علوم زمین خوارزمی (نشریه علوم دانشگاه خوارزمی)

بازالتهای آلکالن کرتاسه پسین منطقهٔ تالش: پیامدی از تحولات تکتونیکی حاشیهٔ قارهای جنوب اوراسیا (البرز غربی)

خدیجه امانی^{*}، مرتضی دلاوری، صدرالدین امینی، امیرعلی طباخ شعبانی دانشگاه خوارزمی، دانشکدهٔ علوم زمین _{دریافت ۱}۴۰۰/۱۲۸ پذیرش ۱۴۰۰/۰۶/۱

چکیدہ

بازالتهای آلکالن منطقهٔ تالش همراه با سایر واحدهای رسوبی کرتاسه بالایی در البرز غربی (شمال ایران) برونزد دارند. کانیهای اصلی این سنگها شامل کلینوپیروکسن، پلاژیوکلاز ± آلکالی فلدسپار است. از لحاظ ژئوشیمیایی، مقادیر زیاد TiO₂ (% .۲/۹۶ wt. () TiO₂ + Na₂O + Na₂O () (La/Yb) و نسبت _N (La/Yb) (P/۳--۲۳/۳۱) و همچنین I Nb/Y² ان (//۵۱-۳/۹) سازگار با ترکیب آلکالن نمونهها است. از طرفی در نمودارهای چندعنصری بههنجار شده نسبت به گوشته اولیه، غنیشدگی عناصر ناسازگار شاهت این سنگها به بازالتهای درون پلیتی یا جزایر اقیانوسی (OIB) را نشان Th/Yb () ماز کار (//۵۱-۲۱/۱) سازگار با ترکیب آلکالن نمونهها است. از طرفی در نمودارهای چندعنصری بههنجار شده نسبت به میدهد. از نظر جایگاه تکتونیکی، نسبتهای عناصر کمیاب مانند ۲/۲۲ (//۱۰-۵/۵)، Ta/Yb (//۵-۲/۱۱)، Th/Yb میدهد. از نظر جایگاه تکتونیکی، نسبتهای عناصر کمیاب مانند ۲/۲۲ (//۱۰-۵/۵)، Ta/Yb (//۵-۲/۱۱)، Th/Yb منطقه تالش در اواخر کرتاسه پسین ثبت کننده فعالیت آتشفشانی درون پلیتی قارهای بوده است. چنین ماگماتیسمی از ذوب درجهٔ کم (۳ تا ۲/۷) یک منشأ گوشتهای آستنوسفری غنی شده از نوع EMII در رخساره گارنت لرزولیت بهجود آمده است. گرستره حضور بازالتهای آلکالن با محتوای بالای Ti درتالش و دیگر بخشهای البرز غربی و مرکزی (مانند جنوب لاهیجان، و مرزنآباد) و گرجستان با تشکیل یک سیستم ریفتی در بازهٔ زمانی کرتاسه پسین در حاشیهٔ جنوبی اوراسیا از قفقاز کوچک تا البرز مرکزی قابل تفسیر است.

واژههای کلیدی: آلکالی بازالت، کرتاسه پسین، درون ورقهای، تالش، البرز غربی، اوراسیا

Late Cretaceous Alkali Basalts of Talesh Area: Implication for Tectonic Evolution of Continental Margin in Southern Eurasia (Western Alborz)

Khadijeh Amani, Morteza Delavari, Sadroddin Amini, Amir Ali Tabbakh Shabani Faculty of Earth Sciences, Geochemistry Department, Kharazmi University Abstract

Talesh alkali basalts (TAB), accompanied by Upper Cretaceous sedimentary units, are exposed in the western Alborz (North of Iran). Clinopyroxene, plagioclase, \pm alkali feldspar are the main minerals in these rocks. The geochemical characters such as high contents of TiO₂ (1.68-2.96 wt.%), K₂O+Na₂O (3.09-9.06 wt.%), and high ratios of (La/Yb)_N (9.3-23.4), and Nb/Y>1(1.51-3.9), are consistent with their alkaline composition. In the primitive mantle-normalized multi-elements diagram, these rocks show enrichment of all incompatible elements that are similar to intraplate basalts or oceanic island basalts (OIB). The trace element ratios such as Zr/Y (5.52-10.80), Ta/Yb (1.12-2.65), Th/Yb (1.80-5.81), and Ti/Y (418-753) plot within the range of the alkali within plate basalt. Therefore, the Talesh area in the western Alborz recorded an intra-continental volcanic activity

std_kh.amani@khu.ac.ir * 'iegumide

(نشریه علوم دانشگاه خوارزمی)

during the Late Cretaceous. This magmatism was generated by a low degree of partial melting (3-7%) of an EMII-enriched asthenospheric mantle source of garnet lherzolite facies. The presence of the high-Ti alkali basalts in Talesh and other parts of western and central Alborz (such as southern Lahijan and Marzanabad) to Georgia could be interpreted by the forming of a rift system along the southern margin of Eurasia from the Lesser Caucasus to the central Alborz during the Late Cretaceous.

Keywords: Alkali basalt, Late Cretaceous, Within plate, Talesh, Western Alborz, Eurasia

مقدمه

بازالتهای آلکالن درون ورقهای اهمیت زیادی در شناخت پترولوژی گوشته نسبتاً عمیق از جمله رخسارهٔ کانیشناختی منشأ گوشتهای، درجات ذوببخشی و عمق آن، استنباط همگنی یا ناهمگنی گوشتهای و برهمکنش بخشهای گوشتهای غني با گوشته تهي شده دارند (Aldanmaz et al., 2006; Davis et al., 2011; Fitton, 2007; Zhou et al., 2009. رخداد فورانهای آلکالن هم میتواند به پدیده ذوببخشی مرتبط با فعالیت نقطه داغ در مقیاس محلی و یا فعالیتهای ريفتي در مقياس ناحيهاي ارتباط داشته باشد (Davidson et al., 2004; Ferguson et al., 2010; Nikishin et ا al., 2002; Xia et al., 2012). بنابراین این سنگها بهدلیل خاستگاه تکتونیکی خاص خود که می تواند با تکتونیسم کششی، ریفت قارمای و یا فعالیتهای پلوم و نقاط داغ گوشتهای همراه باشد، دربردارندهٔ اطلاعات مهمی از تحولات تكتونيكي زمين ساخت ديرين منطقه مربوط بهخود هستند (,Nikishin et al., تكتونيكي زمين ساخت ديرين منطقه مربوط بهخود هستند (2002; Song et al., 2008; Veevers and Tewari, 1995). بررسی ژئوشیمیایی سنگهای آتشفشانی کرتاسه یسین در منطقهٔ تالش (البرز غربی) حاکی از رخداد ماگماتیسم آلکالن بازالتی است. از طرفی، در دیگر مناطق البرز غربی و مرکزی نیز به وجود فوران های بازالتی آلکالن در محدودهٔ زمانی کرتاسه اشاره شده است (Delavari et al., 2018; Doroozi et al., 2016; Haghnazar, 2012). از اینرو، فوران های بازالتی آلکالن کرتاسه البرز در یک وسعت مکانی قابل توجه ممکن است با یک پدیده تکتونیکی ناحیهای مانند ریفت قارهای مرتبط باشد که اهمیت بررسی و مطالعه این سنگها را پررنگتر میسازد. در همین راستا در پژوهش حاضر، بازالتهای آلکالن کرتاسه پسین در منطقه تالش بررسی شدهاند. دادههای ما مبتنی بر ژئوشیمی عناصر اصلی و کمیاب سنگ است و چنان که در ادامه آمده، این دادهها بهویژه تمرکز عناصر کمیاب و نسبت آنها حاوی اطلاعات مهمی از منشأ گوشتهای و ژنز این سنگها است.

زمينشناسي عمومي

منطقهٔ بررسی شده در غرب شهر تالش (هشتپر) در محدودهٔ طولهای خاوری ۳۱ «۴۸ تا ۴۹°۴۹ و عرضهای شمالی ۴۰۲ «۳۷ تا ۵۰ «۳۷ قرار گرفته و از لحاظ تقسیمات ساختاری، به زون البرز تعلق دارد (Stocklin, 1968). این منطقه بخشی از البرز غربی است که بهعنوان رشته کوه تالش یا بوغروداغ هم نامیده میشود (شکل ۱). رشته کوه تالش که بهوسیلهٔ بربریان و کینگ (Berberian and King, 1981) زون تالش معرفی شده، شکل سینوسی دارد که گسل ارس و لاهیجان بهترتیب مرزهای شمالی و جنوبی آن را تشکیل میدهند. گسلهای معکوس تالش و ماسوله داغ جداکننده این زون از حوضه خزر و ایران مرکزی هستند (Madanipour et al., 2018).

در دوران پالئوزوئیک، زون البرز در حاشیهٔ غیرفعال اقیانوس پالئوتتیس قرارداشت. بههمین دلیل رسوبات این دوران، در چهارگوش بندر انزلی همانند سایر بخشهای این زون، متشکل ازرسوبات آواری تا کربناته کمعمق است (Alavi, 1996; Berberian and King, 1981). با بازشدن نئوتتیس در پرمین، این خرده قاره همراه با سایر بلوکهای سیمرین از گندوانا جدا شد. فرورانش پالئوتتیس در شمال و گسترش نئوتتیس در جنوب باعث حرکت بلوكهاي سيمرين بهسمت ارواسيا و اتصال أنها به حاشيهٔ جنوبي اوراسيا در ترياس مياني تا پسين شد (Sengor et al., 1988; Stampfli, 2000). كمپلكس دگرگونى-رسوبى اسالم-شاندرمن با سن كربونيفر پيشين معرف بازماندههايي از مجموعههای فرورانشی زمیندرز پالئوتتیس در امتداد البرز است (Rossetti et al., 2017). فاز فشارشی بزرگ ناشی از این برخورد، همراه با بالا آمدگی،گسلهای رورانده و تشکیل حوضههای درون کوهی و حوضهٔ پیش خشکی از تریاس پسین تا ژوراسیک میانی بود ودر عین حال در این بخش از البرز بهصورت نبود چینه شناسی تریاس تظاهر پیدا کرده است (Aghanabati, 2012; Clark et al., 1977). شرایط خلیجی یا ساحلی نزدیک دریای باز در ژوراسیک پیشین، منجر به تشکیل مجموعه آواری معادل سازند شمشک شد که وجود میان لایه های آهکی از پیشروی گاه و بی گاه دریا در این محیط دلتایی خبر میدهد. در زون تالش میکروفسیل های سازند شمشک متعلق به اوراسیاست و این نشان میدهد که برخورد به ارواسیا در این خطه، قبل از ژوراسیک اتفاق افتاده است (Burtman, 1994). سیکل دوم رسوبگذاری در ژوراسیک بالایی، نشانه حاکمیت یک محیط دریایی-ریفی کمژرفا در رشتهکوه تالش است که با آهکهای سازند لار شناخته میشود. این سازند در زیر لایههای ماسهسنگی سازند شال قرار دارد که مبین تبدیل محیط ریف به پشت ریف است. تداوم این محیط رسوبی در میانه کرتاسه با بالاآمدگی محور رشته کوه تالش دچار تغییر شد. با پسروی دریا در دامنه شرقی، محیط دریایی بهوسیلهٔ محیط ساحلی-دلتایی توأم با فعالیت آتشفشانی جایگزین می شود. به سمت پایان کرتاسه فازهای کوهزای آلپی (لارامید) باعث چین خوردگی اصلی و بالا آمدگی در کل منطقه شده است. این چینخوردگی و بالاأمدگی به پالئوژن هم منتقل شده بههمین دلیل هیچ نهشتهای مربوط به پالئوسن در یال شرقی کوههای تالش دیده نمی شود و از طرفی سایر نهشته های سنوزوئیک نیز در زیر ضخامت زیاد پادگانههای آبرفتی و رسوبات عهد حاضر مدفون شدهاند (شکل ۱) (Clark et al., 1977).

رخنمون اصلی سنگهای منطقهٔ بررسی شده در یال شرقی رشته کوههای تالش، متشکل از واحدهای رسوبی-آتشفشانی کرتاسه پسین است. بخشهای رسوبی این مجموعه شامل واحدهای کنگلومرا، شیل، ماسهسنگ و آهک است که بهصورت بینلایهای با سنگهای آتشفشانی-آذرآواری (توف) قرار دارند. اختصاصات واحدهای رسوبی نشاندهنده یک محیط ساحلی-دلتایی کم عمق است. لایههای کنگلومرا با جورشدگی متوسط تا ضعیف، دارای قطعاتی با منشأهای گوناگون (آذرین، رسوبی و کمتر دگرگونی) هستند. واحدهای کنگلومرایی از نظر ضخامت و جایگاه چینهای تفاوتهایی نشان میدهند بهطوری که در یال غربی، متعلق به توالیهای مایستریشتین هستند ولی در محور اصلی رشته کوه تالش، سن سانتونین تا کامپانین دارند. کنگلومراهای یال شرقی در قاعده، میانه و یا بالای سکانس رسوبی-آتشفشانی بهصورت بین لایهای با سایر واحدها دیده میشوند (شکل ۲ آ)، بههمین دلیل سن عمومی سنونین برای آنها در نظر گرفته شده است (Clark et al., 1977). سنگهای آهکی بهرنگهای کرمی، خاکستری تیره و یا روشن، بهصورت باندهای نازک تا متوسط لایه، ولی با وسعت محدود دیده میشوند (شکل ۲ ب). اکثر نمونههای سنگ آهکی برداشت شده رخساره آهک اسپارایتی و یا آهک ماسهای نشان میدهند. معدودی نیز سنگهای آهکی میکرایتی فسیلدار با رخسارههای بايوكلاست وكاستون/ پكاستون تا گريناستون هستند. قطعات بايوكلاست آنها شامل انواع جلبكها، فرامينيفرهاي بنتیک و پلاژیک است که محیط کم عمق تا نسبتاً عمیق فلات قاره را نشان میدهند. محتوای فسیلی آنها شامل Marginotruncana pseudolinneiana, Globotruncana lapparenti, Globotruncana linneiana, Heterohelix reussi, Archaeoglobigerina blowii است که گویایی رسوب گذاری در محدودهٔ زمانی کرتاسه یسین است (Premoli and Verga, 2004). بنابراین روانههای بازالتی (شکل ۲ پ) هم که دارای ارتباط چینهشناختی با این رسوبات هستند، در این محدوده زمانی(کرتاسه پسین) تشکیل شدهاند. بهعلاوه، بازالتهای آلکالن

علوم زمین خوارزمی (نشریه علوم دانشگاه خوارزمی)



بهصورت دایک نیز دیده میشوند. دایکها با ضخامتهای متغیر بین نیم تا بیش از دو متر درون واحدهای رسوبی-آذرآواری تزریق شدهاند (شکل ۲ ت).

(Clark et al., 1977) شکل ۱. نقشهٔ زمین شناسی ساده شده منطقهٔ بررسی شده (Clark et al., 1977) Figure 1. Simplified geological map of study area (Clark et al., 1977)

مواد و روشها

پس از برداشتهای صحرایی، تهیهٔ مقاطع نازک و بررسی میکروسکوپی (پتروگرافی) نمونهها، تعداد ۱۲ نمونه که دارای کم ترین تغییرات ثانویه از نظر دگرسانی، پرشدگی حفرات و رگه/رگچهها بودند برای بررسیهای ژئوشیمیایی انتخاب شدند. خردایش نمونهها در دانشگاه خوارزمی و فرایند نرمایش (تهیه پودر) بهوسیلهٔ دستگاه تنگستن کارباید در مرکز فراوری معدنی کرج (ایمیدرو) انجام شد. تجزیههای شیمیایی در دو دانشگاه ETH زوریخ (سویس) و ناگویای ژاپن انجام شد. در دانشگاه ETH تمرکز عناصراصلی و برخی عناصر کمیاب مانند N، ET زوریخ (سویس) و ناگویای بهروش فلوئورسانس پرتوی ایکس ETH تمرکز عناصراصلی و برخی عناصر کمیاب مانند NI به V.Sr ،Sc ،Cr ،Ni و ناگویای بهروش فلوئورسانس پرتوی ایکس XRF و با استفاده از اسپکترومتر WDXRF, 2.4kv انجام شد. سایر عناصر فرعی روی قرصهای ذوب شده اندازه گیری شدند. برای هر نمونه، سه نقطه مجزا (با قطر ۹۰میکرون) و با شرایط طول زمان روی قرصهای ذوب شده اندازه گیری شدند. برای هر نمونه، سه نقطه مجزا (با قطر ۹۰میکرون) و با شرایط طول زمان ۱۰ دقیقه، دانسیته انرژی ۱۵ ژول بر سانتیمتر مربع و فرکانس ۱۲ هرتز تجزیه شد و میانگین دادهها بهعنوان نتیجه نهایی ثبت شد. در دانشگاه ناگویا، اکسیدهای اصلی بهروش XRF میکرون) و با شرایط طول زمان ۱۰ دقیقه، دانسیته انرژی ۱۵ ژول بر سانتیمتر مربع و فرکانس ۱۲ هرتز تجزیه شد و میانگین دادهها بهعنوان نتیجه نهایی ثبت شد. در دانشگاه ناگویا، اکسیدهای اصلی بهروش XRF با دستگاه مدل II Rigaku ZSX Primus II استرور تی مدر بوته اندازه گیری شد. برای این کار ابتدا نیم گرم از پودر نمونه را با ۵ گرم لیتیم تترابورات به خوبی مخلوط و سپس در بوته پلاتینی در دمای ۱۲۰۰درجهٔ سانتی گراد ذوب کرده تا قرص شیشهای تهیه شود. این قرص ها همراه با نمونه استاندارد تجزیه شدند. عناصر فرعی و کمیاب بهوسیلهٔ ICP- MS مدل Agilent 7700X اندازه گیری شدند. برای آمادهسازی، ابتدا حدود نیم گرم پودر نمونه با پرکلرید اسید (HClO₄) و هیدروفلوئوریک اسید (HF) به حالت محلول در آمده و با کمک سینی داغ و لامپهای مادون قرمز بهطور کامل خشک شد. مادهٔ جامد حاصل در اسید کلریدریک (HCl) حل و مجدداً خشک شد و در نهایت با کمک اسید نیتریک (HNO₃) به حجم مورد نیاز برای تجزیه رسانده شد. در هر دو آزمایشگاه، مقدار L.O.I نمونهها با محاسبهٔ مقدار کاهش وزن نیم گرم پودر نمونه، بعد از گرمادهی تدریجی تا دمای محاد - ۱۰۰۰



شکل ۲. ویژگیهای صحرایی سنگهای رسوبی-آتشفشانی کرتاسه بالایی در یال شرقی رشته کوه تالش، آ) توالی از کنگلومرا، آهک و گدازه، ب) آهکهای نازک لایه با فسیلهای شاخص کرتاسه پسین در غرب تالش، پ) روانه بازالتی آلکالن همراه با شیل، ت) رخنمون دایکهای تزریق شده در سنگهای آذرآواری Figure 2 Field characters of Upper Crateceous volcano sedimentary rocks in the eastern flank of the

Figure 2. Field characters of Upper Cretaceous volcano-sedimentary rocks in the eastern flank of the Talesh mountain range, a) The sequence of conglomerate, limestone, and lava flow, b) The fossiliferous thin-layer limestone with Late Cretaceous age in western Talesh, c) The outcrop of lava flow and shale,d) Dikes injected in the volcanoclastic deposit

سنگنگاری

سنگهای بازالتی منطقهٔ بررسی شده درسطح تازه بهرنگ خاکستری تیره تا خاکستری متمایل به سبز دیده می شوند و بافت آفانتیک و یا پورفیریک دارند. در نمونه های پورفیریک، اندازه فنو کریست ها به ندرت بیش از ۴ میلی متر است و اغلب اندازه هایی کوچکتر از ۲ میلی متر دارند (شکل ۳ آ، ب، پ). کلینوپیروکسن و پلاژیوکلاز فراوان ترین فنو کریست ها و میکروفنو کریست های سنگ هستند. اکسیدهای آهن – تیتانیم (اوپک) نیز به صورت میکروفنو کریست در نمونه ها معمول است. کانی های یاد شده به صورت بلورهای ریزدانه سازنده قسمت اعظم فازهای زمینه سنگ نیز هستند.

بهعلاوه، ألكالي فلدسپار در برخی نمونهها بهصورت ريزبلور در فضای بين بلوری زمينه سنگ حضور دارد. زمينه سنگها اغلب با بافت اینترسرتال تا اینترگرانولار مشخص می شود که در آنها کانی های آهن-منیزیم دار به ویژه كلينوپيروكسن فضاي بين ميكروليتهاي پلاژيوكلاز را اشغال كرده است (شكل ۳ ب، پ، ت). نسبت حجمي درشتبلورها به زمینه در نمونههای مختلف بین ۵ تا ۳۰ درصد است. برخی از نمونهها کمتر تحت تأثیر دگرسانی قرار گرفتهاند بهطوری که فازهای فنوکریستی کلینوپیروکسن و پلاژیوکلاز و همچنین کانیهای زمینه سنگ سالم تا نسبتاً سالم هستند (شكل ۳ أ، ب، ت، ث). فنوكريستهاي كلينوپيروكسن بهصورت شكلدار تا نيمهشكلدار ظاهر شده (شکل ۳ آ) و چندرنگی متمایل به قرمز (در نور PPL) نشان می دهند که حاکی از ترکیب تیتانیمدار آنها است. چنین خصلتی با ترکیب شیمیایی آلکالن مذاب مادر (بازالت آلکالن) سازگاری دارد (Yoder and Tilley, 1962). در زمینهٔ برخی از نمونهها، منشورهای کوچک کلینوپیروکسن همراه با پلاژیوکلازها بهصورت اسفرولیتی رشد کردهاند (شکل ۳ ج). تجربیات آزمایشگاهی نشان میدهد که افزایش نرخ سردشدگی باعث تغییر شکل بلورهای صفحهای یوهدرال به سمت اشکال اسفرولیتی و یا اسکلتی می شود که خود به دلیل کندتربودن سرعت انتشار نسبت به سرعت رشد است (Renjith, 2014). پلاژیوکلازها هم گاهی نسبتاً خودشکل بوده است و در مواردی به صورت اجتماعات گلومروپورفیری ديده ميشوند (شكل ۳ ب). بلورهاي پلاژيوكلاز از نظر اندازه اكثراً كوچكتر از ۲ ميليمتر هستند (شكل ۳ ب و پ). وجود ادخال پلاژيوكلاز درون درشتبلورهاى كلينوپيروكسن، مىتواند نتيجه تقدم تبلور پلاژيوكلاز نسبت به کلینوپیروکسن یا رشد سریعتر کلینوپیروکسن نسبت به پلاژیوکلاز و تفاوت در نرخ هسته گذاری و رشد بلورها باشد (شکل ۳ آ) (Vernon, 2018). کانیهای اوپک در برخی نمونهها چه بهصورت میکروفنوکریست و یا بلورهای ریز زمینه، فراوانی مدال چشمگیری داشته و گاهی تا حدود ۵ درصد مدال نیز میرسد. در برخی نمونهها آمفیبول نیز دیده می شود که منشأ ثانویه داشته و محصول دگرسانی کلینوپیروکسن است (شکل ۳ ج). کلریت دیگر محصول دگرسانی کلینوپیروکسن است که در برخی نمونهها دیده میشود. پلاژیوکلازها نیز در صورت دگرسانی اکثراً به سریسیت تبدیل شدهاند. زئولیت از جمله دیگر فازهای ثانویه است که بهصورت معدود در برخی نمونهها حضور داشته و حفرات سنگ را اشغال کرده است.

ژئوشيمى

LOI نتایج تجزیهٔ شیمیایی سنگ کل نمونههای بررسی شده در جدول ۱ ارائه شده است. برپایهٔ مقادیر بدون LOI (مواد فرار)، نمونههای بررسی شده دارای SiO₂ بین SiO₂ بین ۵۱/۹۲ درصدوزنی یعنی در محدودهٔ سنگهای بازیک هستند. با توجه به این که این سنگها کم و بیش دگرسان شده هستند از اینرو، برای طبقهبندی آنها از تمرکز عناصر نامتحرک استفاده شده است. در این سنگها کم و بیش دگرسان شده هستند از اینرو، برای طبقهبندی آنها از تمرکز عناصر نامتحرک استفاده شده است. در این سنگها کم و بیش دگرسان شده میند از اینرو، برای طبقهبندی آنها از تمرکز عناصر نامتحرک استفاده شده است. در این سنگها کم و بیش دگرسان شده میند از اینرو، برای طبقهبندی آنها از تمرکز عناصر نامتحرک استفاده شده است. در این سنگها نسبت Nb/Y بین ۱/۵۱ تا ۳/۹۰ و نسبت Zr/Ti بین ۱/۰۰ تا ۳۰/۰ تا ۳۰/۱ استفاده شده است. در این سنگها نسبت Nb/Y بین ۱/۵۱ تا ۱/۹۰ و نسبت Zr/Ti بین ۱/۰۰ تا ۳۰/۰ و نمیم در دارای کرده در این سنگها نسبت ۱/۹۲ بین ۱/۵۱ تا ۲/۹۰ و نسبت IV۹۰ و نسبت IV۹۰ می در محدوده المای بازالت تا فوئیدیت قرار گیرند (شکل ۴ آ). با توجه به این که در کانیشناسی مدال یا نورماتیو حضور کانیهای فلدسپاتوئیدی بسیار کمرنگ تا کاملاً غایب است لذا استفاده از واژه آلکالی بازالت برای نمونهها مناسب تر است. محتوای زیاد یادر ای درصد وزنی) و ۲۹۷ (Ker تا ۲۰۹۸ درصد وزنی) نیز دال بر ترکیب آلکالن فلدسپاتوئیدی بسیار کمرنگ تا کاملاً غایب است لذا استفاده از واژه آلکالی بازالت برای نمونهها مناسب تر است. محتوای زیاد یادر Ti تا ۲۰/۰ تا ۲۰/۹ درصد وزنی) نیز دال بر ترکیب آلکالن فلدسپاتوئیدی بسیار کمرنگ تا کاملاً غایب است لذا استفاده از واژه آلکالی بازالت برای نمونهها مناسب تر است. محتوای زیاد یادر TiO (Ti تا ۲۰/۹ تا ۲۰/۹ تا ۲۰/۹ درصد وزنی) نیز دال بر ترکیب آلکالن نمونهها است. مقدار OMB در نمونهها طیف تغییرات زیادی داشته و از ۲۰/۴ تا ۲۰/۹ در Mg/ (Mg/) (Mg/) هم نمان می دهد برخی نمونهها تحول شیمیایی زیادی حاصل کردهاند. تغییرات عدد منیزیم (#BC) (۵۸ تا ۲۰/۱۸) هم



شکل ۳. اختصاصات میکروسکوپی نمونههای بازالتی منطقه تالش، آ) فنوکریست کلینوپیروکسن همراه با ادخالهای پلاژیوکلاز، ب) میکروفنوکریستهای پلاژیوکلاز که بهصورت بافت گلومروپورفیری دیده میشوند، پ) فنوکریست پلاژیوکلاز در زمینهای که بافت اینترگرانولار نشان میدهد، ت) میکرولیتهای پلاژیوکلاز بههمراه ریزبلورهای اینترستیشیال کلینوپیروکسن در زمینه ریزدانه و کاملاً متبلور (بافت اینترگرانولار) برخی نمونههای بازالتی، ث) اجتماع ریزبلورهای سالم کلینوپیروکسن در برخی از نمونهها، ج) رشد اسفرولیتی بلورهای کلینوپیروکسن و حضور آمفیبولهایی که محصول دگرسانی کلینوپیوکسن هستند. تصویر (ج) در حالت PPL و بقیه تصاویر در حالت XPL هستند.

Figure 3. Microscopic features of basaltic samples from the Talesh area, **a**) An euhedral phenocryst of clinopyroxene with plagioclase inclusion (XPL), **b**) Microphenocrysts of plagioclase forming a glomeroporphyritic texture (XPL), **c**) Plagioclase phenocrysts set in an intergranular groundmass (XPL), **d**) Microliths of plagioclase along with fine-grained interstitial clinopyroxene in the matrix of basaltic samples (XPL), **e**) Fresh clinopyroxene aggregates in the matrix of basaltic rocks (XPL), **f**) spherulitic growth of clinopyroxene as well as secondary amphiboles as the alteration product of clinopyroxene (PPL).

نشاندهندهٔ تحولیافتگی زیاد برخی نمونهها است. اگرچه ترکیب عناصر سازگار نمونهها مانند Ni ،Cr و Mg# (جدول (Mg#>70; Ni> 400-500) در مقایسه با ترکیب مذابهای بازالتی اولیه در تعادل با کانی شناسی گوشته فوقانی Mo-500 (Ni> 400-500) (Mg#) در مقایسه با ترکیب مذابهای اولیه (Wilson, 2007) ppm; Cr> 1000 ppm) نشان میدهد که همه نمونههای بررسی شده با ترکیب مذابهای اولیه فاصله دارند. در همین راستا، تمرکز کم (Ni / 99 ppm) و (Ni / 464 ppm) در نمونهها مانند Ni با ترکیب مناص

تأثیرگذار کانیهای فرومنیزین مانند الیوین و کلینوپیروکسن قابل توضیح است. این سنگها در نمودار چندعنصری بههنجار شده نسبت به ترکیب گوشته اولیه (شکل ۴ ب)، دارای غنی شدگی عناصر ناسازگار از جمله عناصر لیتوفیل درشتیون (LIL) و عناصر با شدت میدان بالا (HFS) هستند. این مسئله به غنی شدگی منشأ گوشتهای این سنگها مربوط است. در شکل ۴ ب ترکیب مذاب بازالتی پشته میان اقیانوسی (N-MORB) بهعنوان نشان گری از مذابهای نشأت گرفته از گوشته تهیشده، مذاب قوسی ماریانا بهعنوان مثالی از ماگماتیسم زونهای فرورانشی و بازالتهای جزایر اقیانوسی (OIB)، با نمونههای منطقه تالش مقایسه شده است. تمرکز زیاد عناصر ناسازگار در نمونههای بررسی شده و همچنین نبود آنومالی منفی عناصر HFS (مانند Nb و Ta) تمایز آشکاری با مذابهای مناطق فرورانشی دارد. از طرفی این سنگها تفاوت بارزی با مذابهای حاصل از گوشته تهی شده (N-MORB) نشان می دهند. در حالی که چه از نظر شکل الگوها و چه از نظر تمرکز عناصر، نمونههای منطقه همخوانی زیادی با بازالتهای درون ورقهای (WPB) دارد. در الگوی عناصرنادرخاکی (REE) که به کندریت به هنجار شده (شکل ۴ پ)، غنی شدگی عناصر نادر خاکی سبک (LREE) نسبت به عناصر نادرخاکی سنگین(HREE)، باعث شکل گیری الگوهایی با شیب منفی میشود که از این نظر نیز الگوها، شباهت زیادی به مذابهای OIB دارند. در نمونههای منطقه، نسبت N-(La/Yb) بین ۱۰/۳ تا ۲۳/۴ و Sm/Yb)، بین ۳/۶۷ تا ۴/۶۶ متغیر است. از طرفی میانگین La)_N و Sm) در نمونههای منطقه بهترتیب حدود ۲۳۲ و ۵۰ است که نشان دهنده غنی شدگی شدید نسبت به مقدار کندریتی است و از این لحاظ این فاکتورها بالاتر از مذابهای زونهای فرورانشی و N-MORB هستند. در حالیکه میانگین (Yb) نمونهها حدود ۱۲/۵ است که در قیاس با موارد قبلی، نشاندهندهٔ شدت کمتر غنی شدگی نسبت به کندریت است. غنی شدگی نسبی LREE و MREE نسبت به HREE در مذابها به درجه کم ذوب بخشی و منبع گوشتهای غنی (Enriched mantle) اشاره دارد (Rollinson, 2014). ویژگی دیگراین سنگها، نبود آنومالی منفی یا مثبت بارز برای Eu است که بهخوبی در نسبت #Eu/Eu هم دیده می شود. نسبت Eu/Eu*>1.05 به آنومالی مثبت و نسبت Eu/Eu*<0.95 به آنومانی منفی Eu اشاره دارد (White, 2015). میانگین این نسبت برای نمونههای بررسی شده ۱/۰۲ است. نبود آنومالی مثبت یا منفی چشمگیر برای Eu نشاندهندهٔ این است که تفریق یا تجمع پلاژیوکلاز نقش زیادی در تحول شيميايي مذاب مربوط به بازالتهاي آلكالن تالش نداشته است (Aydin, 2014; Rollinson, 2014).

Mg#= MgO*100/(MgO+FeO_T) **جدول ۱.** تمركز عناصر اصلی و كمیاب در نمونههای منطقه تالش **Table.1** Major and trace element concentrations of the Talesh samples. Mg#= MgO*100/(MgO+FeO_T)

Sample	AT-	AT-	AT-	AT-	AT-	AT-	AT-	AT-	AT -	AT-	AT-	AT-
Sumple	45	8	53	6	47	54	25	52	162	157	11	156
rock	ba	ba	ba	ba	ba	ba	ba	ba	ba	ba	ba	ba
Туре	dike	lava	dike	lava	lava	lava	dike	lava	lava	dike	lava	dike
Labs.		ETH							Nagoya			
Major oxide	es (wt.%)											
SiO_2	۴۶/۳	42/1	44	۴۳/۵	۴۵/۵	۵۰/۹	۴۲/۷	۴٣/٨	44	46/4	48/1	۴۵/۸
TiO ₂	۲/۲۹	۲/۶۷	۲/۶۷	۲/۵	۲/۶	1/88	۲/۷۳	۲/۷۷	۲/۵۱	۲/۸۲	۲/•۶	۲/۳۶
Al_2O_3	13/4	۱۶/۵	۱۵/۶	18/8	۱۵/۶	۱V/۵	18/8	14/5	۱۵/۴	۱۴/۸	۱Y/Y	۱۷/۸
Fe ₂ O ₃	۱/۴۷	۱/۵۲	١/٦٢	۱/۵۴	۱/۶	١/٢١	۱/۴۵	۱/۵	1/42	۱/۵۵	١/٣٧	1/44
FeO	۹/۸۳	۱۰/۵	۱۰/٨	۱۰/٣	۱۰/۷	۶/۰۶	٩/٧	٩/٩٨	۹/۴۸	۱۰/۴	٩/١۶	٩/۶٣
MnO	•/ \ Y	۰/۲۶	٠/٢	٠/١٩	•/٣٢	•/1٧	•/7۴	•/7۴	۰/۲۱	•/7۴	•/\٨	۰/۲۳
MgO	٨/۶۶	۴/۵	۵/۶۹	۶/۱۷	۶/۶۸	٣	۵/۴	۵/۶۷	۵/۵	۵/۳۴	۲/۹۳	٣/٧٢
CaO	۱۳/۱	۱۰/۹	۱۱/۶	۸/۸۶	۱۱/۸	۵/۸۵	٩/۴۴	۹/۸۶	11	۷/۸۶	$\Delta/\Lambda V$	٧/٣۴
Na ₂ O	۲/۲۳	۲/۹۵	۲/٣	۲/٩۶	۲/۶۳	٣/٠۵	۲/۷۴	۲/۸۶	۲/۷۷	۳/۸۱	4/82	۲/۹۱
K_2O	•/٨١	۱/۶۵	۲/۱۱	۲/۲۵	١/٩٧	۵/۸۲	۲/۰۵	۲/۱۷	۱/۵۲	١/۴٩	۳/۳۶	٣/٩٢
P_2O_5	۰/۳۲	• /YA	٠/٧٩	۰/۵۸	۰/۵۹	• /YY	•/۶٩	•/Y1	• / Y 1	۰/۵۵	۰/٨۶	٠/٩٧

¢	1
	Y

بازالتهاي آلكالن كرتاسه پسين منطقة تالش: پيامدي از تحولات تكتونيكي حاشية قارهاي جنوب اوراسيا (البرز غربي)

LOI	۲/۴۹	۳/۶۶	۲/۳۶	۴/۳۲	۲/۷۹	۲/۰۱	۵/۱۴	۵/۳۶	۴/۸۲	۴/۱۹	۴/۷	۳/۶۶
Total	۱۰۱	٩٩	۹۸/۷	٩٩/٣	۱۰۳	१९/१	٩٨/٩	1.7	٩٨/۴	٩٩/۴	٩٩	१९/४
Mg#	۵۸/۱	۴۰/٣	۴۵/۲	۴۸/۶	¥9/8	٣۶/٩	4818	۴۷/۲	۴۷/۷	۴۴/ λ	۳۳/۵	۳۷/۷
Trace eleme	nts (ppm)											
Zn	94/1	173	۱۰۸	114	111	۱۰۸	110	١١٨	1.8	۱۱۸)))	118
Cu	١١٩	۱۰۱	٨٩	۲١	۲۲/۴	۲۵/۷	۳١/٩	۲۸/۸	۵٠/٣	۳۸/۲	22/4	۱۱/۷
Sc	41/9	17/7	22/0	۱۹/۵	22/4	٢	٩/۴	۱۰/۷	۱۷/۴	18	۵	۵/۴۲
Ga	۲۰/۷	26/4	۲ • /۷	۲٣/٩	۲ • /۵	۲۲/۳	۲۳/۲	۲۳/۲	Y 1/Y	۲١/٧	۲۱/۲	۱۹/۱
Ni	٩٩/١	۲٩/٧	۴۵/۵	۴١/٨	۵۴/۱	٣/٨	۲۴/۳	۲۳/۳	۴٧/٨	۱۸/۵	۲/۱	١/٣
Co	۴۶/۷	44/2	۴۷/۳	۴۴/۵	۴٣/٨	۱۸/۲	۴۰/٨	۴۲/۸	۳۸	۳۹	۲۵	74
Cr	494	n.d.	۲.	١/٣	۱۳/۲	n.d.	n.d.	n.d.	۷۳	٣	٢	۴
v	۳۱۰	221	۳۰۹	٣٠٧	۳۱۹	8018	777	177	774	۲۵۸	۸١/۵	۹١/٧
Ba	878	۷۵۵	٧٠۵	788	۷۳۳	1018	٧١۶	۷۳۸	889	۳۸۵	1898	٩٨٩
Pb	۵۳/۷	۵۵	۵۷/۳	۵۸/۵	۴۴/۵	58/5	۵۷/۱	43/4	٣/٨٩	٣/٩۶	٧/۵	۴/۴۹
Rb	14/1	۳۵/۹	۴۳/۶	۵١	۳۸/۴	١٣٠	48/2	۴٧/٢	۳۲/۴	24/4	Υ٢/٧	۶۷/۴
Sr	۴ ۳۲	917	٨٣٩	1419	۵۱۰	894	۳۸۴	٣٩.	04 F	۴ ۳۸	۹١.	۲ ۴ ۷
v	19/14	70/4	~~~	74	54/S	74/4	70/0	۲۸/۹	۲۳/۴	TAIN	78/9	74/0
1 7:	1 . Y	221	1,~1	11	197	766	710	216	****	r1r	**9	769
	1 • 1 • 0/w	97/5	111	69/6	67(1)	9.0/2	110			1 1 1	111	1/1
ND	17/1	11/0	۵٦/١	77/7	× v/1	٦۵/١	~ ~ ~		Y 60/ 1	۵٦/١ ۲	11/1	1.2
La	51/8	6	۵۳/۱	4V/X	79/7	٧٠/۵	۵۵/۵	00/ X	۵۹/۹	77	۲۲	۲١
Ce	44/1	١١٩	۹۵/۹	۹۳/۳	٩١	177	1.8	۱۰۸	١٠٩	۸۲/۴	177	171
Pr	۵/۳	۱۲/۸	۱۰/۴	۱۰/۸	1./٢	17/1	11/7	17/1	11/9	٩/۴١	14/2	14/4
Nd	77/Y	47	۳٩/۴	4.14	۳٩/٣	40	44/4	48/4	44/4	۳۷/۵	49/2	۵۲/۳
Sm	۵/۴	٨/١۵	٧/۵۶	٧/٨۴	٧/٨٣	٧/٨٧	Y/YA	λ/٣١	٧/۴۶	٧/۴٩	٨/٢۵	٨/۶۶
Eu	1/10	1/11	1/11	1/17	1/1 V	6/17	τ/ΔV	1/01	1/11	1/10 C/57	1/17	۲/۷ ۲/۱
Ga Th	r/v7	۷/۷۱ ۰/۹۳	7/11 •/¥9	7/7 . / . V	7/11 ./97	7/\\\F	7/NY	v/\ \	7/17	2/11 2/9V	7/7V	V/0A
10 Du	* *	A/166	*//*	N/. 9	A/. Y	¥/VA	A/67	A/m	A/. *	N/19	A/11	N/1 Y
Dy U-	1	ω/17 /0 γ		ω/ • <i>γ</i>	ω/• γ	1/10	ω/11 /9.k	ω/11 1/ G	ω/ • 1 /a.ve	ω/17	ω/11	ω/Λ1 \
но	•/٧۵	•/٦١	•/٨۶	•/\	1/•1	• /٨٦	•/٦٨ ٣/٨٩	1/07	•/٦٢	•/٦٦ ٣/€V	1	1/1
Er Tm	./**	1/61	1/10	./**	1/21 ./**V	./**	1167	1/21	./٣	./**	17	1/11 ./**
Thi Vh	1/11	7/7V		1/94	4/4F	2/22	×/1×	r/mr	۲. ۲	5/10	-/1W	7/67
10	•/٣٣	./**	./**	./**	•/٣	./**	./~~	•/٣١	./7V	•/٣٨	•/٣٣	./**
Lu Hf	٣/٠٣	۴/۲۳	۲/۹۱	4/29	¥/AV	∆/ € λ	€/۸۹	۴/۸	0/50	A/#Y	A/• V	8/81
Та	١/٨۴	۵/۲۹	٣/٣١	٣/٨٢	٣/٩۶	۵/۴۱	0/17	0/10	\$/AA	٣/۴۲	۵/۸۴	۶/۳۸
Th	٣	1./0	8/5	V/ F V	٧/٧٩	11/4	1.	1./٢	٩/٨٦	۶/۷)	١٢/٨	1.18
U	•/۵٩	۲/۴۲	1/47	1/9.5	1/A	۲/۶۵	۲/۲۹	7/88	7/78	1/0	۲/۹۳	۲/۳۹
Nb/Y	1/01	٣/۵٩	۲/۶۹	۲/۹	۲/۷۳	٣/٩	٣/۴١	٣/٣٧	۳/۲۱	۲/۳	٣/۴۵	٣/٧
Zr/Y	۵/۵۲	٨/۵٩	۵/۹۲	۷/۷۴	٧/٧٩	۱۰/۹	۸/۴۲	$\lambda/\Upsilon\lambda$	۱۰/۱	$\Lambda/\tau l$	۹/۲۵	۹/۴۴
Ti/Y	۷۱۸	801	۷۵۳	۶۵۷	838	414	۶۸۵	887	۶۸۸	۶٩٠	477	۵۱۷
Zr/Ti	•/• ١	•/• ١	• / • ١	• / • ١	•/• ١	•/•٣	•/• ١	•/• 1	•/• ١	•/• ١	•/•٢	۰/۰۲
(La/Sm) _N	۲/۵۹	۵/۱۵	۴/۵۴	٣/٩۴	٣/٨٢	Δ/VA	4/81	۴/۳۳	۵/۱۸	٣/٧	۵/۶۳	۵/۲۹
(Sm/Yb) _N	٣/٩٩	٣/٩٩	4/88	4/41	۳/۸۹	۳/۷۸	۴/۰۵	۳/۹۵	4/14	۴/۰۶	۴/۱۵	۳/۶۷
La/Yb) _N	۱۰/۳	۲۰/۵	۲۱/۱	۱۷/۴	۱۴/۹	۲1/۹	۱۸/۲	14/1	۲۱/۴	۱۵	۲۳/۴	۱۹/۴

n. d: not detected



شکل ۴. آ) نمودار Zr/Ti مقابل Nb/Y برای طبقهبندی سنگهای آتشفشانی تالش (Pearce, 1996). نمودارهای چند عنصری بههنجار شده نسبت به ترکیب گوشته اولیه، ب) و کندریت، پ) برای سنگهای آتشفشانی تالش. (علائم و نشانههای شکل پ مشابه شکل ب. مقادیر گوشته اولیه، کندریت، N-MORB و OIB از (Sun and McDonough, 1989)، میانگین قوس ماریانا (Mariana Arc) از (Mariana Arc)

Figure 4. a) The Zr/Ti versus Nb/Y diagram for the classification of Talesh volcanic rocks (Pearce, 1996). Primitive-mantle, **b**) and Chondrite, **c**) -normalized multi-element diagrams for Talesh volcanic rocks. Primitive mantle, chondrite, OIB, and N-MORB values are from (Sun and McDonough, 1989). Data of Mariana arc basalts are from (Pearce et al., 2005).

از آنجاکه اکثر عناصر گروههای LILE و HFSE در کانیهای اصلی مذابهای بازالتی ناسازگار هستند (Pearce, ایمهای بازالتی ناسازگار هستند (Pearce, ایمهای)، طبیعی است که بخشی از غنیشدگیهای مشاهده شده در نمودارهای چندعنصری و الگوی عناصر نادر خاکی به هنجارشده (شکل ۴ ب و پ) را میتوان متأثر از فرایندهای تبلورتفریقی و یا آلایش پوستهای درنظر گرفت. بدینصورت که با پیشرفت فرایند تبلور تفریقی و/یا افزایش آلایش پوستهای، تمرکز عناصر ناسازگار در مذاب باقیمانده افزایش میابد. فرایندهای یا زویژگیهای ژئوشیمیایی ماگمای اولیه شوند افزایش مییابد. فرایندهای یاد شده، گاه میتوانند باعث اختفای بسیاری از ویژگیهای ژئوشیمیایی ماگمای اولیه شوند (افزایش مییابد. فرایندهای یاد شده، گاه میتوانند باعث اختفای بسیاری از ویژگیهای ژئوشیمیایی ماگمای اولیه شوند (و اثرات فرایند تبلور تفریقی وایا افزایش آلایش پوستهای، تمرکز عناصر ناسازگار در مذاب باقیمانده (افزایش مییابد. فرایندهای یاد شده، گاه میتوانند باعث اختفای بسیاری از ویژگیهای ژئوشیمیایی ماگمای اولیه شوند (و از افزایش مییابد فرایندهای یاد شده، گاه میتوانند باعث اختفای بسیاری از ویژگیهای ژئوشیمیایی ماگمای اولیه شوند (و از افزایش مییابد فرایندهای یاد شده، گاه میتواند باعث اختفای بسیاری از ویژگیهای ژئوشیمیایی ماگمای اولیه شوند (و این می بایه دارای است و با همین استدلال، همسانی شیب الگوهای عناصر نادر خاکی به هنجارشده، به عنوان شاهدی از ژنز مشابه مذابه و اثرات فرایند تبلور تفریقی قلمداد میشود (Rollinson, 2014). در شکل ۴ پ، نمونههای منطقه تالش دارای الگوهای نسبتاً موازی و مشابهی هستند که مؤید ارتباط ژنتیک نمونهها و اثرگذاری فرایند تبلور تفریقی است. بنابراین الگوهای نسبتاً موازی و مشابهی هستند که مؤید ارتباط ژنتیک نمونهها و اثرگذاری فراینده بر خصوصیات ژئوشیمیایی الگوهای نسبتاً موازی و مشابهی همتند که مؤید ارتباط ژنتیک نمونهها و اثرگذاری فراینده بر خصوصیات ژئوشیمیایی نمونه ها برسی شود.

۱. تبلور تفریقی و آلایش پوستهای

در شکل ۵ تغییرات برخی اکسیدهای اصلی، عناصرکمیاب و نسبتهای عناصر ناسازگار، در برابر #Mg نمایش داده ، در شکل ۵ تغییرات برخی اکسیدهای اصلی Fe₂O₃ و CaO همراه با تهی شدگی شدید عناصر فلزی واسطه نظیر Ni،

CO و Cr با اندیس تفریق (کاهش #Mg) مربوط به تبلور سیلیکاتهای آهن -منیزیمدار به ویژه اولیوین و کلینوپیروکسن است (شکل ۵ آ، ب، ت، ث، ج). در ماگماهای بازالتی، کانی پلاژیوکلاز اصلی ترین فاز تفریق کننده Al₂O₃ از مذاب است. محتوای بالای این اکسید (جدول ۱)، در کنار نبود آنومالی منفی Eu (شکل ۴ پ)، نافی اثرگذار بودن تبلور تفریقی پلاژیوکلاز است. بررسی نسبت عناصر کمیاب نیز تأییدکننده این موضوع است. با تبلور پلاژیوکلاز Sr از مذاب خارج می شود، در حالی که La به غنی شدگی خود ادامه می دهد. به همین دلیل روند کاهشی La کی یبیشوت روند تحول مذاب (کاهش #Mg) به راحتی نقش تبلور پلاژیوکلاز را نمایان می کند (2011, مایشو دو تادیم روند روند روندی در نمونههای بررسی شده (شکل ۵ ح) سازگار با استدلال یادشده است. تیتانیم و وانادیم رفتاری مشابه در ذوب استفاده کرد. اگر این دو عنصر به جای تیتانومگنتیت در سایر فازها مانند اسفن یا روتیل شرکت کرده باشند، روندی متاوت نشان می دهند (1980, این دو عنصر برای نشان دادن تفریق ایلمنیت و تیتانومگنتیت در ماگما می توان استفاده کرد. اگر این دو عنصر به جای تیتانومگنتیت درسایر فازها مانند اسفن یا روتیل شرکت کرده باشند، روندی منتولی نشان می دهند (1980, اور دوندهای مشابه برای TO2 و V حاکی از آن است که کانی اوپک این مالیکه از نوع تیتانومگنتیت است که تبلور آن موجب روند کاهشی برای Feo دو V حاکی از آن است که کانی اوپک این سنگها از نوع تیتانومگنتیت است که تبلور آن موجب روند کاهشی برای Feo دو V حاکی از آن است که کانی اوپک این مینگهای منطقه چنین روندی دیده نمی شود (شکل ۵ خ)، بنابراین اثرگذاری تبلور تفریقی فازهای فرعی مانند آپاتیت سنگهای منطقه چنین روندی دیده نمی شود (شکل ۵ خ)، بنابراین اثرگذاری تبلور تفریقی فازهای فرعی ماند آپاتیت روی شیمی عناصر کمیاب مذاب چنان پردنگ نیست.



Figure 5. Variations of major element oxides, trace elements and trace element ratios versus Mg# for the Talesh alkali basalts

علوم زمین خوارزمی (نشریه علوم دانشگاه خوارزمی)

نکته دیگر بحث آلایش پوستهای است، سنگهای آتشفشانی مورد بحث چنان که در ادامه می آید مربوط به یک محیط قارهای هستند بنابراین احتمال آلایش مذاب در حین صعود و عبور از پوسته قارهای محتمل است. در این رابطه بررسی نسبت برخی از عناصر کمیاب مفید است. انطباق مثبت بین نسبتMNT و Zr/N نشانه عملکرد فرایندهای تبلور و هضم سنگ دیواره (AFC) است (AFC) است (Xurum and Tanyıldızı, 2017; Wilson, 2007) در حالی که روند موجود در شکل (۶ آ) بدون هم بستگی مثبت بین تغییرات نسبت Zr/Nb و Zr است و با روند AFC هم خوانی چندانی ندارد. از طرف دیگر، تغییرات نسبتهایی مانند Th/Nb و Zr/Nb در برابر نسبت Nb/Ta نیز تعیین کننده است. نسبتهای H/Nb در پوسته قارهای مقدار بیشتری نسبت به مذابهای گوشتهای دارند (هم بستگی بین Sun Ba/Nb و Th/Nb در پوسته قارهای مقدار بیشتری نسبت به مذابهای گوشتهای دارند (محموانی چندانی بین تغییرات Mort و Th/Nb در پوسته قاره ای مقدار بیشتری نسبت به مذابهای گوشته ای دارند (مهم بستگی بین Sun and McDonough, 1989 بینیرات است. نود انتظار است. نبود چنین روندی در نمونههای منطقه (شکل ۶ ب و پ) نافی آلایش پوسته ای قابل توجه در آنها است.



شكل ۶. آ) تاثيرات فرايندهاى تبلور تفريقى (FC) و تبلور تفريقى و آلايش پوستهاى (AFC) روى تغييرات نسبت Zr/Nb در مقابل Zr ب و پ) بررسى روند تغييرات نسبتهاى Th/Nb و Ba/Nb در مقابل نسبت Nb/Ta در نمونههاى بررسى شده و روند آلايش پوستهاى. مقادير پوستهٔ بالايى (UC) از(Rudnick and Gao, 2003) و N-MORB و OIB از(Sun and McDonough, 1989)

Figure 6. a) The effect of fractional crystallization (FC) and assimilation and fractional crystallization (AFC) on the variation of Zr/Nb ratio versus Zr. The variation of Th/Nb, b) and Ba/Nb ratio, c) versus Nb/Ta ratio indicates that the effect of crustal contamination on the studied samples is negligible. The Upper crust data is from (Rudnick and Gao, 2003). N-MORB and OIB data are from (Sun and McDonough, 1989)

۲. جایگاه تکتونیکی چنان که در قسمتهای قبلی اشاره شد، ویژگیهای ژئوشیمیایی نمونههای بررسی شده، اختلاف زیادی با بازالتهای پشته میاناقیانوسی و یا زون فرورانش دارند. تغییرات نسبت Th/Yb در مقابل Ta/Yb (Pearce, 1982) قابلیت این را دارد که مذابهای زونهای فرورانشی را از مذابهای گوشتهای (غیرفرورانشی) تفکیک کند. از طرفی این نسبتها، منشأهای گوشتهای تهیشده و غنی را از هم متمایز میسازد. مطابق آنچه در شکل ۷ آ) دیده میشود، نمونههای منطقه از نظر منشأ به مذابهای OIB شباهت دارند و بنابراین یک جایگاه درون پلیتی و منشأ گوشتهای غنی برای آنها معریف میشود. بازالتهای درون ورقهای هم جایگاه قارهای و هم اقیانوسی دارند، از این رو، برای تعیین دقیق جایگاه تعریف میشود. بازالتهای درون ورقهای هم جایگاه قارهای و هم اقیانوسی دارند، از این رو، برای تعیین دقیق جایگاه تعریف میشود. بازالتهای درون ورقهای هم جایگاه قارهای و هم اقیانوسی دارند، از این رو، برای تعیین دقیق جایگاه تعریف میشود. بازالتهای درون ورقهای هم جایگاه قارهای و هم اقیانوسی دارند، از این رو، برای تعیین دقیق جایگاه تعریف میشود. بازالتهای درون ورقهای هم جایگاه قارهای و هم اقیانوسی دارند، از این رو، برای تعیین دقیق جایگاه تعریفی آنها، از نسبت عناصر کمیاب La, Sm, Yb و هم اقیانوسی دارند، این سنگها در محدوده ریفتهای شده، استفاده شد (2008, 2008). چنان که در شکل ۷ ب دیده میشود، این سنگها در محدوده ریفتهای قارهای قارهای قارهای قارهای قارهای قارهای میشود، این سنگها در محدوده ریفتهای قارهای قارهای قاره ای قرار گرفتهاند. بنابراین ژئوشیمی عناصر کمیاب بازالتهای آلکالن منطقه تالش با یک جایگاه درون پلیتی قارهای هم خوانی دارد. با توجه به گستردگی این نوع سنگها در بخشهای دیگر البرز (2013, 2013, 2013) الحامالی قارهای مرخزی و غربی در هرخوانی دارد. با توجه به گستردگی این نوع سنگها در بخشهای دیگر البرز (et al., 2016; Haghnazar, 2012) کرتاسه پسین با تکتونیسم کششی در یک مقیاس ناحیهای یا ریفت قارهای توام باشد.



شکل ۲. آ) نمودار تغییرات نسبت Th/Yb در مقابلPearce, 1982) Ta/Yb)، ب) موقعیت نمونههای بررسی شده در نمودار DF1-DF2که تفکیک کننده بازالتهای جزایر اقیانوسی (OIB)، جزایر قوسی (IAB) و ریفتهای قارهای (CRB) است (Agrawal et al., 2008).

Figure 7. a) The Th/Yb against Ta/Yb diagram (Pearce, 1982), **b)** DF1-DF2 diagram discriminating oceanic island basalt (OIB) from island arc basalt (IAB) and continental rift basalt (CRB) (Agrawal et al., 2008) showing CRB affinity for the studied volcanic.

۳. کانی شناسی، عمق و درجه ذوب بخشی منشأ گوشتهای

علوم زمين خوارزمي (نشریه علوم دانشگاه خوارزمی)

۱/۵۷ است و چنان که در شکل ۸ آ نیز نشان داده شده، بازالتهای آلکالن تالش درمحدوده گوشته استنوسفری قرار گرفتهاند.

نکته دیگر این است که با افزایش عمق منشأ مذاب، درجه ذوببخشی کاسته میشود که خود میتواند باعث افزایش غنی شدگی LREE نسبت به HREE شود. برای تعیین درجه ذوببخشی، از برنامه PETRO-MODELER شود. برای تعیین درجه ذوببخشی، از برنامه PETRO-MODELER شود. برای مدل سازی بر اساس معادله ذوب تعادلی غیر مدال (broy, 2013) این مدل سازی بر اساس معادله ذوب تعادلی غیر مدال (Shaw, 1970) این مدل سازی بر اساس معادله ذوب تعادلی غیر مدال (Shaw, 1970) این مدل سازی بر اساس معادله ذوب تعادلی غیر مدال (Shaw, 1970) معادله مد. ضرایب توزیع عناصر در مذاب بازالتی و کانی شناسی مدال رخساره اسپینل / گارنت لرزولیت از (Shaw, 1970) انجام شد. ضرایب توزیع عناصر در مذاب بازالتی و کانی شناسی مدال رخساره اسپینل / گارنت لرزولیت از (Shaw, 1970) انجام شد. ضرایب توزیع عناصر در مذاب بازالتی و کانی شناسی مدال رخساره اسپینل / گارنت لرزولیت از (Shaw, 1995) انجام شد. نموناور حذف اثر تبلور بخشی، از نمونههایی با (%Necenzie and O'nions, 1991; NcKenzie and O'nions, 2003) اوتباس شد. به منظور حذف اثر تبلور بخشی، از نمونههایی با (%Net 2<Switch کار که در مدان این که به اولیه از (Switch حدان این در مدل سازی استفاده شد. نتیجه مدل سازی در نمودار Sm-Sm/Yb منعکس شده است (شکل ۸ ب) که نشان می دهد اکثر نمونهها با درجه ذوببخشی پایین (کمتر از ۲ درصد) سازگاری دارند. گرچه ترکیب منشأ گوشتهای بر اساس مدل سازی فوق اختلاطی از گوشته گارنت لرزولیتی و اسپینل لرزولیتی است که به نوعی ممکن است با اختلاط مذابهای گوشته عمیق و کم عمیق در ار تباط باشد.



شکل ۸. ویژگیهای منشأ گوشتهای بازالتهای آلکالن تالش، آ) نمودار Nb/La-La/Yb برای تفکیک گوشته لیتوسفری و استنوسفری (Abdel-Rahman, 2002)، ب) نمودار Sm/Yb مقابل Sm برای تعیین درجهٔ ذوببخشی و کانی شناسی منبع Figure 8. The mantle source characteristics of TAB, a) Nb/La-La/Yb diagram to discriminate lithospheric and asthenospheric mantle (Abdel-Rahman, 2002)

, b) Sm/Yb versus Sm diagram to determine the degree of partial melting and source mineralogy .

۴. مؤلفههای مختلف تأثیر گذار در منشأ گوشتهای بازالتهای تالش

در بازالتهای بررسی شده، مقادیر نسبتZr/Nb بین ۲/۴ تا ۴/۶ (میانگین۴/۲) و نسبت Nb/Th بین ۸۸/۶ تا ۱۰/۴۰ (میانگین ۸/۵) است (جدول ۱). مقادیر اندک این نسبتها، بازالتهای آلکالن تالش را خارج از محدودهٔ بازالتهای فلاتهای اقیانوسی (OPB) قرار میدهد. چنین بازالتهایی با 25<Nb/Th و Nb/Th مشخص می شوند. Condie,) قرار میگیرند (شکل ۹ آ) (, ODi و (می شخص می شوند. 2005). چنان که ملاحظه می شود نسبت Nb/Th نمونهها نزدیک به گوشته غنی شده (اسکل ۹ آ) (, EMI و EMII) است و با گوشته UIMU فاصلهٔ بیش تری دارد. در مورد منشأهای گوشتهای IMJ و EMII به اثرات فرورانش رسوبات آواری گوشته UIMU فاصلهٔ بیش تری دارد. در مورد منشأهای گوشتهای IMJ و EMII به اثرات فرورانش رسوبات آواری Saunders et al., 1988; White, 2015; Zindler اثرات پوسته زیرین قارهای، چرخه مجدد یک فلات اقیانوس فرورانشی ویا لیتوسفر زیر قارهای هم عنوان شده است (EMI به اثرات فرورانش رسوبات آواری Saunders et al., 1988; White, 2015; Zindler میتواند در تمایز میتهای با 1985; Hart, 1988; Unite, 2015; اقیانوسی اقیانوس فرورانشی ویا لیتوسفر زیر قاره ای هم عنوان شده است (EMI به نسبتهای بازالتهای بازالتهای جزایر اقیانوسی Ba/La La/Nb (Zr/Nb) استود. بر اساس جدول (۲)، منشأ گوشته ی ا **جدول ۲**. مقایسهٔ نسبت عناصر کمیاب ناسازگار در بازالتهای آلکالن تالش (TAB) و سایر مذابهای بازالتی و مخازن ماگمایی. مقادیر گوشته اولیه و N-MORB از (Sun and McDonough, 1989)، پوستهٔ قارمای از (Rudnick and Gao, 2003) و مؤلفههای OIB از (Lanyon et al., 1993; Weaver, 1991a)

Table 2. The incompatible trace element ratios of TAB compared with other basaltic melt and magmatic reservoirs. The data references are as: Primary mantle and N-MORB (Sun and McDonough, 1989), continental crust (Rudnick and Gao, 2003), and OIB component (Lanyon et al., 1993; Weaver, 1991a)

	Zr/Nb	La/Nb	Ba/Nb	Ba/Th	Rb/Nb	K/Nb	Th/Nb	Th/La	Ba/La
Primitive mantle	۱۵/Υ	٠/٩۶	٩/٨٠	٨٢/٢	٠/٨٩	۳۵۱	•/1٢	•/17	۱۰/۱۷
N-MORB	۳١/٨	١/•٧	۲/۷۰	۵۲/۵	•/۲۴	۲۵۸	•/•۵	•/•۵	۲/۵۲
Continental Crust	۱۶/۵	۲/۵۰	۵۷/۰	٨١/۴	۶/۱۳	١٨٧٨	• /Y•	۰/۲۸	۲۲/۸۰
HIMU-OIB	۰/۴-۵/۶	۰/۰Y-۰/۸۵	$1/ \cdot - A/Y$	23-101	۰/۰۱-۰/۴۵	18-268	•/•A-•/١•	•/_•/\٣	۲/۴-۱۵/۴
EMI-OIB	۳/۷–۱۸/۷	•/9۴-۲/19	۸/۱–۲۳/۴	Y1-۲۰۴	•/٣·-١/۴١	۹۶-۵۲۳	•/11-•/17	•/11-•/1٣	۶/۳-۱۷/۸
EMII-OIB	۴/۴-۸/۷	۰ <i>/۶۳</i> –۱/۱۹	8/4-10/8	۵۷–۱۰۵	•/۵۸−۱/۲۴	1.4-81.	•/11-•/18	•/18-•/18	٧/٣-١٩/۶
TAB	۲/۴-۱۷/۶	•/84-1/1	$\tau/\tau \ell - \iota v/\tau$	22-122	•/_٣/۶	۴۱-۳۱۸	•/\-•/٣	•/17-•/۴	4/3-24
Average TAB	٣/٨٩	٠/٢٩	٩/۶٨	Υ۵/۲	٠/٨۴	۳۱۸	•/1۴	•/\X	۱۲/۵

تحولات ژئوديناميكي

در مورد ماگماتیسم کرتاسه در البرز نظرات مختلفی وجود دارد. به عقیدهٔ وردل و همکاران (2011) (Verdel et al., 2011) فرورانش کم شیب نئوتتیس به زیر حاشیه ایران در زمان کرتاسه باعث جابهجایی کانون ماگماتیسم به سمت البرز شده، به عبارت دیگر ماگماتیسم کرتاسه در البرز مربوط به فرورانش کم شیب شاخه جنوبی نئوتیس به زیر ایران است. این درحالی است که به عقیدهٔ بربریان (Berberian, 1983) ولکانیسم کرتاسه البرز غربی، در اثر فرورانش اقیانوس سوان-آکرا-قره داغ ایجاد شده که این قوس خود شاخه شرقی زون فرورانشی اقیانوس ازمیر-آنکارا-ارزینکان است. در دیگر تحقیقاتی که وضعیت پالئوتکتونیک ایران و کشورهای هم جوار را بررسی کردهاند، به این نکته اشاره دارند که بعد از اتصال بلوکهای سیمرید به حاشیه جنوبی اوراسیا، یک ریفت قارهای، در تریاس فوقانی، باعث تشکیل شاخه شمالی اقیانوس نئوتتیس شد که فرورانش رو به شمال این اقیانوس منجر به تشکیل یک سیستم فرورانش و ماگماتیسم وابسته به قوس شده است (2007). ماگماتیسم غالب این قوس کالکوآلکالن است ولی ماگماتیسم وابسته به قوس شده است (تاین زون به وجود شرایط کششی بالای زون فرورانش ناشی از برگشت به عقب ورقه اقیانوسی ماگراند، به قوس شده است (Zakariadze et al., 2007) و ماگماتیسم وابسته به قوس شده است (۲۰۵۳) یا تون به وجود شرایط کششی بالای زون فرورانش ناشی از برگشت به عقب ورقه اقیانوسی فرورونده نسبت داده شده که منجر به تولید ماگمای از نوع OIP یا تودهای گرانیتی A-Type شده است فرورونده نسبت داده شده که منجر به تولید ماگمای از نوع OIP یا تودههای گرانیتی A-Type شده است

Delibaş et al., 2016; Karacık and Tüysüz, 2010; Karsli et al., 2018; Karsli et al., 2012;) (Rolland et al., 2009; Temizel et al., 2019). اگرچه احتمال گستردگی سیستم قوس نئوتتیس شمالی تا البرز پدیده محتملی است، بهویژه که بازالتهای کالکوآلکالن کرتاسه در اردبیل (شهرستان گرمی) خصوصیات ماگماتیسم زون فرورانش را دارند (Mobashergermi et al., 2018) و در محدودهٔ جنوب لاهیجان-جواهردشت و مناطق هم جوار سنگهای آتشفشانی یا درونی با ویژگیهای مناطق فرورانشی گزارش شده، هرچند آنها را بخشی از توالی افیولیتی و تشکیل تحت محیط سوپراسابداکشن زون (Akmali et al., 2019; Salavati et al., 2012) و یا مرتبط با آلایش علوم زمین خوارزمی (نشریه علوم دانشگاه خوارزمی)

پوستهای (Haghnazar et al., 2016) میدانند. بنابراین در صورت انتشار دادههای بیش تر در مورد ماگماتیسم مرتبط با قوس در دامنه شمالی البرز، احتمالا یک سناریو قابل پذیرش برای تشکیل بازالتهای آلکالن درون ورقهای در این قسمت از ایران، برگشت به عقب صفحه اقیانوسی فرورانش کننده و ورود جریان جانبی استنوسفر به گوه گوشتهای است. فرایندی که برای این نوع ماگماتیسم علاوه برزون پونتید-سوان-آکرا (چنان که در بالا اشاره شد)، برای کمربند آتشفشانی مکزیک هم، در نظر گرفته شده است (Ferrari et al., 2001).



شكل ۹. آ) موقعيت بازالتهاى آلكالن تالش در نمودار Zr/Nb-Nb/Ta محدودهها و تركيب اعضاى پايانى از (, Condie,) موف الكوهاى ژئوشيميايى گوشته منبع (2005). ترسيم نسبتهاى ب) Ba/Nb (و ت) Ba/Nb معرف الكوهاى ژئوشيميايى گوشته منبع (Cook et al., 2005; Lanyon et al., 1993) و EMI المال تالش. محدودههاى Figure 9. a) The plot of TAB samples on the Zr/Nb vs. Nb/Th diagram (Condie, 2005). Th/Nb, (b), Ba/Nb, (c), and La/Nb, (d) plotted against K/Nb illustrating the geochemical features of the mantle source for TAB. The fields of HIMU, EMI, and EMII are from (Cook et al., 2005; Lanyon et al., 1993)

وجود پلوم گوشتهای برای تشکیل ماگمای آلکالن کرتاسه پسین البرز، مکانیزمی قابل قبول بهنظر میرسد. صعود یک پلوم گوشتهای منجر به بالاآمدگی یک تا دوکیلومتری شانه ریفت و حضور تعداد زیادی ازدایکهای دستهای در منطقه میشود (Ferrari et al., 2001; Hawkesworth et al., 1995; Stampfli et al., 2001; hawkesworth et al., 1995; Stampfli et al., 2001; به ماگماتیسم آلکالن البرز، بالا آمدگی وسیع و یا وجود دایکهای دستهای در مقالات مربوط بنابراین، حضور یک پلوم بزرگ همانند آنچه برای غرب مکزیک و یا OPB در نظر گرفته میشود چندان با حجم کم ماگماتیسم آلکالن کرتاسه در حاشیهٔ جنوبی اوراسیا (زون پونتید-قفقاز-البرز) سازگار نیست.

اما نظریه ارائه شده بهوسیلهٔ (Kazmin and Tikhonova, 2006) با ماگماتیسم آلکالن دامنه شمالی البرز، سازگاری بیشتری دارد. این پژوهش گران، آلکالی بازالتهایی با محتوای Ti بالا در گرجستان (زون قفقاز کوچک) را وابسته به فرایند ریفتی شدگی و تشکیل یک دره ریفتی در زون اجاریا-ترالیتی میدانند و معتقدند گدازههای موجود در سازند چالوس که بهصورت بین لایهای با رسوبات کرتاسه پایین تا بالا قرار دارند، مرتبط با ریفتشدگی دامنهٔ شمالی البرز هستند، بهعبارت دیگر ماگماتیسم آلکالن این مناطق ناشی ازفعالیت یک ریفت قارهای است که از گرجستان تا البرز مرکزی را در برگرفته است. پژوهشهای انجام شده روی بازالتهای آلکالن کرتاسه، در جنوب مرزن آباد و کجور در استان مازندران و همچنین مناطق جواهردشت، دیلمان، کجید در استان گیلان به تشکیل این سنگها آباد و کجور در استان مازندران و همچنین مناطق جواهردشت، دیلمان، کجید در استان گیلان به تشکیل این سنگها در یک حوضه ریفتی اشاره دارند (; 2018, 2013; Delavari et al., 2011; Delavari et al., 2013; Akmali et al., 2019; Ansari et al., 2011; Delavari et al., 2013; این سنگها پلیتی مرتبط با ریفت قارهای را نشان می دهند (شکل ۷ آ و ب) که شرایط تشکیل مشابهی همانند سایر بازالتهای آلکالن کرتاسه البرز را برای این ولکانیسم رقم زده است. هرچند عمق حوضهای که این فعالیت ماگمایی درآن رخ داده آلکالن کرتاسه البرز را برای این ولکانیسم رقم زده است. هرچند عمق حوضهای که این فعالیت ماگمایی درآن رخ داده در بخشهای مختلفی است، در حالی که در ون را برای این ولکانیسم رقم زده است. هرچند عمق حوضه ای که این فعالیت ماگمایی درآن رخ داده در بخشهای مختلهی البرز را برای این ولکانیسم رقم زده است. هرچند عمق حوضه که این فعالیت ماگمایی درآن رخ داده در بخشهای محمدها البرز را برای این ولکانیسم رقم زده است. هرچند عمق حوضه مراه با این بازالتها محیط عمیق دریایی را در سازند چالوس بهخوبی خود را نشان می دهد (2012, می قال یا یا بازلتها محیط کمیق دریایی را در سازند چالوس بهخوبی خود را نشان می دهد (2012, مای مور کلی مور کلی مور کلی مور کلی موره با رخسارههای رسوبی در در سازند رازند چالوس بهخوبی خود را نشان می دهد (2012, مار حاصیهٔ جنوبی اوراسیا حاکم بوده است. در زون وله کرف که در البرز مرکزی باعضو آهک زیرین و آهک بالایی در سازند چالوس بهخوبی خود را نشان می دهد (2012, مایمان کمی در ایر مرکزی باعضو آهک زیرین و آهک بالایی در سازند چالوس بهخوبی خود را نشان می دهد (2012, مایما حاکم بوده است. در زون قفقاز کوچک- البرز این حادثه در پی تشکیل یک ریفت کر می مور ای می خود در وی مونتی مالی است. مرکزی باعضو آهک این کستی مر ری مرشی مر رازم می تولی یک مرش در را ترخم مور کلی می مرزون و

نتيجهگيرى

بازالتهای آلکالن تالش بخشی از مجموعه سنگهای رسوبی-آتشفشانی کرتاسه پسین هستند که در دامنه شرقی کوههای تالش واقع در زون البرز غربی، رخنمون دارند. اختصاصات واحدهای رسوبی نشاندهندهٔ یک محیط ساحلی-دلتایی کم عمق است. بخش ماگمایی که بهصورت برونزدهایی از روانه و دایک در منطقه دیده میشود دارای بافت آفانتیک تا پورفیریک بوده است که کانیهای پلاژیوکلاز،کلینوپیروکسن، تیتانومگنتیت ± آلکالی فلدسپار بهصورت درشت بلور و در خمیره سنگ حضور دارند. محتوای زیاد Ti و No این سنگها، آنها را در محدودهٔ آلکالیبازالت تا فوئیدیت قرار داده است. غلظت زیاد عناصر ناسازگار، غنیشدگی LREE JLIL و HFSE در نمودارهای چند عنصری بههنجار شده به گوشته اولیه، همراه با نسبتهای عناصر ناسازگار تشابه این ولکانیسم را با ماگماهای آلکالی درونورقه-ای مرتبط با ریفتهای قارهای را آشکار کرد. ذوب بخشی کم یک گوشته استنوسفری با مؤلفه غنی شده از نوع EMII ای مرتبط با ریفتهای قارهای را آشکار کرد. ذوب بخشی کم یک گوشته استنوسفری با ماگماهای آلکالن درونورقه-ویژگیهای ژئوشیمیایی و جایگاه تکتونیکی بازالتهای آلکالن تالش با سایر بازالتهای الراز و همچنین زون درکنارتاثیر تفریق بلوری، غنیشدگی زیاد این ماگما در همهٔ گروههای عناصر ناسازگار را موجب شده است. تشابه ویژگیهای ژئوشیمیایی و جایگاه تکتونیکی بازالتهای آلکالن تالش با سایر بازالتهای آلکالن البرز و همچنین زون پونتید و قفقاز کوچک، نشانه حاکمیت یک تکتونیک کششی در بازهٔ زمانی کرتاسه پسین، در حاشیه جنوبی اوراسیا

تشكر و قدردانی

بخشی از تجزیههای این مقاله در دانشگاه ناگویای ژاپن انجام شد که از دکتر حسین عزیزی و دکتریوشی آساهارا (استاد دانشگاه و رئیس آزمایشگاه) تشکر و قدردانی میکنیم.

منابع

- Abdel-Rahman, A.-F.M., "Mesozoic volcanism in the Middle East: geochemical, isotopic and petrogenetic evolution of extension-related alkali basalts from central Lebanon", Geological Magazine, 139 (6) (2002) 621-640. https://doi.org/10.1017/ S0016756802006829.
- 2. Aghanabati, A., "Geology of Iran. Geological Survey of Iran (2012).
- Agrawal, S., Guevara, M., Verma, S.P., "Tectonic discrimination of basic and ultrabasic volcanic rocks through log-transformed ratios of immobile trace elements", International Geology Review, 50 (12) (2008) 1057-1079, https://doi.org/10.2747/0020-6814.50.12.1057.
- Akmali, S., Asiabanha, A., Haghnazar, S., "Cretaceous magmatic evolution in the Deylaman igneous complex, Alborz zone, Iran: change from extensional to compressional regime", Geological Quarterly, 63 (4) (2019) 757-770, http://dx.doi.org/ 10.7306/gq.1500.
- 5. Alavi, M., "Tectonostratigraphic synthesis and structural style of the Alborz mountain system in northern Iran", Journal of Geodynamics, 21(1) (1996) 1-33.
- Aldanmaz, E., Köprübaşı, N., Gürer, Ö. F., Kaymakçı, N., Gourgaud, A., "Geochemical constraints on the Cenozoic, OIB-type alkaline volcanic rocks of NW Turkey: Implications for mantle sources and melting processes. Lithos, 86 (1) (2006) 50-76, https://doi.org/10.1016/j.lithos.2005.04.003.
- Ansari, M., Abedini, M. V., Zadeh, A. D., Sheikhzakariaee, S., mirzaee Beni, Z. H., "Geochemical constrain on the Early Cretaceous, OIB-type alkaline volcanic rocks in Kojor volcanic field, Central Alborz Mountain, north of Iran", Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5 (10) (2011) 913-925.
- Aydin, F., "Geochronology, geochemistry, and petrogenesis of the Maçka subvolcanic intrusions: implications for the Late Cretaceous magmatic and geodynamic evolution of the eastern part of the Sakarya Zone, northeastern Turkey", International Geology Review, 56 (10) (2014) 1246-1275, https://doi.org/10.1080/00206814.2014.933364.
- 9. Berberian, M.,0 "The southern Caspian: A compressional depression floored by a trapped, modified oceanic crust", Canadian Journal of Earth Sciences, 20 (2) (1983) 163-183.
- 10. Berberian, M., King, G., "Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran", Canadian journal of earth sciences, 18 (2) (1981) 210-265,
- 11. Burtman, V., "Meso-Tethyan oceanic sutures and their deformation", Tectonophysics, 234 (4) (1994) 305-327.
- 12. Clark, G., Davies, R., Hamzepour, B., Jones, C., "Explanatory Text of the Bandar- e-Pahlavi Quadrangles Map 1: 2500000, Geological Survey of Iran", (1975).
- Condie, K. C., "High field strength element ratios in Archean basalts: a window to evolving sources of mantle plumes?", Lithos, 79 (3) (2005) 491-504, https://doi.org/10.1016/j.lithos.2004.09.014.

- 14. Cook, C., Briggs, R. M., Smith, I. E., Maas, R., "Petrology and geochemistry of intraplate basalts in the South Auckland volcanic field, New Zealand: evidence for two coeval magma suites from distinct sources. Journal of Petrology, 46 (3) (2005) 473-503.
- 15. Davidson, J., Hassanzadeh, J., Berzins, R., Stockli, D. F., Bashukooh, B., Turrin, B., Pandamouz, A., "The geology of Damavand volcano, Alborz Mountains, northern Iran", Geological Society of America Bulletin, 116 (1-2) (2004) 16-29, 10.1130/B25344.1.
- 16. Davis, F. A., Hirschmann, M. M., Humayun, M., "The composition of the incipient partial melt of garnet peridotite at 3GPa and the origin of OIB", Earth and Planetary Science Letters, 308 (3) (2011) 380-390, https://doi.org/10.1016/j.epsl.2011.06.008.
- 17. Delavari, M., Moradi, R., Shabani, A. A. T., "Mineral chemistry, thermobarometry and tectonomagmatic setting of Late-Cretaceous volcanic rocks from the Kojid area (south of Lahijan, northern Alborz)", (2018).
- Delibaş, O., Moritz, R., Ulianov, A., Chiaradia, M., Saraç, C., Revan, K. M., Göç, D., "Cretaceous subduction-related magmatism and associated porphyry-type Cu–Mo prospects in the Eastern Pontides, Turkey: new constraints from geochronology and geochemistry", Lithos, 248 (2016) 119-137.
- Doroozi, R., Vaccaro, C., Masoudi, F., Petrini, R., "Cretaceous alkaline volcanism in south Marzanabad, northern central Alborz, Iran: Geochemistry and petrogenesis", Geoscience Frontiers, 7 (6) (2016) 937-951, https://doi.org/10.1016/j.gsf.2015.11.004.
- Ersoy, E.Y., "PETROMODELER (Petrological Modeler): a Microsoft[®] Excel[©] spreadsheet program for modelling melting, mixing, crystallization and assimilation processes in magmatic systems", Turkish Journal of Earth Sciences, 22 (1) (2013) 115-125, doi:10.3906/yer-1104-6.
- Ferguson, D. J., Barnie, T. D., Pyle, D. M., Oppenheimer, C., Yirgu, G., Lewi, E., Kidane, T., Carn, S., Hamling, I., "Recent rift-related volcanism in Afar, Ethiopia", Earth and Planetary Science Letters, 292 (3) (2010) 409-418, https://doi.org/10.1016/j.epsl.2010.02.010.
- 22. Ferrari, L., Petrone, C. M., Francalanci, L., "Generation of oceanic-island basalt-type volcanism in the western Trans-Mexican volcanic belt by slab rollback, asthenosphere infiltration, and variable flux melting", Geology, 29 (6) (2001) 507-510,
- 23. Fitton, J. G., "The OIB paradox", Special Papers-Geological Society Of America, 430: (2007) 387, 10.1130/2007.2430(20).
- Green, T., "Island arc and continent-building magmatism-A review of petrogenic models based on experimental petrology and geochemistry", Tectonophysics, 63 (1-4) (1980) 367-385,

۵٨

- 25. Haghnazar, S., "Petrology, Geochemistry and tectonic setting of Javaherdasht Cretaceous gabbro in the north of Alborz mountains, East of Gilan, north of Iran", A part of Ophiolite sequence or intra-continental rift? Petrology (2228-5210), 3 (10) (2012) 79-94 (in Persian),
- 26. Haghnazar, S., Shafeii, Z., Shaeghi, Z., "Petrogenesis and structural zone in basalt, Trachyte and rhyolite assemblage in Spili, South of Siahkal, North of Iran: Evidence of Dual Magmatism related to continental rift in Alborz", Petrology, 7 (27) (2016.) 43-60 (in Persian),
- Hawkesworth, C., Turner, S., Gallagher, K., Hunter, A., Bradshaw, T., Rogers, N., "Calc- alkaline magmatism, lithospheric thinning and extension in the Basin and Range", Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 100 (B6) (1995) 10271-10286,
- Humphreys, E. R., Niu, Y., "On the composition of ocean island basalts (OIB): The effects of lithospheric thickness variation and mantle metasomatism", Lithos, 112 (1) (2009) 118-136, https://doi.org/10.1016/j.lithos.2009.04.038.
- 29. Karacık, Z., Tüysüz, O., "Petrogenesis of the Late Cretaceous Demirköy Igneous Complex in the NW Turkey: Implications for magma genesis in the Strandja Zone. Lithos", 114 (3) (2010) 369-384, https://doi.org/10.1016/j.lithos.2009.09.012.
- 30. Karsli, O., Aydin, F., Uysal, I., Dokuz, A., Kumral, M., Kandemir, R., Budakoglu, M., Ketenci, M., "Latest Cretaceous "A2-type" granites in the Sakarya Zone, NE Turkey: Partial melting of mafic lower crust in response to roll-back of Neo-Tethyan oceanic lithosphere", Lithos, 302-303 (2018) 312-328, https://doi.org/10.1016/j.lithos.2017.12.025.
- 31. Karsli, O., Caran, Ş., Dokuz, A., Çoban, H., Chen, B., Kandemir, R., "A-type granitoids from the Eastern Pontides, NE Turkey: Records for generation of hybrid A-type rocks in a subduction-related environment", Tectonophysics, 530-531 (2012) 208-224, https://doi.org/10.1016/j.tecto.2011.12.030.
- Kazmin, V., Tikhonova, N., "Late Cretaceous-Eocene marginal seas in the Black Sea-Caspian region: paleotectonic reconstructions", Geotectonics, 40 (3) (2006) 169-182,
- 33. Kurum, S., Tanyıldızı, Ö., "Geochemical and Sr-Nd isotopic characteristics of Upper Cretaceous (calc-alkaline) and Miocene (alkaline) volcanic rocks: Elazığ, Eastern Taurides, Turkey", Journal of African Earth Sciences, 134 (2017) 332-344, https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2017.06.020.
- 34. Lanyon, R., Varne, R., Crawford, A. J., "Tasmanian Tertiary basalts, the Balleny plume, and opening of the Tasman Sea (southwest Pacific Ocean)", Geology, 21 (6) (1993) 555-558,
- 35. Madanipour, S., Yassaghi, A., Ehlers, T. A., Enkelmann, E., "Tectonostratigraphy, structural geometry and kinematics of the NW Iranian Plateau margin: Insights from the Talesh Mountains, Iran", American Journal of Science, 318 (2) (2018) 208-245,

- 36. Marske, J. P., Pietruszka, A. J., Trusdell, F. A., Garcia, M. O., "Geochemistry of southern Pagan Island lavas, Mariana arc: the role of subduction zone processes", Contributions to Mineralogy and Petrology, 162 (2) (2011) 231-252, 10.1007/s00410-010-0592-1.
- 37. Mattsson, H. B., Oskarsson, N., "Petrogenesis of alkaline basalts at the tip of a propagating rift: Evidence from the Heimaey volcanic centre, south Iceland", Journal of Volcanology and Geothermal Research, 147 (3) (2005) 245-267, https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2005.04.004.
- McKenzie, D., O'nions, R., "Partial melt distributions from inversion of rare earth element concentrations", Journal of Petrology, 32 (5) (1991) 1021-1091, https://doi.org/10.1093/petrology/32.5.1021.
- McKenzie, D., O'nions, R. K., "The source regions of ocean island basalts", Journal of petrology, 36 (1) (1995) 133-159, https://doi.org/10.1093/petrology/36.1.133.
- 40. Mobashergermi, M., Aghazadeh, M., Kheirkhah, M., Ahmadzadeh, G., "Geochemistry and petrogenesis of Cretaceous volcanic rocks from the south and southwest of Germi city (Northwest of Iran)", (2018).
- 41. Nikishin, A. M., Ziegler, P. A., Abbott, D., Brunet, M. F., Cloetingh, S., "Permo–Triassic intraplate magmatism and rifting in Eurasia: implications for mantle plumes and mantle dynamics", Tectonophysics, 351 (1) (2002) 3-39, https://doi.org/10.1016/S0040-1951(02)00123-3.
- 42. Palme, H., O'Neill, H.S.C., "Cosmochemical estimates of mantle composition", In: Carlson, R.W. (Ed.), Treatise on geochemistry The mantle and core, 2 (2003.) 1-38.
- 43. Pearce, J. A., "Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries", Andesites, 8 (1982) 525-548,
- 44. Pearce, J. A., "A user's guide to basalt discrimination diagrams", Trace element geochemistry of volcanic rocks: applications for massive sulphide exploration. Geological Association of Canada, Short Course Notes, 12 (1996) 79-113,
- 45. Pearce, J. A., Stern, R. J., Bloomer, S. H., Fryer, P., "Geochemical mapping of the Mariana arc- basin system: Implications for the nature and distribution of subduction components", Geochemistry, geophysics, geosystems, 6 (7) (2005).
- 46. Pfänder, J. A., Jung, S., Münker, C., Stracke, A., Mezger, K., "A possible high Nb/Ta reservoir in the continental lithospheric mantle and consequences on the global Nb budget– Evidence from continental basalts from Central Germany", Geochimica et Cosmochimica Acta, 77 (2012) 232-251.
- 47. Plank, T., "Constraints from thorium/lanthanum on sediment recycling at subduction zones and the evolution of the continents", Journal of Petrology, 46 (5) (2005) 921-944, https://doi.org/10.1093/petrology/egi005.

- 48. Premoli, S. I., Verga, D., "Practical manual of Cretaceous planktonic foraminifera", International school on planktonic foraminifera, 3 (0) (2004).
- 49. Renjith, M., "Micro-textures in plagioclase from 1994-1995 eruption, Barren Island Volcano: evidence of dynamic magma plumbing system in the Andaman subduction zone", Geoscience Frontiers, 5 (1) (2014) 113-126.
- Rolland, Y., Billo, S., Corsini, M., Sosson, M., Galoyan, G., "Blueschists of the Amassia-Stepanavan suture zone (Armenia): linking Tethys subduction history from E-Turkey to W-Iran", International Journal of Earth Sciences, 98 (3) (2009) 533-550. 10.1007/s00531-007-0286-8.
- 51. Rollinson, H. R., "Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation", Routledge (2014).
- 52. Rossetti, F., Monié, P., Nasrabady, M., Theye, T., Lucci, F., Saadat, M., "Early Carboniferous subduction-zone metamorphism preserved within the Palaeo-Tethyan Rasht ophiolites (western Alborz, Iran)", Journal of the Geological Society, 174 (4) (2017) 741-758, 10.1144/jgs2016-130.
- Rudnick, R. L., Gao, S., "Composition of the continental crust, In, Rudnick, R,L, Ed", The Crust, Elsevier-Pergamon, Oxford, 3 (2003) 1-64. 10.1016/B0-08-043751-6/03016-4.
- Salavati, M., Kananian, A., Noghreiian, M., "Geochemical characteristics of volcanic suite from the easthern Guilan province Ophiolite complex in North of Iran", JApSc, 12 (1) (2012)1-11,
- 55. Saunders, A., Norry, M., Tarney, J., "Origin of MORB and chemically-depleted mantle reservoirs: trace element constraints", Journal of Petrology (1) (1988) 415-445.
- 56. Sengor, A., Altıner, D., Cin, A., Ustaömer, T., Hsü, K., "Origin and assembly of the Tethyside orogenic collage at the expense of Gondwana Land", Geological Society, London, Special Publications, 37 (1) (1988) 119-181,
- 57. Shaw, D. M., "Trace element fractionation during anatexis", Geochimica et Cosmochimica Acta, 34 (2) (1970) 237-243, https://doi.org/10.1016/0016-7037(70)90009-8.
- 58. Song, X.-Y., Qi, H.-W., Robinson, P. T., Zhou, M.-F., Cao, Z.-M., Chen, L.-M., "Melting of the subcontinental lithospheric mantle by the Emeishan mantle plume; evidence from the basal alkaline basalts in Dongchuan, Yunnan, Southwestern China", Lithos, 100 (1) (2008) 93-111. https://doi.org/10.1016/j.lithos.2007.06.023.
- 59. Stampfli, G. M., "Tethyan oceans", Geological Society, London, Special Publications, 173 (1) (2000) 1-23. 10.1144/gsl.sp.2000.173.01.01.
- 60. Stampfli, G. M., Mosar, J., Favre, P., Pillevuit, A., VANNAY, J.-C., "Permo-Mesozoic evolution of the western Tethys realm: the Neo-Tethys East Mediterranean basin connection", Mémoires du Muséum national d'histoire naturelle (1993) 186 (2001) 51-108.

- 61. Stocklin, J., "Structural history and tectonics of Iran: a review", AAPG bulletin, 52 (7) (1968) 1229-1258,
- 62. Sun, S., McDonough, W. E., "Chemiacalandisotopicsystematicof oceanic basalts: Implications for mantle composition and processes", Geological Society, London,Special Publications 42 (1) (1989) 313-345.10.1144/GSL.SP.1989.042.01.19.
- 63. Temizel, İ., Arslan, M., Yücel, C., Yazar, E. A., Kaygusuz, A., Aslan, Z., "U-Pb geochronology, bulk-rock geochemistry and petrology of Late Cretaceous syenitic plutons in the Gölköy (Ordu) area (NE Turkey): Implications for magma generation in a continental arc extension triggered by slab roll-back", Journal of Asian Earth Sciences, 171(2019) 305-320. https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2019.01.004.
- Veevers, J., Tewari, R., "Permian-Carboniferous and Permian-Triassic magmatism in the rift zone bordering the Tethyan margin of southern Pangea", Geology, 23 (5) (1995) 467-470, 10.1130/0091-7613(1995)023<0467:PCAPTM>2.3.CO;2.
- 65. Verdel, C., Wernicke, B. P., Hassanzadeh, J., Guest, B., "A Paleogene extensional arc flare- up in Iran", Tectonics, 30 (3) (2011). 10.1029/2010TC002809,.
- 66. Vernon, R. H., "A practical guide to rock microstructure", Cambridge university press.
- Weaver, B.L., 1991a. The origin of ocean island basalt end-member compositions: trace element and isotopic constraints. Earth and Planetary Science Letters, 104 (2-4) (2018) 381-397,
- 68. Weaver, B. L., "Trace element evidence for the origin of ocean-island basalts", Geology, 19 (2) (1991b) 123-126.
- 69. White, W. M., "Isotope geochemistry", John Wiley & Sons (2015).
- Wilson, B. M., "Igneous petrogenesis a global tectonic approach", Springer Science & Business Media (2007).
- 71. Xia, L., Xu, X., Li, X., Ma, Z., Xia, Z., "Reassessment of petrogenesis of Carboniferous– Early Permian rift-related volcanic rocks in the Chinese Tianshan and its neighboring areas", Geoscience Frontiers, 3 (4) (2012) 445-471.
- 72. https://doi.org/10.1016/j.gsf.2011.12.011.
- 73. Yoder, H., Tilley, C. E., "Origin of basalt magmas: an experimental study of natural and synthetic rock systems", Journal of Petrology, 3 (3) (1962.) 342-532,
- 74. https://doi.org/10.1093/petrology/3.3.342.
- 75. Zakariadze, G. S., Dilek, Y., Adamia, S. A., Oberhänsli, R. E., Karpenko, S. F., Bazylev, B. A., Solov'eva, N., "Geochemistry and geochronology of the Neoproterozoic Pan-African Transcaucasian Massif (Republic of Georgia) and implications for island arc evolution of the late Precambrian Arabian-Nubian Shield", Gondwana Research, 11 (1) (2007) 92-108. https://doi.org/10.1016/j.gr.2006.05.012.

- 76. Zhou, M.-F., Zhao, J.-H., Jiang, C.-Y., Gao, J.-F., Wang, W., Yang, S.-H., "OIB-like, heterogeneous mantle sources of Permian basaltic magmatism in the western Tarim Basin, NW China: Implications for a possible Permian large igneous province", Lithos, 113 (3) (2009) 583-594. https://doi.org/10.1016/j.lithos.2009.06.027.
- 77. Zindler, A., Hart, S., "Chemical geodynamics", Annual review of earth and planetary sciences, 14 (1) (1986) 493-571.

Late Cretaceous alkaline basalts of the Talesh area: implication for the tectonic evolution of continental margin in southern Eurasia (western Alborz)

Khadijeh Amani^{*}, Morteza Delavari, Sadroddin Amini, Amir Ali Tabbakh Shabani Faculty of Earth Sciences, Geochemistry Department, Kharazmi University

Extended Abstract

(Paper pages 25-38)

Introduction

The geochemistry of within plate alkaline basalts is important to constrain the mantle source characteristics e.g. depth and degrees of partial melting, homogeneity and/or heterogeneity of the mantle, and also the geochemical interaction between enriched and the depleted mantle sources (Fitton, 2007). The generation of alkaline basalts could be related to local hotspot/plume activity or regional scale rift-related extensional tectonic regime. Therefore, these rocks bear significant information about the paleotectonic evolution of their region (Mattsson and Oskarsson, 2005). In this contribution, we examine the Late Cretaceous alkaline basalts in the Talesh area. This study provides new whole-rock geochemical data for investigating the magma genesis and geodynamic evolution of western Alborz as a part of southern Eurasian continental margins during Late Cretaceous.

Material and methods

After petrography, 12 representative samples were selected for whole rocks analyses. The geochemical analyses were performed in two labs: the geological institute of ETH Zurich, and the Geochemistry Department of the Nagoya University (NU), Japan. At the ETH Lab., major and some trace element abundances were measured by XRF on fused glass beads using a Panalytical Axios wavelength-dispersive spectrometer (WDXRF, 2. 4KV). In addition, the rare earth elements (REEs) and some of the other trace elements analyses were carried out by Laser Ablation Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (LA-ICP-MS) on XRF fused discs. For each disc (sample), three spots (90 µm diameter) were analyzed. At Nagoya University, major element oxides and trace elements were measured by X-ray fluorescence WD-XRF (Rigaku ZSX Primus II) and ICP-MS Agilent 7700 X, respectively.

Results and discussion

The study area is located in the west of Talesh, western Alborz. The studied volcanic rocks mainly expose as limited lava interlayers associated with the Late-Cretaceous volcanogenic sedimentary units as well as crosscutting dykes at the eastern flank of the Talesh Mountains. The sediments were deposited in a shallow coastal-deltaic environment.

Petrographically, the basaltic rocks display aphanitic to porphyritic textures in which the phenocrysts are generally <4 mm in size. Clinopyroxene and plagioclase are commonly observed in the samples. Olivine, when present, is extensively altered. Fe-Ti oxides (opaque minerals) are also common micro-phenocrystic phases. In addition, alkali feldspar rarely occurs as interstitial phases in the matrix of some samples. The matrix is often characterized by intersertal to intergranular textures in which clinopyroxene and plagioclase laths are the major

Vol. 7, No. 1 Spring & Summer 2021

constituents. In some samples, amphibole is also found, which is of secondary origin produced from clinopyroxene alteration. Sericite, chlorite, and zeolite are the other secondary phases.

On the LOI-free basis, the samples represent SiO_2 ranges of 44.7 to 51.97 wt.%. The Nb/Y and Zr/Ti ratios vary between 1.51 to 3.9 and 0.01 to 0.03, respectively, which in this regard, the rocks show alkaline basalt signatures. The amount of MgO displays a wide range of 3.06 to 8.79 wt.%, indicating that the samples had undergone different degrees of fractionation. Accordingly, the low concentration of Ni (<99 ppm) and Cr (<464 ppm) suggests fractional crystallization of ferromagnesian phases such as olivine and clinopyroxene. In the normalized multi-element diagrams, the rocks are enriched in incompatible elements (LILE and HFSE) and display oceanic island basalt (OIB)- like geochemical features. Furthermore, the chondrite-normalized rare earth elements (REE) are characterized by negatively sloped patterns and the $(La/Yb)_N$ and (Sm/Yb)_N ratios of 10.3 to 23.4 and 3.67 to 4.66, respectively. The samples lack marked Eu negative anomaly that along with the absence of decreasing trend of Sr/La ratio suggests that plagioclase fractionation was not so effective on magma chemical evolution. The Th/Yb vs. Ta/Yb plot (Pearce, 1982), which is a useful diagram to discriminate within-plate and subduction zone magmas, shows that the Talesh basalts fall within mantle array around OIB composition. In addition, incompatible element contents of Yb, La, Th, and Sm (the DF1-DF2 diagram; Agrawal et al., 2008) are indicative of continental rift setting for the Talesh basalts. Thus, it is clear that the studied volcanic is related to within plate magmatism of probably continental rift setting. Trace element modeling based on REE values (Sm/Yb vs. Sm variation) shows that the primitive magma of Talesh volcanics was generated from a low degree of partial melting (<7%) of a garnet-spinel lherzolitic mantle source. Also, the high value of Nb/La ratio (1.11 to 1.57) is indicative of asthenospheric mantle source. Using incompatible element ratios like Zr/Nb, Nb/Th, Th/Nb, K/Nb, Ba/Nb and La/Nb suggest that the mantle source is more comparable to EMII-type enriched mantle. Late Cretaceous alkaline basalts are also common in the central Alborz e.g. in the Lahijan and Marzanabad areas showing that the alkaline basaltic magmatism was probably accompanied by a rift-related extensional tectonic regime on a regional scale from the western to central Alborz.

Keywords: Alkali basalt, Late Cretaceous, Within plate, Talesh, Western Alborz, Eurasia

*Corresponding Author: std_kh.amani@khu.ac.ir