

Application of autochthonous glauconies on the evaluation of reservoir potential of the Aitamir Formation in eastern Kopet-Dagh Basin

M. Najafi, M. Ghasemi Noughabi, A. Mahboubi, R. Moussavi Harami

Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad

(Received:7/10/2006, received in revised form:25/12/2006)

Abstract: Glauconies are typically sand-sized and ellipsoidal green pellets in shape that have an earthy or lustrous appearance and is one of the major components of all siliciclastic facies in the Aitamir Formation. Studies of glaucony in this Formation led to identification of two types (allochthonous and autochthonous). Based on maturation, the glauconies in the Aitamir Formation can be divided into slightly evolved, evolved and highly evolved. Study of cutting samples from Gonbadli well-9 and Khangiran wells-6 and 35 show that morphology of glaucony is useful for reservoir potential quality assessment. Rate of compaction and types of grains associated with glaucony can control the morphology of glaucony and its effect on reservoir quality. Glauconies in the Aitamir Formation are autochthonous and types II and III. Therefore these sandstone units have suitable reservoir potential. This study showed that the morphology of glaucony can be used for evaluation of reservoir quality.

Keywords: *glaucony, autochthonous, allochthonous, maturity, reservoir potential.*



کاربرد گلاکونی‌های اتوکتونوس در ارزیابی پتانسیل مخزنی سازند آیتامیر در شرق حوضه کپه داغ

مهدی نجفی، مریم قاسمی نوقابی، اسدا... محبوبی، رضا موسوی حرمی

گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد

(دریافت مقاله ۱۳۸۵/۷/۱۵، دریافت نسخه نهایی ۱۳۸۵/۱۰/۴)

چکیده: گلاکونی دارای اندازه‌ای در حد ماسه، سبز رنگ، بیضوی و ظاهری خاکی یا درخشان است و یکی از اجزای اصلی تشکیل دهنده تمام رخساره‌های سیلیسی آواری سازند آیتامیر در شرق حوضه کپه داغ است. بررسی و مطالعه گلاکونی‌های موجود در این سازند منجر به شناسایی دو نوع گلاکونی اتوکتونوس و آلوکتونوس شده است. از نظر تکامل، گلاکونی‌های سازند آیتامیر از سه نوع کمی تکامل یافته، تکامل یافته و به شدت تکامل یافته تشکیل شده‌اند. بررسی نمونه‌های حاصل از خرده‌های حفاری شده چاه‌های شماره ۹ گنبدلی، شماره ۶ و ۳۵ خانگیران نشان می‌دهد که ریخت‌شناسی گلاکونی برای ارزیابی مقدماتی پتانسیل مخزنی ماسه سنگ‌ها مفید است. شکل گلاکونی به وسیله درجه فشردگی سنگ کنترل می‌شود و فشردگی سنگ را دانه‌های تشکیل دهنده آن که کیفیت پتانسیل مخزنی را به پیش می‌برند، کنترل می‌شود. چگونگی ریخت گلاکونی‌های موجود در سازند آیتامیر از نوع II و III است. از این رو ماسه سنگ‌های این سازند را می‌توان به عنوان پتانسیل مخزنی مناسب در صورت دارا بودن شرایط دیگر در نظر گرفت. این بررسی نشان می‌دهد که با استفاده از ریخت‌شناسی کانی گلاکونی می‌توان پتانسیل مخزنی سازندهای مشابه را نیز ارزیابی کرد.

واژه‌های کلیدی: گلاکونی، اتوکتونوس، آلوکتونوس، تکامل، پتانسیل مخزنی.

مقدمه

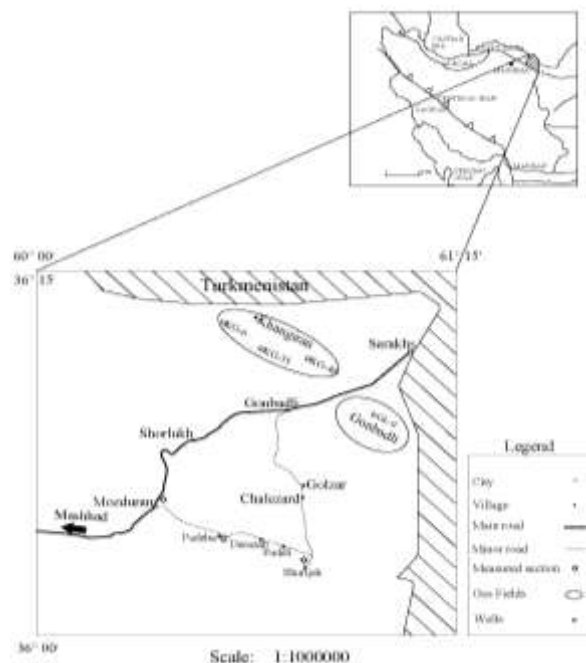
گلاکونی که به آلومینوفیلوسیلیکات های غنی از آهن و پتاسیم اطلاق می شود، دارای اندازه های در حد ماسه، سبز رنگ و معمولاً بیضوی است و ظاهری خاکی یا درخشان دارد [۱، ۲، ۳]. به عبارتی دیگر اصطلاح گلاکونی به کلیه کانی های دارای ساختار گلاکونیتی اطلاق می شود که در مخلوط پیوسته بین یک اسمکتیت غنی از آهن و میکای گلاکونیتی به عنوان عضو پایانی قرار گرفته اند [۴]. این کانی یکی از مهم ترین شاخص های نرخ ته نشستی کم در محیط های دریایی بوده و ابزار مفیدی برای تفسیر نهشته شناسی توالی های حاوی گلاکونی است [۵ و ۶]. گلاکونی معمولاً طی یک فرایند دو مرحله ای تشکیل می شود: در مرحله اول یک پیشگام غنی از آهن (اسمکتیت) در بستر اولیه با منافذ مختلف تشکیل می دهد، و در مرحله دوم اسمکتیت تشکیل شده، در ترکیب با اکسید پتاسیم یک میکای گلاکونیتی در طی تبلور دوباره، پیشگام همزمان با انحلال بستر اولیه تشکیل می دهد [۴].

نرخ ته نشستی پایین، سطح تماس آب و مواد ته نشین شده به میزان لازم، پیدایش شرایط نیمه اکسیدی یا مرز اکسایشی احیایی، و وجود بستر مناسبی از ته نشینها (کوارتز، خرده سنگ، پتاسیم فلدسپات و خرده های فسیلی)، شرایط فیزیکوشیمیایی لازمی برای تشکیل کانی گلاکونی است [۷]. ریخت شناسی گلاکونی، یکی از ویژگی های مهم در ارزیابی مقدماتی پتانسیل مخزنی است.

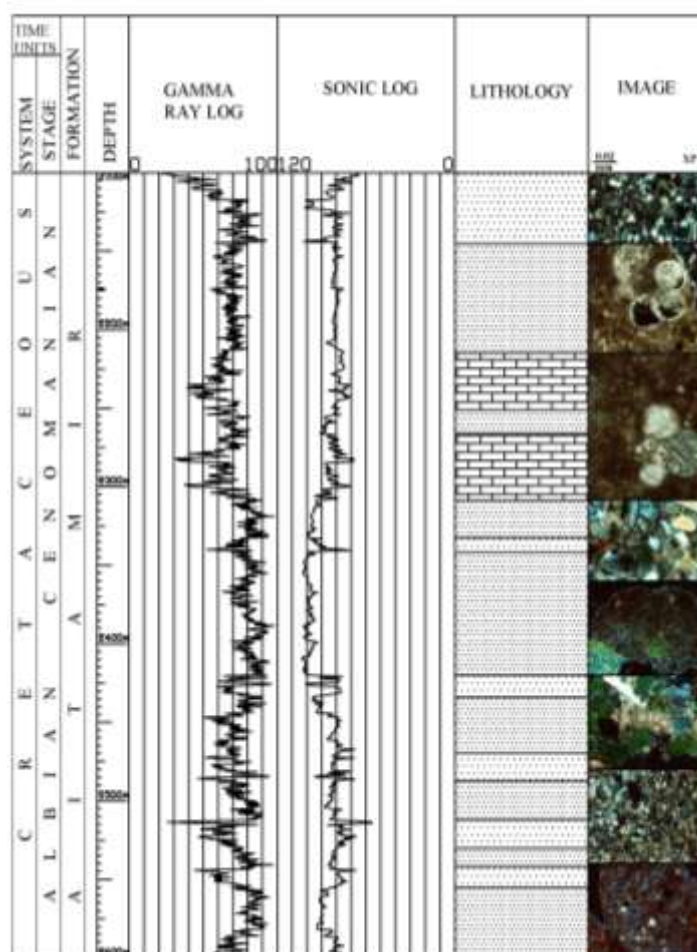
کانی گلاکونی یکی از اجزای تشکیل دهنده رخساره های سیلیسی آواری سازند آیتامیر است. این سازند که در طی آلبین - سنومانین در این حوضه ته نشست کرده است، در برش برداشت شده از غرب حوضه واقع در ۷۰ کیلومتری شمال شرق گنبد کاووس، بیشتر از ماسه سنگ های حاوی گلاکونی و شیل تشکیل شده است [۸]. سازند آیتامیر در ۷ برش که شامل برش های گردنه مزدوران، روستای پادها، روستای شوربچه، چاه شماره ۹ گنبدلی، و چاه های شماره ۶، ۳۵، ۴۰ خانگیران می شوند، مورد بررسی قرار گرفته است. در این ۷ برش این سازند از رخساره های ماسه سنگی، گل سنگی، و افق های سنگ آهک تشکیل شده است که در این بررسی از اطلاعات به دست آمده از برش های گردنه مزدوران، چاه شماره ۹ گنبدلی و چاه شماره ۶ و ۳۵ خانگیران مورد استفاده قرار گرفته اند (شکل ۱ و ۲). وجود گلاکونی فراوان در رخساره های سیلیسی آواری این سازند سبب شد تا این سازند سیمای سبز زیتونی داشته باشد. با توجه به فراوانی گلاکونی در سازند آیتامیر این کانی از نظر ریخت شناسی نیز مورد بررسی قرار گرفت و در پتانسیل مخزنی به کار گرفته شد. امید است که نتیجه این بررسی بتواند به عنوان الگویی در ارزیابی سازندهای حاوی گلاکونی از نظر شرایط مخزنی مورد استفاده قرار گیرد.

روش بررسی

از آنجا که فشردگی عامل اصلی کنترل ریخت‌شناسی گلاکونی در اعماق بیش از ۵۰۰ متری است، لذا در این بررسی به منظور آگاهی از ریخت گلاکونی، ۱۵۴ نمونه از خرده‌های حفاری شده سنگ‌ها از چاه‌های ۹ گنبدلی، ۶ و ۳۵ خانگیان مورد استفاده قرار گرفتند. علاوه بر این برای شناسایی نوع دانه‌های گلاکونی (اتوکتونوس و آلوکتونوس) و تکامل آنها در سازند آیتامیر، از برش سطحی گردنهٔ مزدوران، ۴۶ نمونه برداشت شدند. تعداد ۱۰ نمونه از بخشهای سیلیسی آواری که دارای بیشترین مقدار گلاکونی بوده‌اند برای آنالیز ژئوشیمیایی انتخاب شدند. این نمونه‌ها پس از اشباع در آب و اسید کلریدریک و عبور از الک‌های ۰/۷۵، ۱/۷۵، ۳/۵ و ۴ فی با یک میکروسکوپ دو چشمی مورد بررسی قرار گرفتند. علت استفاده از الک‌های با اندازه‌های یاد شده این بود که اندازه گلاکونی‌ها نیز در این محدودهٔ اندازه‌ها بوده‌اند. گلاکونی‌ها به روش دست‌گزینی از تهنسستهای جدا شده و به روش جذب اتمی درصد اکسید پتاسیم آنها تعیین شد. در نمونه‌های شیلی نیز از الک‌های ۰/۷۵، ۱/۷۵، ۲/۲۵ و ۲/۷۵ فی استفاده و گلاکونی‌ها جدا گردید. در شناسایی دانه‌های گلاکونی اتوکتونوس و آلوکتونوس از دانه‌های گلاکونی‌گزینه شده از نمونه‌های ماسه‌سنگی، شیلی و نیز بررسیهای سنگ‌شناختی استفاده شده است.



شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه که محل برداشت‌های صحرایی و نیز چاه‌های مورد مطالعه در میدانهای گازی خانگیان و گنبدلی در آن نشان داده شده‌اند.



شکل ۲. ستون چینه شناسی سازند آیتامیر در چاه شماره ۹ گنبدلی.

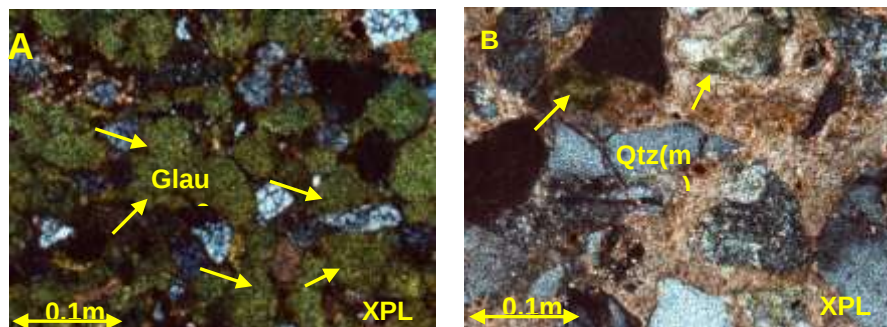
بحث و بررسی

گلاکونی‌ها از نظر خاستگاهی به دو گروه آلوکتونوس و اتوکتونوس تقسیم می‌شوند. از نوع اتوکتونوس، دانه‌های گلاکونی از محل تشکیل خود جا به جا نمی‌شوند ولی گلاکونی‌های نوع آلوکتونوس از محل تشکیل خود جا به جا می‌شوند [۶].

تشخیص این دو گروه به روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد. نوع سنگ‌های میزبان گلاکونی، سرشت گلاکونی، ضخامت لایه‌های حاوی گلاکونی، توزیع مکانی گلاکونی، اندازه دانه، جورشدگی، گردشدگی، شکست ریخت‌شناسی، همراهی با دانه‌های فسفا ته، دندان ماهی،

و ساختارهای زیست‌نهادی، ویژگی‌هایی هستند که توسط آموروسی در سال ۱۹۹۷ برای شناسایی دانه‌های گلاکونی اتوکتونوس و آلوکتونوس ارائه شده‌اند. بنابراین اگر سنگ‌های میزبان گلاکونی نهشته‌های دریایی، سرشت گلاکونی دانه‌ای، لایه‌های حاوی گلاکونی با ضخامت کم، توزیع مکانی گلاکونی غیر انتخابی، گلاکونی‌های با اندازه‌های ۵۰۰-۱۶۰ میکرون، جورشدگی و گردشدگی با گلاکونی اندک، شکست ریخت‌شناسی در گلاکونی موجود و گلاکونی همراه با دانه‌های فسفاخته، دندان ماهی، و ساختارهای زیست‌نهادی باشد، گلاکونی از نوع اتوکتونوس خواهد بود، در صورتی که ویژگی‌های ذکر شده را نداشته باشند از نوع آلوکتونوس خواهند بود.

بر اساس این ویژگی‌ها گلاکونی‌های سازند آیتامیر از دو نوع اتوکتونوس و آلوکتونوس هستند (شکل ۳). گلاکونی‌های نوع اتوکتونوس از فراوانی بسیار بالاتری برخوردار بوده و بیشتر در لایه‌های ماسه‌سنگی، شیلی، و سیلتستونی متمرکزند، در صورتی که گلاکونی‌های آلوکتونوس بیشتر در لایه‌های شیلی و سیلتستونی این سازند دیده می‌شوند. فراهم شدن شرایطی نظیر نرخ ته‌نشینی پایین، سطح تماس آب و ته‌نشست به میزان لازم، ایجاد شرایط نیمه اکسیدی یا مرز اکسایشی احیایی، بستر مناسب (کوارتز، خرده سنگ، پتاسیم فلدسپات، و خرده های فسیلی)، باعث تشکیل این دانه‌ها در نهشته‌های مختلف سازند آیتامیر شده است [۹، ۱۰، ۱۱] (جدول ۱). ضمناً اگر نرخ ته‌نشستی بالا باشد، این امر باعث بر هم زدن نهشته‌ها شده و محیط از حالت نیمه اکسیدی تا احیایی به محیطی کاملاً اکسایشی تبدیل می‌شود که در چنین شرایطی گلاکونی نمی‌تواند تشکیل شود. در شرایط مرز اکسایش و احیا آهن دو ظرفیتی حرکت می‌کند و آهن سه ظرفیتی در ساختار بلوری تثبیت می‌شود [۱۰].



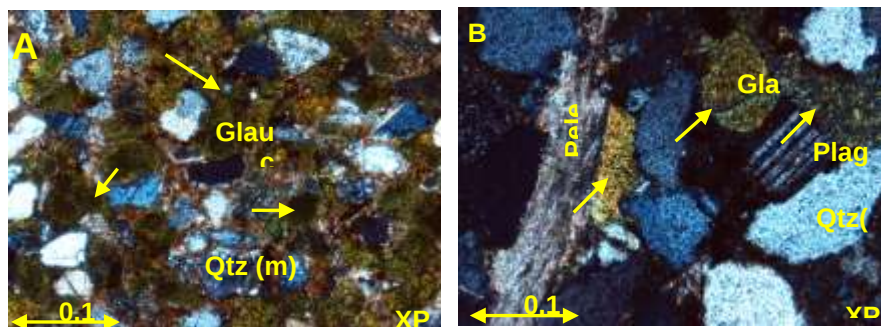
شکل ۳ تصاویر میکروسکوپی انواع گلاکونی‌های سازند آیتامیر در برش گردنه مزدوران. (A) گلاکونی‌های اتوکتونوس (B) گلاکونی‌های آلوکتونوس.

جدول ۱ ویژگیهای خصوصیات مختلف دانه های گلاکونی سازند آیتامیر در برش گردنه مزدوران.

نوع گلاکونی	فراوانی گلاکونی (درصد)	k_2O %	تکامل	شکل	رنگ گلاکونی	شماره نمونه
اتوکتونوس	۱۰	۵٫۱	اندکی تکامل یافته	نیمه گرد شده	سبز روشن	MO_5
اتوکتونوس	۱۵	۶٫۴	تکامل یافته	گرد شده	سبز تیره	MO_8
اتوکتونوس	۲۰	۷٫۱	تکامل یافته	گرد شده	سبز تیره	MO_{10}
اتوکتونوس	۳۰-۴۰	۸٫۲	به شدت تکامل یافته	نیمه گرد شده	سبز تیره	MO_{17}
اتوکتونوس	۵-۱۰	۴٫۸	اندکی تکامل یافته	گرد شده	سبز روشن	MO_{14}
اتوکتونوس	۱۰-۱۵	۶٫۱	تکامل یافته	گرد شده	سبز تیره	MO_{19}
آلوکتونوس	۱۵	۵٫۸	اندکی تکامل یافته	گرد شده	سبز روشن	MO_{21}
اتوکتونوس	۵-۱۰	۴٫۹	اندکی تکامل یافته	نیمه گرد شده	سبز روشن	MO_{29}
اتوکتونوس	۱۵	۶٫۲	تکامل یافته	گرد شده	سبز تیره	MO_{38}
اتوکتونوس	۲۰	۶٫۵	تکامل یافته	گرد شده	سبز تیره	MO_{43}

ویژگی دیگری که در گلاکونی های سازند آیتامیر مورد بررسی قرار گرفت، تکامل آنهاست. تکامل گلاکونی نشان دهنده زمان توقف دانه های سبز در کف دریا طی تدفین است و شامل چهار مرحله (آغاز تکامل، اندک تکامل یافته، تکامل یافته، به شدت تکامل یافته) است [۶]، [۱۲]. افزایش تدریجی مقدار اکسید پتاسیم، تکامل گلاکونی را از نوع اسمکتیت حاوی پتاسیم بسیار کم به میکای گلاکونیتی غنی از پتاسیم نشان می دهد. تعیین مقدار اکسید پتاسیم در گلاکونی های سازند آیتامیر نشان می دهد که می توان بر اساس این اطلاعات میزان تکامل گلاکونی را مورد بررسی قرار داد، به طوری که با افزایش میزان تکامل مقدار اکسید پتاسیم از حدود ۵ درصد تا ۸ درصد افزایش می یابد (جدول ۱). گلاکونی های اندک تکامل یافته (۴-۶٪ = اکسید پتاسیم) این سازند به رنگ سبز کمرنگ تا روشن است و اثرهایی از بستر اولیه گلاکونیتی شده را نشان می دهند. گلاکونی های تکامل یافته (۸-۶٪ = اکسید پتاسیم) و به شدت تکامل یافته (بیش از ۸٪ = اکسید پتاسیم) به رنگ سبز تیره بوده و بستر اولیه گلاکونیتی شده کاملاً حل شده است [۲]، [۱۳]، [۶]. بنابراین تلفیق نتایج آنالیز شیمیایی و ویژگیهای سنگ شناختی نشان می دهد که تکامل گلاکونی های سازند آیتامیر روندی از اندک تکامل یافته تا به شدت تکامل یافته را پیموده است (شکل ۴).

برای بررسی کاربرد گلاکونی در ارزیابی مقدماتی پتانسیل مخزنی سازند آیتامیر، باید چگونگی ریخت گلاکونی های موجود در سازند آیتامیر تعیین شود. از این رو نخست به شرح ریخت های بهتر گلاکونی که به ترتیب اهمیت از بالا به پایین، تعیین کننده پتانسیل مخزنی هستند، پرداخته می شود. این ۵ ریخت را شولز روجان در سال ۲۰۰۳ ارائه داده است (جدول ۲).



شکل ۴ انواع گلاکونی‌های سازند آیتامیر در برش گردنه مزدوران بر اساس تکامل (A) گلاکونی‌های تکامل یافته و به شدت تکامل یافته (B) گلاکونی‌های اندکی تکامل یافته.

جدول ۲ انواع ریخته‌های مختلف گلاکونیت (اقتباس با تغییراتی از شولز روجان، ۲۰۰۳) و کاربرد آن در ارزیابی پتانسیل مخزنی سازند آیتامیر.

انواع مختلف شکل	شکل ظاهری	توصیف نوع گلاکونی	درجه فشردگی کم ← بالا	میزان دانه-های کوارتز (درصد)	ریخته‌های مشاهده شده در سازند آیتامیر	کیفیت پتانسیل مخزنی
نوع I		خوب گرد شده یا نیمه گرد شده	خیلی کم یا صفر	زیاد >۶۵		پتانسیل مخزنی دارند
نوع II		نیمه گرد شده یا نیمه بیضی، قسمت فوقانی مسطح	کم	زیاد ۵۵-۶۵		
نوع III		قسمت فوقانی و تحتانی در امتداد طول مسطح و نازک	متوسط	متوسط ۴۵-۵۵		
نوع IV		دیسکی یا صفحه‌ای شکل	بالا	کم ۲۵-۴۵		پتانسیل مخزنی ندارند
نوع V		فاقد شکل یا صفحه‌های خیلی مسطح درون گل‌های قهوه‌ای رنگ	خیلی بالا	خیلی کم یا صفر <۲۵		

نوع I: در این ریخت، دانه های گلاکونی به خوبی گرد شده یا نیمه گرد شده اند و فشردگی در آنها بسیار اندک یا صفر است. در این ریخت میزان دانه های کوارتز بسیار بالا (بیش از ۶۵ درصد) بوده و سرشتی بهترین کیفیت پتانسیل مخزنی است.

نوع II: در این نوع گلاکونی دانه ها نیمه گرد شده یا نیمه بیضوی است و بخش های فوقانی و تحتانی آن مسطح و فشردگی در آنها اندک است. میزان دانه های کوارتز سنگ در این نوع بالا (۶۵-۵۵ درصد) بوده و سرشتی پتانسیل آن مخزنی است.

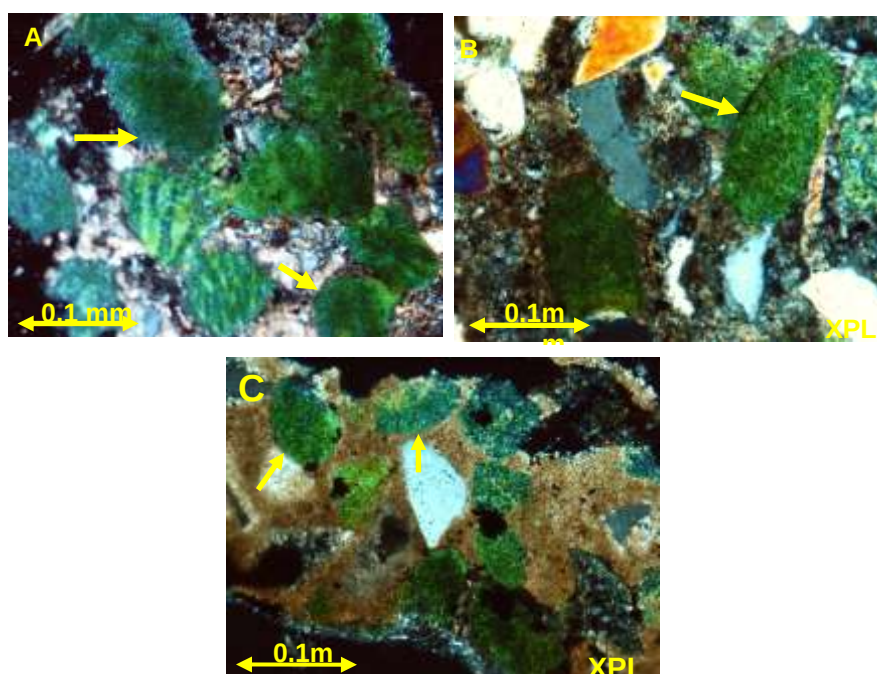
نوع III: بخش های فوقانی و تحتانی کانی گلاکونی در امتداد طول مسطح و نازک است. مقدار فشردگی و میزان دانه های کوارتز در حد متوسط (۴۵-۵۵ درصد) بوده و سرشتی پتانسیل آن نیز مخزنی است.

نوع IV: کانی گلاکونی دیسکی یا صفحه ای شکل اند و فشردگی در آنها بالاست، و میزان دانه های کوارتز اندک (۲۵-۴۵ درصد) و در سنگ هایی که بدون پتانسیل مخزنی هستند، دیده می شوند.

نوع V: این نوع گلاکونی یا بدون ریخت مشخص و یا خیلی مسطح در درون گل های قهوه ای رنگ با اندازه های بسیار کوچک که فشردگی بسیار بالاست دیده می شوند، و میزان دانه های کوارتز در این نوع بسیار اندک یا اصولاً وجود ندارد (کمتر از ۲۵ درصد) و در سنگ های بدون پتانسیل مخزنی دیده می شوند.

بررسی نمونه هایی از گلاکونی های اتوکتونوس موجود در چاه های گنبدلی ۹ و خانگیران ۶ و ۳۵، که به ترتیب در اعماق ۲۶۰۰- تا ۲۱۰۰-، ۲۴۰۰- تا ۱۹۵۰-، ۲۴۰۰- تا ۱۸۰۰- متری بررسی شده اند، نشان می دهد که ریخت شناختی گلاکونی های این سازند براساس طبقه بندی شولز روجان (۲۰۰۳) از نوع II و III است (شکل ۵). با توجه به شواهد موجود در سازند آیتامیر، ریخت گلاکونی در چاه های گنبدلی ۹ و خانگیران ۶ و ۳۵ که در اعماق بیش از ۵۰۰ متری دفن شده اند به شکل دانه اولیه گلاکونیتی شده بستگی ندارد بلکه عامل اصلی کنترل کننده ریخت گلاکونی ها فشردگی است. این امر به دلیل وجود گلاکونی های غالباً با تکامل بالا، و اندک گلاکونی های با تکامل پایین است. از این رو رنگ سبز تیره گلاکونی ها و انحلال کامل دانه های اولیه، برتری انواع گلاکونی های تکامل یافته و به خوبی تکامل یافته را در سازند آیتامیر مورد تأیید قرار می دهد. بنابراین بعید است که گلاکونی ها شکل خود را از شکل دانه اولیه گلاکونیتی شده به ارث برده باشند. بنابراین فشردگی عامل اصلی کنترل ریخت گلاکونی در اعماق بیش از ۵۰۰ متری است ولی در سطح، غالباً ریخت گلاکونی به وسیله دانه های کوارتز و

به مقدار کمتر فلدسپات و دانه‌های دیگر با فشردگی پایدار کنترل می‌شود [۱۴]. لذا به همین دلیل در سازند آیتامیر از گلاکونی‌های موجود در برش‌های زیرزمینی استفاده شد. ریخت‌شناسی گلاکونی در برش‌های زیرزمینی در سازند آیتامیر با میزان فشردگی سنگ کنترل می‌شود که فشردگی سنگ خود زیر کنترل دانه‌های تشکیل دهنده چارچوب سنگ (کوارتز، فلدسپات، خرده سنگ) که کیفیت پتانسیل مخزنی را به پیش می‌برند، قرار دارد. در انواع II و III ریخت گلاکونی به دلیل میزان نسبتاً بالای دانه‌های کوارتز، گلاکونی‌ها فقط وزن ذرات آواری مجاور خود را تحمل می‌کنند، و فشار به دانه‌های تشکیل دهنده چارچوب سنگ وارد می‌شود. با استفاده از ریخت‌شناسی گلاکونی می‌توان به طور غیر مستقیم پتانسیل مخزنی سازند را مورد ارزیابی قرار داد. از این رو، ماسه سنگ‌های سازند آیتامیر را می‌توان به عنوان پتانسیل مخزنی در نظر گرفت ولی فرایندهایی چون سیمانی شدن موجب تخریب تخلخل و کاهش چشمگیر کیفیت مخزنی شده‌اند.



شکل ۵ تصاویر میکروسکوپی انواع ریخت‌های مختلف گلاکونی در سازند آیتامیر (A) نوع II، (B) نوع III، (C) نوع II و III.

برداشت

بررسی و مطالعه گلاکونی های موجود در سازند آیتامیر منجر به شناسایی دو نوع گلاکونی اتوکتونوس و آلوکتونوس شده است. تکامل این گلاکونی ها از اندکی تکامل یافته تا به شدت تکامل یافته تغییر می کند. نتایج بررسیها نشان می دهد که با استفاده از ریخت کانی گلاکونی، می توان یک ارزیابی مقدماتی از پتانسیل مخزنی سازند آیتامیر داشت. ریخت گلاکونی تحت تأثیر عامل فشردگی است که عامل فشردگی خود با دانه های تشکیل دهنده سنگ کنترل می شود. گلاکونی های اتوکتونوس موجود در این سازند غالباً دارای ریخت نوع II و III هستند که این دو نوع ریخت بیشتر به خواص فیزیکی ریزدانه های ذره بینی با پتانسیل مخزنی دیده می شود. از این رو ماسه سنگهای این سازند را می توان به عنوان پتانسیل مخزنی مناسب در صورت دارا بودن شرایط دیگر در نظر گرفت. البته لازم به ذکر است که عوامل دیگری نظیر سیمانی شدن ماسه سنگها به وسیله سیمان کربناته و سیمان اکسید آهن، موجب تخریب تخلخل و کاهش چشمگیر آن شده اند. در خاتمه می توان گفت که با استفاده از کانی گلاکونی می توان شرایط مخزنی را در ماسه سنگهای حاوی این کانی ارزیابی کرد.

مراجع

- [1] McRae S. G., "Glaconite", Earth-Sci, Rev., 1972, 8: 397-440
- [2] Odin G. S., Matter A., "De glauconiarum origine: Sedimentology", 1981, 28: 611-641.
- [3] Odin G. S., Fullagar P. D., "Geological significance of the glaucony facies", In: G.S. Odin (editor), Green Marine Clays: Developments in Sedimentology. Elsevier, Amsterdam, 1988, pp. 295-332.
- [4] Rousset D., Leclerc S., Norbert C., Lancelot J., Cathelineau M., Aranyosy J., "Age and origin of albian glauconites and associated clay minerals inferred from a detailed geochemical analysis", Journal of Sedimentary research, 2004, 74, 5, p. 631-642.
- [5] Loutit T. S., Hardenbol J., Vail P. R., Baum G. R., "Condensed sections: The key to age determination and correlation of continental margin sequences", In: Ross, C.A. and Van Wagoner, J.C. (editor), Sea Level Changes: An Integrated Approach, Society Economic, Palontologists and Mineralogists Special Publication, 1988, 42: 183- 213.
- [6] Amorosi A., "Detecting compositional, spatial, and temporal attributes of glaucony: a tool for provenance research", Sedimentary Geology 1997, 109, p.135-153.
- [7] Amorosi A., "Glacony and sequence stratigraphy: A conceptual framework of distribution in siliciclastic sequence", J. Sediment, Res., 1995, B65: 419-425.

[۸] افشار حرب ع، "زمین شناسی کپه داغ"، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۷۳، ۶۰۶ صفحه.

[9] Harris L. C., Whiting B. m., "Sequence-stratigraphic signification of Miocene to Pliocene glauconite-rich layers, on and offshore the US Mid-Atlantic margin", *Sedimentary Geology*, 2000, v. 134, p. 129-147.

[10] Lee C. H., Choi S. W., Son M., "High Iron glaucony from the continental shelf of the Yellow sea of the south western Korean", *Journal of Asian Earth Science*, 2002, v.20, p. 507-515

[11] Pasquini C., Lualdi A., Vercesi P., "Depositional dynamics of glaucony-rich deposits in the Lower Cretaceous of the Nice arc, Southeast France", *Cretaceous Research*, 2004, v. 25, p. 179-189.

[12] AL-Ramadn K., Morad S., Proust J. N., AL-Aasm, I., "Distribution of diagenetic alterations in siliciclastic shoreface deposits within a sequence stratigraphic framework: Evidence from the Upper Jurassic Boulonnais NE France", *Journal of Sedimentary Research*, 2005, v. 75, p. 943-959.

[13] Odin G. S., "Significance of green particles (glaucony, berthierine, chlorite)", in: Zuffa, G. G. (editor), *Provenance of Arenites*, Riedel Publisher, Dordercht, p. 279-307. 1985.

[14] Schulz-Rojahn J. P., Seeburger D. A., Beacher G. J., "Application of glauconite morphology in geosteering and for on-site reservoir quality assessment in very fine- grained sandstones: Carnarvon Basin, Australia.", *Int. Assoc. Sedimentol.* 2003, Spec.Publ.34, 473-488.