

ارتباط کانی‌شناسی اولیژیست‌ها و کوارتزهای سازند آجاجاری با سری هرمز در منطقه‌ی سیاهو هرمزگان

محمد پوستی*: استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده‌ی علوم پایه، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس

حسین غلامعلیان: دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده‌ی علوم پایه، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس

تاریخچه مقاله (تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۲/۳۱)

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۱۵

چکیده

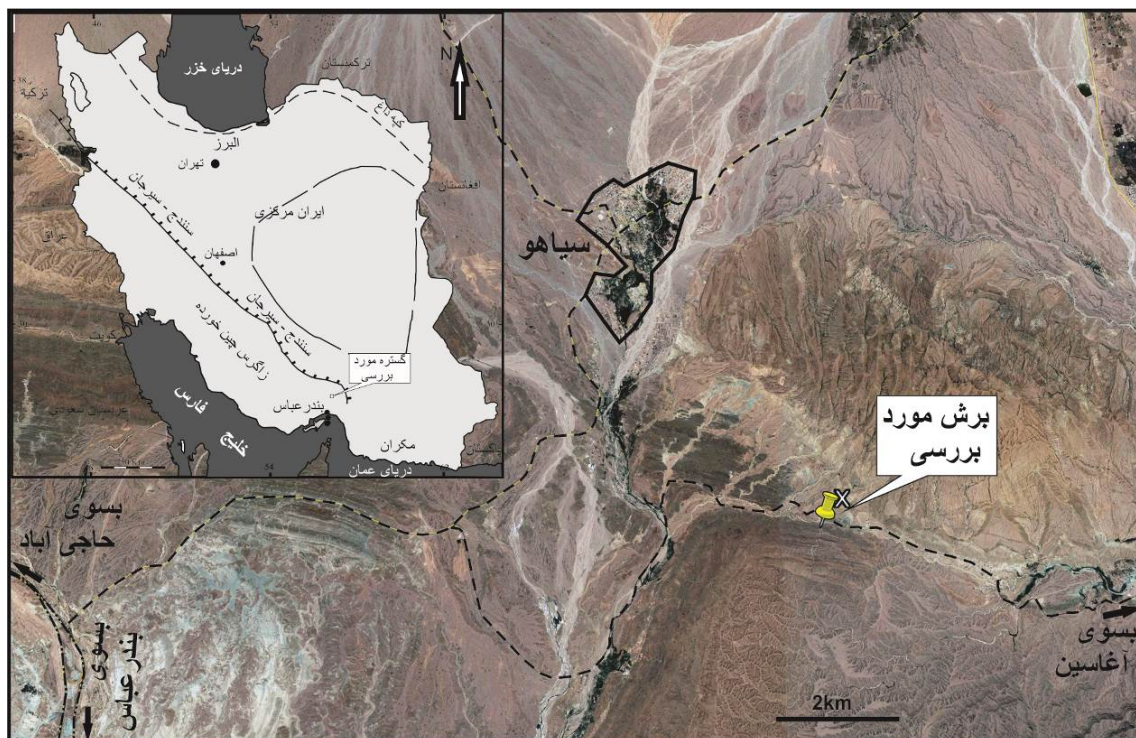
سازند آجاجاری با سن میوسن میانی تا پلیوسن، آخرین واحد گروه فارس است. سنگ‌رخساره‌های شناخته شده در نهشته‌های این سازند شامل ماسه‌سنگ آهکی، مارن، آهک و سیلتستون آهکی است. ستبرای این سازند در برخی از مناطق پس‌خشکی بندرعباس به بیش از ۳۰۰۰ متر هم می‌رسد. مطالعات صحرایی و میکروسکوپی روی ۵۰ نمونه‌ی برداشت شده از این سازند در محدوده‌ی مورد پژوهش و نمونه‌های گرفته شده از سری هرمز (مربوط به چند گنبد) نشان می‌دهد که این سازند دارای دانه‌های آواری (عمدتاً کوارتز پلی کریستالین و کوارتزهای با خاموشی موجی)، خرده‌های سنگواره‌ها، کانی‌های تیره (اکسید و هیدروکسیدهای آهن)، آلپیت، ارتوکلاز و کانی‌های فرعی مسکویت و کلریت است که همگی در یک زمینه‌ی آهکی قرار دارد. آزمایش‌های XRF و میکروپروب سه نمونه از اولیژیست‌های موجود در سازند آجاجاری و سری هرمز، بیانگر این است که منشأ اولیژیست‌ها احتمالاً به فرسایش سری هرمز بازمی‌گردد. فراوانی کوارتزهای دارای خاموشی موجی در سازند آجاجاری نیز منشأ دگرگونی را برای آنها نشان می‌دهد و احتمالاً توسط عوامل حمل و نقل از پهنه‌ی ساختاری سنندج - سیرجان به این حوضه‌ی رسوبی منتقل شده‌است.

واژگان کلیدی: اولیژیست، کوارتز، سازند آجاجاری، سری هرمز، سنندج - سیرجان، منشأ یابی.

۱- مقدمه

سازند آجاجاری و معادل‌های آن در استان‌های خوزستان، لرستان، هرمزگان و کشورهای عراق، سوریه و ترکیه رخنمون دارد و شامل نهشته‌های آواری قاره‌ای مانند ماسه‌سنگ سرخ رنگ و مارن سیلتی و رس است. ستبرای این سازند در برش الگو زیاد است و گسترش فراوانی دارد. این سازند در هرمزگان، ماسه‌سنگی و مارنی است و سن آن را از میوسن پسین تا پلیوسن می‌دانند (Homke et al, 2004). این سازند آواری در منطقه‌ی سیاهو گسترش فراوانی دارد و دانه‌های تشکیل‌دهنده‌ی آن به غیر از کوارتز، شامل کانی‌هایی متنوع به ویژه انواع آهن‌دار (اولیژیست) است. بررسی منشأ کانی‌های مختلف در این سازند به ویژه انواع آهن‌دار آن می‌تواند مورد مطالعه قرار گیرد؛ چرا که کاهش و افزایش میزان کانی آهن‌دار، می‌تواند ملاکی برای دور یا نزدیک بودن به گنبد‌های نمکی باشد و به تفسیرهای زمین‌شناسی کمک کند. همچنین بررسی ویژگی‌های کانی‌شناسی این سازند می‌تواند به شناخت تأثیر فرسایش بر آن کمک کند (Makki et al, 2016 & Nohegar et al, 2017).

منطقه‌ی مورد بررسی، در شمال بندرعباس (استان هرمزگان) و در محدوده‌ی روستاهای سیاهو و آغاسین قرار دارد. برای رسیدن به این منطقه باید ۷۴ کیلومتر را در جاده‌ی بندرعباس - حاجی‌آباد تا دوراهی سیاهو پیمود، سپس ۱۰ کیلومتر دیگر به سوی باختر تا راه فرعی آغاسین طی کرد (شکل ۱ و ۲).



شکل ۱: موقعیت منطقه در شمال بندرعباس (برگرفته از Vega et al, 2012) و تصویر ماهواره‌ای منطقه همراه با راه‌های دسترسی

گروه فارس، نماد چرخه‌ی رسوبی بزرگی است که در نئوژن (میوسن تا پلیوسن) تشکیل شده‌است. بر اساس نظر بسیاری از کارشناسان مانند Aghanabati (2004)، Stöcklin Setudehnia (1991) و Kalantari (1992)، این گروه شامل سازندهای گچساران، میشان و آگاجاری است؛ در حالی که Motiei (1993) معتقد است سازند بختیاری نیز باید به این جمع اضافه شود. همچنین در بعضی مناطق مانند شمال بندرعباس و فارس میانی، سازند رازک جایگزین سازند گچساران می‌شود. سازندهای یادشده در منطقه‌ی سیاهو نیز رخنمون دارد (شکل ۲). براساس نظر Homke و همکاران (2004)، سن سازند آگاجاری، اواخر میوسن تا پلیوسن میانی است و برخی دیگر مانند Emami (2008) و Khadivi و همکاران (2009)، شروع این سازند را از میوسن میانی می‌دانند؛ البته Amiri-bakhtiar (2014) معتقد است این سازند در برخی از نواحی زاگرس نیز می‌تواند قدیمی‌تر باشد.

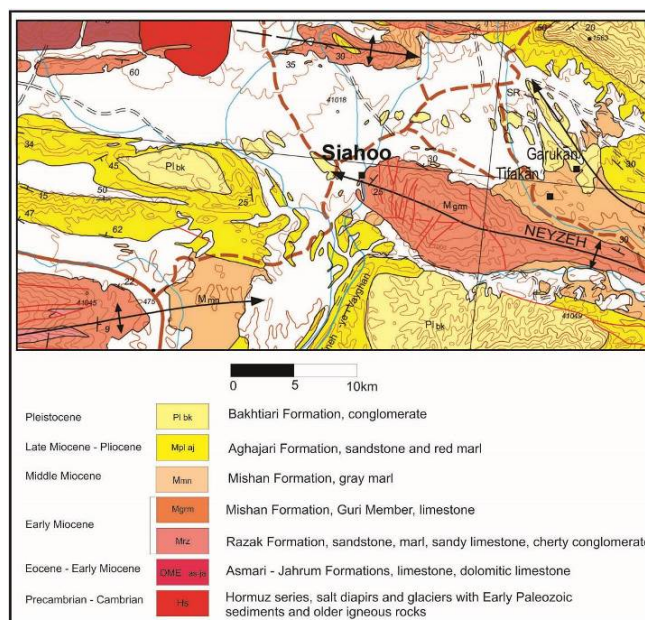
استان هرمزگان از نظر زمین‌شناسی در محدوده‌ی سه واحد مهم رسوبی - ساختاری ایران یعنی زاگرس، مکران و سهند - سیرجان قرار دارد. بخش بزرگی از استان به ویژه شهرستان‌های میانی و باختری آن نیز در زاگرس چین خورده قرار می‌گیرد.

به طور کلی، ساختار زمین‌شناسی منطقه‌ی شمال بندرعباس - که منطقه‌ی سیاهو نیز بخشی از آن است - از یک سری ساختمان‌های بزرگ تاقدیس و ناودیس تشکیل شده‌است که روند تقریبی باختری - خاوری دارد. این تاقدیس‌ها

و ناودیس‌ها به ترتیب از سازندهای میشان، آغاچاری و بختیاری تشکیل شده که مجموع ستبرای آنها چند هزار متر است (شکل ۲). مرز زیرین سازند میشان در این منطقه در هسته‌ی تاقدیس‌ها بر روی سازند رازک قرار دارد و به رز بالایی آن با سازند آغاچاری به صورت پیوسته و تدریجی است (Khaksar, 2012).

فراوانی گنبد‌های نمکی سری هرمز در هرمزگان، از ویژگی‌های این منطقه است و بر اساس نظر Mortazavi (2006)، تعداد رخنمون‌های سطحی آنها به ۱۱۸ عدد می‌رسد. گنبد‌های نمکی به دلیل قابلیت انحلال، فرسایش‌پذیری شدید و سنگ‌شناسی خاص - که بیشتر از گچ و نمک و توده‌های آذرین بازیک تا اسیدی تشکیل شده‌است - بر محیط رسوبی در این منطقه تأثیر فراوانی داشته و بخش زیادی از رسوباتی که در سنوزوئیک نهشته شده، از فرسایش آنها تأمین شده‌است.

سازند آغاچاری در منطقه‌ی سیاهو رخنمون زیادی دارد و در همه جا ستیغ‌ساز است. ضخامت این سازند در ناحیه‌ی یاد شده زیاد است و بخش بالایی آن، فقط در بعضی جاها به راحتی قابل دسترسی است. در حوالی روستاهای سیاهو و آغاسین فقط بخش بالایی سازند آغاچاری مشاهده می‌شود و مرز پایینی آن با میشان با یک گسل معکوس، و مرز بالایی آن با سازند بختیاری پیوسته است (شکل ۳). ضخامت حقیقی این سازند در منطقه‌ی مورد نظر تاکنون اندازه‌گیری نشده‌است، ولی بیش از ۳۰۰۰ متر تخمین زده می‌شود. بخش پایینی این سازند، تناوبی از مارن و ماسه‌سنگ و بخش بالایی آن عمدتاً از ماسه‌سنگ تشکیل شده‌است (شکل ۳). به طور کلی محیط رسوبی این سازند، دشت ساحلی و رودخانه‌ی منتهی به آن است (Hassani and hosseini-Pour, inpress; Hassani et al, 2014). وجود سنگواره‌های دریایی مانند نرم‌تنان، روزنبران جلبک سرخ و بریوزوآ این ایده را تقویت می‌کند (شکل ۴ و ۵).



شکل ۲: موقعیت زمین‌شناسی منطقه‌ی مورد مطالعه (برگرفته از Fakhari, 1995)

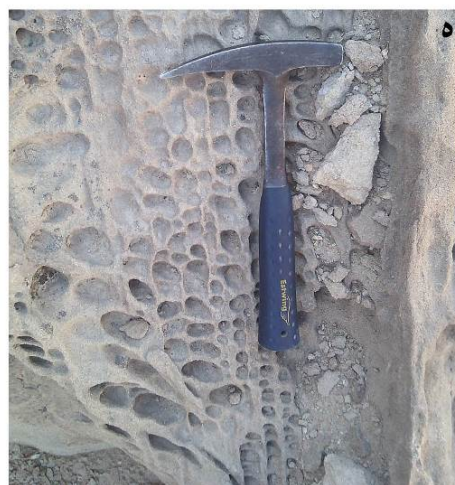
۲- مواد و روش‌ها

با توجه به تغییر ویژگی‌های سنگ‌شناسی در این توالی رسوبی، نمونه‌برداری در جهت عمود بر امتداد لایه‌ها صورت گرفت و بیشتر نمونه‌ها از دره‌ها برداشته شد. تعداد کل نمونه‌های برداشت شده از سازند آگاجاری، ۵۰ عدد است که از ۲۵ مورد از آنها برای تجزیه‌های شیمیایی و از بقیه برای تهیه مقاطع نازک میکروسکوپی و مطالعات ماکروسکوپی استفاده شد.

تعداد آنالیزهای انجام شده، ۲۵ عدد است که ۱۱ مورد شامل تجزیه‌ی شیمیایی (آنالیز XRF) اکسیدی و ۱۱ مورد تجزیه‌ی عنصری است. برای شناسایی دقیق‌تر تغییرات در ترکیب شیمیایی کانی‌ها، بر ۳ نمونه‌ی دیگر نیز آزمایش میکروپروب صورت گرفت. جدول نمونه‌های برداشت شده و مختصات نقاط برداشت آنها در این گزارش ذکر شده- است (جدول ۱). آزمایش‌های XRF توسط شرکت زرآزما پرشیا و آزمایش میکروپروب‌ها نیز به وسیله‌ی آزمایشگاه شرکت ایمیدرو انجام شد. همچنین ۲۰ مقطع نازک از ماسه‌سنگ‌ها تهیه شد و مورد بررسی میکروسکوپی قرار گرفت. برای مقایسه‌ی اولیژیست‌های موجود در ماسه‌سنگ آگاجاری با همین کانی در سری هرمز، نمونه‌برداری از چند گنبد نمکی نیز انجام شد.

جدول ۱: مختصات جغرافیایی (UTM) و شرح نقاط نمونه برداری شده.

Sample	X	Y	Description	Sample	X	Y	Description
SIA106	437909	3065585	ماسه‌سنگ	Ho101	447087	2994338	اولیژیست گنبد هرمز
SIA107	437915	3065582	ماسه‌سنگ	An102	385221	3017117	اولیژیست گنبد انگوران
SIA108	437324	3065698	ماسه‌سنگ	Aga103			ماسه‌سنگ
SIA109	437370	3065723	ماسه‌سنگ	Aga104	433337	3067174	رسوب بستر رودخانه
SIA110	437496	3065698	ماسه‌سنگ	SIA105	426651	3075221	اولیژیست گنبد سیاهو
SIA111	437518	3065664	ماسه‌سنگ	Aga106	437350	3065702	ماسه‌سنگ
SIA112	437526	3065636	ماسه‌سنگ	Aga107	437385	3065695	ماسه‌سنگ
SIA113	437509	3065559	ماسه‌سنگ	Aga108	437420	3065712	ماسه‌سنگ
SIA114	437507	3065562	ماسه‌سنگ	Gah109	388163	3111061	اولیژیست گنبد گهکم
SIA115	437515	3065519	ماسه‌سنگ	Zend110	292365	2981662	اولیژیست گنبد زندان
SIA116	435446	3066354	ماسه‌سنگ	-----			-----



شکل ۳: تصاویر صحرایی مربوط به سازندهای آغاچاری و بختیاری در منطقه سیاهو. الف- نمای کلی بخش بالایی سازند آغاچاری در یال جنوبی تاق‌دیس سیاهو؛ ب- تناوب کنگلومرا و ماسه‌سنگ در قاعده‌ی سازند بختیاری، نزدیک روستای آغاسین؛ ج- مرز پیوسته بین دو سازند آغاچاری و بختیاری، نزدیک روستای آغاسین؛ د- شکل لانه زنبوری ناشی از فرسایش بادی در ماسه‌سنگ آغاچاری.

ماسه‌سنگ‌های سازند آغاجاری دارای دانه‌های آواری است که در یک سیمان آهکی قرار دارد. درصد متوسط عناصر سازنده‌ی سنگ بدین صورت است:

کوارتز: ۴۵٪ تا ۵۰٪ (که حدود ۲۰٪ آن را کوارتز پلی کریستالین - احتمالاً چرت - تشکیل می‌دهد) و بقیه‌ی آن کوارتز مویی است.

زمینه‌ی آهکی: ۳۰٪ تا ۳۵٪

کانی‌های تیره: ۳٪

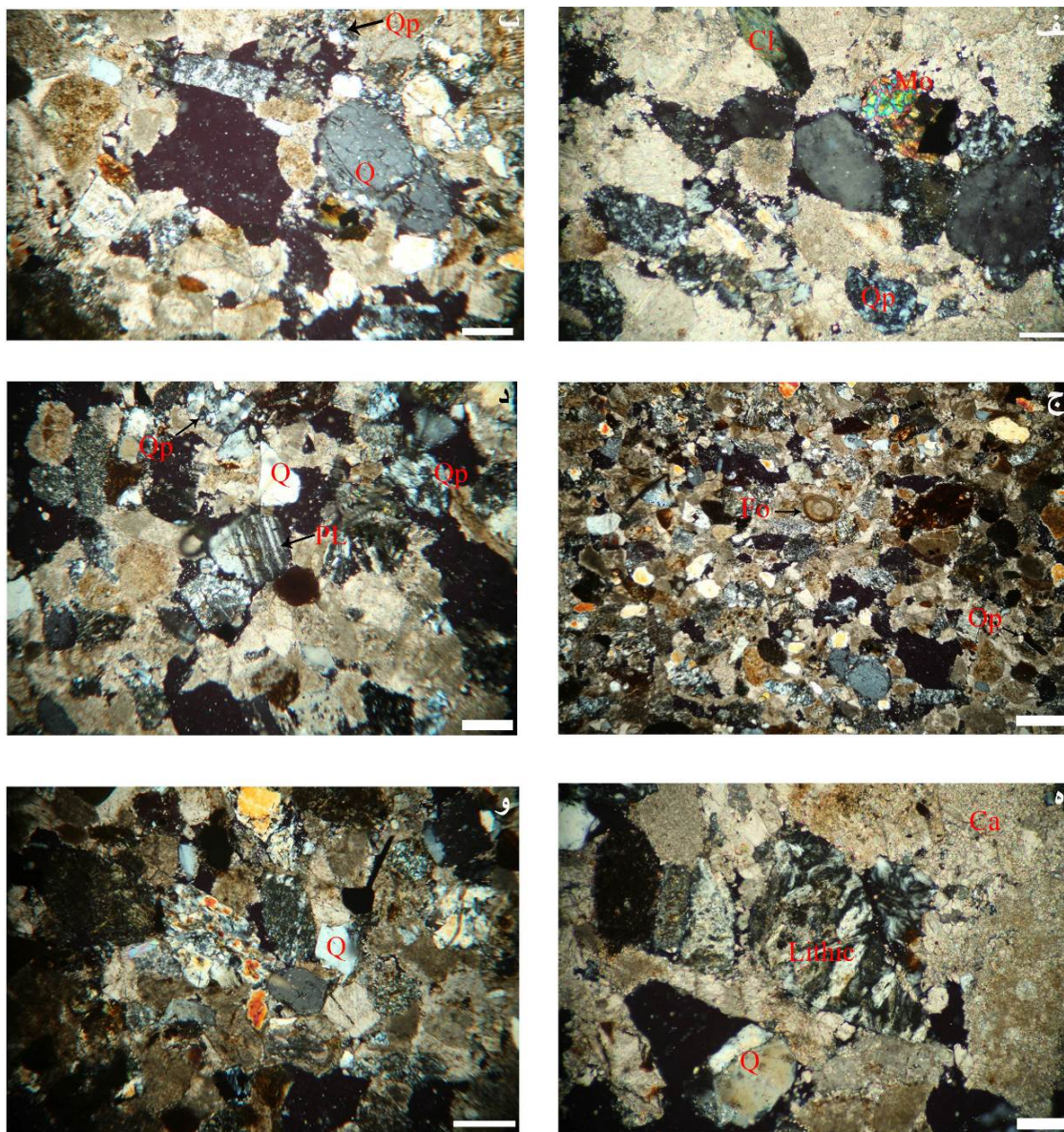
آلبیت و ارتوکلاز کمتر از ۱۰ درصد

کانی‌های فرعی (مسکویت و کلریت) کمتر از ۵ درصد

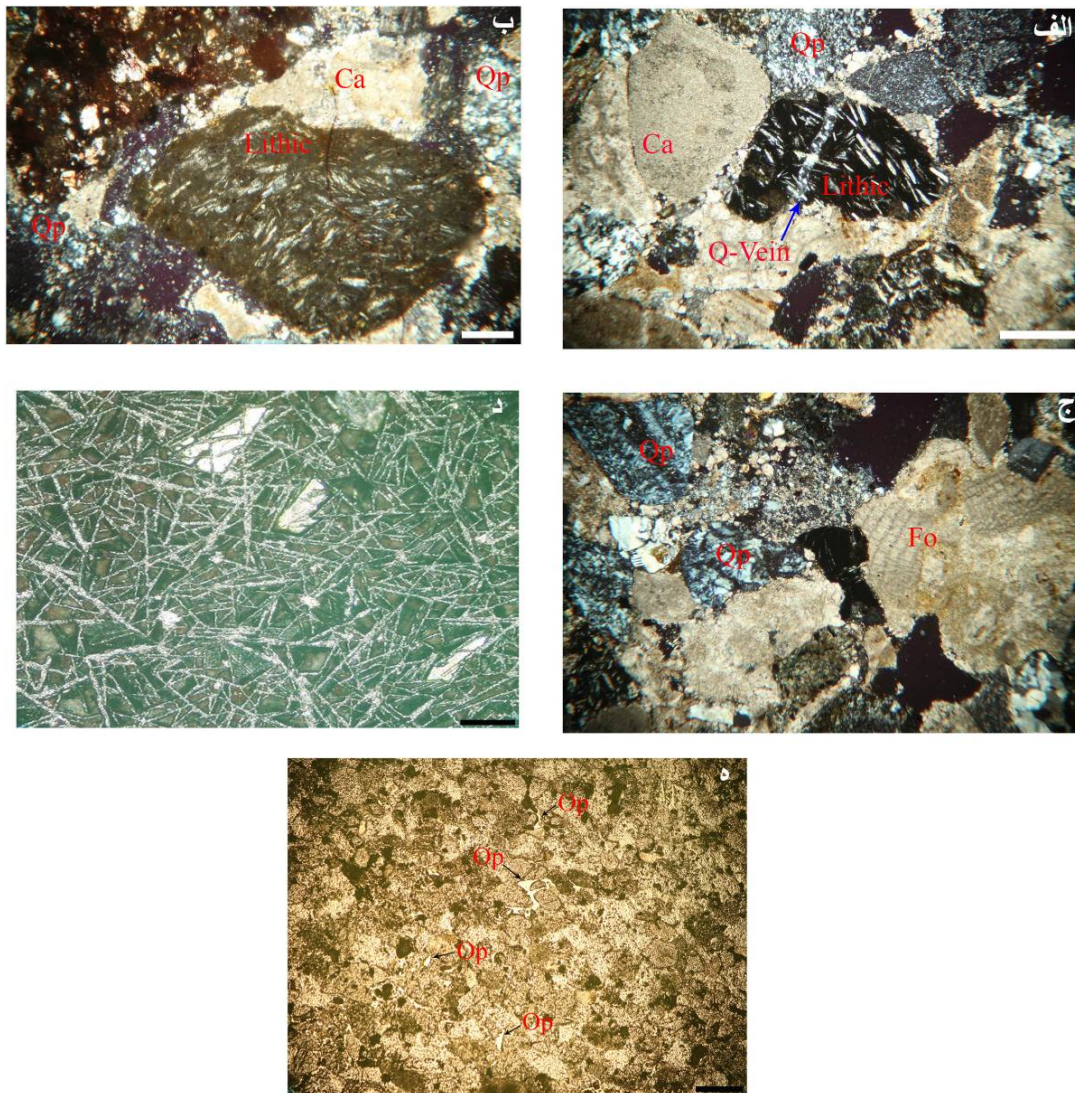
عمده‌ترین کانی سازنده‌ی دانه‌های تخریبی، کوارتز است و در نور پلاریزه، خاموشی مویی دارد و گاه پلی-کریستالین است که چند مرحله‌ی تبلور را نشان می‌دهد. همچنین قدرت گرد شدن دانه‌های کوارتز ضعیف است. این خصوصیات یاد شده نشان می‌دهد که منشأ این کوارتزها احتمالاً از سنگ‌های دگرگونی بوده‌است (Abbasi and Rezaei, 2014). فلدسپات سدیک (آلبیت) با ماکل پلی سنتتیک خاص خود در این ماسه‌سنگ‌ها وجود دارد (شکل ۴). فلدسپات پتاسیک (ارتوکلاز) هم به مقدار اندک دیده می‌شود. از آنجا که کانی‌های یاد شده پایداری کمی دارد، در آب و هوای گرم به سرعت تجزیه می‌شود و دانه‌های آنها گرد شده نیست، باید از نزدیک‌ترین منشأ به این منطقه حمل شده باشد. همچنین کانی‌های بسیار ناپایداری مانند مسکویت و کلریت نیز به میزان کم در مقاطع نازک دیده می‌شود که آنها هم احتمالاً از سنگ‌های دگرگونی سرچشمه گرفته‌است (شکل ۵)؛ البته کانی‌های تیره هم در تمام مقاطع نسبتاً فراوان است و احتمالاً حاصل از فرسایش سنگ‌های سری هرمز موجود در گنبدهای نمکی و رسوب‌گذاری مجدد است (شکل ۵). به طور کلی، بررسی‌های انجام شده بر ترکیب کانی‌شناسی، سنگ‌شناسی و مطالعات صحرایی نشان می‌دهد که دانه‌های آواری سازند آغاجاری از سنگ‌های دگرگونی مناطق شمالی (مانند پهنه‌ی سنندج - سیرجان) سرچشمه گرفته‌است. سپس در دشتی ساحلی رسوب کرده و در این هنگام کانی‌های تیره‌ی حاصل از فرسایش سری هرمز نیز به آنها افزوده شده‌است. بررسی مقاطع نازک و آزمایش‌های شیمیایی نشان می‌دهد که در سنگ‌های سری هرمز، این مقدار فراوان کوارتز وجود ندارد تا بتواند منشأ دانه‌های این کانی در لایه‌های سازند آغاجاری باشد.

از نظر طبقه‌بندی، ماسه‌سنگ‌های سازند آغاجاری در گروه لیت‌آرنایت‌ها قرار می‌گیرد (Flügel, 2004). درصد ماتریکس رسی در این نوع ماسه‌سنگ‌ها کمتر از ۱۵٪ است و با داشتن مقداری خرده‌سنگ و فلدسپات شناخته می‌شود که البته کمتر از مقدار کوارتز است. این سنگ‌ها از نظر ترکیب شیمیایی و نوع دانه‌ها شبیه گریواک‌ها هستند، ولی میزان ماتریکس رسی در آنها بسیار کم است. اما در مقابل، درصد قابل توجهی از سنگ را سیمان کلسیتی تشکیل می‌دهد. اگرچه لیت‌آرنایت‌ها از نظر ترکیب شیمیایی متنوع‌اند، به طور کلی مقدار زیادی Al_2O_3 در فلدسپات و میکا دارند. میزان MgO در این سنگ‌ها کم است. لیت‌آرنایت‌ها حدود ۲۰ درصد از کل ماسه‌سنگ‌ها را تشکیل می‌دهد. ترکیب جورنشده در این سنگ‌ها، نرخ بالای تولید و نهشته شدن رسوب را نشان می‌دهد که از بالای پوسته سرچشمه گرفته و بعد از حمل شدن در یک مسافت کوتاه نهشته شده‌است. بسیاری از ماسه‌سنگ‌های ژوراسیک، کرتاسه و نئوژن در خاورمیانه و ایران از این نوع است. رخساره‌های ماسه‌سنگی نئوژن زاگرس به ویژه سازند آغاجاری پس از

بسته شدن نئوتتیس و همزمان با کوهزایی‌های جدید (استیرین، آتیکن) در یک حوضه‌ی فورلند (جلوی کمر بند چین خورده) نهشته شده‌اند (Islam, 2010)؛ البته به نظر Sahraeyian و همکاران (2013) و Moradi (2015)، ماسه‌سنگ‌های سازند آغا جاری از نوع کالک‌لیتایت‌ها است که در دشتی ساحلی تحت تأثیر جریان‌های جزر و مدی نهشته شده است. همچنین بهرامی (۱۳۷۷) و Bahrami (2009)، این رسوبات را به نهشته‌های کانال جزر و مدی و دشت ساحلی نسبت داده‌اند. برخی دیگر نیز مانند Elmore and Farrand (1981)، این توالی را با نهشته‌های رودخانه‌ی بریده‌بریده و دشت سیلابی مرتبط دانسته‌اند. نهشته‌های یاد شده با اینکه زمینه‌ی آهکی دارد، به دلیل کمبود سیمان و وجود برخی کانی‌های ناپایدار در میان دانه‌های خود مانند اولیژیست، مسکوویت و آلبیت، بسیار زودفرسا هستند. فراوانی شکل‌های ناشی از فرسایش بادی در این سازند نیز به همین دلیل است (شکل ۳).



شکل ۴: تصاویر میکروسکوپی مقاطع نازک تهیه شده از ماسه‌سنگ‌های سازند آغاجاری. طول مقیاس برابر ۵۰۰ میکرون است. الف- مسکوویت (Mo) و کلریت (Cl) همراه با کوارتز پلی کریستالین (Qp) و بلورهای درشت کوارتز در سیمان کلسیتی (Ca)، نور پلاریزه؛ ب- کوارتز پلی کریستالین (Qp) و بلورهای درشت کوارتز در سیمان کلسیتی (Ca)، نور پلاریزه؛ ج- دانه‌های کوارتز همراه با سنگواره‌ی روزنه‌دار (Fo) و کوارتز پلی کریستالین (Qp)؛ د- دانه‌های کوارتز همراه با پلاژیوکلاز (PL) و کوارتز پلی کریستالین (Qp)؛ ه- خرده‌سنگ دگرگونی (شیست) همراه با کوارتز دارای خاموشی موجی در زمینه‌ی کلسیتی، نور پلاریزه؛ و- کانی اوپاک همراه با کوارتز دارای خاموشی موجی، نور پلاریزه.



شکل ۵: تصاویر میکروسکوپی نور عبوری و انعکاسی تهیه شده از ماسه‌سنگ‌های سازند آغاچاری و سری هرمز. طول مقیاس برابر ۵۰۰ میکرون است.
 الف - خردسنگ آذرین (Lithic) متشکل از پلاژیوکلاز (آلبیت) که توسط رگه‌ی کوارتز (Q-Vein) بریده شده، همراه با کوارتز پلی کریستالین در زمینه‌ی کلسیتی، نور پلاریزه؛ ب - خردسنگ (Lithic) متشکل از پلاژیوکلاز (آلبیت) همراه با کوارتز پلی کریستالین در زمینه‌ی کلسیتی، نور پلاریزه؛ ج - سنگواره جلبک سرخ (Fo) همراه با کوارتزهای پلی کریستالین؛ د - برش تیغه‌های هماتیت (اولیژیست) سری هرمز (گنبد نمکی انگوران)، در جهات مختلف، نور انعکاسی طبیعی؛ ه - کانی اوپاک (هماتیت) در ماسه‌سنگ آغاچاری، نور انعکاسی طبیعی.

۲- نتایج

در این پژوهش برای اجرای آزمایش XRF، ۲۲ نمونه از این منطقه برداشت و از نظر اکسیدی و عنصری تجزیه و تحلیل شد. سه نمونه دیگر از ماسه‌سنگ‌های آغاچاری و اولیژیست‌های سری هرمز نیز برای تجزیه‌ی میکروپروب انتخاب شد. ماسه‌سنگ‌های مورد مطالعه در این منطقه شامل کانی‌های اصلی مانند کوارتز، کلسیت، آلبیت، دولومیت و هماتیت و کانی‌های فرعی مانند ارتوکلاز، آلبیت، کلریت، مسکوویت، ایلیت و آمفیبول است. کانی‌های یاد شده هم در مقاطع نازک دیده شده‌اند و هم تجزیه‌ی شیمیایی، وجود آنها را تأیید می‌کند.

جدول ۲: آنالیز اکسیدی نمونه‌های ماسه‌سنگ سازند آگاجاری منطقه‌ی سیاهو (مقادیر به درصد است)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	MnO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	TiO ₂	LOI
SIA106	22.41	2.56	15.45	48.87	0.43	2.15	0.09	0.59	0.04	0.29	0.13	6.91
SIA107	25.32	4.15	12.96	41.17	0.64	3.54	0.11	0.78	0.06	1.76	0.24	9.56
SIA108	33.78	5.75	29.03	2.18	0.81	2.84	0.06	1.34	0.07	0.04	0.27	23.82
SIA109	35.78	6.12	26.17	2.84	0.81	3.22	0.07	1.33	0.08	0.03	0.38	23.09
SIA110	37.37	4.46	27.66	2.08	0.92	2.72	0.05	1.15	0.05	0.07	0.20	23.50
SIA111	28.80	5.80	25.57	11.88	0.50	3.19	0.14	0.93	0.08	0.12	1.06	21.61
SIA112	31.27	4.07	31.40	2.32	0.68	2.85	0.06	1.06	0.07	0.05	0.23	25.89
SIA113	42.72	4.56	21.44	2.77	0.70	4.28	0.06	1.34	0.07	0.02	0.25	21.04
SIA114	43.10	4.59	21.69	2.81	0.69	4.32	0.06	1.39	0.07	0.03	0.26	20.58
SIA115	39.14	6.22	21.56	4.27	0.66	4.79	0.09	1.29	0.07	0.02	0.51	20.53
SIA116	44.88	7.38	19.39	3.48	0.91	3.18	0.10	1.68	0.08	0.03	0.57	18.10

جدول ۳: تجزیه‌ی عنصری ماسه‌سنگ سازند آگاجاری در منطقه‌ی سیاهو

Element	As	Ba	Ni	Pb	Sr	Yb	Zn	Zr
Unit	Ppm	Ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	Ppm	ppm
Dl	1	5	1	5	1	1	1	1
SIA106	70.01	281.04	37.24	11.03	233.4	1.82	88.12	41.29
SIA107	32.43	149.51	44.72	15.44	205.7	1.66	115.8	69.44
SIA108	16.58	160.93	53.32	<	353.2	1.56	27.47	118.48
SIA109	5.49	270.02	66.45	<	318.3	1.53	29.47	160.09
SIA110	12.01	221.97	55.13	<	393.3	1.53	22.14	161.78
SIA111	19.48	1567	78.11	<	394.8	2.33	95.91	398.99
SIA112	15.91	212.02	50.05	<	379.7	1.44	30.17	121.34
SIA113	44.57	105.99	125.38	<	253.1	1.28	24.01	132.59
SIA114	3.08	107.67	121.6	<	257	1.38	27.87	132.66
SIA115	32.22	145.35	156.49	<	335.1	1.46	44.66	139.73
SIA116	4.84	150.33	62.95	<	268.6	1.59	38.71	212.94

ترکیب شیمیایی این ماسه‌سنگ‌ها از چند نظر قابل توجه است:

ترکیب شیمیایی آنها در اکثر نمونه‌ها با ترکیب مارن‌های سازند میشان شباهت دارد، ولی میزان MgO در آنها پایین‌تر است؛ درصد این ماده در نمونه‌های یاد شده از ۲/۱۵٪ تا ۴/۷۹٪ و متوسط آن ۳/۳۷٪ است. آنالیز شیمیایی نشان می‌دهد که میزان Fe₂O₃ در برخی از نمونه‌ها زیاد است و به ۴۸/۸۷٪ نیز می‌رسد که قابل توجه است. این آنومالی، امید-بخش است و به بررسی بیشتری نیاز دارد. از آنجا که نمونه‌های یاد شده از لایه‌های رسوبی گرفته شده‌اند، امکان پی-جویی جانبی این لایه‌ها وجود دارد (جدول ۲).

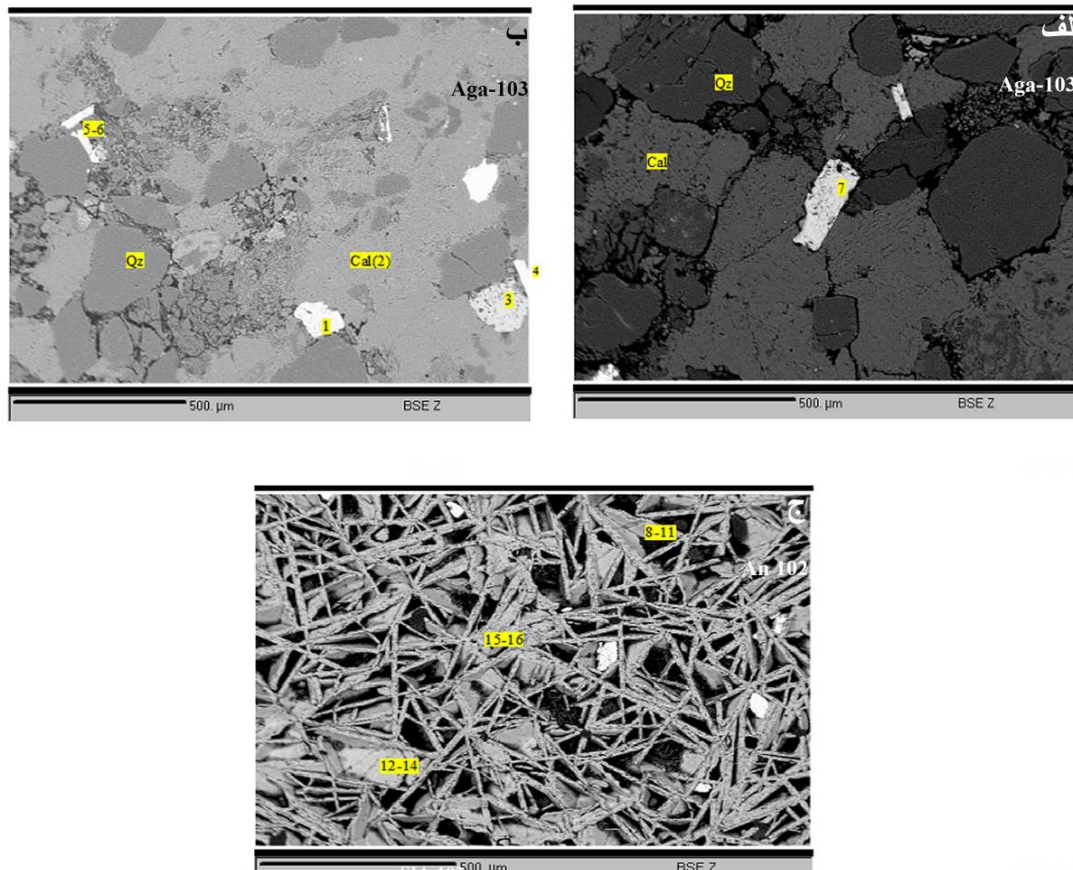
۳-۱- مطالعه‌ی میکروپروب

در این پژوهش برای یافتن منشأ احتمالی اولیژیست‌های موجود در ماسه‌سنگ‌های سازند آگاجاری، دو نمونه از این لایه‌ها و یک نمونه از سری هرمز (گنبد نمکی انگوران) برداشته شد و مورد تجزیه‌ی نقطه‌ای قرار گرفت. در این آزمایش، کانی‌شناسی و ترکیب شیمیایی اولیژیست‌های موجود در سازند آگاجاری با انواع مشابه در سری هرمز (گنبد‌های نمکی) مقایسه شد (شکل ۶ و جدول ۴).

مطالعه‌ی XRF نشان می‌دهد که میزان MgO در سیمان و زمینه‌ی سازند آغاجاری زیاد است؛ در حالی که در تجزیه‌ی نقطه‌ای اولیژیست‌ها، میزان MgO در آنها بسیار پایین است. بنابراین، به احتمال زیاد منشأ اولیژیست‌ها با سایر دانه‌های این ماسه‌سنگ متفاوت است. از طرف دیگر، میزان FeO در تجزیه‌ی نقطه‌ای اولیژیست‌های درون سازند آغاجاری با نمونه‌های مشابه در سری هرمز (گنبد انگوران نمونه‌ی An-102)، بسیار به هم نزدیک است. ترکیب شیمیایی اولیژیست‌ها در نمونه‌های یاد شده نیز با هم بسیار شبیه است؛ بنابراین، می‌توان گفت که همه‌ی آنها احتمالاً از یک منشأ هستند (جدول ۴).

جدول ۴: نتایج آنالیز نقطه‌ای نمونه‌های سازند آغاجاری (Aga 103) و گنبد‌های نمکی انگوران و سیاو (An 102, Sia 102).

	Point	Na2O	K2O	MgO	CaO	MnO	FeO	NiO	CuO	Al2O3	V2O3	Cr2O3	SiO2	SO2	TiO2	Total
Aga-103	1 / 1 .	0.03	0	0	0.45	0.05	89.6	0	0	0	0	0.01	0.23	0.07	0.03	90.5
	2 / 1 .	0.05	0	0.79	55.8	0.01	0.14	0.03	0.05	0	0.05	0.02	0.06	0.12	0.02	57.2
	3 / 1 .	0.06	0	0	0.12	0.02	0.38	0.01	0.05	0.02	0.44	0.2	0.34	0	0.2	97.2
	4 / 1 .	0.14	0	0.08	0.54	0.04	89.9	0	0	0.08	0	0	0.34	0	0.2	91.3
	5 / 1 .	0.08	0	0	0.42	0.01	89.2	0	0	0.18	0.06	0.02	0.19	0.04	0.02	90.2
	6 / 1 .	0.17	0.02	0.03	0.13	0	88.7	0	0	0.3	0.03	0	0.7	0.07	0.14	90.3
	7 / 1 .	0.11	0.04	0.09	0.12	0	89.5	0.04	0	0.02	0.04	0	0.13	0.06	0.02	90.2
Sia-102	19 / 1 .	0.58	0.24	1.03	5.68	0.31	65.9	0.05	0.04	0.14	0.02	0.04	6	0.38	0	80.4
	20 / 1 .	0.67	0.24	1.27	9.89	0.24	70.4	0.11	0.04	0.08	0	0.01	5.85	0.15	0	89
	21 / 1 .	0.31	0.32	1.74	4.85	0.26	75.6	0.05	0	0.17	0.03	0	7.81	0.24	0.01	91.4
	22 / 1 .	1.04	0.26	1.4	5.12	0.36	77.5	0.06	0.06	0.14	0.02	0.01	5.56	0.33	0	91.9
An-102	8 / 1 .	0.13	0.02	0	0	0.03	90.6	0.07	0	0.06	0	0.02	0.36	0	0.08	91.3
	9 / 1 .	0.03	0.04	0.07	0.15	0	87.9	0	0	0.42	0.01	0	2.71	0	0.06	91.4
	10 / 1 .	0.12	0.04	0	0.06	0	88.5	0.02	0	0.17	0.02	0.02	1.51	0.01	0.08	90.6
	11 / 1 .	0.04	0.07	0	0.06	0.02	84.7	0	0	0.49	0.02	0	1.81	0	0.02	87.2
	12 / 1 .	0	0.02	0.13	0.01	0.03	89.5	0.01	0	0	0.03	0	0.13	0	0.07	90
	13 / 1 .	0.26	0.02	0.06	0.06	0	89.9	0.01	0	0.01	0.02	0.01	0.34	0	0.07	90.7
	14 / 1 .	0.04	0.02	0	0.01	0	90.5	0.04	0	0.14	0.02	0.03	0.43	0	0.03	91.2
	15 / 1 .	0.29	0.02	0	0.01	0	90	0	0	0.14	0.02	0	0.5	0	0.08	91
	16 / 1 .	0.46	0.08	0.18	0.11	0	82.8	0.03	0	0.2	0	0	7.43	0.01	0.03	91.3
	17 / 1 .	0.08	0	0	0.05	0	89.8	0.03	0.03	0.08	0	0.01	0.35	0	0.05	90.4
	18 / 1 .	0.16	0.03	0.06	0.14	0	88.9	0	0	0.13	0.02	0	2.31	0.01	0.12	91.8



شکل ۶: عکس‌های گرفته شده توسط دستگاه میکروپروب از مقاطع صیقلی. الف و ب- تصاویر نقاط آنالیز نمونه‌ی **Aga 103** ماسه‌سنگ آگاجاری؛ ج- تصویر نقاط آنالیز نمونه‌ی **An 102** اولیژیست گنبد نمکی انگوران.

در برخی موارد، مقادیر FeO کم بوده، اما میزان CaO زیاد است که این امر به دلیل انتخاب کلسیت به عنوان نقطه‌ی تجزیه است. تعدادی از دانه‌های اولیژیست سازند آگاجاری هم به دلیل آغشتگی ناشی از ورود کلسیت به درون درزه‌های آن، دارای مقادیر کمتر از ۱۰ درصد CaO است.

میزان SiO_2 موجود در برخی از اولیژیست‌های سری هرمز به حدود ۷ درصد نیز رسیده‌است و میزان همین اکسید در اولیژیست‌های سازند آگاجاری (نمونه‌ی **Sia-103**) نیز نسبتاً بالاست. این شباهت نیز می‌تواند منشأ یکسان آنها را نشان دهد.

در یکی از نقاط تجزیه‌ی مربوط به نمونه‌ی **Ag-103** (سازند آگاجاری)، میزان TiO_2 به ۹۷ درصد رسیده که احتمالاً نقطه‌ی موردنظر، حاوی کانی روتیل بوده‌است. منشأ این کانی می‌تواند برگرفته از سنگ‌های آذرین اسیدی در پهنه‌ی سندرچ – سیرجان باشد.

۴- نتیجه‌گیری

با توجه به تلفیق و بررسی نتایج حاصل از آزمایش‌های XRF و میکروپروب بر اولیژیست‌ها و بررسی‌های میکروسکوپی، ماکروسکوپی و مشاهدات صحرایی، نتایج زیر حاصل شد:

- ماسه‌سنگ‌های سازند آغاجاری در منطقه‌ی سیاهو، از چند زاویه قابل توجه هستند؛ در برخی نقاط، درصد Fe_2O_3 به صورت قابل ملاحظه‌ای بالا و به صورت کانی اولیژیست است. میانگین کل عیار این کانی، حدود ۳ درصد است که اینک اقتصادی نیست.

- با توجه به نتایج حاصل از مطالعات آنالیز نقطه‌ای به نظر می‌رسد که منشأ اولیژیست‌های موجود در سازند آغاجاری، احتمالاً برگرفته از فرسایش سنگ‌های سری هرمز است.

- مقادیر فراوانی کوارتز پلی کریستالین در سازند آغاجاری وجود دارد که نمی‌تواند از گنبد‌های نمکی تأمین شده باشد؛ زیرا درون آنها این میزان فراوان از کوارتز وجود ندارد تا منشأ این حجم زیاد از سازند آغاجاری باشد.

- بخشی از کوارتزهای موجود در سازند آغاجاری، دارای خاموشی موجی هستند که منشأ دگرگونی را برای آنها نشان می‌دهد. احتمالاً این کوارتزها از هوازدگی و فرسایش سنگ‌های دگرگونی زون سنندج - سیرجان سرچشمه گرفته‌است.

- کانی‌هایی مانند کلریت و آل بیت که پایداری شیمیایی زیادی ندارند نیز نمی‌توانند مسافت زیادی حمل شده باشند؛ بنابراین، به احتمال زیاد از دگرگونی‌های سنندج - سیرجان به داخل حوضه‌ی رسوبی حمل شده‌اند. کانی ارتوز می‌تواند از ریولیت‌های موجود در گنبد‌های نمکی یا سنگ‌های آذرین اسیدی موجود در زون سنندج - سیرجان سرچشمه گرفته باشد.

- شباهت درصد SiO_2 اولیژیست‌های موجود سری هرمز و سازند آغاجاری، همسان بودن آنها را نشان می‌دهد؛ یعنی احتمالاً اولیژیست‌های موجود در سازند آغاجاری از سری هرمز سرچشمه گرفته‌است.

- در تجزیه‌ی شیمیایی XRF، میزان MgO در نمونه‌های سازند آغاجاری بالاست که به زمینه‌ی کربناتی و دانه‌های آهکی موجود در آن بازمی‌گردد، ولی آنالیز نقطه‌ای روی اولیژیست‌های موجود در این سازند نشان می‌دهد که میزان MgO در این دانه‌ها بسیار کم است و این خود دلیلی بر همسان نبودن منشأ دانه‌ها در سازند آغاجاری است. شاید بتوان گفت که MgO موجود در ترکیب شیمیایی کربنات‌های سازند آغاجاری، از فرسایش سنگ‌های بازیک و اولترابازیک (احتمالاً آفیولیت‌ها) تأمین شده باشد. البته این امر، نیازمند بررسی بیشتر است.

۵- سپاس‌گزاری

این مقاله از طرح پژوهشی شماره‌ی ۹۴/۲۰۰/۸۳۰ استخراج شده‌است و نگارندگان بر خود لازم می‌دانند که از معاون محترم پژوهش و فناوری دانشگاه هرمزگان تشکر کنند که به پشتیبانی مالی از این طرح پرداخته‌اند.

منابع

1. Bahrami, M., 2009. Lithofacies and sedimentary environments of Aghajari Formation in Dehsheikh Mountain, West of Shiraz, Iran, *World Applied Science Journal*, 6 (4), 464 - 473.

2. Abbasi, R., & P. Rezaee., (2014). The depositional environment and provenance of Aghajari Formation in Bandar Abbas area, Zagros basin. Geosciences Investing in the Future. the 6th EAGE International Conference and Exhibition. Saint Petersburg. Russia.
3. Aghanabati, S. A., 2004. Geology of Iran, *Geological Survey of Iran*, 586 PP. (in Persian).
4. Alsouki, M.; Riahi, M. A.; & I. Abdollahie Fard, 2008. Analysis of Miocene depositional systems in offshore area of strait of Hormuz based on 3D-seismic data, *Journal of Applied Sciences*, (8), 1812 - 1821.
5. Amiri-Bakhtiar, H., 2014. Implication of Zagros stratigraphy: Mishan and Aghajari formations, *Oil and Gas Exploration and Production*, (110), 39 - 43.
6. Elmore, R. D., & W. R. Farrand., (1981). Asphalt-bearing sediments in synorogenic Miocene molasse, Zagros Mountains, Iran. *AAPG Bulletin*. 65, 1160 - 1165.
7. Emami, H., 2008. Foreland propagation of folding and structure of the mountain front Flexure in the Pusht-E Kuh Arc (Zagros, Iran), Universitat de Barcelona, Barcelona, 350 PP.
8. Flügel, E., 2004. Microfacies of carbonate rocks: Analysis, Interpretation and Application, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 976 PP.
9. Folk, R. L., 1974. Petrology of sedimentary rocks. Hemphill, Austin, Texas, 159 pp.
10. Fakhari, M., 1995. Geological map of Bandar Abbas 1/250000 (sheet I-13), National Iranian Oil Company.
11. Hassani, M. J., & F. Hosseini-Pour., (in press). Lithostratigraphy and microbiostratigraphy of the Neogene deposits (the Mishan and Aghajari Formations) in the Northeast of Bandar Abbas. *Paleontology Journal* (in Persian).
12. Hassani, M. J.; Hosseini-Pour, F.; & M. Dorisi, 2014. Stratigraphy, paleontology and paleoecology characteristics of Stars Valley deposits in Qeshm Island, *Palaeontology Journal*, (2), 19 - 34.
13. Homke, S. J.; Verges, G.; Garces, H. E.; & R. Karpuzc, 2004. Magnetostratigraphy of Miocene – Pliocene Zagros foreland deposits in the front of the Push-e Kush Arc (Lurestan Province, Iran), *Earth and Planetary Science Letters*, (225), 397 - 410.
14. Islam, M. A., 2010. Petrophysical evaluation of subsurface reservoir sandstones of Bengal Basin, Bangladesh, *Journal of the Geological Society of India*, 76 (6), 621 - 631.
15. Kalantari, A., 1992. Lithostratigraphy and microfacies of Zagros orogenic area South-West Iran, National Iranian Oil Company, exploration and production, geological laboratories publication 12, 421 pp.
16. Khadivi, Sh.; Mouthereau, F.; Larrasoana, J. C.; Verges, J.; Lacombe, O.; Khademi, E.; Melinte-Dobrinescu, M.; & J. P. Suc, 2009. Magnetostratigraphy of synorogenic Miocene foreland sediments in the Fars arc of the Zagros Folded Belt (SW Iran), Basin Research, doi:10.1111/j.1365-2117.2009.00446.x.
17. Khaksar, M., 2012. Facies and sedimentary environments of Aghajari Formation in the west of Bandar Abbas (Suru section), Islamic Azad University, Zahedan branch, Msc thesis, 74 pp.
18. Makki, S.; Rezaee, P.; & H. R. Peyrowan, 2016. Study of effective factors on water erosion in marl deposits of Aghajari and Mishan formations in the qwest of Bandar Abbas, *Quarterly Journal of Environmental Erosion Research*, 6 (1), 30 - 51.
19. Moradi, B., 2015. Lithofacies, persipitation conditions and diagenetic carachters of Aghajari Formation in West of Bandar Abbas (Suru section), MSc thesis, Hormozgan University, 99 p. (in Persian).
20. Mortazavi, S. M., 2006. Search for edible salt in Hormozgan Province. Industry, Mine and Trade Survey of Hormozgan Province, research program, 130 p. (in Persian).
21. Motiei, H., 1993. Stratigraphy of Zagros, *Geological Survey of Iran*, 536 p. (in Persian).
22. Nohegar, A.; Kazemi, M.; Ahmadi, J.; Gholami, H.; & R. Mahdavi, 2017. Using mixed models to determine the contribution of land use and geology formation in erosion and

sediment yield: a case study of Tange-Bostanak watershed in Fars Province, Iran, *Quarterly Journal of Environmental Erosion Research*, 6 (4), 81 - 103.

23. Sahraeyan, M.; Bahrami, M.; & S. H. Hejazi, 2013. The Aghajari (Upper Fars) Formation in the Folded Zagros Zone, Iran: Insights to Identify Facies, Architectural Elements, Fluvial Systems, Petrography and Provenance, *Acta Geologica Sinica*, 87 (4), 1019 - 1031.

24. Stöcklin, J., & A. Setudehnia., (1991). Stratigraphy Lexicon of Iran, Geological Survey of Iran, Report No. 18, 376 p.

25. Vega, F. J.; Gholamalian, H.; Hassani, M. J.; Sajadi, S. H.; & P. Schaaf, 2012. Miocene Crustacea from northern Bandar Abbas, South Iran, *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 265 (3), 221 - 234.

Mineralogy relationship between oligists and quartzes of the Aghajari Formation and Hormuz Series in the Siahoo region, Hormozgan

Mohammad Poosti¹, Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Hormozgan, Bandar Abbas.

Hossein Gholamalian: Associate professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Hormozgan, Bandar Abbas.

Article History (Received: 2018/05/21

Accepted: 2019/01/05)

Extended abstract

1- Introduction

Aghajari Formation as the last unit of Fars Group crops out in Hormuzgan Province with a considerable thickness. This Formation is composed of red sandstones and green to reddish grey silty marls. According to Kalantari (1992), this formation has the age range of Middle Miocene to Pliocene. The thickness of this formation reaches to 3000m in northern Bandar Abbas (Gholamalian, 2012). The great thickness, broad expansion, slothness (with attention to the calcareous matrix) and presence of some amounts of Iron rich minerals as grains are characteristics of this formation mineralogical composition. Also these rocks contain polycrystalline quartz, wavy extinction quartz, fossil fragments and some minor minerals such as moscovite, chlorite, albite, orthoclase in addition to oligite. In order to identify the origin of the mentioned minerals; several samples are studied by microscope and Some are processed by chemical analysis. In addition, the origin of oligite particles in was considered; so some samples containing this mineral were collected from Hormuz Series of Siahoo, Anguran, Zendan and Hormuz salt diapirs.

2- Methodology

The studied area is located in 74 km North of Bandar Abbas, near the Siahoo and Aghasin villages. We should Go 64 km northward from Bandar Abbas and then 10 km eastward in order to access the studied section. The studied section is approximately 4 km before the Aghasin village. Fifty samples were collected from Aghajari Formation and Hormuz Series for the sake of this study; 22 of them were for chemical analysis and 20 for microscopic thin and polished sections. Three oligite samples are collected from salt domes for comparison to the Iron rich mineral grains of Aghajari Formation. Oxidic and elemental XRF analysis of samples performed on 22 samples. In addition, point analysis of microprobe exercises are done on the rock forming grains of Aghajari Formation and Hormuz salt plug oligites with XRF method. Thin and polished sections are studied by polarizer and reflective microscopes.

3- Results

Microscopic investigations on the thin sections of Aghajari Formation Showed the mineralogical content of rocks. Average mineralogical component of grains in this sandstones includes %45 to %50 quartz (%20 wavy extinction quartz and %25 to %30 polycrystalline quartz), less than %10 albite and orthoclase, %3 to %5 black oligite and %30 to %35 calcareous matrix. Quartz is the main mineral in the grains. Polycrystalline and wavy extinction quartzes can generally form in metamorphic phases. On the other hand, angular to semi-rounded quartz Grains show short distance transportation. It seems these quartz grains are originated from the

¹ Corresponding Author: m.poosti@hormozgan.ac.ir

Sanandaj – Sirjan metamorphic belt rocks. Weak mineralogy and grain size sorting and high thickness of Aghajari Formation show fast sedimentation and short distance transportation of grains. On the other hand, comparison of microprobe spot XRF analysis of oligiste grains shows the chemical composition similarity of this mineral in Hormuz series and **Aghajari** Formation sandstones. So these mineral grains are transported from Hormuz series salt plugs to the sedimentary environment during deposition of Aghajari Formation in the Late Miocene to the Pliocene.

4- Discussion & Conclusions

Results of XRF analysis, microprobe and microscopic investigations prove the presence of Fe_2O_3 as oligiste grains in the Aghajari Formation sandstones. Results of point analysis of these particles are similar to those of Hormuz series; showing the probable origin of oligiste particles in the sandstones. A large amount of quartz is present in the Aghajari Formation sandstones that cannot be transported from salt plugs, because there are a few amount of this mineral in the Hormuz Series.

Wavy extinction quartz grains are abundant in the Aghajari Formation sandstones and have been originated from Sanandaj - Sirjan metamorphic belt.

Presence of some mineral particles such as: albite, moscovite, and chlorite in the Aghajari sandstones prove short distance transportation, probably from the Sanandaj - Sirjan metamorphic belt.

In fact, Aghajari sandstone particles are synchronously transported from two main sources; Sanandaj - Sirjan metamorphic rocks are the origin of quartz grains and oligiste fragments are originated from the Zagros Range salt domes.

Key Words: Oligiste, Quartz, Aghajari Formation, Hormuz Series, Sanandaj – Sirjan, origin determination.