

بررسی خاستگاه گروه نخلک به روش سن سنجی U-Pb زیرکن

سیده حلیمه هاشمی عزیزی^۱

دکترای رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بوعلی سینا
*ایمیل نویسنده مسئول: s.hashemiazizi@basu.ac.ir

چکیده: گروه نخلک به سن تریاس در ایران مرکزی یک توالی رسوبی بسیار مهم در درک بهتر بسته شدن پالئوتتیس و کوهزایی ائوسیمیرین در خاور میانه است. گروه نخلک متشکل از سه سازند الم، باقروق و اشین است، که عمدتاً از ماسه سنگ های آذرآواری، کنگلومرای سیلیسی آواری مخلوط و کربنات های دریایی تشکیل شده اند. در اینجا مروری داریم بر سن سنجی U-Pb زیرکن های آواری گروه نخلک تا خاستگاه آن را مشخص کرده و موقعیت تکتونیک قدیمه آن را در قلمرو پالئوتتیس بازسازی کنیم. غالب زیرکن های آواری گروه نخلک شکل دار و نیمه شکل دار بوده و سن پرمین-تریاس (حدود ۲۸۰-۲۴۰ میلیون سال) را نشان می دهند، که شاهدهی است بر تأمین رسوب از سنگ های آتش فشانی پرمین-تریاس کمان جاده ابریشم.

واژگان کلیدی: ایران مرکزی، پالئوتتیس، تریاس، سن سنجی U-Pb زیرکن، گروه نخلک.

۱- مقدمه

این مقاله بر روی سن سنجی U-Pb زیرکن های آواری گروه نخلک متمرکز است. گروه نخلک به سن تریاس در ایران مرکزی قرار دارد که منطقه ای کلیدی در درک بسته شدن اقیانوس پالئوتتیس و رسیدن بلوک سیمیرین به حاشیه جنوبی اوراسیا و برخورد با آن است. این توالی رسوبی عمدتاً سیلیسی آواری متفاوت از لایه های هم سن خود در نواحی اطراف است که غالباً از جنس رخساره های کربناته پلتفرمی هستند (Alavi et al., 1997; Seyed-Emami, 2003)؛ و در عوض با گروه آق دربند به سن تریاس واقع در شمال شرق ایران، شرق کپه داغ که ماهیت اوراسیایی دارد مشابهت هایی را نشان می دهد (برای مثال: Davoudzadeh et al., 1981; Baud et al., 1991; Alavi et al., 1997). البته گروه نخلک در یک حوضه پیش کمانی نهشته شده است (برای مثال Alavi et al., 1997)، در حالیکه گروه آق دربند در یک حوضه پشت کمانی رسوب گذاری شده است (برای مثال Baud et al., 1991; Balini et al., 2019).

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

سن سنجی U-Pb زیرکن به عنوان ابزاری در تحلیل خاستگاه رسوبی برای شناسایی نواحی منشأ، مسیرهای حمل و نقل رسوب و سن بیشینه رسوبات توالی های رسوبی آواری به طور گسترده ای مورد استفاده قرار می گیرد (برای مثال: Horton et al., 2008; Meinhold et al., 2011). مینهلد و همکاران (Meinhold et al., 2020) برای اولین بار سن U-Pb زیرکن های آواری گروه نخلک را برای مطالعه خاستگاه ماسه سنگ های گروه نخلک گزارش دادند. در اینجا نگاه دوباره ای خواهیم داشت به خاستگاه توالی سیلیسی آواری گروه نخلک همراه با منشأ و جایگاه قدیمه آن براساس سن سنجی زیرکن آواری.

توالی رسوبی گروه نخلک با ضخامت تقریبی ۲۷۰۰ متر به شکل کوهی با روند شمال غربی- جنوب شرقی در غرب معدن نخلک رخنمون دارد. توالی کربناته کرتاسه بالایی به ضخامت حدود ۲۶۰ متر به صورت ناپیوسته بر روی گروه نخلک قرار دارد (Vaziri et al., 2012). گروه نخلک متشکل از ماسه سنگ های آذرآواری، کنگلومرای سیلیسی آواری مخلوط و کربنات های دریایی است که از قاعده به رأس به سه سازند (Davoudzadeh and Seyed-Emami, 1972) الم (اولنکین تا آنیزین میانی)، باقروق (؟ آنیزین بالایی تا لادینین میانی) و اشین (لادینین بالایی تا ؟ کارنین) تقسیم شده است. گروه نخلک به صورت تکتونیک بر روی سنگ های دگرگونی مافیک و اولترامافیک پیش از تریاس قرار دارد.

۲- روش مطالعه

نمونه ها از لایه های ماسه سنگی ریز تا متوسط دانه در برش های مورد مطالعه برداشت شدند. آماده سازی نمونه ها در آزمایشگاه های مرکز علوم زمین دانشگاه گوتینگن آلمان انجام شد. برای جزئیات روش مطالعه به مینهلد و همکاران (Meinhold et al., 2020) صفحه ۱۲۳ بخش ۳ مراجعه شود.

۳- نتایج

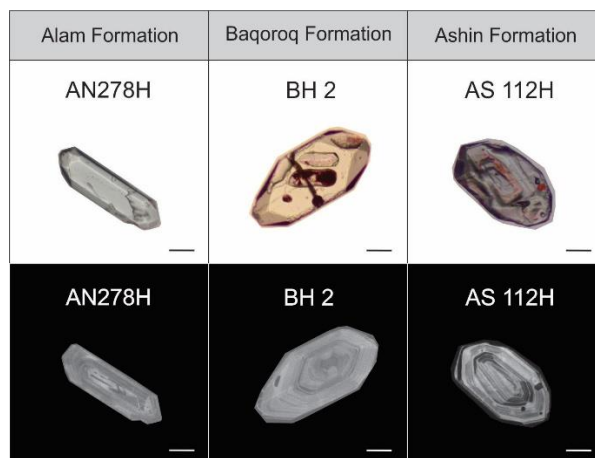
زیرکن های آواری مستخرج از شش نمونه ماسه سنگ گروه نخلک عمدتاً شفاف یا نیمه شفاف بوده اند (شکل ۱). به استثنای نمونه های سازند باقروق، زیرکن های شکل دار و نیمه شکل دار فراوانی عمده ای دارند. در مجموع تعداد ۴۷۸ زیرکن تعیین سن شده اند که از بین آنها تعداد ۴۴۶ زیرکن (۹۳٪ از کل زیرکن ها) به میزان ۹۰-۱۱۰٪ هم آهنگ هستند.

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان



شکل ۱: تصاویر میکروسکوپی (نور معمولی) و CL از دانه‌های زیرکن. مقیاس تمامی عکس‌ها ۵۰ میکرومتر است.

تعداد ۱۶۳ دانه زیرکن از دو نمونه ماسه‌سنگ از سازند الم تعیین سن شده است. دانه‌های زیرکن در این نمونه‌ها عمدتاً شکل‌دار و نیمه‌شکل‌دار هستند، طیف زیرکن مشابهی را نشان می‌دهند و ۸۲-۸۳٪ از کلیه دانه‌ها سن پرمین-تریاس دارند (شکل ۲). تعداد ۱۴۸ زیرکن از دو نمونه ماسه‌سنگ از سازند باقروق تعیین سن شده‌اند که عمدتاً نیمه‌شکل‌دار و بی‌شکل بوده و کمی از آنها شکل‌دار هستند. در حدود ۲۹٪ از دانه‌ها در نمونه BH2 سن پرمین-تریاس داشته، ۶۱٪ سن‌های مربوط به پالئوزوئیک قدیمی‌تر را نشان می‌دهند و ۱۱٪ سن پرکامبرین دارند. در نمونه BH11 ۵٪ از کلیه دانه‌های زیرکن سن پرمین-تریاس را نشان می‌دهند، ۲۸٪ سنین پالئوزوئیک قدیمی‌تر را نشان می‌دهند و ۶۷٪ سن پرکامبرین دارند. تعداد ۱۶۷ دانه زیرکن از دو نمونه ماسه‌سنگ از سازند اشین تعیین سن شدند. دانه‌های زیرکن مستخرج از نمونه AS16H شکل‌دار و کمی نیمه‌شکل‌دار هستند، درحالی‌که زیرکن‌های مستخرج از نمونه AS112H بی‌شکل و تعداد کمی نیمه‌شکل‌دار و تنها ۵٪ از آنها شکل‌دار هستند. زیرکن‌های مستخرج از این دو نمونه طیف زیرکن مشابهی داشته و ۸۹-۱۰۰٪ از کل دانه‌ها سن پرمین-تریاس را نشان می‌دهند (شکل ۲).

۴- بحث و نتیجه‌گیری

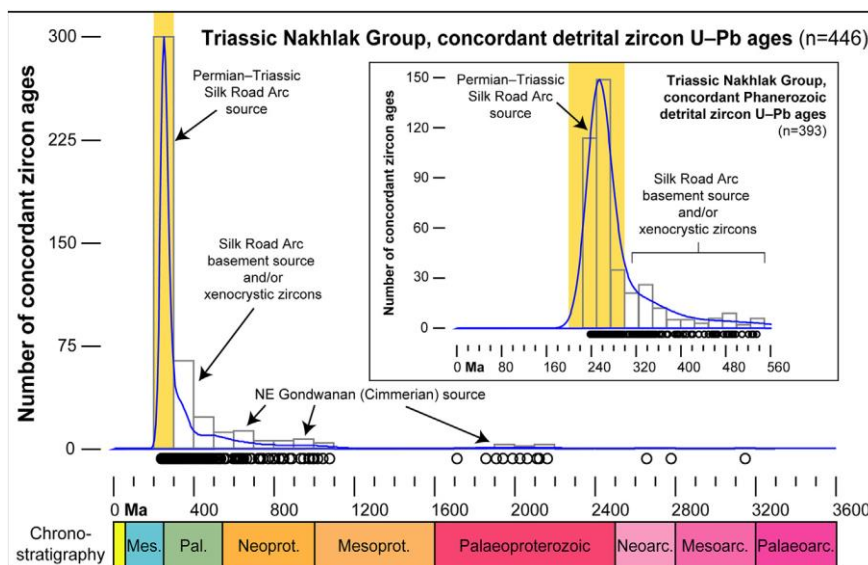
هشتمین همایش ملی انجمن رسوب‌شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

نمونه‌های زیرکن مورد بررسی از گروه نخلک دارای شکل شاخص نشان‌دهنده منشأ آذرین هستند. این امر به وسیله تصاویر CL تأیید می‌شود، زیرا اغلب دانه‌های زیرکن منطقه‌بندی تناوبی ماگمایی^۱ را نشان می‌دهند (شکل ۱). دانه‌های زیرکن شکل‌دار و نیمه‌شکل‌دار در سازند الم غالب هستند. رو به بالای توالی دانه‌های زیرکن گردشده‌تر هستند که در سازند باقروق به خوبی نشان داده شده است. افزایش دانه‌های گردشده با افزایش مقدار دانه‌های زیرکن به سن نئوپروتروزوئیک و پالئوپروتروزوئیک مطابقت دارد، که منعکس‌کننده ورود رسوبات عمدتاً مربوط به چرخه مجدد قدیمی در سازند باقروق است. دانه‌های زیرکن شکل‌دار و نیمه‌شکل‌دار مجدداً در بخش پایینی سازند اشین فراوان می‌شوند. گرچه در قسمت بالاتر این سازند دانه‌های زیرکن گردشده‌تر هستند، اما سن آنها مشابه با سن زیرکن‌های قسمت پایین سازند است. این امر نشان‌دهنده حمل و نقل رسوبات در مسافت طولانی‌تر از منشأ به حوضه است، زیرا غیرمحتمل است که منشأ نزدیک زیرکن‌های نیمه‌شکل‌دار تا گردشده را در یک مسافت کوتاه ایجاد کند. سناریوی دیگری که می‌توان متصور شد جابجایی طولانی دانه‌ها در یک محیط پیش‌کمانی و سپس ته‌نشینی مجدد آنها در یک محیط دور از ساحل سازند اشین بالایی است. اگر سناریوی دوم مد نظر باشد، چرخه مجدد از لایه‌های زیرین همچون سازند الم امکان پذیر است.



شکل ۲: هیستوگرام و نمودار تخمین چگالی کرنل^۲ نشان‌دهنده داده‌های سن‌سنجی U-Pb زیرکن تمامی دانه‌های سن‌سنجی شده در این پژوهش.

¹ Magmatic oscillatory zoning

² Kernel density estimate

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

غالب نمونه‌های زیرکن گروه نخلک سن پرمین-تریاس را نشان می‌دهند، تنها تفاوت‌ها به دلیل تغییرات فراوانی نسبی سن پالئوزوئیک پیشین و پرکامبرین است (شکل ۲)، که این گروه سنی در سازند باقروق دیده می‌شود. گروه سنی پرمین-تریاس نشان‌دهنده حوادث ماگمایی حاصل از فرورانش رو به شمال پالئوتتیس به زیر حاشیه جنوبی اوراسیا است که منجر به شکل‌گیری یک سیستم کمان ماگمایی بزرگ که حیات طولانی مدتی داشته است به نام کمان جاده ابریشم^۳ شده است (Natal'in and Şengör, 2005).

در زمان رسوب‌گذاری سازند باقروق زیرکن‌های دارای منشأ کمان جاده ابریشم تقریباً کمیاب شدند و خاستگاه در سازند باقروق تغییر کرد. این امر همراه با وجود دانه‌های زیرکن به سن نئوپروتروزوئیک پسین اشاره دارد به منطقه منشأیی با ماهیت شمال شرق گندوانا (برای مثال: Meinhold et al., 2013). تغییر خاستگاه در بخش میانی گروه نخلک با تغییری در محیط رسوبی همراه است. سازند باقروق متشکل از رسوبات قاره‌ای بوده درحالی‌که سازندهای الم و اشین از رسوبات دریایی تشکیل شده‌اند (برای مثال: Hashemi azizi et al., 2018a; 2018b). این تغییر کوتاه مدت در شرایط محیط رسوبی و خاستگاه اشاره دارد به رخداد تکتونیکی همزمان با رسوب‌گذاری محلی در حاشیه جنوبی اوراسیا که رسوبات آواری آن از محلی با ماهیت شمال شرق گندوانا تأمین می‌شود. این امر می‌توان نشان‌دهنده چرخه مجدد رسوبات خردقاره سیمیرین طی تریاس میانی باشد.

پس از نهشت سازند باقروق، حوضه رسوبی به سرعت فرورانش کرده و تبدیل به دریایی عمیق شده است که با ایکنوفاسیس نرایتس در سازند اشین مشخص است (Vaziri and Fürsich, 2007)، که احتمالاً حرکات تکتونیکی امتدادلغز در اثر همگرایی مایل پالئوتتیس در حال فرورانش محرک آن بوده است (Natal'in and Şengör, 2005).

مراجع

- Alavi, M., Vaziri, H., Seyed Emami, K., & Lasemi, Y. (1997). The Triassic and associated rocks of the Nakhla and Aghdarband areas in central and northeastern Iran as remnants of the southern Turanian active continental margin. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 109, 1563–1575.
- Balini, M., Nicora, A., Zanchetta, S., Zanchi, A., Marchesi, R., Vuolo, I., Hosseiniyoon, M., Norouzi, M., & Soleimani, S. (2019). Olenekian to early Ladinian stratigraphy of the western part of the Aghdarband window (Koppeh-Dag, NE Iran). *Rivista Italiana di Palaeontologia e Stratigrafia*, 125, 283–315.

³ Silk Road Arc

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

- Baud, A., Stampfli, G., & Steen, D. (1991). The Triassic Aghdarband Group: volcanism and geological evolution. *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt Wien*, 38, 125–137.
- Davoudzadeh, M., & Seyed-Emami, K. (1972). Stratigraphy of the Triassic Nakhlak Group, Anarak region, Central Iran. *Geological Survey of Iran Report*, 28, 5–28.
- Davoudzadeh, M., Soffel, H., & Schmidt, K. (1981). On the rotation of Central–East-Iran microplate. *Neues Jb. Geol. Paläontol. Monat.*, 3, 180–192.
- Hashemi Azizi, S.H., Rezaee, P., Jafarzadeh, M., Meinhold, G., Moussavi Harami, S.R., & Masoodi, M. (2018a). Early Mesozoic sedimentary-tectonic evolution of the Central-East Iranian microcontinent: evidence from a provenance study of the Nakhlak Group. *Geochemistry*, 78, 340–355.
- Hashemi Azizi, S.H., Rezaee, P., Jafarzadeh, M., Meinhold, G., Moussavi Harami, S.R., & Masoodi, M., (2018b). Evidence from detrital chrome spinel chemistry for a Paleo-Tethyan intra-oceanic island-arc provenance recorded in Triassic sandstones of the Nakhlak Group, Central Iran. *J. Afr. Earth Sci.*, 143, 242–252.
- Horton, B.K., Hassanzadeh, J., Stockli, D.F., Axen, G.J., Gillis, R.J., Guest, B., Amini, A., Fakhari, M.D., Zamanzadeh, S.M., & Grove, M. (2008). Detrital zircon provenance of Neoproterozoic to Cenozoic deposits in Iran: implications for chronostratigraphy and collisional tectonics. *Tectonophysics*, 451, 97–122.
- Meinhold, G., Morton, A.C., Fanning, C.M., Frei, D., Howard, J.P., Phillips, R.J., Strogon, D., & Whitham, A.G. (2011). Evidence from detrital zircons for recycling of Mesoproterozoic and Neoproterozoic crust recorded in Paleozoic and Mesozoic sandstones of southern Libya. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 312, 164–175.
- Meinhold, G., Morton, A.C., & Avigad, D. (2013). New insights into peri-Gondwana paleogeography and the Gondwana super-fan system from detrital zircon U–Pb ages. *Gondwana Res.*, 23, 661–665.
- Meinhold, G., Hashemi Azizi, S.H., & Berndt, J. (2020). Permian–Triassic magmatism in response to Palaeotethys subduction and pre-Late Triassic arrival of northeast Gondwana-derived continental fragments at the southern Eurasian margin: Detrital zircon evidence from Triassic sandstones of Central Iran. *Gondwana Res.*, 83, 118–131.
- Natal'in, B.A., & Şengör, A.M.C. (2005). Late Palaeozoic to Triassic evolution of the Turan and Scythian platforms: the pre-history of the Palaeo-Tethyan closure. *Tectonophysics*, 404, 175–202.
- Seyed-Emami, K. (2003). Triassic of Iran. *Facies*, 48, 91–106.
- Vaziri, S.H., & Fürsich, F.T. (2007). Middle to Upper Triassic deep-water trace fossils from the Ashin Formation, Nakhlak Area, Central Iran. *Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran*, 18, 263–268.
- Vaziri, S.H., Fürsich, F.T., & Kohansal-Ghadimvand, N. (2012). Facies analysis and depositional environments of the Upper Cretaceous Sadr unit in the Nakhlak area, Central Iran. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 29, 384–397.