

بررسی بلوغ حرارتی رسوبات ژوراسیک، حوضه رسوبی بینالود، ایران

سارا حیدری^۱، مهدی رضا پورسلطانی^۲

^۱ دانشجوی مهندسی نفت، گروه مهندسی نفت و زمین شناسی، دانشکده مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی مشهد

^۲ دانشیار گروه مهندسی نفت و زمین شناسی، دانشکده مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی مشهد

poursoltani852@mshdiau.ac.ir

چکیده:

سازند سیلیسی آواری بازه حوض (ژوراسیک) در زون بینالود با ضخامت بیش از 1000 متر با کنتاکت زیرین گسلی نهشته شده است، که توسط سنگهای کربناته کرتاسه پوشیده شده است. این رسوبات بطور عمده از رسوبات خیلی دانه ریز (شیل) دارای مواد آلی تشکیل شده است. طی مطالعات صحرایی تعداد 17 نمونه جهت انجام آزمایشهای ژئوشیمیایی و مطالعات پترولوژیکی گردآوری گردید. نتایج حاصل از آنالیز پیرولیز نشان می دهد که مقدار کل ماده آلی (TOC) بین 0/18 الی 26/3 با مقدار میانگین 3/09 در تغییر می باشد که این مساله حاکی از مقدار TOC بالای موجود در نمونه ها است. اما با توجه به این که مقدار هیدروکربن آزاد و مقدار پتانسیل باقی مانده بسیار پایین می باشد، نشان دهنده عدم وجود هیدروکربن آزاد است. همچنین نتایج این آنالیز نشان داد که تقریباً تمام مقادیر کربن کل آلی (TOC) موجود در نمونه ها در واقع مربوط به کربن باقیمانده می باشد و کربن پیرولیزی (PC) موجود نمی باشد و براساس پارامترهای OI و HI، می توان نتیجه گرفت که ماده آلی موجود در نمونه ها نابر جا و مهاجرتی بوده و نمونه ها فاقد ماده آلی اولیه و برجازا (کروژن) می باشند.

واژگان کلیدی: بازه حوض، بینالود، ژئوشیمیایی، ژوراسیک، ماده آلی

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

رشته کوههای بینالود روند شمال غربی- جنوب شرقی دارد. این رشته کوه ها که بین صفحه مستحکم توران و خرد قاره ایران مرکزی قرار دارند، که ادامه رشته کوه های البرز می باشند. وجود برخی تشابهات رخساره ای و تاثیرات چین خوردگی ها باعث شده تا کوه های بینالود پهنه‌ای تدریجی بین ایران مرکزی و البرز در نظر گرفته شود (Nabavi, 1976). این نواحی با سایر پهنه های ساختاری - رسوبی البرز و ایران مرکزی در دوران پالئوزوئیک، حوضه رسوبی یک پارچه‌ای را تشکیل داده و همگی در پلتفرم ایران مرکزی قرار گرفته‌اند. علوی (Alavi, 1991) معتقد است که ارتفاعات بینالود، نواری چین خورده و گسل خورده از نوع پوسته نازک است که پس از تصادم میان قطعات لیتوسفری ایران و توران در حاشیه شمال شرق ایران شکل گرفته، و دارای رسوبات پالئوزوئیک، مزوزوئیک و سنوزوئیک است.

رسوبات ژوراسیک در بسیاری از حوضه های رسوبی ایران از جمله کپه داغ، زاگرس، ایران مرکزی و بینالود نهشته شده‌اند (Poursoltani et al., 2007; Taheri et al., 2009, Fürsich et al., 2009; Wilmsen et al., 2009; Poursoltani et al., 2022). در این راستا حوضه رسوبی بینالود نیز از دیدگاه های مختلف مورد مطالعه بسیاری از محققین قرا رفته است. افتخارنژاد (Eftekhar-Nejhad, 1980)، علوی (Alavi, 1992)، شیخ الاسلامی و کوه پیما (Sheikholeslami and Kouhpeyma 2012) و رحیمی و قائمی (Rahimi and Ghaemi, 2014) و زراعتکار و رحیمی (Zeraatkar and Rahimi, 2012) به مطالعات زمین شناسی در این حوضه پرداخته‌اند. پورسلطانی و همکاران (Poursoltani et al., 2022) رسوبات درشت دانه در غرب مشهد را مورد مطالعه قرا داده‌اند.

در منطقه بینالود رسوبات ژوراسیک به نام سازندهای عارفی، درخت توت، آغنج و بازه حوض در امتداد بخشی از زمین درزه پالئوتتیس، در منطقه شمال غرب مشهد، واقع در بخش شرقی رشته کوه های بینالود گستره وسیعی را پوشانده است. سازند بازه حوض نیز توسط محققین زیادی از جمله ویلمسن و همکاران (Wilmsen et al., 2009b)، پورسلطانی و همکاران (Poursoltani et al., 2015)، واعظ جوادی و علامه (Vaez-Javadi and Allameh, 2015) و پورسلطانی و فرزیش (Poursoltani and Fürsich, 2020)، مورد مطالعه قرار گرفته است. در منطقه مورد مطالعه نهشته های شیلی، کنگلومرایبی و ماسه سنگی که در یک محیط رودخانه‌ای- دلتایی با سن ژوراسیک نهشته شده‌اند. در منطقه مورد مطالعه کنتاکت زیرین توالی گسلی بوده سنگهای قدیمتر مشخص نیست (شکل 1). اما توسط

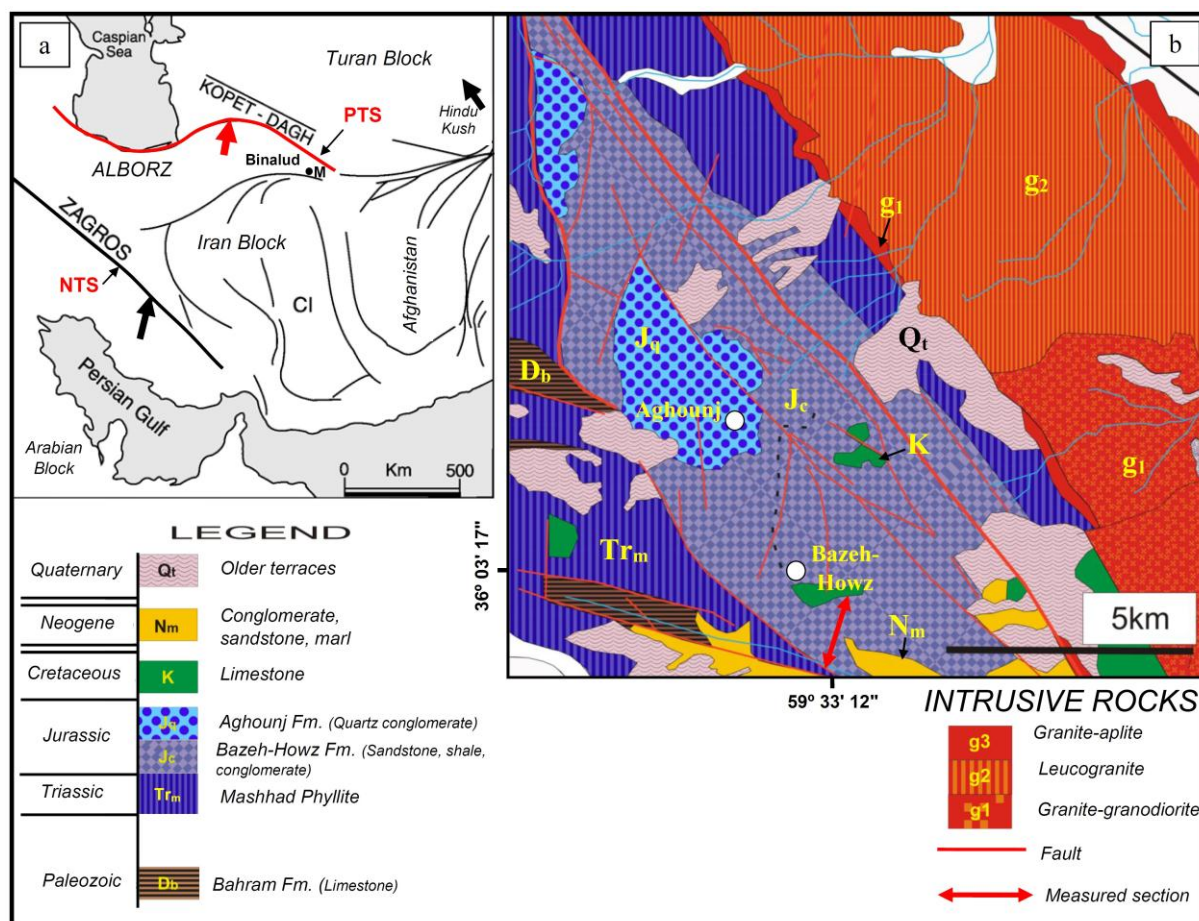
هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



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

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

رسوبات کربناته کرتاسه پوشیده شده است. این رسوبات در امتداد زمین درزه پالئوتتیس نهشته شده اند. این رسوبات گرچه در سالهای اخیر از دیدگاه های مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است، اما از نظر ژئوشیمیایی و توان هیدورکربورزایی مطالعه نشده است. لذا این تحقیق نتیجه مطالعه ژئوشیمیایی این رسوبات که دارای مواد آلی چشمگیری می باشد را شامل می گردد.



شکل 1: (a) وضعیت ساختاری ایران و موقعیت حوضه رسوبی بینالود، (b) نقشه زمین شناسی منطقه (اقتباس از نقشه 1:250000 مشهد؛ سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور)

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

روش کار:

با تشخیص کنتاکت زیرین، در بهترین بخش که حداقل پوشش را داشته باشد، اندازه گیری لایه ها جهت ترسیم ستون چینه نگاری انجام گردید. در همین راستا تعداد 25 نمونه از رسوبات ریز دانه دارای مواد آلی برداشت گردید، که از این میان تعداد 17 عدد نمونه که از لحاظ ماده آلی غنی تر بودند جهت انجام آزمایشهای مختلف ژئوشیمیایی و مطالعات پتروگرافی انتخاب شدند. مکان برداشت نمونه ها بر روی برش چینه شناسی مشخص شده است. نمونه ها مورد نظر توسط دستگاه Rock-Eval 6، شرکت IFP فرانسه (IFP 160000) مستقر در واحد پژوهش ژئوشیمی پژوهشگاه صنعت نفت تهران مورد آنالیز ژئوشیمیایی قرار گرفتند (جدول 1). در حین آنالیز بین هر 10 الی 15 نمونه آنالیز یک نمونه استاندارد قرار داده می شود.

نتایج و بحث:

تعداد ۱۷ نمونه از رخنمونهای گلسنگهای سازند بازه حوض که دارای مواد آلی بودند مورد آنالیز راک اول-۶ قرار گرفته که نتایج آنها در جدول 1 ارائه شده است. نتایج حاصل از آنالیز راک-اول نشان می دهد که مقدار کل ماده آلی (TOC) بین 0/18 (Min) (نمونه RE-23) الی 26/3 (Max) (نمونه RE-16) با مقدار میانگین 3/09 در تغییر می باشد که این مساله حاکی از مقدار TOC بالای موجود در نمونه ها است. اما با توجه به این که مقدار پارامترهای S1 و S2 (مقدار هیدروکربن آزاد و مقدار پتانسیل باقی مانده) هر دو تقریبا صفر یا بسیار پایین می باشد نشان دهنده عدم وجود هیدروکربن آزاد و پتانسیل تولیدی باقیمانده در نمونه های مورد مطالعه می باشد. به عبارت دیگر نمونه ها از نظر کمیت و غنای مواد آلی برجایا و پتانسیل تولیدی بسیار ضعیف (در حد صفر) می باشند و نمی توانند به عنوان سنگ منشا در نظر گرفته شوند. باتوجه به این که مقدار S2 بسیار کم است (S2 کمتر از 0/2) لذا پارامتر Tmax نیز قابل قبول نیست، بنابراین بلوغ حرارتی برای این سازند قابل تفسیر نمی باشد.

همچنین نتایج این آنالیز نشان داد که تقریبا تمام مقادیر کربن کل آلی (TOC) موجود در نمونه ها در واقع مربوط به کربن باقیمانده یا (Residual Carbon, RC) می باشد و کربن پیرولیزی (PC) موجود نمی باشد. لذا براساس پارامترهای شاخص اکسیژن و شاخص هیدروژن (OI و HI)، و نتایج حاصل از آنالیزهای ژئوشیمیایی می توان نتیجه گرفت که ماده آلی موجود در سازند بازه حوض ناهرجا بوده است. بدین سبب نیز مقادیر بالای کربن باقیمانده

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

(Residual Carbon) در نمونه های مورد مطالعه نشان دهنده وجود بقایای هیدروکربنی مهاجرتی در سازند بازه حوض می باشند. بدین صورت که مواد آلی هنگام رسوبگذاری از منشا دیگری وارد حوضه شده است، و یا از لایه های زیرین وارد نهشته های ژوراسیک شده است. بنابراین سازند بازه حوض فاقد ماده آلی اولیه و برجازا (کروژن) می باشند. با توجه به فقدان نمونه ها از نظر مواد آلی برجازا متاسفانه امکان ترسیم هیچکدام از نمودارهای متداول راک-اول وجود ندارد زیرا اغلب داده ها در محدوده های خارج از نمودارهای مربوطه واقع می شوند و قابل تعبیر و تفسیر از منظر ژئوشیمی آلی و پتانسیل سنگ منشا نمی باشند.

جدول 1: نتایج آنالیز پیرولیز تعداد 17 نمونه سنگی منطقه مورد مطالعه

Sample	S1	S2	Tmax	S3CO	S3	PC	RC	TOC	OI
2	0.02	0.01	508	0.03	0.34	0.01	0.7	0.71	48
3	0.01	0.02	368	0.01	0.13	0.01	0.39	0.4	34
5	0.01	0.05	540	0.08	3.63	0.11	7.55	7.66	47
6	0	0	260	0.01	3.32	0.09	0.67	0.76	439
8	0	0	604	0.01	3.04	0.08	0.95	1.04	294
10	0	0.03	545	0.03	1.11	0.03	1.85	1.88	59
11	0	0.01	498	0.01	0.32	0.01	0.49	0.51	64
12	0	0.05	443	0.05	2.71	0.08	5.3	5.38	50
13	0	0.01	529	0.01	0.8	0.02	1.78	1.81	45
14	0.01	0.02	496	0.02	0.1	0.01	0.95	0.95	10
15	0.01	0.01	527	0.03	0.22	0.01	0.64	0.65	34
16	0.05	0.39	352	0.33	10.87	0.35	26	26.3	41
17	0.02	0.07	526	0.05	0.53	0.02	1.93	1.96	27
18	0.01	0.19	383	0.21	1.33	0.06	1.82	1.88	71
23	0.02	0.05	343	0.01	0	0.01	0.17	0.18	0
24	0.04	0.04	369	0.01	0.02	0.01	0.2	0.21	8
25	0.07	0.09	393	0.02	0.07	0.02	0.24	0.25	28

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

نتیجه گیری:

نتایج حاصل از آنالیز راک-اول نشان می دهد که مقدار کل ماده آلی (TOC) بین 0/18 الی 26/3 با مقدار میانگین 3/09 در تغییر می باشد که این مساله حاکی از مقدار TOC بالای موجود در نمونه ها است. وجود مقدار هیدروکربن آزاد و مقدار پتانسیل باقی مانده تقریباً بسیار پایین (یا صفر) نشان دهنده عدم وجود هیدروکربن آزاد و عدم پتانسیل تولیدی باقیمانده در در سازند می باشد. باتوجه به مقدار بسیار پایین S2 (S2 کمتر از 0/2)، لذا بر اساس دمای حداکثر (Tmax) نمی توان در مورد بلوغ نمونه ها نتیجه گیری نمود. بر اساس نتایج حاصل، تقریباً تمام مقادیر کربن کل آلی (TOC) موجود در نمونه ها درواقع مربوط به کربن باقیمانده یا (Residual Carbon, RC) می باشد و کربن پیرولیزی (PC) موجود نمی باشد. براساس پارامترهای شاخص اکسیژن و شاخص هیدروژن، می توان نتیجه گرفت که ماده آلی موجود در نمونه ها نابرجا و مهاجرتی بوده و نمونه ها فاقد ماده آلی اولیه و برجازا می باشند.

تشکر و قدردانی:

نویسندگان از پژوهشکده صنعت نفت ایران جهت انجام آنالیزهای ژئوشیمیایی این تحقیق قدردانی می نمایند.

منابع:

- Alavi, M. (1991). Sedimentary and structural characteristics of the Paleo-Tethys remnants in northeastern Iran. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 103, 983–992.
- Alavi, M. (1992). Thrust tectonic of the Binalood region, NE Iran. *Tectonophysics*, 11, 360–370.
- Eftekhari-Nezhad, J., Behroozi, A. (1991). Geodynamic significance of recent discoveries of ophiolites and late Palaeozoic rocks in NE Iran (including Kopet-Dagh). *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 38, 89–100.
- Fürsich, F.T., Wilmsen, M., Seyed-Emami, K., Majidifard, M.R. (2009). Lithostratigraphy of the Upper Triassic–Middle Jurassic Shemshak Group of Northern Iran. In: Brune, M.F., Wilmsen, M., Granath, J.W., (eds) *South Caspian to Central Iran Basins*. Geological Society, London, Special Publications, 312, 129–160.
- Nabavi, M.H. (1976). An introduction to the geology of Iran. Geological Survey of Iran, Tehran, 109 p.
- Poursoltani, M.R., Soltani Mah-Abad, M., Ghaemi, F. (2022). Deposition environment of Jurassic deposits in the Binalud basin, according to the provenance and paleo-tectonic, northwest of Mashhad, Iran, *Stratigraphy and Sedimentary Research*, 37(4), 85, 104-134.

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

- Poursoltani, M.R, Moussavi Harami, R, Gibling, M.R. (2007). Jurassic deepwater fans in the Neo-Tethys Ocean: the Kashafrud Formation of the Kopet-Dagh Basin, Iran. *Sediment Geol*, 198, 53–74.
- Poursoltani, M.R, Jamali, M, Nasiri, Y. (2015). Lithofacies and depositional environment of Jurassic deposits in Binalud zone, in Bazeh-Howz section, southern Mashhad. *Applied Sedimentology*, 3(6), 82–93.
- Poursoltani M.R., and Fürsich T.F. (2020). Provenance of Jurassic siliciclastic deposits, determined by geochemistry and petrology: a case study from a Cimmerian intramontane basin, the Binalud Mountains, Iran, *Arabian Journal of Geosciences*, 13, 650.
- Sheikholeslami, M.R, Kouhpeyma, M. (2012). Structural analysis and tectonic evolution of the eastern Binalud Mountains, NE Iran. *J Geodyn*, 61, 23–46.
- Rahimi, B, Ghaemi, F. (2015). Sedimentation related to thrust tectonics of Binalud Mountains. *Sedimentary Facies*, 7, 218–235.
- Taheri, J, Fürsich, F.T, Wilmsen, M. (2009). Stratigraphy, depositional environments and geodynamic significance of the Upper Bajocian– Bathonian Kashafrud Formation, NE Iran. In: Brunet M.F, Wilmsen, M, Granath, J.W. (Eds.) *South Caspian to Central Iran Basins*. Geological Society, London, Special Publications, 312, 205–218.
- Wilmsen, M, Fürsich, F.T, Taheri, J. (2009a). The Shemshak Group (Lower– Middle Jurassic) of the Binalud Mountains, NE Iran: stratigraphy, facies and geodynamic implications. In: Brunet, M.F, Wilmsen, M., Granath, J.W. (Eds.) *South Caspian to Central Iran Basins*. Geological Society, London, Special Publications, 312, 175–188.
- Wilmsen, M, Fürsich, F.T, Seyed-Emami, K, Majidifard, M.R, Taheri, J. (2009b). The Cimmerian Orogeny in northern Iran: tectonostratigraphic evidence from the foreland. *Terra Nova*, 21, 211–218.
- Zeraatkar, A.K., Rahimi, B. (2012). Investigation of the development of Sangdast-Shandiz fault zone and its geomorphological consequences, *Journal of Geography and Regional Development*, 19, 197-214.