

Mineralogy and petrology in magmatic rocks of Hormoz Formation (salt diapires of High Zagros)

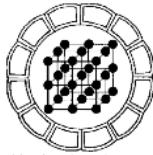
S. Taghipour, M. Khalili, M. Noghrehyan, Gh. Toraby, M. A. Mackizadeh,
B. Taghipour

Geology Department, Isfahan University
Email: Taghipour.sedigheh@Gmail.com

(Received: 8/9/2007, in revised form: 4/5/2008)

Abstract: Several igneous-evaporitic rocks complexes, belonging to Lower Cambrian, are exposed in High Zagros. These rocks exposed parallel to the Zagros main thrust as diapir-shaped bodies. Basaltic rocks are the most common rocks but microgabbro, microdiorite, andesite and trachyte are the rocks of this complex. The studied clinopyroxenes are usually fresh mafic mineral in these rocks and display sector zoning features. On the base of mineralogy and mineral chemistry, the pyroxenes are in the range of titan-augite to diopside composition. The geochemical study of the clinopyroxene as well as the discrimination diagrams were used in this study, point to the transitional to alkaline nature of magmatism which occurred in a within continental plate rift environment.

Key words: Iran, High Zagros, salt dome, igneous rocks, clinopyroxene, transitional magma.



کانی شناسی و سنگ شناسی سنگهای ماقمایی سازند هرمز (گنبدهای نمکی کاج و دوآب)

صدیقه تقی‌پور، محمود خلیلی، موسی نقره‌ئیان، قدرت ترابی، محمد علی مکی زاده، بتول تقی‌پور

گروه زمین شناسی دانشگاه اصفهان

پست الکترونیکی: Taghipour.sedigheh@gmail.com

(دريافت مقاله ۸۶/۱۷، نسخه نهايی ۸۷/۲/۱۵)

چکیده: زاگرس بلند، مجموعه‌های نسبتاً در هم ریخته‌ای از سنگهای آذرین-تبخیری به سن کامبرین زیرین به حالت صورت گنبدی بروزند دارد. این مجموعه‌ها به موازات گسل اصلی زاگرس رخمنون یافته است. بازالت فراوانترین سنگ آذرین مجموعه‌های یاد شده است. میکروگایرو، میکرودیوریت، آندزیت و تراکیت از دیگر سنگهای آذرین این گنبدها هستند. کلینوپیروکسن سالمترین کانی سنگهای بازیک است که از دگرسانی مصون مانده است، و ساختار منطقه‌ای و ماکل قطاعی از خود نشان می‌دهد. بر پایه بررسیهای کانی‌شناسی و کانی شیمی پیروکسن از نوع تیتان-اوژیت و دیوپسید است. بررسی شیمی کلینوپیروکسن و استفاده از نمودارهای تفکیکی ژئوشیمیابی، مبین ماقمای انتقالی قلیایی این مجموعه است. که نشان دهنده رخداد ماقماتیسم در محیط کافت درون قاره‌ای است.

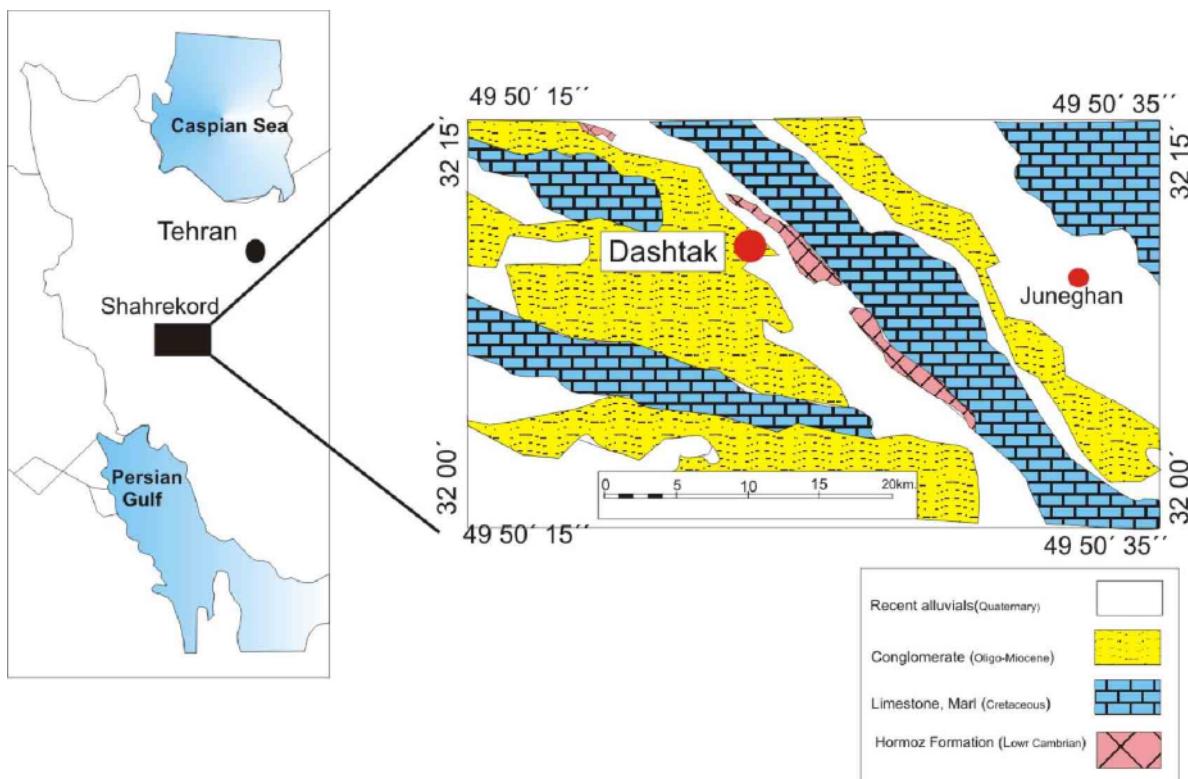
واژه‌های کلیدی: / ایران، زاگرس بلند، گنبد نمکی، سنگهای آذرین، کلینوپیروکسن، ماقمای انتقالی.

تراکیت، ایگنمبیریت، توفهای اسید، و به ندرت اسپیلیت است [۸]. مگنزیو ریکیت و اژیرین در سنگهای بازیکی، در اثر دگرگونی گرمایی حاصل از فاز ماقماتیسم غنی از NaCl تشکیل شده است [۹ و ۱۰]. مومن زاده ماقماتیسم هرمز را تشکیل گاه نمک را و لکاتوزنیک می‌داند [۱۱]. در پوشش قلیایی و خاستگاه نمک را و لکاتوزنیک می‌داند [۱۱]. در پوشش زاده [۱۲] محیط زمین ساختی و ماقماتیسم این مجموعه را مورد بحث قرار داده و معتقد است که طی اینفراتکامبرین در ایران و کشورهای همجوار فاز کششی و حالت کافته برقرار بوده و در محور این کافت آتشفسانی قلیایی صورت می‌گرفته است [۱۲].

در این کار پژوهشی بر پایه بررسیهای صحرایی، و سنگ شناختی، آنالیزهای فلئورسانی پرتو ایکس (XRF)، و داده‌های حاصل از ریز پردازش پیروکسن‌های سنگهای موردن پژوهش، به سنگ زایی این سنگها پرداخته و محیط تکتونوماقماتیسم مجموعه آذرینی این گنبدها را ترسیم شده است. گنبدهای یاد شده در گستره به طول $15^{\circ} 50' 49''$ تا $35^{\circ} 50' 49''$ شرقی و عرض $32^{\circ} 00'$ تا $15^{\circ} 32'$ شمالی قرار دارند و همه آنها در راستای گسل رانده زاگرس رخمنون یافته‌اند (شکل ۱).

مقدمه

نام سری هرمز نخستین بار توسط پلیگریم [۱] و سپس توسط بلنفرد [۲] از نام جزیره هرمز که تقریباً تمامی آن سری از گنبد نمکی بزرگی را تشکیل داده بودند، برگزیده شد. این سری یکی از واحدهای چینه شناسی-سنگ شناسی زون ساختاری زاگرس است که اساساً از یک سری نهشتة تبخیری با ضخامت تقریبی ۱۰۰۰ متر [۳] تشکیل شده است و جایگاه چینه شناسی آن بین پی سنگ و پوشش ته نشستی زاگرس است. زاهدی [۴] سن نهشتة‌های تبخیری را کامبرین پایینی و جایگاه آنها را در ستون چینه شناسی بین کامبرین میانی و زیرین دانسته است. در منطقه مورد مطالعه در گنبدهای مختلف سیمای چینه‌شناسی سری هرمز متفاوت است. نظم مشخصی که هروی و همکاران [۶] در گنبدهای جنوب ایران تعیین کردند، در این منطقه دیده نمی‌شود. سازند هرمز شامل شیلهای سرخ قهوه‌ای، دولومیت، مقداری گچ و نمک و به ندرت سنگهای آذرین است که به اندازه‌های متفاوت روی و گاه درون توده‌های نمک دیده می‌شوند [۷]. سنگهای آذرین یاد شده متنوع بوده و شامل بازالت، دلریت، ریولیت، کراتوفیر،



شکل ۱ نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه [۵].

روش مطالعه

نخست بررسیهای صحراوی گستردۀ و نمونه‌برداری سیستماتیک انجام گرفت و سپس کانی شناسی سنگها با میکروسکوپ قطبندۀ مدل BX-60 بررسی شد. در راستای تعیین ترکیب کلینوپیروکسن در دانشگاه اکلاهماسیتی (نورمن) آمریکا آنالیز ریز پردازندۀ الکترونی (EMPA) بر روی ۳۴ نقطه از نمونه‌های کلینوپیروکسن با دستگاه مدل SX-50 انجام شد. در طول آنالیز ریز پردازشی ولتاژ ثابت‌دهنده دستگاه ۲۰ KV شدت جریان ۰.۲۰ nA و زمان شمارش برای کلیه عناصر ۳۰ ثانیه بوده است. در بررسیهای سنگ‌شناسی و نامگذاری سنگهای ماقمایی مجموعه مورد مطالعه، ۱۵ نمونه از سنگهای نسبتاً سالم برای آزمایش‌های XRF انتخاب شدند. این آزمایشها از سوی شرکت PW2400- (Zarazma به استرالیا ارسال شدند و با دستگاه Philips آزمایش ۳۰ عنصری XRF انجام گرفت.



شکل ۲ نمایی از گدازه پاهوهو گنبد دوآب.

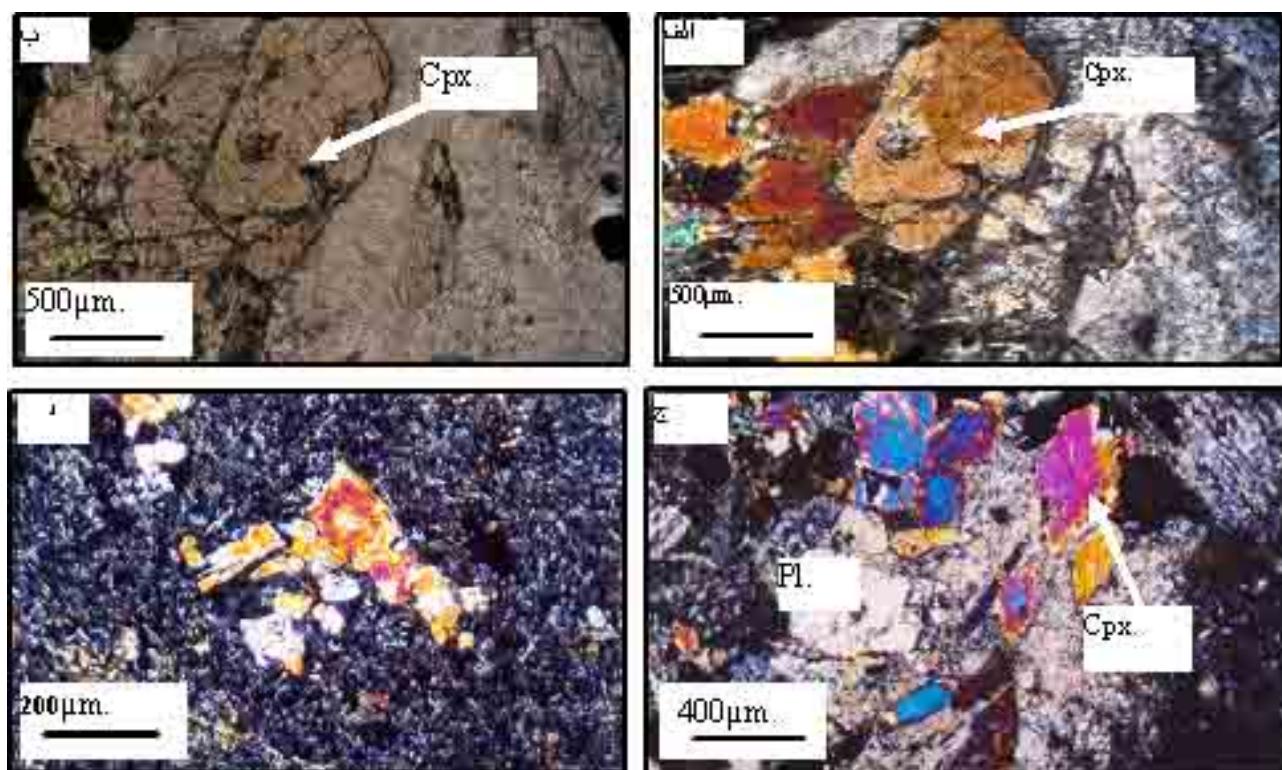
کلینوپیروکسنها در سنگهای میکروگابرویی (هیپ آبیسال) به صورت درشت بلور و ریز بلور در زمینه ریز دانه مشکل از میکرولیتهای پلازیوکلاز حضور دارند. درشت بلورها به صورت بلورهای شکلدار و نیمه شکلدار قابل مشاهده‌اند. برخی از این پیروکسنها دارای ساختار منطقه‌ای نوسانی و برخی دیگر علاوه بر ساختار منطقه‌ای دارای ماکل ساعت شنی یا قطاعی هستند (شکل ۳-الف و ب). سنگهای یادشده علاوه بر پیروکسن حاوی مقادیر چشمگیری پلازیوکلاز، آمفیبول، کانیهای کدر (ایلمنیت) و مقادیر کمی الیوین، بیوتیت، کلربیت، اسفن ثانویه و آپاتیتهای سوزنی هستند. تجمع نقطه‌ای پیروکسنها در برخی موارد باعث بروز بافت گلومرومپورفیری شده است (شکل ۳-ج و د). این کانی به ندرت به صورت اورالیت و اکتینولیت در آمده است.

کانیهای سنگهای یاد شده بیشتر از پلازیوکلاز، پیروکسن، آمفیبول، و کانیهای کدر تشکیل شده‌اند. سنگهای میکروگابرویی نیز حاوی پلازیوکلاز، پیروکسن، آمفیبول و کانیهای کدر با بافت‌های درلتی، ایترگرانولار و پورفیری هستند. آندزیتها و میکرودیوریتها سنگهای آذرین حد بواسطه این منطقه را تشکیل می‌دهند که کانیهای پلازیوکلاز، آمفیبول، پیروکسن و کانیهای کدر را در بر دارند. بافت‌های پورفیری و بین دانه‌ای، از بافت‌های اصلی این سنگها هستند [۱۳].

بحث

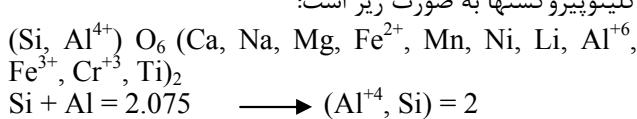
۱- سنگ شناختی پیروکسنها

کلینوپیروکسنها سالمترین کانیهای سنگهای ماگمایی گنبدهای نمکی مورد مطالعه هستند. این کانی ویژگیهای بافتی متفاوتی به نمایش می‌گذارد. به دلیل تبلور سریع گدازه در سنگهای بازالتی، این سنگها به صورت ریز دانه دیده شده‌اند.

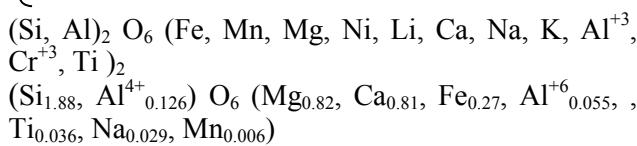


شکل ۳ الف و ب وجود ماکل ساعت شنی در یک تیتان اوژیت، ج کلینوپیروکسن با بافت گلومرومپورفیری در زمینه از میکرولیتهای پلازیوکلاز و کانیهای کدر، تشکیل یافته است د فنوکربیست سالم پیروکسن در زمینه پلازیوکلاز پرهنیتی شده در یک سنگ نیمه آتشفسانی.

است. آنالیزهای ریز پردازش (جدول ۱) نشان می‌دهد که در برخی از تجزیه‌ها مقدار TiO_2 به ۳/۷۱ درصد وزنی می‌رسد (نمونه شماره ۱-4Cpx). لذا اطلاق نام تیتان اوژیت (titanaugite) به آنها کاملاً منطقی است [۱۵]. علاوه بر این در برخی مقاطع میکروسکوپی چنانکه گفته شد ماکل ویژه اوژیتهای تیتان دار یعنی ساعت شنی یا قطاعی (hour glass) نیز در آنها دیده می‌شود. محاسبه فرمول ساختاری کلینوپیروکسنها به صورت زیر است:



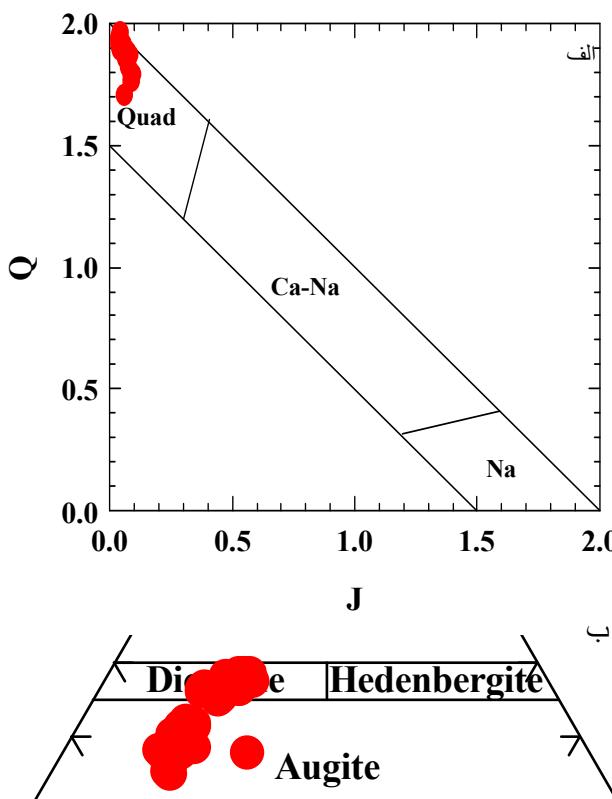
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Al}^{+4} = 0.172 \\ \text{Al}^{+6} = 0.075 \end{array} \right.$$



۲- شیمی کلینوپیروکسنها

به منظور تعیین فراوانی عناصر اصلی سازنده پیروکسنها، این کانی مورد آنالیز ریز پردازش قرار گرفت. نتایج این آنالیزها به صورت اکسیدهای تشکیل دهنده هر کانی در جدول ۱ نشان داده شده‌اند. فرمول ساختاری این کانی بر پایه ۶ اکسیژن محاسبه و در انتهای جدول ۱ به نمایش در آمد است. در این بخش سعی بر آن است که به ياري داده‌های ریز پردازش، به بررسی سرنشیهای کانی‌شناسی و رده بندی پیروکسنها پرداخته شود. ساختار منطقه‌ای (چنانکه در مقاطع میکروسکوپی مشاهده شد) با تغییرات در مقدار درصد وزنی TiO_2 در مناطق مختلف بلور آشکار است (جدول ۱).

در نمودار Q-J پیروکسنها در گسترهٔ پیروکسن‌های کلسیم-منیزیم-آهن دار قرار گرفته‌اند [۱۴] (شکل ۴-الف). در نمودار Wo-En-Fs [۱۴]، نمونه‌های پیروکسن‌های مورد مطالعه در گستره اوژیت تا دیوپسید قرار دارند (شکل ۴-ب). در تایید کانی‌شناسی پیروکسن از نمودار Ca-Fe-Mg نیز استفاده شده



شکل ۴ الف جایگاه پیروکسن‌های گنبدهای نمکی کاج و دوآب در نمودار Q-J [۱۴]، ب ترکیب شیمیابی نمونه‌های مورد مطالعه در نمودار مثلثی ولاستونیت، انساتیت و فروسلیت [۱۴] نمونه‌های یاد شده در گسترهٔ دیوپسید تا تیتان اوژیت قرار می‌گیرند.

ادامه جدول ۱										
1-6Cpx-5	۱,۸۴۶	۰,۰۴۶	۰,۲۱۳	۰,۲۷۵	۰,۰۰۵	۰,۷۵۹	۰,۸۶	۰,۰۳۲	۴,۰۳۸	
1-6Cpx-6	۱,۸۴۹	۰,۰۴۷	۰,۲۱۱	۰,۲۷۵	۰,۰۰۵	۰,۷۵۱	۰,۸۵۹	۰,۰۳۴	۴,۰۳۱	
1-6Cpx-8	۱,۸۴۱	۰,۰۵۱	۰,۲۱۹	۰,۲۶۳	۰,۰۰۵	۰,۷۵۵	۰,۸۶۵	۰,۰۳۳	۴,۰۳۳	
1-6Cpx-9	۱,۸۶۶	۰,۰۴	۰,۱۹۹	۰,۲۲۱	۰,۰۰۵	۰,۷۸۱	۰,۸۷۵	۰,۰۳۳	۴,۰۳۲	
1-6Cpx-10	۱,۸۵۵	۰,۰۴۴	۰,۲۰۶	۰,۲۵۳	۰,۰۰۴	۰,۷۵۷	۰,۸۶۹	۰,۰۳۴	۴,۰۲۳	
G-2FMS2-5	۱,۹۱۵	۰,۰۲	۰,۱۳۱	۰,۲۲۱	۰,۰۰۵	۰,۹۲۴	۰,۷۷۷	۰,۰۲۲	۴,۰۱۶	
G-2FMS2-6	۱,۸۷۱	۰,۰۳۱	۰,۱۷۴	۰,۲۵۹	۰,۰۰۶	۰,۸۸۷	۰,۰۷۸	۰,۰۲۱	۴,۰۲۲	
G-2FMS2-7	۱,۸۸۲	۰,۰۲۹	۰,۱۵۳	۰,۲۳۵	۰,۰۰۵	۰,۸۹۸	۰,۸۰۱	۰,۰۲۴	۴,۰۲۷	
G-3-FMS3-1	۱,۸۶۶	۰,۰۳۴	۰,۱۸	۰,۲۵۸	۰,۰۰۵	۰,۸۷۳	۰,۷۸۱	۰,۰۲۴	۴,۰۲۲	
G-3-FMS3-2	۱,۸۷۹	۰,۰۲۹	۰,۱۶۲	۰,۲۴۵	۰,۰۰۵	۰,۸۷۸	۰,۷۹۷	۰,۰۲۴	۴,۰۲۳	
G-3-FMS3-3	۱,۹۰۱	۰,۰۲۶	۰,۱۵۳	۰,۲۷۴	۰,۰۰۵	۰,۸۸	۰,۷۵۲	۰,۰۲۸	۴,۰۱۸	
G-3-FMS3-4	۱,۹۲۷	۰,۰۱۷	۰,۱۱۷	۰,۲۱۸	۰,۰۰۵	۰,۹۷۳	۰,۷۳۸	۰,۰۲۵	۴,۰۱۹	
G-3-FMS3-5	۱,۸۹۴	۰,۰۲۱	۰,۱۷۲	۰,۲۵۵	۰,۰۰۶	۰,۹۵۱	۰,۶۸۵	۰,۰۲۷	۴,۰۱۳	
G-3-FMS3-6	۱,۹۲۲	۰,۰۱۴	۰,۱۲۷	۰,۲۲	۰,۰۰۵	۰,۹۷	۰,۷۳۲	۰,۰۲۸	۴,۰۰۲	
G-3-FMS3-7	۱,۹۰۷	۰,۰۱۷	۰,۱۴۹	۰,۲۳۸	۰,۰۰۵	۰,۹۴۲	۰,۷۲۹	۰,۰۲۶	۴,۰۱۵	
G-3-FMS3-8	۱,۹۱۶	۰,۰۱۶	۰,۱۴۲	۰,۲۲۷	۰,۰۰۵	۰,۹۵۷	۰,۷۱۹	۰,۰۳۱	۴,۰۱۳	
G-3-FMS3-9	۱,۹۰۸	۰,۰۲۲	۰,۰۱۳	۰,۲۳۴	۰,۰۰۵	۰,۹۰۴	۰,۷۹۲	۰,۰۲۳	۴,۰۱۸	
G-3-FMS3-10	۱,۸۷۷	۰,۰۲۳	۰,۱۷۵	۰,۲۶	۰,۰۰۶	۰,۸۷۲	۰,۷۹۱	۰,۰۲۲	۴,۰۲۶	
G1-FibHM-1	۱,۰۰۸	۰,۰۱۷	۰,۰۳	۰,۴۰۹	۰,۰۱۳	۰,۶۸۳	۰,۸۲۶	۰,۰۲۱	۳,۹۹۱	
G1-FibHM-2	۱,۹۷۸	۰,۰۱۶	۰,۰۴۷	۰,۴۸	۰,۰۳۸	۰,۵۱۹	۰,۹۲۲	۰,۰۲۵	۴,۰۱	
G1-FibHM-3	۱,۹۶۴	۰,۰۱۸	۰,۰۶۵	۰,۳۶۳	۰,۰۱۶	۰,۶۲۳	۰,۹۵۷	۰,۰۳۱	۴,۰۲	

Label	ولاستونیت	انستاتیت	فروسیلیت
G-1FMS1	۳۲,۱۶۲	۵۰,۴۵۴	۱۳,۵۶۸
1-4Cpx1-1	۴۲,۸۶۴	۴۰,۴۲۲	۱۱,۸۵۵

چنانکه انتظار می‌رفت، بیشتر ترکیب شیمیایی کلینوپیروکسنها ماقماتیسم نیمه قلیایی با گرایش به محیط قلیایی را نشان می‌دهند. ترکیب متوسط چند نقطه از آنالیزهای ریز پردازشی حتی محیط پر قلیا را نشان داده است. بازالت‌های قلیایی درون صفحه‌ای دارای Na_2O , TiO_2 و SiO_2 بالا و پائین است [۱۸]. F1 با توجه به این شواهد نمونه‌های کلینوپیروکسن در نمودار F1-۱۹ در گستره WPA, VAB قرار می‌گیرند که گواه بر وجود ماقمایی با سرشت ترا قلیایی (قلیایی-انتقالی) برای سنگهای این منطقه است (شکل ۶-ب).

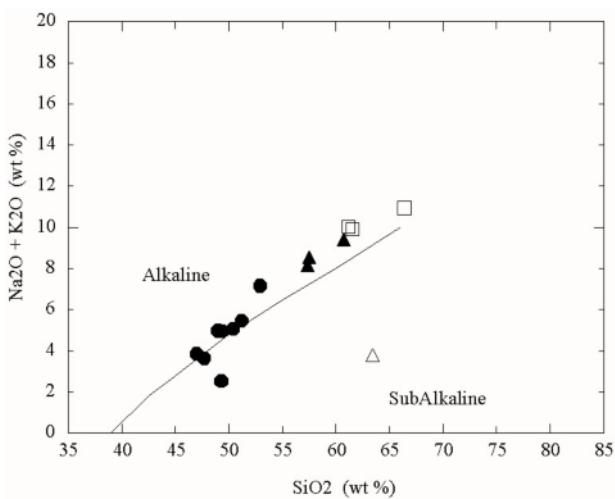
دلیل قرار گرفتن نمونه‌های مورد بررسی در گستره MORB این است که ریفت‌های درون قاره‌ای با پیشرفت و تولید آبگون پوسته اقیانوسی در نهایت به MORB تبدیل می‌شوند.

دامنه گسترده ترکیب شیمیایی کلینوپیروکسنها در انواع سنگهای آذرین می‌تواند بیانگر سرشت خاستگاه ماقمایی کانیها باشد. کلینوپیروکسن، مقاومترین کانی این سنگها در برابر دگرسانی است، به طوری که در بسیاری از بازالت‌های هوازده بلورهای کلینوپیروکسن از هوازدگی مصنوع مانده اند که در زمینه دگرسان شده قرار گرفته‌اند. آنالیزهای ریز پردازشی از این بقایای دانه‌ای، نوع ماقما و محیط ژئودینامیکی آن را تعیین می‌کند. در این خصوص نمونه‌های مورد مطالعه نمودارهای تقسیم بندی بازالتها بر پایه درصد تیتان سنگ به تیتان کانی کلینوپیروکسن [۱۶] در گستره قطری (MORB) قرار گرفته-اند (شکل ۵). از نمودار $\text{Al}_2\text{O}_3 / \text{SiO}_2$ [۱۷] برای تعیین نوع ماقماتیسم استفاده شده است (شکل ۶-الف). در این نمودار

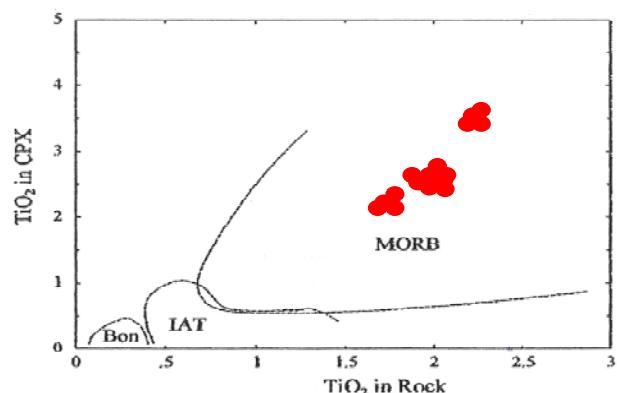
۳- ژئوشیمی سنگهای آذرین

برای بررسی بیشتر از آنالیز سنگ کل نیز استفاده شد (جدول ۲). نمونه‌های مورد مطالعه روی نمودار TAS بیشتر در بالای مرز تقسیم سری های توام قلیایی و نیمه قلیایی، و بخشی نیز در گستره نیمه قلیایی قرار می‌گیرند (شکل ۷). نمونه‌های مورد مطالعه روی نمودار Th/Nb نسبت به La/Nb [۲۱، ۲۲ و ۲۳] با نیز در گستره انتقالی قرار گرفته‌اند (شکل ۸). پیرس [۲۴] با استفاده از نسبت‌های Ti/Y, Nb/Y بازالت‌های درون صفحه‌ای، جزایر قوسی و مورب را از یکدیگر تفکیک کرده است. بازالت‌های درون صفحه‌ای دارای Ti/Y, Nb/Y بیشتری هستند. این تفاوتها احتمالاً بازتاب دهنده یک خاستگاه گوشتۀ‌ای غنی شده است. بر پایه نسبت Y/Nb بازالت‌های درون صفحه‌ای به انواع تولئیتی، حدواسط و قلیایی تقسیم می‌شوند. نمونه‌های مورد مطالعه گستردۀ ای در گستره انتقالی قرار می‌گیرند (شکل ۹). محاسبۀ معیار CIPW نیز حاکی از وجود نفلین، آلبیت، و الیوین فراوان در این سنگهاست [۲۵].

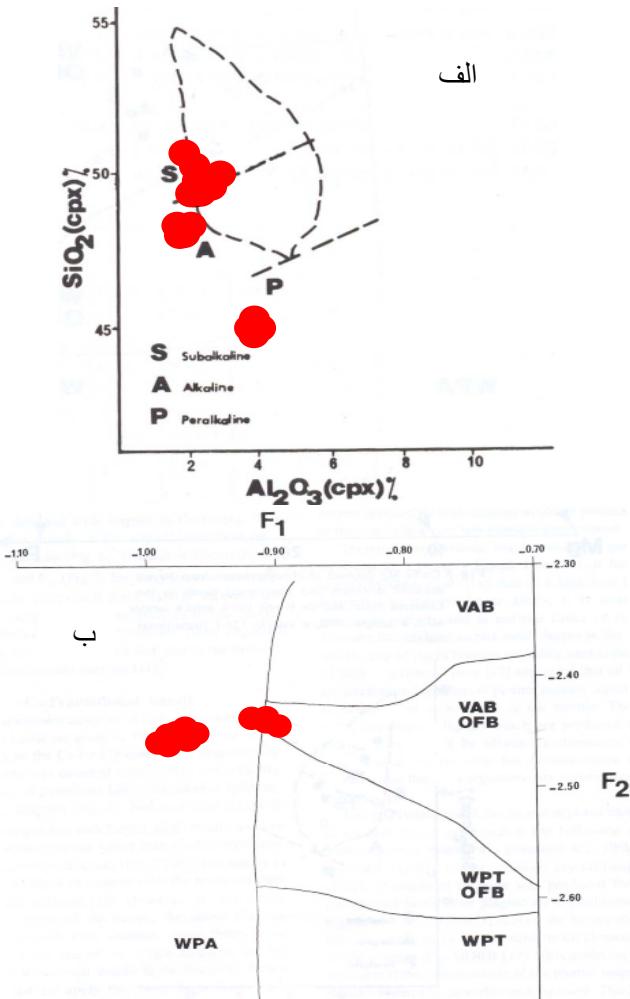
با توجه به دگر نهادی شدید در سنگهای این منطقه نمودارهایی که بر پایه عناصر اصلی (Na_2O , K_2O) نظریه ای هستند به یقین نمی‌تواند ترکیب مagma را نشان دهد. لذا از نمودار شکل ۱۰ استفاده شد. با توجه به نمودار Zr/Y بیشتر نمونه‌های مورد بررسی در گستره بازالت‌های درون صفحه‌ای قرار می‌گیرند (شکل ۱۰).



شکل ۷ نمودار TAS و موقعیت نمونه‌های مورد مطالعه روی آن [۲۰].



شکل ۵ نمودار TiO_2 در سنگ بازالتی نسبت به TiO_2 کلینوپیروکسن‌های آن و جدایی محیط‌های ژئوتکتونیکی مختلف [۱۶].



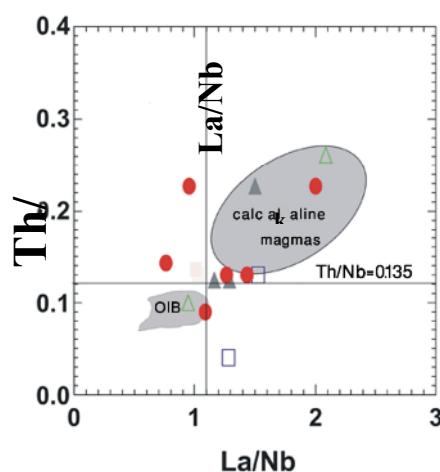
شکل ۶ الف نمودار $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ [۱۷] و جایگاه پیروکسن‌های سازند هرمز روی آن، ب نموار F_1 - F_2 و موقعیت کلینوپیروکسن‌های مagmaی سازند هرمز روی آن [۱۹].

جدول ۲ آنالیز XRF سنگهای آذرین سازند هرمز در زاگرس بلند.

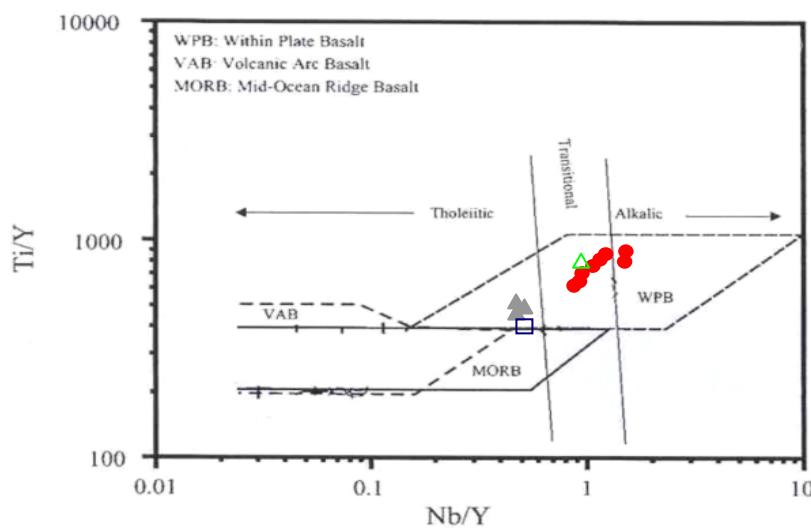
Sample No.	g9 ●	G6 ●	g12 ●	g1 ●	g11 ●	g3 ●	g15 ●
rock type	Basalt						
SiO ₂	۵۲,۶	۵۱	۴۹,۹	۴۸,۹	۴۸,۱	۴۸,۸۷	۴۶,۹
TiO ₂	۲,۲۹	۱,۳۸	۲,۱۲	۲,۰۴	۲,۰۳	۲,۱۸	۲,۱۴
Al ₂ O ₃	۱۵,۶	۱۵,۳	۱۵,۷	۱۵,۹	۱۵,۹	۱۲,۱۶	۱۳,۹
Fe ₂ O ₃	۲,۸۹	۲,۵۸	۲,۱۲	۲,۳۸	۲,۳۹	۲,۰۴	۲,۲۹
FeO	۸,۳۱	۸,۶۸	۸,۸۹	۹,۱۴	۹,۱۴	۹,۹۱	۱۲,۶
MnO	۰,۲۸	۰,۱۴	۰,۳۱	۰,۲۱	۰,۲	۰,۲۱	۰,۱۸
MgO	۴,۹۱	۷,۶۲	۶,۲۸	۶,۹۶	۶,۹۸	۱۱,۰۳	۸,۷۴
CaO	۴,۹۸	۷,۲۱	۸,۱۹	۸,۱۵	۸,۱۴	۱۰,۱۴	۷,۸۵
Na ₂ O	۰,۵۱	۲,۷۲	۳,۴۷	۳,۳۴	۳,۳۷	۰,۷۴	۲,۲۱
K ₂ O	۱,۶۱	۱,۷۳	۱,۵۸	۱,۵۶	۱,۵۲	۱,۷۸	۰,۳۸
P ₂ O ₅	۰,۳۸	۰,۳	۰,۵۲	۰,۴۸	۰,۴۷	۰,۳۱	۰,۳۸
LOI	۰,۵۷	۰,۲۵	۰,۷۹	۰,۸۹	۱,۴۴	۰,۲۱	۱,۳۹
total	۹۹,۹۳	۹۹,۹۱	۹۹,۸۷	۹۹,۹۵	۹۹,۸۸	۹۹,۸۴	۹۹,۷۶
Zr	۱۱۲	۱۷۰	۱۱۲	۱۱۱	۱۱۱	۱۲۴	۱۴۸
Sr	۱۸۰	۴۱۰	۳۰۳	۳۰۴	۳۰۴	۹۷	۲۲۲
Rb	۴	۲۴	۲۷	۲۸	۳۰	۱۴	۷
Th	۳	۵	۳	۵	۴	۳	۳
Pb	۶	۵	۵	۶	۴	۳	۴
Zn	۳۱۵	۱۱۷	۲۱۱	۲۱۵	۲۱۵	۹۸	۱۴۴
Cu	۱۷	۴۶	۳۶	۳۶	۳۶	۱۳۷	۳۲
Ni	۴۸	۱۰۸	۶۲	۶۳	۶۳	۱۵۰	۲۱۶
Co	۴۲	۴۵	۴۸	۴۷	۴۷	۷۱	۷۱
La	۲۷	۲۱	۴۵	۴۴	۲۴	۱۶	۱۹
F	۱۱	۹۴	۲۰۷	۲۰۴	۲۰۴	۱۲۸	۲۴۵
V	۲۱۰	۱۵۴	۱۱۴	۱۱۲	۱۱۳	۱۵۴	۱۸۹
Cr	۹۴	۲۲۸	۱۳۷	۱۳۲	۱۳۳	۳۳۲	۳۰۸
S	۱۴	۲۷۸	۶۳	۶۱	۶۱	۱۰۶	۱۶۴
Y	۳۱	۲۵	۲۱	۲۴	۲۴	۳۳	۲۷
Hf	۶	۳	۷	۷	۸	۷	۲
Ba	۳۳۰	۳۲۵	۲۳۵	۲۴۷	۲۴۷	۳۰۱	۱۹۸
Ce	۱۸	۳۵	۴۴	۷۲	۴۷	۶۳	۶۴
U	۴	۴	۳	۳	۰	۴	۷
Nb	۲۳	۲۲	۲۱	۲۲	۲۲	۲۱	۲۳
Cl	۱۵۳۶	۳۰۱۴	۹۵۶	۹۸۷	۹۸۷	۷۴۰	۹۳۸

ادامه جدول ۲

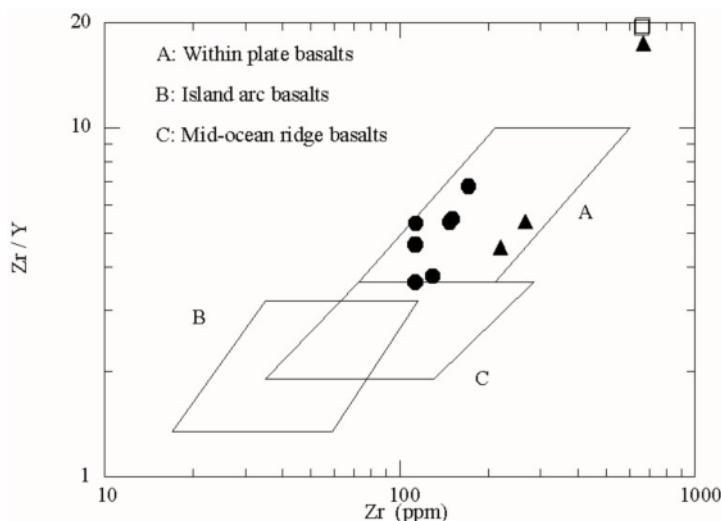
Sample No.	g10 Δ	g5 \blacktriangle	g7 \blacktriangle	g14 \blacktriangle	g13 \blacktriangle	g2 \square	g8 \square	g4 \square
rock type	Andesite	Trachky Andesite	Trachky Andesite	Trachky Andesite	Trachky Andesite	Trachkyte	Trachkyte	Trachkyte
SiO ₂	54.5	57.1	60.5	61.1	61.1	66.32	66.3	53.7
TiO ₂	1.23	1.69	0.19	0.17	0.18	1.53	2.12	0.76
Al ₂ O ₃	14.5	13.9	13.83	12.98	13.46	13.24	13.90	18.80
Fe ₂ O ₃	2.61	3.21	1.78	1.99	1.97	0.65	2.51	1.48
FeO	7.52	8.10	4.43	3.77	2.78	1.29	12.6	7.32
MnO	0.1	0.09	0.04	0.02	0.02	0.02	0.19	0.03
MgO	4.65	2.08	1.34	0.97	0.87	0.98	8.89	3.36
CaO	5.82	3.47	8.30	7.78	7.78	3.45	7.79	8.87
Na ₂ O	7.56	7.94	7.49	8.02	8.01	6.68	3.41	4.47
K ₂ O	0.22	0.04	1.85	1.99	1.98	4.20	0.41	0.48
P ₂ O ₅	0.48	0.61	0.06	0.02	0.02	0.15	0.41	0.22
LOI	0.84	0.69	0.12	0.08	0.01	1.87	1.45	0.4
total	99.94	99.90	99.93	99.89	99.97	99.79	99.95	99.89
Zr	253	218	663	654	668	574	145	108
Sr	78	123	198	20.4	20.1	221	221	9
Rb	8	8	32	35	34	7	8	3
Th	3	5	3	4	3	8	4	6
Pb	4	5	3	4	2	5	9	5
Zn	37	86	20	18	18	13	144	23
Cu	6	22	17	14	15	42	32	21
Ni	9	15	16	13	14	315	217	31
Co	28	42	15	13	13	62	72	107
La	28	33	24	22	20	15	19	48
F	241	273	92	88	89	14	245	21
V	26	122	17	17	18	38	190	171
Cr	126	53	160	148	149	18	308	57
S	16	479	97	98	99	38	168	31
Y	47	48	38	34	34	6	27	5
Hf	6	5	10	13	12	149	2	59
Ba	17	141	140	142	138	72	198	207
Ce	89	41	72	40	41	15	19	47
U	6	4	8	8	4	7	4	5
Nb	24	22	24	25	23	26	20	23
Cl	2189	19.4	5874	5427	5828	366	942	1173



شکل ۸ موقعیت سنگهای آذرین سازند هرمز در منطقه زاگرس بلند روی نمودار Th/Nb در برابر La/Nb [۲۱، ۲۲ و ۲۳].



شکل ۹ نمودار جدا کننده بازالتها بر پایه Ti/Y – Nb/Y و موقعیت نمونه‌های سازند هرمز در زاگرس بلند روی آن [۲۴].



شکل ۱۰ نمونه‌های مورد مطالعه روی نمودار پیرس و نوری ۳ [۲۶] در گستره بازالت‌های درون صفحه‌ای قرار گرفته است.

است. بر این پایه نمونه‌های مورد بررسی مربوط به گسلهای تبدیل حاشیه کافتی‌های اقیانوسی هستند که بیشتر از سری تولیئتی، قلیایی و گاه تبدیلی هستند.

تشکر و قدردانی

از تحصیلات تکمیلی دانشگاه اصفهان به سبب حمایت از این کار پژوهشی سپاسگزاری می‌شود.

مراجع

- [1] Pligim, G. E., “The geology of the Persian Gulf and the adjoining portion of the Persia and Arabia”, G. S. India (1908) 34, 2-177.

برداشت
سنگهای بازی (بازالت و میکروگابرو) دیاپیرهای کاج، رستم آباد و دو آب از مجموعه کانیهای کلینوپیروکسن، پلازیوکلاز، آمفیبول، آپاتیت، الیوین، اسفن ثانویه و کانیهای کدر (ایلمنیت) تشکیل شده‌اند. بررسیهای کانی شناسی وجود ماکل ساعت شنی و ساختار منطقه ای را در کلینوپیروکسنها نشان می‌دهد. علاوه بر آن همراهی آپاتیت و اسفن فراوان، کرسوتیت، تیتان دار بودن برخی از کلینوپیروکسنها (تیتان اوژیت) و نمودارهای ژئوشیمیایی ماسیتیسم نوع ترا قلیایی (انتقالی) را برای سنگهای ماسی سازند هرمز در زاگرس بلند مشخص کرده

- [15] Deer, W., A., Zussman, J., "An introduction to the rock forming minerals", Longman Group, seventeen impression (1991) 528.
- [16] Beccaluva, L., Macciotta, G., Piccardo, G. B. and Zeda, O., "Clinopyroxene composition of ophiilitic basalts as petrogenetic indicator", Chem. Geol., (1989), 77, 165-182.
- [17] Le Bas, M. J., "The role of aluminum in igneous clinopyroxene with relation to their parentage", Am. J. Sci. (1962) 260, 267-288.
- [18] Catakli, E., "Assemblage ophiolitique et roches associees de la partie occidentale du massif de Pozanti-Karsanti", P.H.D. thesis, Universite de Nancy (1983) 1. 760.
- [19] Pearce, J. A., Nisbet, E. G., "Clinopyroxene composition in mafic lavas from different tectonic settings" Contrib. Mineral. Petrol. (1977) 63, 149-160.
- [20] Irvine, T. N., Baragar, W. K. A., 1971, A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks, Can. J. Earth Sci., 8, 523-548.
- [21] Le Roex A. P., Bell D. R., Davis P., "Petrogenesis of group I kimberlites from Kimberly, South Africa, evidence from bulk-rock geochemistry", J. Petro. (2003) 44, 2201-2286.
- [22] Coe, N., "Petrogenesis of the Swarttuggens and star group II kimberlite dykes, swarms, South Africa", Ms. C. Thesis University of Cape Town (2004) 146.
- [23] Becker, M., Le Roex, A., "Geochemistry of South African on and off craton, group I and group II kimberlites: petrogenesis and source region evolution", J. Petro. (2006) 4, 63-703.
- [24] Pearce, J. A., 1982, Trace element characteristic of lava from destructive plate boundaries, In: Thrope, R. S. (ed), Andesites, Wiley Chichester, 525-548.
- [۲۵] تقی پور، ص، "مطالعات کانی شناسی و پترولوزیکی در مجموعه‌های آذرین-تبخیری گنبدی‌های نمکی زاگرس بلند"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، منتشر نشده، ۱۳۸۶ (۱۲۲).
- [26] Pearce, A. J and Norry, M. J., 1979, Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y, Nb variations in volcanic rocks, contrib., Mineral. Petrol., 69, 33-47.
- [2] Blanford, W. T., "Note on the geological formations seen along the coasts of Biluchistan and Persian Gulf and on some of the Gulf island", Rec. G.S.I., Indian (1972) 41-45.
- [3] Kent, P. E., "The salt plugs of the Persian Gulf region", Iran, Leics. Lit. Phil. Soc. (1970) 64, 65-88.
- [۴] زاهدی، م، "جایگاه گنبدی‌های نمکی منطقه زاگرس بلند در ستون چینه شناسی ایران"، فصلنامه علوم زمین (۱۳۷۰) ۱، ۶۴-۷۳.
- [۵] زاهدی، م، "نقشه زمین‌شناسی شهرکرد ۱:۲۵۰۰۰۰، انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور (۱۳۷۱)".
- [۶] هروی، م، هوشمندزاده، ع، نبوی، م، "مفاهیم جدیدی از چینه شناسی سازند هرمز و مسئله دیاپیریسم در گنبدی‌های نمکی جنوب ایران"، سمپوزیوم دیاپیریسم (۱۳۶۹) ۱-۲۰.
- [7] Stocklin, J., "Lagoonal formation and salt domes in East Iran" Bulletin of the Iranian Petroleum Institute" (1972) 3, 29-46.
- [8] Harrison, J. V., Obrein, C., A., "The geology of some salt plugs in Laristan, South Persia", Geo. Soc. London, J. Quart (1971) 86, 463-522.
- [۹] سبزه‌ئی، م، "گزارش بررسی‌های زمین‌شناختی و سنگ شناختی گنبدی‌های نمکی کاکان، کمهر، کوه گون در منطقه یاسوج، اداره کل معدن و فلزات استان کهگیلویه و بویراحمد، گزارش داخلی (۱۳۶۸) ۷۰.
- [۱۰] حجتی، ح، "بررسی پترولوزی و ژئوشیمی گنبدی‌های نمکی استان چهارمحال و بختیاری (کاج، گنجان، دشتک و نازی)", پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان (۱۳۷۷) ۷-۲۰.
- [11] Momenzadeh, M., Heidary, A., "The origin of Hormoz salt formation", Symposium on diapirism with special reference to Iran (1990) 1, 109-140.
- [۱۲] درویش زاده، ع، "ویژگی زمین‌شناسی نمک‌های اینفر اکامبین خلیج فارس"، مجموعه مقالات سمپوزیوم دیاپیریسم (۱۳۶۹) ۱، ۸۱-۱۰۸.
- [۱۳] تقی پور، ص، خلیلی، م، نقره ئیان، م و تقی پور، ع، "مطالعات پتروگرافی و ژئوشیمیایی بر روی سنگ‌های آذرین سازند هرمز، چکیده مقالات انجمن زمین‌شناسی (۱۳۸۵) ۸۵-۴۷۸.
- [14] Morimoto, N., "Nomenclature of pyroxenes", Can., Mineral, (1989) 27, 143-156.