٢٩	١١٢	*
Ba	۸۷۸	1188	۱۱۲۰	۱۱۸۶	44.	418	691	۹۷۱	444	417	749	۶۸۳	۵۲۲	۶۲۳	*
Th	۴٫۷۳	۷٫۸۴	۹/۱۱	٨٫٣٩	١	۱٬۵۶	۳,۳۸	1/47	۱٫۸۵	54,29	79/4	۲۳/۴۸	۳٩,٧۵	۳۰/۹۹	*
	٢	۲٫۸۰	۲/۹۰	۲,۵۰	۱,۱۰	۱,۱۰	۱/۹۰	١	١	۶,٩٠	۵,۲۰	٣/٩٠	۶,۴۰	۶	*
Nb T-	۵,۳۰	11/11	14,80	٩٫٨٠	۵	۴,۶۰	۵,۱۰	۴,۴۰	۵/۱۲	71	۲۲/۵۰	۲۰٫۸۰	77/80	۲۰/۳۰	*
Ia Ia	1/07	1/•۶	1/14	۲۸٬۰ ۳۵	•/6r	• /۵۲ \ \	•/7F	• ,	• / ٣ ١	1/1.	1/41	1/0T	1,01	•/^٣	*
Ce	11		11	11	17	17	11	11		- ^1	τω	11	ωι	~~	*
Ph	۲	٨	١٠	٨	١	٣	١	١	١	٧١	٩	۲۱	١	146	*
Pr	,				I '	,	'	I '	. '		,		. '		*
Sr	808,10	41.1.	497,80	494,80	499,10	469.4.	۶۵۰,۷۰	439,80	۴.٧,٧.	۲۱۹٬۵۰	۳۰۲,۶۰	۱۹۰	104,10	148,10	*
Nd	11/4.	۲۹٬۵۰	۳۳/۲۰	۳۰,۲۰	14/20	١٨	۱۸/۹۰	¥٠,1٨	۱۸,۴۰	۳۶,۷۰	۳۶/۳۰	٣٠,۴٠	۲۸٬۵۰	۳۰,۳۸	*
Zr	171	١٨٢	١٨١	178	٨۶	۲١	٩۶	1.8	1.4	۶	۶۲	۶	٧	٨	*
Hf															*
Sm	۴,۲۵	۶,۵۱	۷,۰۱	۶,۲۵	۲,۹۴	۲٫۴۰	٣,٣٣	۴	۲٫۸۲	۴,۳۹	۵,۲۴	۳,۶۵	٣	۵,۰۱	*
Eu	۲,۴۵	۲,۹۱	٣/٠۶	۳, • ۸	1,88	۱,۵۱	۱٬۸۵	۲,۵۷	1,80	1/11	۲,۱۹	۱,۸۲	١,٣١	۲,۱۹	*
Ti	7777	۵۷۵۳	۵۷۷۱	۵۵۹۹	۶۱۷۹	۵۰۰۶	۴۳۸۲	88Y I	8014	1882	1716	۲۳۳۷	1988	272	*
Tb															*
Dy															*
Er															*
Tm			ļ						ļ	ļ			ļ		*
Yb	۱,۷۰	۲٫۳۰	۲,۷۰	۲/۲۰	۲/۱۰	۱,۶۰	۱,۶۰	۲,۲۰	۲/۲۰	۰۳۰	۶۰/	•,•Y	۰٬۰۹	۱/۲۰	*
Y	۱۷٫۴۰	۲۳٬۹۰	۲۷٬۵۰	۲۳٬۵۰	۱۸٬۸۰	۱۵,۲۰	۱۵/۴۰	۳۰,۳۰	۲۰,۹۰	۱۸٫۷۰	۲۰	٩	۱۱/۲۰	۲۱/۲۰	*
Lu															

Lab N.	نمونه	کسر	%К	40Ar (moles/g)	%40Ar	سن(Ma)	± (1 s.d.)	سنگ شناسی
LGN-850	Algd1	WR	۲,۴۴	1/401E-10	٨٠,۵	٣٢٫٨	۱,۰	بازالت
LGN-851	Af6	WR	۱,۶۶	9/570E-11	٩٣,۶	۳۲٬۹	٣	آندزيت —بازالت
LGN-852	Eba-gz	WR	١,۵٧	5/465E-11	۴۸٫۶	۲۰,۰	۱٫۴	تراکی آندزیت بازالتی
LGN-853	EV-2-I	WR	1,14	7/082E-11	۸٣,۵	۳۵٬۵	٨٫٨	تراکی اندزیت
LGN-854	Ertk2	WR	٣٫٧۴	8/546E-11	٩٣٫٢	۱۳/۱	<i>ع</i> ر •	تراكى داسيت-ريوليت

جدول۲ نتایج سن سنجی K-Ar نمونههای منطقه .

#### سنگنگاری

**گروه تراکی آندزیت لوسیتدار:** این گروه از سنگها دارای بافت ریزسنگی پورفیری و پورفیریک هستند. کانیهای اصلی شامل کلینوپیروکسن+پلاژیوکلاز+ لوسیت (حدود ۱۲– ۱۰درصد)+ و کانیهای کدر (اکسیدهای آهن-تیتانیوم) هستند. ریزسنگها

بیشتر پلاژیوکلاز هستند. در بیشتر نمونهها، درشت بلورها اغلب سالم و به راحتی قابل تشخیص هستند. پلاژیوکلازها دارای ماکل کارلسباد هستند و گاهی حالت منطقهبندی دارند. درشت بلورها گاهی بصورت انباشتی با بافت گلومروپورفیری دیده میشوند (شکلهای ۳ الف پ).



شکل ۳ تصاویر میکروسکوپی واحدها: الف) تراکی آندزیت فوئیددار با بافت گلومروپورفیری، ب) تراکی آندزیت، پ) لوسیت با بافت پوئی خال خال، ت) اولیوین بازالت با اولیوین سرپانتینی شده، ث) بازالت با بافت ریزسنگی پورفیری، ج) آندزیت بازالتی، چ) سنگ تراکی بازالت با بافت ریزسنگی پورفیری، ح) تراکی آندزیت فوئیددار، خ) تراکی داسیت-ریولیت با با بافت پورفیری و بلور درشت فلدسپات قلیایی.

(شکلهای ۳ چ-ح).

تيتانيم) هستند (شکل۳خ).

سنگشناسی

**تراکی داسیت-ریولیتها:** این سنگها دارای بافت پورفیری در

زمینه ریزبلورین هستند. کانیهای اصلی تشکیلدهنده شامل

پلاژيوكلاز+ فلدسپارقليايي (سانيدين) + كوارتز + بيوتيت ±

زیرکن ± آمفیبول ± آپاتیت + کانی کدر (اکسیدهای آهن-

در نمودار ردهبندی شیمیایی SiO<sub>2</sub> نسبت بهNa<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O در نمودار

بازالتها و آندزیتهای بازالتی اولیگوسن پیشین و تراکی

آندزیتهای بازالتی و آندزیتهای بازالتی میوسن منطقه در

گستره نیمه قلیایی، تراکی آندزیتهای ائوسن و تراکی

داسیت-ریولیتهای میوسن منطقه در گستره قلیایی قرار

می گیرند [۱۹] (شکل۴). از آنجا که نوع سری ماگمایی سازنده

سنگها می تواند به عنوان کلید اساسی در حل مسائل سنگ-

زایی و بویژه موقعیت زمین پویایی منطقه مورد بررسی مفید

باشد، از نمودار SiO<sub>2</sub> نسبت به K<sub>2</sub>O استفاده شد. بر این

اساس نمودار، بازالت و آندزیتهای بازالتی اولیگوسن پیشین و

آندزیت بازالتی-تراکی آندزیتهای بازالتی میوسن از سری

آهکی قلیایی تا آهکی قلیایی پرپتاسیم و تراکی آندزیتهای

ائوسن از سری شوشونیتی محسوب می شوند [۲۰] (شکل ۵).

**گروه بازالت - آندزیت های بازالتی نیمه قلیایی:** در مجموعه آندزیت -بازالتی، شاهد سنگهای آندزیت بازالتی و بازالت هستیم. بافت آنها ریزسنگی پورفیری است. درشت بلورها کلینوپیروکسن + پلاژیوکلاز ± اولیوین ± ارتوپیروکسن ± بیوتیت ± کانی کدر (اکسیدهای آهن - تیتانیوم) و ریزسنگها شامل پلاژیوکلاز، پیروکسن، کلسیت و اکسیدآهن هستند. اولیوینها بیشتر ایدینگسیتی شدهاند. گاهی پلاژیوکلاز به کانیهای رسی و پیروکسنها اغلب سالم و گاهی دارای منطقهبندی هستند. پیروکسنها و پلاژیوکلازها گاهی بافت گلومروپورفیری نشان میدهند (شکلهای ۳ ت تا ج).

آندزیت بازالتی- تراکی آندزیتهای بازالتی نیمه قلیایی: بافت این سنگها ریزسنگی پورفیری است. کانیهای تشکیل دهنده آنها کلینوپیروکسن + پلاژیوکلاز ± ارتوپیروکسن ± کلسیت + کانی کدر (اکسیدهای آهن-تیتانیوم) هستند. درشت بلورهای اولیوین بندرت سالم هستند و اغلب ایدینگسیتی شدهاند. درشت بلورهای پلاژیوکلاز شکلدار تا نیمه شکلدار هستند و اغلب به سریسیت دگرسان شدهاند، همچنین منطقهبندی نوسانی و بافت غربالی در برخی پلاژیوکلازها دیده میشود. کلینوپیروکسنها تقریبا سالم بوده و دارای منطقهبندی هستند. ریزسنگها شامل پلاژیوکلار، پیروکسن و کانی کدر هستند

- ★ Eocene Trachyandesites 🛛 🗖 Miocene Basaltic andesite-basaltic trachyandesites
- 🛑 Oligocene basaltic andesites 🛛 🔺 Miocene Trachy dacite-rhyolites
- 🔶 Oligocene Basalt-basaltic andesite



شکل ۴ موقعیت نمونههای آتشفشانی منطقه مورد بررسی بر نمودار، Na2O+K2O نسبت به SiO2 [۱۹].



**شکل ۵** نمودار K<sub>2</sub>O نسبت به SiO<sub>2</sub> [۲۰].

### گروه ائوسن (۳۵٬۵ میلیون سال) تراکی آندزیت لوسیتدار ائوسن

توالی آتشفشانی ائوسن از تراکی بازالت تشکیل شده است (شکل ۴). مقدار Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> بالا (۱۱/۱۱–۲۱/۳۲ درصد وزنی) و مقدار MgO پایین (۲/۱۳–۰/۵۶ درصد وزنی) است. در اغلب نمونههای ائوسن نسبت K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O درصد از یک است تراکی آندزیتهای ائوسن براساس نمودار SiO<sub>2</sub> نسبت به K<sub>2</sub>O در میدان شوشونیت قرار دارند (شکل ۵ ب).

در نمودارهای تغییرات عناصر اصلی و کمیاب نسبت به

MgO، به طور کلی MnO,TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> با MgO همبستگی مثبت و CaO با Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> همبستگی منفی دارند. با افزایش Ni MgO افزایش، در حالیکه Nb کاهش مییابد [۲۱] (شکل ۶). الگوی عناصر کمیاب بهنجار شده آنها ناهنجاری منفی hb-Ti-Ta و نسبت عناصر سنگ دوست بزرگ یون به عناصر با شدن میدان بالا (LILE/HFSE) بالا را نشان میدهند. در میان عناصرخاکینادر سبک (LREE) این گروه K,Ba بالاترین مقدار را دارند. ناهنجاری مثبت K,Ba,Rb,Sr ،Eu نیز در این نمونهها دیده می شود [۲۲] (شکل ۷ الف).



شکل ۶ نمودارهای مقدار اکسیدهای اصلی نسبت به SiO<sub>2</sub> برای سنگهای منطقه مورد بررسی [۲۲].



شکل ۷ نمودارهای عنکبوتی واحدهای منطقه [۲۳]: برای الف) نمونههای آندزیتی ائوسن، ب) نمونههای آندزیت-بازالت اولیگوسن، پ) نمونههای تراکی آندزیتی میوسن و ت) نمونههای تراکی داسیت-ریولیتی.

# گروه اولیگوسن پیشین (۹٫۸–۳۲٬۳۲ میلیون سال) بازالت و آندزیتهای بازالتی نیمه قلیایی اولیگوسن

توالی اولیگوسن پیشین شامل بازالت و آندزیت بازالتی است و در گستره نیمه قلیایی قرار دارند (شکل ۴). مقدار SiO2 در این واحد از ۵۰٬۷۶ تا ۵۷٬۳۹ درصد وزنی متغیر است. در اغلب نمونهها، مقدار ۵۵٬۲۵ تا ۵۷٬۳۹ مقدار Al<sub>2</sub>O3 متوسط تا بالا (۸۳۶–۸۸٬۱۳–۵۳٬۸۱ درصد وزنی) و مقدار MgO در گستره SiO2 متوبار درسد وزنی) و مقدار MgO در گستره نسبت به ۲۰۸۵ درصد وزنی است. نمونه ها براساس نمودار SiO2 پرپتاسیم قرار دارند (شکل ۵ ب). تغییرات عناصر اصلی و فرعی نسبت به MgO در این سنگها روند کاهشی برای ,SiO2 TiO2, در میدان آهکی قلیایی تا آهکی قلیایی پرپتاسیم قرار دارند (شکل ۵ ب). تغییرات عناصر اصلی و فرعی نسبت به MgO در این سنگها روند کاهشی برای ,SiO2 بریتاسیم قرار دارند (شکل ۵ ب). بنیبرات مناصر اصلی و فرعی تسبت به MgO در این سنگها روند کاهشی برای ,SiO2 منهان میدهند [۲۱] (شکل ۶). بازالتها نسبت به آندزیت و آندزیت بازالتها Mg،Fe و میشتر و Al اندزیت و آندزیت بازالتها یک نمونه بازالت نسبت به بقیه بازالتها مندرای دارند. تنها یک نمونه بازالت نسبت به بقیه بازالتها شده این گروه نیز، دارای ناهنجاری منفی در IN-Nb

نسبتهای بالایی از LILE/HFSE دارند و از LREEها غنی شدگی نشان میدهند [۲۲] (شکل ۷ ب).

#### گروه میوسن (۲۰ میلیون سال)

گدازههای به سن میوسن پیشین به ترتیب آندزیت بازالتی تراکی آندزیت بازالتی و تراکی داسیت- تراکی داسیت-ریولیت هستند (شکل ۴). براساس نمودار SiO2 نسبت به K<sub>2</sub>O، واحدهای آتشفشانی تراکی آندزیتهای بازالتی در میدان آهکی قلیایی پر پتاسیم قرار دارند و تراکی داسیت-ریولیتها از سری شوشونیتی محسوب می شوند (شکل ۵).

#### آندزيت بازالتى-تراكى آندزيت بازالتى نيمه قليايي ميوسن

این گروه ۲۰٫۵۲–۵۵٫۵۵ درصد وزنی SiO<sub>2</sub> دارند و مقدار MgO از ۱٬۱۲ تا ۳٬۱۷ درصد وزنی متغیر است. آنها همچنین، روند کاهشی در Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>، CaO و TiO2 و روند افزایشی MgO نشان میدهند و نسبت به TiO2 آندزیتهای ائوسن، MgO و TiO2 بیشتری دارند [۲۱] (شکل ۶). الگوی عناصر کمیاب بهنجار شده آنها از LREE

و LILE غنی هستند و نسبت LILE/HFSE بالا و مقدار عناصر خاکینادر سنگین (HREE) پایین دارند [۲۲] (شکل۷ ب).

### تراکی داسیت-ریولیت (۱۳٬۱ میلیون سال)

در نمودار رده بندی، دوتا از نمونهها در گستره تراکی داسیت واقع هستند، ولی با توجه به بررسی های سنگ نگاری (فراوانی کوارتز و فلدسپار قلیایی) این گروه از سنگها را تراکی داسیت-ریولیت نامیدیم. این گروه با SiO<sub>2</sub> حدود ۶۷٬۱۳-۷۲٬۴۷ درصد وزنی مشخص میشوند. آنها سرشار از پتاسیم و دارای ۴٬۹۱–۵٬۶۱ درصد وزنی K<sub>2</sub>O هستند. این گدازهها از عناصر بسیار سازگار تهی، اما از عناصر ناسازگار (La,Nb,Th)، به نسبت تا به شدت غنی هستند. نسبتهای Th/Yb و Th/Yb Nb/Yb، در این سنگها بالا هستند. در نمودار عناصر کمیاب بهنجار شده، تهی شدگی بیشتری از HREEها و غنی شدگی بیشتری از LILE دیده می شود. آنها فروافتادگی کم Ti، ناهنجاری منفی Zr,Ti,P,Nb,Ba و ناهنجاری منفی Eu بیشتر نسبت به سایر توالیها نشان میدهند (شکل۷ ت). در مقایسه با گدازههای مافیک و حدواسط، آنها نسبت La/Sm بالاتر، مقدار HREE كمتر و LREE بالاترى دارند [٢٢]. مقدار (La/Yb) این توالی آتشفشانی از ۳۳ تا ۷۳ متغیر است.

# سنگزایی

توالیهای آتشفشانی ائوسن، اولیگوسن و میوسن دارای مقدار کم کروم و نیکل (به ترتیب تا ۴۳۲ و ۳۵۳ و مقدار MgO تا ماگماهای اولیه (به ترتیب ۷۱۰ و ۳۵۰ و مقدار MgO تا ۱۳ درصد وزنی هستند. بنابراین، بیشتر نمونههای آتشفشانی منطقه چنان که از مقدار MgO متغیر آنها (%Wt ۶۵۰-۱۰٫۸۵ منخص است، طیف گستردهای از ترکیبهای کمتر ۱۰٫۸۵ یافته تا بسیار تکامل یافته را، نشان میدهند. گفتنی تکامل یافته تا بسیار تکامل یافته را، نشان میدهند. گفتنی است که سه توالی آتشفشانی ائوسن، اولیگوسن و میوسن دارای نمودارهای عنکبوتی بهنجار شده با گوشته اولیه برای همه سنگهای هر سه توالی آتشفشانی، ناهنجاری منفی در -Nb نمودارهای عنکبوتی بهنجار شده با گوشته اولیه برای همه منگهای هر سه توالی آتشفشانی، ناهنجاری منفی در -Nb منگرهای هر سه توالی آتشفشانی، ناهنجاری منفی در -Nb

ویژگی معمول مربوط به فرورانش در نظر گرفته می شود. غنی شدگی در عناصر ناسازگار به این معنی است که منبع مذابی که ماگماها از آن ناشی شدهاند یک گوشته سنگ کرهای دگرنهاده، غنی از پتاسیم و عناصر ناسازگار است. در مناطق فرورانش، عناصر K، dR، dT و La به مذاب در گوه گوشتهای منتقل می شوند، در حالیکه ناهنجاری منفی Nb-Ti-Ta می تواند در ار تباط با فازهای باقیمانده با ضریب توزیع بالا برای این عناصر (مانند روتیل) باشد [۲۳]. بنابراین غنی شدگی LILLها در نمونههای منطقه مورد بررسی، می تواند در ار تباط با بازالتهای کمان آتشفشانی باشد و مقادیر بالای K,Th,Pb,U مربوط به آلودگی پوستهای است. بنابراین، الگوی عناصر کمیاب و خاکی نادر ائوسن، اولیگوسن و توالیهای آتشفشانی میوسن با الگوهای ماگماهای مناطق پس از برخورد همخوانی دارند [۲۸–۲۲].

دادههای زمین شیمیایی، به ویژه نسبتهای Nb/Y و نسبتهاى (LILE/HFSE) و Ba/Nb.Th/Nb پایین، نشان میدهد که منبع گوشتهای در اثر رویداد فرورانش قدیمی که سیالهای آبدار غنی از K و تهی از HFSE بودند دگرنهاده شده است. در توالیهای آتشفشانی ائوسن-میوسن، فراوانی REEها در گدازههای مافیک تا حد واسط از هر دو سری قلیایی و آهکی قلیایی بسیار نزدیک به هم هستند همچنین از نمودار Th/Yb نسبت به Ta/Yb که در تعیین آلودگی پوسته مفید است، استفاده شد [۲۹]. از آنجا که Th بیشتر از Ta و Yb از آلودگی پوسته متاثر می شود، سنگهای دارای آلودگی پوستهای مقادیر بالای Th/Yb دارند [۳۰]. گدازههای ائوسن، اولیگوسن و میوسن روند نیمه موازی با آرایه گوشته نشان میدهند، اما تراکی آندزیتهای ائوسن نسبتهای Th/Yb بالاتری دارند که این ویژگی نشان دهنده یک منبع گوشته سنگ کره ای غنی شده با مولفههای فرورانش است (شکل ۸). از سوی دیگر، نمودار Th/Nb و Ta/Yb آثار تبلور جدایشی (FC) در بازالتها و آندزیت بازالتها و فرآیندهای هضم (AFC) در تراکی آندزیتهای منطقه را نشان میدهند که به سمت آندزیتهای ائوسن، نقش زیاد آلودگی یوسته کاملا مشخص است. در نتیجه، ویژگیهای عناصر اصلی و کمیاب نشان میدهد که ماگماهای تولید کننده توالیهای آتشفشانی ائوسن،اولیگوسن و میوسن منطقه از درجههای مختلف ذوب

بخشی گوشته سنگ کرهای زیرقارهای با غنی شدگی شکل گرفتهاند. تراکی داسیت-ریولیت ها نیز تقریباً ویژگی مشابهی را نشان می دهند. کاهش P،Ba،Sr و Ti به احتمال بسیار نشانگر جدایش پلاژیوکلاز، آپاتیت و اکسیدهای آهن-تیتان است. بنابراین، براساس این شواهد و روابط Th/Nb و Ta/Yb، تغییرات ترکیبی ممکن است ناشی از FC باشد. افزون بر این، به نظر می رسد که AFC نقش مهمی را در این توالی های آتشفشانی ایفا کرده است و البته این امر با نتایج بررسی های ایزوتوپی به طور کامل مشخص می شود که موجود نیست.

## دگرگونیهای زمین پویایی

توالی آتشفشانی ائوسن (۲/۸–۳۳/۵۴ میلیون سال)، شامل تراکی آندزیت با ویژگی شوشونیتی است که در پهنه آذربایجان–البرز-سبزوار، به ویژه در کمربند آتشفشانی اهر– آذربایجان وجود دارند [۳۱–۳۴]. سنگهای آتشفشانی میوسن و جوانتر از آن در ایران به طور عمده در شمال، نزدیک مرز ترکیه وجود دارند [۳۵]. برای این گدازهها ویژگی شوشونیتی و

آهکی قلیایی پرپتاسیم، تهی شدگی از عناصر سازگار و غنی شدگی از La،Th ،Ba دیده می شود. فعالیت ماگمایی میوسن-کواترنری دو فاز دارد که فاز اولیه شامل گدازههای آندزیت، تراکی آندزیت، تراکی داسیت، داسیت و ریولیت به سن میوسن پسین-پلیوسن پیشین و ترکیب آهکی قلیایی پرپتاسیم و فاز دوم شامل جریان تراکی بازالت، تراکی آندزیت بازالتی، آندزیت بازالتی، تراکی-آندزیت، تراکیت و ریولیت به سن پلیوسن پسین-کواترنری با ترکیب شوشونیتی پرپتاسیم هستند. همه این مجموعهها (از ائوسن تا کواترنری) از Ba.La,Th و dR این مجموعهها (از ائوسن تا کواترنری) از sa.La,Th و dN ناسازگار X یک منبع گوشته دگرنهاده را نشان می دهد، در حالیکه، تهی شدگی از Nb-Ti-Ta مربوط به فرورانش است.

صعود آستنوسفر و مذابهای مرتبط شرایط حرارتی مورد نیاز را برای ذوب پوسته پایینتر و افزودن مداوم مذابهای مشتق شده از گوشته را به پوسته فراهم کردند و باعث تشکیل ریولیت منطقه در میوسن میانی شد.



شکل ۸ نمودار Th/Yb نسبت به Ta/Yb برای گدازههای مافیک تا حد واسط توالی های آتشفشانی منطقه [۳۰].

گدازههای فوران یافته در پایان فعالیتهای آتشفشانی سبلان و سهند در شمال غربی ایران، ویژگیهای زمین شیمیایی شبیه با قفقاز (آذربایجان) دارند [۳۶–۳۸]. مقایسه نمودارهای چندعنصری بهنجار شده با گوشته و کندریت این نمونهها نشان میدهد که خاستگاه همه این قلمروهای آتشفشانی شبیه هستند. همه این مناطق از HREE و LILE و عناصر خاکی نادر متوسط (MREE) غنی و از HREE تهی مستند. در مجموع براساس همه این شواهد، ماگماهای سنوزوئیک در این نواحی از نوع پسا برخورد بوده و از ذوب یک منبع گوشتهای دگرنهاده و فرورانش سنگ کره قارهای به درون گوشته ناشی شدهاند [۳۹، ۴۰].

فرورانش اقیانوس نئوتتیس در یک سطح فرورانش پرشیب، در بخش شمال غربی ایران و در منطقه آذربایجان وجود داشته است [۴۱–۴۲]. شیب این فرورانش در بخش شمال غربی ایران، به دلیل پایین بودن سرعت فرورانش، زیاد و در بخش جنوب شرقی به دلیل بالا بودن سرعت کم بوده است [۴۴]. واحدهای آتشفشانی و آذرین نفوذی سنوزوئیک از سنگهای آذرین بعد از برخورد عربستان و اوراسیا پس از فرورانش پوسته اقیانوسی

نئوتتيس در اواخر اليگوسن- ميوس هستند. همه توالىها، الگوی عناصر خاکی نادر و کمیاب مشابه دارند. آنها تهی شدگی در Ti ،Yb و Y نسبت به گوشته و غنی شدگی در La,Th,Ba Rbدارند که نشانگر فرورانش سنگ کره به درون گوشته دگرنهاده است. توالیهای آتشفشانی میوسن تا پلیو-کواترنری مناطق ترکیه-ایران، آذربایجان، دریای خزر و کمربند آتشفشانی ایران مرکزی از مراکز فورانی شکافی و آتشفشانی چینه ای و به طور عمده در راستای SE-NW ناشی شدهاند. نسبتهای بالای La/Nb و غنی شدگی LREE ها اشاره به اثر یهنه فرورانش در منبع مذاب گوشتهای آنها دارد. این اثر فرورانش در واحدهای آتشفشانی یلیو-کواترنری نیز ادامه داشت و اشاره به وجود مقداری سنگ کره در گوشته زیر فلات ترکیه- ایران دارد. ذوب بخشی توسط بالاآمدگی سست کره، در منطقه پشت کمربند كوهزايي پهنه برخوردي عربستان-اوراسيا، باعث غني شدگي شدید ماگماهای جوانتر از قلیاییها شده که این امر باعث لایه لایه شدن (Delamination) سنگ کره درون گوشته گردیده است (شکل ۹).



شکل ۹ مدل زمین پویایی منطقه مورد بررسی بر گرفته از مرجع [۴۵] با اصلاح.

#### برداشت

- طبق تقسیم بندی نبوی (۱۳۵۵)، منطقهی موردمطالعه جزو زون البرز-آذربایجان قرار میباشد.

- بر اساس مطالعات پتروگرافی سنگهای منطقه به چهار گروه تقسیم میشوند که شامل بازالت، آندزیت بازالتی، تراکی آندزیت لوسیتدار، تراکی آندزیت، تراکی آندزیت بازالتی و تراکی داسیت-ریولیت میباشد.

- درشت بلورهای اصلی این سنگها را پلاژیوکلازهای خودشکلی تشکیل میدهند که زونینگ و ماکل پلی سنتتیک از ویژگیهای شایع آنها است.

- در پلاژیوکلازها ساخت منطقهای مشاهده می شود که این دیده بیانگر افت سریع فشار و تغییرات ترمودینامیکی محیط تبلور و تاثیر پدیده اختلاط و هضم می باشد.

- سنهای بهدست آمده به روش K-Ar ازسنگ کل و پلاژیوکلاز نمونههای منطقه مورد مطالعه سه فاز ماگمایی را نشان میدهند: ائوسن به سن ۳۵٫۵ میلیون سال، اولیگوسن پیشین ۳۲٫۹–۳۲٫۸ میلیون سال، میوسن پیشین ۲۰ میلیون سال و میوسن میانی ۱۳ میلیون سال.

- گدازهای ائوسن دارای ترکیب تراکی آندزیت، گدازه های اولیگوسن ترکیب بازالت تا آندزیت بازالتی، گدازه های میوسن زیرین تراکی آندزیت بازالتی وگدازههای میوسن میانی ترکیب تراکی داسیت-ریولیت هستند.

- سنگهای مورد مطالعه جزو سری ماگمایی کالکوالکالن پرپتاسیم و شوشونیت هستند.

- مطالعات ژئوشیمیایی نشان میدهد که ترکیب شیمیایی این سنگها طیف وسیعی از سنگهای مافیک تا اسیدی را %tt%(43.75-50.81) نشان میدهد.

- هماهنگی الگوهای توزیع REE و عناصر ناسازگار بین نمونهها بیانگر ارتباط زایشی این سنگها با یکدیگر است همچنین وجود چنین الگوهایی از ویژگیهای بارز ماگماهای کالک آلکالن قوسهای حاشیهی فعال قارهای است که پدیدهی فرورانش در تشکیل آنها نقش مهمی داشته است.

- ناهنجاری منفی Nb شاخص ماگماتیسم مربوط به زون فرورانش است و میزان تهی شدگی یا غنی شدگی آن در ارتباط

با میزان تاثیر پوسته در تحولات ماگمایی است.

- بالا بودن نسبت HREE نسبت به LREE می تواند نشان دهنده بالا بودن نسبت CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O باشد که این نشان دهنده ی عمق زیاد تولید ماگما است.

- پایین بودن مقدار Ni ،MgO و Cr در نمونههای منطقه نشان دهنده ترکیبات تفریق یافته است که متفاوت از ترکیب گوشته اولیه است. تفاوت در مقدار عناصر برای نمونهها، نشان دهنده هتروژن بودن گوشته و یا تفاوت در درجه ذوب بخشی است. - پدیده تفریق، آلایش ماگمایی در تشکیل تنوعات سنگهای مورد مطالعه نقش اساسی ایفا نموده است.

- برخورد صفحه عربی به اوراسیا و به دنبال آن شکستن صفحه فرورونده (Slab break off) در ائوسن و ورقه ورقه شدن (Delamination) در میوسن باعث تشکیل ماگمایی با پتاسیم بالا و ماهیت شوشونیتی منجر شده است. صعود آستنوسفر و مذابهای مرتبط شرایط حرارتی مورد نیاز را برای ذوب پوسته پایین تر و افزودن مداوم مذابهای مشتق شده از گوشته را به پوسته فراهم کردند و باعث تشکیل تراکی داسیت-ریولیت منطقه در میوسن میانی شد.

#### قدردانی

خداوند بزرگ را سپاس که به من توفیق داد گامی هر چند کوچک در راه تعالی علم و دانش بردارم. در این راه عزیزانی یاریگر و همراه من بودند که بر خود لازم می دانم از آنها تشکر و قدردانی نمایم. از استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر نعمت اله رشیدنژاد عمران که با صبر و شکیبایی در تمام مراحل انجام این رساله، هدایت کننده و راهنمای من بودند کمال سپاس و تشکر را دارم. همچنین از جناب آقای دکتر محمدرضا قربانی که از مشاوره ارزشمند ایشان بهرهمند شدم نهایت سپاسگزاری را دارم. همچنین از آقای دکتر شهروز بابازاده، آقای دکتر محمد نجاری، آقای مهندس بهروز فهیمی که در طی مراحل انجام این زحمات جناب آقای مهندس حسینی مسئول تهیه تیغههای زحمات جناب آقای مهندس حسینی مسئول تهیه تیغهای نازک و آقای یوسفی مسئول آزمایشگاه نیز درخور قدردانی [10] Didon J., Germain Y.M., "Le Sabalan, Volcan Plio-Quaternaire de l Azerbaidjan oriental (Iran)", Etude geologiqueet petrographique de le difice et de son environmentregional [Ph.D. thesis]., Docteur du 3 eme cycle, Universit'e de Grenoble, France., (1976).

[11] Allen M.B., Armstrong H.A., "Arabia– Eurasia collision and the forcing of mid-Cenozoic global cooling", Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, 265(2008)52-58.

[12] Khalatbari-Jafari M., Juteau T., Cotten, J., "Petrological and geochemical study of the Late Cretaceous ophiolite of Khoy (northwestern Iran) and related geological formations", Journal of Asian Earth Sciences., 27 (2006) 465–502.

[13] Galoyan G., Rolland Y., Sosson M., CorciniM., BilloS., Verati C., Melkonyan R., "Geology, geochemistry and 40Ar,39Ar dating of Sevan ophiolites (Lesser Caucasus,Armenia): evidence for Jurassic back-arc opening and hot spot event between the South Armenia block and Eurasia", Journal of Asian Earth Sciences., 34 (2009) 135–153.

[14] Rolland Y., Galoyan G., Bosch D., Sosson M., Corsini M., Fornari M., Verati, C., "Jurassic back-arc and Cretaceous hot-spot series In the Armenian ophiolites-implications for the obduction process", Lithos., 112 (2009) 163–187.

[15] Sosson M., Rolland Y., Müller C., Danelian T., Melkonyan R., Kekelia S., Adamia Sh., Babazadeh V., Kangarli T., Avagyan A., Galoyan Gh., Mosar J., "Subductions, obduction and collision in the Lesser aucasus (Armenia, Azerbaijan, Georgia), new insights", Geological Society of London., 340 (2010) 329-352.

[16] Hajalilou B., RezaieH., "Geological Map of Kivi (Scale 1:100,000). Tehran", Geological Survey of Iran., (1996).

[17] Solé J., Enrique P., "X-ray fluorescence analysis for the determination of potassium in small quantities of silicate minerals for K-Ar dating", Analytica Chimica Acta, 440(2001)199-205.

[18] Steiger R. H., Jäeger E., "Subcommission on geochronology: Convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology", Earth and Planetary Science Letters., 36(1977) 359–362.

محدوده مورد بررسی نهایت همکاری را داشتند نیز سپاسگزاری

مىكنم.

مراجع

[1] Alavi M., "Tectonics of the Zagros orogenic belt of Iran: new data and interpretations", Tectonophysics., 229 (1994) 211-238.

[2] Alavi M., "*Regional stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its proforeland evolution*"., American Journal of Science., 304 (2004) 304, 1-20.

[3] Şengör A. M. C., Özeren S., Zor E., Genç T., *"East Anatolian high plateau as a mantlesupported, N-S shortened domal structure",* Geophysical Research Letters ., 30 (2003) 80451-80454.

[4] Castro A., Aghazadeh M., Badrzadeh Z., Chichorro M., "Late Eocene–Oligocene postcollisional monzonitic intrusions from the Alborz magmatic belt, NW Iran. An example of monzonite magma generation from a metasomatized mantle source", Lithos., 180–181 (2013) 109–127.

[5] Aghazadeh M., Castro A., Rashidnejad-Omran N., Emami M.H., Moinevaziri H., Badrzadeh Z., "The gabbro (shoshonitic)-monzonitegranodiorite association of Khankandi pluton, Alborz Mountains, NW Iran", Journal of Asian Earth Sciences., 38 (2010) 199–219.

[6] Aghazadeh M., Castro A., Badrzadeh Z., Vogt K., "Post-collisional polycyclic plutonism from the Zagros hinterland: the Shaivar Dagh plutonic complex, Alborz belt, Iran", Geological Magazine., 148 (2011) 980–1008.

[7] Bllato P., Uba C. E., Landgraf A., Strecker M.
R., Stockli D. F., Freierich A., Tabatabaei S. H., "Arabia-Eurasiz continental collision: Insights from Late Tertiary foreland-basin evolution in the Alborz Mountains, northern Iran Geological", Society of America Bulletin., 123 (2011) 106-131.
[8] Golonka J., "Plate tectonic evolution of the

southern margin of Eurasia in the Mesozoic and Cenozoic", Tectonophysics., 381 (2004) 235–273.

[9] Shahbazi H., Salami S., Siebel W., "Genetic classification of magmatic rocks from the Alvand plutonic complex, Hamedan, western Iran, based on zircon crystal morphology", Chem. Erde, DOI: 10.1016 j.chemer., (2013).

regions for post-collisional, potassic magmatism in southern and northern Tibet from geochemical variations and inverse trace element modeling", Journal of Petrology., 45 (2004) 555–607.

[29] Pearce J.A., "*Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries, in Thorpe, R.S., ed., Andesites*", New York, NY: Wiley., (1982) 525–548.

[30] Wilson M., "Igneous Petrogenesis: A Global Tectonic Approach: Boston, MA Unwin Hyman", ISBN: 0045520259., (1989) 496 pp.

[31] Lotfi M., "*Geology and petrology of Mianeh*, *Azerbaijan area*", Tehran University, Tehran, Iran (1975).

[32] Lescuyer J.L., Riou R., "Géologie de la région de Mianeh (Azerbaijan): contribution à l'étude du volcanisme tertiaire de l'Iran", PhD diss., Université Scientifique et Médicale de Grenoble., (1976).

[33] Haghipour A., Aghanabati A., "*Geological map of Iran (scale 1:2,500,000)*", Ministry of Mines and Metals. ,Tehran., Geological Survey of Iran., (1985).

[34] Aftabi A., Atapour H., "Regional aspects of shoshonitic volcanism in Iran", 23(2000) 119-125.
[35] Emami M.H., Sadeghi M.M.M., Omrani S.J., "Magmatic map of Iran. Ministry of Mines and Metals", Tehran., Geological Survey of Iran., (1993).

[36] Didon J.,Gemain Y.M., "Le Sabalan, volcan plio-quaternaire de l'Azerbaidjan oriental (Iran): étude géologique et pétrographique de l'édifice et de son environnement régional" PhD diss., Universite Scientifique et Médicale de Grenoble (1976).

[37] Atapour H., "Petrology and geochemistry of shoshonitic association of Goud-e-Biabani Bardsir area., Kerman province. Kerman", Shahid Bahonar University of Kerman., (1994).

[38] Dilek Y., Altunkaynak S., "Geochemical and temporal evolution of Cenozoic magmatism in western Turkey: Mantle response to collision, slab breakoff, and lithospheric tearing in an orogenic belt", in Van Hinsbergen, D.J.J., Edwards, M.A., and Govers, R., eds., Collision and Collapse at the Africa–Arabia–Eurasia Subduction Zone., Geological Society of London Special Publication., 311(2009) 213–233. [19] Le Bas MJ, Le Maitre RW, "Streckeisen A and Zanettin B (1986) A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali–silica diagram", Journal of Petrology 27, 445–50.

[20] Peccrillo A., Taylor S.A., "Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey", Contribution to Mineralogy and Petrology., 58 (1976) 63-81.

[21] Harker A., "*The Natural History of Igneous Rocks*", Methuen and Co., London., (1909) 384 pp.

[22] Sun S., McDonough W. F., "Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implications for mantle composition and processes", Geological Society London, 42 (1989 313–345.

[23] Xiong x.L., Adam T.J., Green T.H., "Rutile stability and rutile melt HFSE partitioning during partial melting of hydrous basalt: Implications for TTG genesis", Chemical Geology, 218 (2005) 339–359.

[24] Turner S., Arnaud N., Liu J., Rogers N., Hawkesworth C., Harris N., Kelley S., Calsteren P.V., Deng W., "Post collision, shoshonitic volcanism on the Tibetan Plateau: Implications for convective thinning of the lithosphere and the source of Ocean Island Basalts", Journal of Petrology., 37 (1996) 45–71.

[25] Nemcok M., Pospisil L., Lexa J., Donelick R.A., *"Tertiary subduction and slab break-off model of the Carpathian–Pannonian region".*, Tectonophysics., 295 (1998) 307–340.

[26] Maury R.C., Fourcade S., Coulon C., azzouzi M.E., Bellon H., Coutelle A., Ouabadi A., Semroud B., Megartsi M., Cotton J., Belanteur O., Louni-Haccini A., Pique A., Capdevila R., Hernandez J., Re'hault J.P., "Post-collisional magmatism of the Mediterranean Neogene Maghreb margin: consequence Α of slab breakoff", Earth and Planetary Sciences., 331(2000) 159-173.

[27] Pe-Piper G., Piper D.J.W., "Late Cenozoic, post-collisional Aegean igneous rocks: Nd, Pb, and Sr isotopic constraints on petrogenetic and tectonic models", Geological Magazine., 138 (2001) 653–668.

[28] Williams H.M., Turner S.P., Pearce J.A., Kelley S.P., Harris N.B.W., *"Nature of the source*  [42] Stalder P., "Magmatismes tertiaire et subrécent entre Taleghan et Alamout, Elbourz central (Iran)", PhD diss., Diss. Naturwiss, ETH Zürich, Nr. 4405 (1971).

[43] Alavi M., "Tectonostratiographic synthesis and structural style of the Alborz Mountion system in norrhern Iran", Geodynamic 21(1996) 1-33.

[44] Moayyed Mohsen., "Petrological investigation of the Wstern Alborz-Azarbaijan Tertiary volcanic-plutonic belt with special view On Hashjin area", PhD thesis, Shahid Beheshti University., Tehran., (1380).

[45] Fadaeyan Mohammad, "Petrology, geochemistry and geodynamic of Dyke Swarms in the northest of Meshkin shahr, NW of Iran", PhD thesis, Tabriz University., Tabriz., (1394). [39] Pearce J.A., Bender J.F., De Long S.E., Kidd W.S.F., Low P.J., GüneY., Saroglu F., Yilmaz Y., Moorbath S., Mitchell J.G., "*Genesis of collision volcanism in Eastern Anatolia, Turkey*", Journal of Volcanology and Geothermal Research., 44 (1990) 189–229.

[40] Yilmaz Y., Gu"ner Y., Saroglu F., "Geology of the Quaternary volcanic centres of the East Anatolia", Journal of Volcanology and Geothermal Research., 85 (1998) 173–210.

[41] Berberian M., King G.C.P., "Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran. Canadian journal of earth sciences", 18(1981) 210-265.