

بیست و سومین همایش انجمن زمینشناسی ایران ۲۰ و ۲۱ آبانماه ۱۳۹۹ The 23rd Symposium of Geological Society of Iran 10-11 November, 2020



ویژگی های ژئوشیمیایی و ماهیت پترولوژی سنگ های آتشفشانی شمال جعفر آباد(جنوب شرقی کاشان) راضيه محمدي

استادیار، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی آشتیان، آشتیان، ایران



منطقه مورد مطالعه در جنوب خاوری کاشان واقع شده است. در این منطقه سنگ های آتشفشانی پالئوژن (ائوسن) با ترکیب بازالت، آندزیت بازالت، آندزیت ، داسیت- ریوداسیت تا ریولیت رخنمون یافته اند. نمودارهای ژئوشیمیایی حاصل از داده های ۱۴ نمونه با کم ترین آثار دگرسانی که با روش های XRF و ICP-MSآنالیز شده اند، گویای واقعیت هایی در ارتباط با ماهیت، منشأ و خاستگاه تکتونوماگمایی سنگ های آتشفشانی منطقه است که از اهداف این تحقیق به شمار می روند. نمودار عناصر خاکی بهنجار شده با کندریت حاکی ازغنی شدگی LREE در مقایسه با (La/Yb)N=7-21.1)، آنومالی منفی Eu است شدگی LREE در مقایسه با (La/Yb)N=7-21.1)، آنومالی منفی ووانی شدگی ماهنگ است. همراهی سنگ های آذرین با ردیف های توفیتی، رسوبات کم عمق دریایی، وجود فعالیت ماگمایی مربوط به سنگ های آذرین با ردیف های توفیتی، رسوبات کم عمق دریایی، وجود فعالیت ماگمایی مرتبط با فرورانش و همچنین فعالیت ماگمایی از نوع حدواسط حاکی از تشکیل ماگمای منطقه در محیط پشت کمان قاره ای است. شواهدی همچون تهی شدگی تمکیل ماگمای منطقه در محیط پشت کمان قاره ای است. شواهدی همچون تهی شدگی تمکیل ماگمای منطقه در محیط پشت کمان قاره ای است. شواهدی همچون تهی شدگی مایل به پتاسیم بالا) و متآلومین بودن ماگما، وجود مقادیر زیاد سنگ های آذرین حدواسط، تمایل به پتاسیم بالا) و متآلومین بودن ماگما، وجود مقادیر زیاد سنگ های آذرین حدواسط، ماگمایی سنگ های آذرین ناحیه هم راستا با محور فرورانشی سنندج- سیرجان، خاستگاه ماگمایی سنگ های آذرین ناحیه را به محیط فرورانش منتسب می نماید.



بر اساس مطالعات پتروگرافی، ترکیب گدازه های محدوده مورد مطالعه بازالت، آندزیت بازالت، آندزیت ، داسیت- ریوداسیت تا ریولیت است. نمودارهای ژئوشیمیایی داده های حاصل از آنالیز های(XRF و ICP-MS) با نرم افزارهای GCDkit و Minpet ترسیم شدند و در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته اند. در اینجا به رده بندی ژئوشیمیایی این نمونه ها پرداخته می شود. بر اساس نمودار های رده بندی سنگ ها از [Sox et al, 1979] و Cox et al, 1980] ، نمونه ها در محدوده بازالت، آندزیت، تراکی آندزیت، داسیت، ریوداسیت تا ریولیت قرار می گیرند(شکل۲)

TAS (Cox et al. 1979)	R ₁ -R ₂ plot (De la Roche et al. 1980)	
	⁸ / _B	$\int Cox_{1} + cox_{2} + co$

در راستای بررسی محیط ماگمایی ابتدا وضعیت اشباعیت از آلومین (ASI)را بررسی می کنیم. بر اساس شـکل۷			
	نمونه های مورد مطالعه عمدتاً در محدوده متاآلومین واقع شده اند[۴۳].		
A/CNK – A/NK plot (Shand 1943)	Pearce et al. (1977)		
α – Metaluminous Peraluminous	شکل ۷: نمودار (ASI) برای نمونه		
ω –	های مورد مطالعه.		
Y - Y	نمودار ژئودینامیکی برای تعیین		
0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 -	موقعیت تکتونوماگمایی نمونه های spreading Center التحقیق Spreading Center Island		
· Pērālkaline	مورد مطالعه مورد مورد مورد مورد مورد مورد مورد مورد		
بر اساس نمودار سه مؤلفه ای Al2O3-ْFeOt-MgO-Al2O3محیط تکتونوما گُمّایی[۴۴]، شرایط گُوّهزایی به سمت قاره			
ای را برای نمونه های بازیک و محیط کوهزایی SCI را برای نمونه های حدواسط و اسیدی پیشنهاد می نماید			
(شکل ۷). این وضعیت ماگماتیسم کالکوآلکالن و تولئیتی در محیط های مرتط با فرورانش را تداعی می کند. غنی			

کلمات کلیدی: ژئوشیمی، جعفرآباد، آلایش ماگمایی، ائوسن، فرورانش

مقدمه

منطقه مورد مطالعه در جنوب خاوری کاشان و شمال اردستان واقع است و از طریق مسیر جاده کاشان– اردستان در مسیر بادرود و امامزاده آقا علی عباس قابل دسترسی است. این محدوده دارای مختصات جغرافیایی ' ۱۶ ۵۲^۵ تا '۳۰ ۵۲^۰ طول شرقی و '۵۲ ۳۳^۰ تا ۳۴^۰ عرض شمالی است.

> بدون تردید گسترده ترین فعالیت های آتشفشانی ایران در زمان ائوسن به وقوع پیوسته است و آثار و شواهد این فعالیت ها را می توان در تمام بخش های ایران به غیر از کپه داغ و زاگرس مشاهده کرد [۳]. در این میان به سنگ های موجود در پهنه ارومیه – دختر و البرز توجه بیش تری شده و جنبه های مختلف آن توسط افراد زیادی از نظر سنگ شناسی بررسی شده است.[۴]. کمربند ماگمایی ارومیه- دختر شامل مجموعه ای از سنگ های آذرین خروجی و درونی با سن ائوسن تا کواترنری است که اوج این فعالیت های ماگمایی در ائوسن صورت گرفته است [۵].[۶].[۷]. سنگ های نفوذی با ترکیب دیوریت تا گرانیت به صورت توده های کوچک و بزرگ و همچنین دسته های دایک و سیل سنگ های نفوذی با ترکیب دیوریت تا گرانیت به صورت توده های کوچک و بزرگ و همچنین دسته های دایک و سیل سنگ های سنگ شناختی دیگری مانند آلکالن[11]،[11].[19] و تولئیتی[10].[10].[10] در برخی تحقیقات به چشم می حورند.سنگ های آتشفشانی ائوسن دارای طیف گسترده ترکیبی از تحت اشباع تا فوق اشباع بوده، بیش تر به سری مای ماگمایی کالک آلکالن تا شوشونیتی متعلق هستند. محدوده مورد مطالعه نیز بخشی از پهنه ماگمایی ارومیه – دختر به شمار می رود که آثار و وشواهدی از فعالیت های آتشفشانی ائوسن را در خود ثبت نموده است. بخشی از نقشه مای ماگمایی کالک آلکالن تا شوشونیتی متعلق هستند. محدوده مورد مطالعه نیز بخشی از پهنه ماگمایی ارومیه – دختر به شمار می رود که آثار و وشواهدی از فعالیت های آتشفشانی ائوسن را در خود ثبت نموده است. بخشی از نقشه جابجایی توده های آذرین منطقه شده اند. در این مطالعه به بررسی سنگ شناسی از دیدگاه ژئوشیمیایی، منشاء و خاستگاه ماگمایی گدازه های ائوسن محدوده شمال جعفرآباد به عنوان بخشی از پهنه ماگمایی ارومیه – دختر براست ماگمایی ارومی مدوره شمال و منتکیل می دهد(شکل ۱). در برخی موارد گسل ها باعث



شکل ۲ ۲ ۲ کمودارهای رده بندی از Cox (TAS) et al, 1979 (TAS) آلکالن و آلکالن از Irvine and Baragar (1971)است.] De La Roche et al, [1971) است.] 1980 (B های مورد مطالعه در محدوده

بازالت، آندزیت، تراکی آندزیت، داسیت، ریوداسیت تا ریولیت قرار می گیرند.(علائم: نمونه های اسیدی■ حدواسط⊠وبازیک 🕸)



بر اساس شکل ۲ A، نمونه ها عمدتاً در محدوده ساب آلکالن و برخی نمونه ها (بازیک تر شامل بازالت و آندزیت بازالتی) در مرز ساب آلکالن و آلکالن قرار گرفته اند که شاید این نمونه های اخیر را بتوان از انواع تحولی به شمار آورد. این نتیجه گیری با نمودارهای تعیین جایگاه ماگمایی دیگری تأیید می گردند(شکل ۳). موقعیت نمونه ها در نمودار A شکل (۳) عموماً کالک آلکالن و نمونه های بازیک در نزدیکی مرز تولئیتی واقع می شوند [۲۲]. در این نمودار، موقعیت نمونه ها در نزدیکی خط جداکننده و با تمایل بیش تر به سمت کالک آلکالن است. در نمودار Bشکل (۵)، یا نمودار، موقعیت نمونه ها در محدوه کالک آلکالن پلات شده اند [۳۳]. نمونه ها در نمودار Aشکل ۴ نیز بررسی شده اند. در این نمودار، نمونه ها در جایگاه سری کالک آلکالن تا سری آلکالن پتاسیم بالا قرار می گیرند [۲۴]. همچنین در نمودار Bشکل (۴)، موقعیت نمونه ها در جایگاه سری کالک آلکالن تا سری کالک های مافیک پتاسیم بالا قرار می گیرند [۲۲]. همچنین در نمودار Bشکل (۴)، موقعیت نمونه ها در جایگاه سری کالک آلکالن تا سری کالک

> شکل^۴: نمودارهای تعیین جایگاه نمونه های مورد مطالعه:A) نمودار SiO₂-FeOt/MgO از Miyashiro,1974 [قرار گیری نمونه ها در بخش کالک آلکالن تا آلکالن] وB) نمودار AFM از Irvine کالک آلکالن تا آلکالن] وB) نمودار AFM از J200 از تولئیتی،[جایگاه نمونه ها در محدوه کالک آلکالن]



High-K calc-alkaline and Shoshonite Serie

Α

8 Calc-alkaline

یکی از انواع متداول نمودارهای تغییرات عناصر اصلی در سنگ شناسی آذرین، نمودارهای هار کر [۲۶] است که در آن درصد وزنی raid اکسیدها نسبت به درصد وزنی SiO₂ سنجیده می شود. پیوستگی روند اکسیدهای مختلف بیانگر هم منشأ بودن نمونه های مختلف منطقه و وابستگی آنها به یک سری ماگمایی است. در این نمودارها (شکل)، با افزایش میزان سیلیس، میزان مجموع مختلف منطقه و وابستگی آنها به یک سری ماگمایی است. در این نمودارها (شکل)، با افزایش میزان سیلیس، میزان مجموع آلکالی ها یعنی(Na₂O+K₂O) افزایش میزان سیلیس، میزان مجموع مختلف منطقه و وابستگی آنها به یک سری ماگمایی است. در این نمودارها (شکل)، با افزایش میزان سیلیس، میزان مجموع آلکالی ها یعنی(Na₂O+K₂O) افزایش نشان می دهد. در مقابل، تغییرات MnO،MgO، MgO، آلکالی ها یعنی(Alphi Pe₂O₃, Pe₂O₄) افزایش نشان می دهد. در مقابل، تغییرات MnO،MgO، وارد از این اورد کاولی است. همچنین Alphi Pe₂O₅ با وجود یک پراکندگی جزیی، روند کاهشی را به نمایش می گذارد. P₂O₅ با پراکندگی، روند صعودی ضعیفی (بویژه در مورد نمونه های فلسیک تر) را نشان می دهد.

شکل A ۵ - نمودار Co-Thدر برابر Co برای جداسازی سری های تولئیتی، کالک آلکالن و کالک آلکالن پتاسیم بالا و شوشونیتی از Hastie et al, 2007موقعیت نمونه ها در سری کالک آلکالن تا سری کالک آلکالن پتاسیم بالا] وB- نمودار کالک آلکالن تا سری کالک آلکالن پتاسیم بالا] وA- نمودار Al2O3/(FeOt+MgO)- 5K2O/Na2O CaO-از محدوه سنگ محدوه سنگ مای بازیک و مافیک تر در محدوده سنگ های مافیک پتاسیم بالا]

عناصر کمیاب، عناصری اند که مقدار آن ها در سنگ کم تر از ۱/۰ درصد یا کم تر از ۱۰۰۰ ppm ۱۰۰۰ باشد[۲۷]. این عناصر رفتار بسیار حساسی در تحولات ماگمایی دارند و در تعبیر و تفسیرهای پترولوژی و مشخص کردن جایگاه تکتونیکی سنگ ها مؤثر

شدگی LREEلنسبت به HREEمی تواند ناشی از درجه پایین ذوب بخشی [۴۲]، وجود گارنت باقیمانده در سنگ منشأ [۴۹] بالا بودن مقادیر LREE نسبت به HREEدر سنگ منشأ [۴۲]، [۵۰] و همچنین آلودگی ماگما به وسیله مواد پوسته ای [۵۱] باشدغنی شدگی بیش تر از عناصر کمیاب خاکی سبک ممکن است در اثر دو عامل درجات کم ذوب بخشی (کم تر از ٪۱۵) منبع گوشته ای و یا آلایش ماگما به وسیله مواد پوسته ای باشد [۵۱].، در کنار نقش تفریق بلورین در تحول ماگمای اولیه طی صعود و رسیدن به سطح زمین، این ماگما باید در تماس با پوسته قاره ای دچار آلودگی پوسته ای آلایش یا الای منفی الاو



سنگ های آتشفشانی ائوسن ناحیه شمال جعفرآباد ماهیت ترکیبی بازالـت، آنـدزیت بازالـت، آنـدزیت ، داسـیت-ريوداسيت تا ريوليت را نشان مي دهند. ماگماي سنگ هاي آذرين منطقه ماهيت ساب آلكالن با تمايل به آلكالن و کالک آلکالن و کالک آلکالن پتاسیم بالا را بروز می دهند. در نمودارهای عنکبوتی عناصر کمیاب LILEغنی شدگی و عناصر نامتحرک HFSE بویژه Ti ، Nbتا حدودی تهی شدگی نشان می دهنـد. غنـی شـدگی عناصـر LREE نسبت به MREE و HREE و آنومالی منفی Euاز ویژگی های REE در نمودارهای عنکبوتی است. این ویژگی ها می تواند بیانگر نقش تفریق آمفیبول و پلاژیوکلاز در فرایند تکامل ماگمای ناحیه باشد. نمایش نمونه ها در نمودارهای تکتونیکی، سری های ماگمایی و تغییرات عناصر در نمودارهای تیپ هارکر و همچنین نمودارهای عنکبوتی، آلایش پوسته ای را برای ماگمای ناحیه بسیار محتمل می سازد. ناهنجاری شاخص مثبت Pb، غنی شدگی عناصر Rbو Th، به متاسوماتیسم گوه گوشتهای توسط سیال های ناشی از پوسته اقیانوسی فرورو و یا آلایش ماگما با پوسته قارهای اشاره دارد. همراهی سنگ های آذرین با ردیف های توفیتی، رسوبات کـم عمق دریایی، وجود فعالیت ماگمایی مرتبط با فرورانش و همچنین فعالیت ماگمایی از نـوع حدواسـط حـاکی از تشکیل ماگمای منطقه در محیط پشت کمان قاره ای است. شواهدی همچون تهـی شـدگی P ،Ti ،Nb و Eu و همچنین غنی شدگی عناصری چون LILE، ماهیت کالک آلکالن (با تمایل به پتاسـیم بـالا) و متـاآلومین بـودن ماگما، وجود مقادیر زیاد سنگ های آذرین حدواسط، وجود گسل های متعدد در ناحیه هم راستا با محور فرورانشی سنندج- سیرجان، خاستگاه ماگمایی سنگ های آذرین ناحیه را به محیط فرورانش منتسب می نماید. بنظر می رسد ماگمای تشکیل دهنده سنگ های ناحیه مورد مطالعه مربوط به حوضه های پشت کمان قاره ای، که محیط کششی لازم را برای ماگما فراهم می نماید، بوده و حین صعود دچار آلایش ماگمایی از نوع پوسته ای





مواد و روش کار

این مطالعه در دو بخش صحرایی و آزمایشگاهی انجام گردیده است. در بخش صحرایی پس از بازدیدهای مقدماتی و انجام پیمایش زمین شناسی، مبادرت به نمونه گیری شد. در بخش آزمایشگاهی ۳۷مقطع نازک تهیه و مطالعات پتروگرافی بر روی آن ها انجام پذیرفت. پس از آن به منظور مطالعات سنگ شناختی از دیدگاه ژئوشیمیایی و پتروژنز سنگ های محدوده مورد مطالعه، ۱۴ نمونه که در مطالعات پتروگرافی دارای کم ترین دگرسانی بودند، انتخاب و برای آنالیزهای شیمیایی عناصر اصلی، فرعی و جزئی در آزمایشگاه ACME کانادا با استفاده از دستگاه های فلورسانس اشعه ایکس (XRF) و طیفسنجی جرمی پلاسمای جفتشده القایی ((ICP-MS) ارسال شدند و داده های حاصل از این آنالیز در ترسیم نمودارهای ژئوشیمیایی و پترولوژی مورد استفاده قرار گرفتند. در این مقاله بررسی های ژئوشیمیایی و پتروژنزی با توجه به داده های آنالیزی به صورت برجسته تری مورد بحث قرار گرفته اند.



عناصر کمیاب خاکی (REE)، عناصر لیتوفیل محسوب می شوند زیرا می توانند جایگزین کاتون های با بار و شعاع قابل مقایسه شوند [۳۵]. در شکل نمودار عنکبوتی عناصر نادر خاکی که با کندریت بهنجار شده انـد، بـه نمایش درآمـده انـد[۳۶]. از الگـوی رفتاری این عناصر در نمودار می توان دریافت که عنصر Eu بهی شدگی مشخصی را نشان می دهد. عنصری سازگار در فلدسپارها است و آنومالی آن بر اثر تفریق فلدسپار در حین تبلور ماگما و یا بر اثر باقی مانـدن فلدسـپار در منشأ درحـین ذوب بخشـی در شرایطی که اکتیویته CHQپایین است ایجاد می شود [۳۷]. همچنین غنی شدگی عناصر REELلسبت بـه MRE و HREE شرایطی که اکتیویته CHQپایین است ایجاد می شود [۳۷]. همچنین غنی شدگی عناصر REEلسبیار در منشأ درحـین ذوب بخشـی در بشرایطی که اکتیویته CHQپایین است ایجاد می شود [۳۷]. همچنین غنی شدگی عناصر REELلسبت بـه باشد [۳۸]. تپی شدگی HREE و غنی شدگی BALهمراه با غنی شدگی عالم از ترکیب بازالتی منشاء مـذاب است[۳۹]. باشد[۳۸]. تهی شدگی HREE و غنی شدگی REELهمراه با غنی شدگی عناصر HLI انهی از ترکیب بازالتی منشاء مـذاب است[۳۹]. نمودار عنکبوتی دیگری برای عناصر نادر خاکی در شکل(۷) که با گوشته اولیه بهنجار شده است، نیز حاکی از غنی شدگی عناص نمودار عنکبوتی دیگری برای عناصر نادر خاکی در شکل(۷) که با گوشته اولیه بهنجار شده است، نیز حاکی از غنی شدگی عناص نمودار عنکبوتی دیگری برای عناص نادر خاکی در شکل(۷) که با گوشته اولیه بهنجار شده است، نیز حاکی از غنی شدگی عناص نمودار عنکبوتی دیگری برای عناص نادر خاکی در شکل(۷) که با گوشته اولیه بهنجار شده است، نیز حاکی از غنی شدگی عناص نمودار عنگبوتی دیگری برای عنصر به جای +Sr2 +Sr2 باکتیوکلاز در طی فرآینـد تفریـق باشـد، همچنـین بـه عقـدهٔ ریچارد[۴۱] و ویلسون[۴۲] در شرایط فوگاسیته بالای اکسیژن، یوروپیوم به صورت +Eudظاهر شده و بسته بـه ترکیـب و رونـد تفریق ماگاما در کانی های مختلف پراکنده شده و سرنوشت گوناگونی پیدا می کند

۳]- آقانباتی، ع.، (۱۳۸۳)، زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ص.
[۴]- قره چای، زهرا، ترابی، قدرت، سیاری، محمد (۱۳۹۲)، پتروگرافی و شیمی کانی سنگ های ولکانیک ائوسن بلـوک پشـت بـادام، فصـلنامه پترولوژی، دوره ۴، شماره ۱۴، صفحات ۳۱ تا ۸۴
[۷]- معین وزیری،ح،(۱۳۷۷)، دیباچه ای بر ماگماتیسم در ایران. انتشارات دانشگاه تربیت معلم، ۴۰۰ ص.
[۱۹]- معین وزیری،ح،(۱۳۷۷)، دیباچه ای بر ماگماتیسم در ایران. انتشارات دانشگاه تربیت معلم، ۴۰۰ ص.
[۲]- معین وزیری،ح، اعمی، م.
[۲]- معین وزیری،ح، ماده ۱۴، صفحات ۳۱ تا ۴۴
[۲]- معین وزیری،ح، معرب ۱۴۵)، دیباچه ای بر ماگماتیسم در ایران. انتشارات دانشگاه تربیت معلم، ۴۰۰ ص.
[۲]- معین وزیری،ح، ایمی،م.
[۲]- معین وزیری،ح، مامی،م.
[۲]- معین وزیری،ح، ماده ۲۱۰)، دیباچه ای بر ماگماتیسم در ایران. انتشارات دانشگاه تربیت معلم، ۴۰۰ ص.
[۲]- معین وزیری،ح، مادی ۱۴۸، میاده ای بر ماگماتیسم در ایران. انتشارات دانشگاه تربیت معلم، ۴۰۰ ص.
[۲]- مین وزیری،ح، ماده ۲۰۱۰)، دیباچه ای بر ماگماتیسم در ایران. انتشارات دانشگاه تربیت معلم، ۴۰۰ ص.
[۲]- مین وزیری،ح، مادی ۱۴۰، مادی بر ماکماتیسم در ایران. انتشارات دانشگاه تربیت معلم، ۴۰۰ ص.
[۲]- معیدی،س.م.، امامی،م.
[۲]- مین شناسی چهار گوش کوه لطیف
[۲]- حسینی،ب.، احمدی، ار ، قنبری دولت آبادی، م(۱۳۹۶)، منشاء و جایگاه تکتونوماگمایی دایک های شمال مشهد ارده ال، فصلنامه علـوم زمین، سال بیست و ششم، شماره ۱۰۰، صوحات ۱۸۷ تا ۱۹۸

] 5[-Omrani, J., Agard, P., Whitechurch, H., Benoit, M., Prouteau, G. and Jolivet, L., 2008: Arc magmatism and subduction history beneath Zagros: new report of adakites and geodynamic consequences. Lithos 106, 380–398.

] 6[- Stocklinn, J., 1974.: a-Northern Iran: Alborz mountains. Mesozoic – Cenozoic orogenic Belt, data for orogenic studies, Geol. Soc, London, Sp. Pub4, P. 213-234(Collec. Ed. A. M. Spenncer, Scottish Academic press).

] 8[-Shafiei, B., Shahabpour, J. and Haschke, M. 2008.: Transition from Paleogene normal calc-alkaline to Neogene adakiticlike plutonism and Cu-metallogeny in the Kerman Porphyry Copper Belt: Response to Neogene Crustal Thickening. Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran 19)1(, 67-84.

] 9[-Berberian, F., Muir, I. D., Pankhurst, R. J. and Berberian, M., 1982.: Late Cretaceous and early Miocene Andean type plutonic activity in northern Makran and central Iran. Journal of Geological Society of London 139, 605–614.

] 10[-Jung, D., Ku[¨]rsten, M. and Tarkian, M., 1976.: Post-Mesozoic volcanism in Iran and its relation to the subduction of the Afro-Arabian under the Eurasian plate. In: Pilger, A., Rosler, A.)Eds.(, Afar between continental and oceanic rifting. Schweizerbartsche Verlagbuchhandlung, Stuttgart, pp. 175–181

] 11[-Forster, H., Fesefeldt, K. and Kursten, M., 1972.: Magmatic and orogenic evolution of the central Iranian volcanic belt. In: 24th International Geology Congress, Section 2, pp. 198–210.

] 12[-Amidi, S. M., Emami, M. H. and Michel, R., 1984.: Alkaline character of Eocene volcanism in the middle part of Iran and its geodynamic situation. Geologische Rundschau 73, 917-932.

] 13[-Moradian, A., 1997.: Geochemistry, geochronology and petrography of feldspathoid bearing rocks in Urumieh-Dokhtar volcanic belt, Iran. Unpublished Ph.D. thesis, University of Wollongong, Australia.

] 14[-Hassanzadeh, J., 1993.: Metallogenic and tectonomagmatic events in the SE sector of the Cenozoic active continental margin of Iran)Shahre Babak area, Kerman Province(. Unpublished PhD thesis, University of California, Los Angeles, 204p
] 15[-Condie, K. C., 1986.: Geochemistry and tectonic setting of Early Proterozoic supracrustal rocks in the Southwestern United States. Journal of Geology 94, 825–864.

] 16[-Shahabpour, J., 2007.: Island-arc affinity of the central Iranian volcanic belt. Journal of Asian Earth Sciences 30, 652–65.
] 17[-Ahmad, T. and Posht Kuhi, M., 1993- Geochemisty and petrogenesis of Urumiah-Dokhtar volcanics around Nain and Rafsanjan areas: a preliminary study. Treatise on the Geology of Iran. Iranian Ministry of Mines and Metals.

] 20[-Cox, K.G. Bell, J.D. and Pankhurst, R.G., 1979: The Interpretation of Igneous Rocks, George, Allen and Unwin, London, 872 p.

] 21[-De La Roche, H., et al., 1980.: A classification of volcanic and plutonic rocks using R1R2-diagram and majorelement analyses—Its relationships with current nomenclature. Chemical geology, 29(1): p. 183-210.

] 22[-Miyashiro, A., 1974.: Volcanic rock series in island arcs and active continental margins: American Journal of Science, v. 274, p. 321-355

] 23[-Irvin T.N. and Barager W.R.A., 1971: A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. Canadian journal of earth science, 8:523-548

بقیه منابع در اصل مقاله . شماره اشکال و رفرنس اشکال با شماره های اصل مقاله منطبق نیست.