

## پالئوژئوگرافی ژوراسیک پیشین در شرق ایران مرکزی با نگرشی بر سازند آب حاجی

محمدعلی صالحی<sup>۱\*</sup>، سید رضا موسوی حرمی<sup>۱</sup>، اسداله محبوبی<sup>۱</sup>

۱- گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد

\* پست الکترونیک: ma.salehi@stu-mail.um.ac.ir

### چکیده

سازند آب‌حاجی (ژوراسیک پیشین) از توالی‌های آواری تشکیل شده است که بر روی بلوک‌های لوت، طبس و یزد در شرق ایران مرکزی رخنمون دارد. مطالعه چینه‌شناسی و رسوب‌شناسی این سازند در بازسازی جغرافیایی دیرینه ژوراسیک پیشین بسیار با اهمیت است. ضخامت این سازند در بلوک طبس متغییر بوده و از ضخامت ۷۰۰ متر تا در حد چند ده متر در تغییر بوده و حتی در بعضی مناطق فرسایش یافته است. در این مطالعه با اندازه‌گیری هفت رخنمون رخساره‌های سنگی و مجموعه رخساره‌ها شناسایی شدند که منجر به شناسایی محیط‌های رسوبی دشت رودخانه‌ای، دشت ساحلی، دلتا و دریایی کم عمق در سازند آب‌حاجی گردید. بررسی چینه‌شناسی و بازسازی محیط رسوبی سازند آب‌حاجی منجر به بازسازی جغرافیایی دیرینه ژوراسیک پیشین در شرق ایران مرکزی گردید. الگوی تغییر ضخامت سازند، تغییر ناگهانی رخساره‌ها از شرق به غرب حوضه توسط مدل تکتونیکی بلوک‌های کج شده در یک حوضه کششی تفسیر شده است.

## Palaeogeography of Early Jurassic in east-central Iran considering the Ab-Haji Formation

### Abstract

The Lower Jurassic Ab-Haji Formation consists of siliciclastic strata which are widespread and superbly exposed across the Tabas and Lut blocks of east-Central Iran. The integrated sedimentological and stratigraphic study of the formation is crucial for palaeogeographic and palaeoenvironmental reconstructions of the wider area. The formation reaches a thickness of up to 700 m on Tabas Block but may locally be reduced to a few tens of meters or even be missing. Within this study, we measured and studied seven well exposed stratigraphic sections in order to identify lithofacies and facies associations and to interpret the paleoenvironment. Following environments are recognized: Fluvial plain, coastal plain, delta and shallow siliciclastic shelf. Lithostratigraphic and sedimentology studies of the Ab-Haji Formation in east-Central Iran led to reconstruction of paleogeography during Early Jurassic. The pattern of thickness variations and rapid EW facies changes is best explained by a tectonic model showing large tilted fault blocks in an extensional basin.



## مقدمه

بخش شرقی ایران مرکزی با نام خردقاره ایران مرکزی شناخته می‌شود که از لحاظ ساختاری قابل تقسیم به بلوک-های (صفحه‌های) لوت، طبس و یزد است (آقانباتی، ۱۳۸۳). این بخش از ایران مرکزی در طی مزوزوئیک و سنوزوئیک به منطقه ای پرتحرک و پویا تبدیل شده است؛ به طوری که هر کدام از بلوک‌ها ویژگی جداگانه داشته‌اند و فعالیت آنها با یکدیگر یکسان نبوده است (آقانباتی، ۱۳۸۳؛ Seyed-Emami et al., 2004). حرکات تکتونیکی سیمین پیشین در اواخر تریاس میانی و پسین نقش عمده‌ای در شکل‌گیری زمین‌شناسی ایران در زمان ژوراسیک داشته است. در این زمان درحوضه ای کم عمق قاره‌ای-ساحلی علاوه بر رسوبات سیلیسی-آواری، توالی‌های زغالدار نیز نهشته شده‌اند (Wilmsen et al, 2009). برای اولین بار آقانباتی (1975) سازند آبجی، با سن ژوراسیک پیشین، را معرفی کرد و برش نمونه این سازند را در طبس، حوالی روستای رباط خان انتخاب کرده است. این سازند در بلوک‌های لوت، طبس و یزد رخنمون دارد و بیشترین ضخامت آن در حدود ۷۰۰ متر است (آقانباتی، ۱۳۸۳) که البته ضخامت آن در بعضی مناطق شرقی بلوک طبس، نظیر معدن زغال سنگ پروده، تا چند ده متر کاهش می‌یابد و حتی در بخشی از مناطق نظیر بالاآمدگی شتری کاملاً فرسایش یافته و یارسوبگذارین کرده است (Wilmsen et al., 2009). رخساره‌ها و محیط رسوبی این سازند در بسیاری از مناطق ایران مرکزی ناشناخته است که شناسایی آنها در بازسازی جغرافیایی دیرینه این منطقه در طی ژوراسیک زیرین با اهمیت می‌باشد. سازند آب حاجی از لحاظ موقعیت چینه‌شناسی بر روی سازند نایند و در زیر سازند بادامو قرار گرفته است (آقانباتی، ۱۳۸۳) (شکل، ۲). هدف این مطالعه در شناخت رخساره‌های رسوبی و بازسازی محیط رسوبی و جغرافیای دیرینه در زمان ته‌نشست سازند آبجی می‌باشد. لذا در این تحقیق سازند آب حاجی در هفت برش در شرق ایران مرکزی مورد مطالعه قرار گرفته است.

## رخساره‌های سنگی و مجموعه رخساره‌ها

رخساره‌های سنگی شناسایی شده در سازند آبجی به سه دسته دانه درشت، متوسط و ریزدانه تقسیم شده که به شرح زیر است. رخساره‌های سنگی شناسایی شده شامل دو رخساره دانه درشت (Gcm, Gt)، چهار رخساره دانه متوسط (St, Sr, Sh, Sp)، دو رخساره دانه ریز (Fm, Fl) و یک رخساره زغالی (C) می‌باشند. بر اساس نوع رخساره‌های سنگی، بافت، نوع سطح تماس زیرین و بالایی طبقات، فرم هندسی رسوبات و نوع لیتولوژی شش مجموعه رخساره شامل دشت رودخانه‌ای، دشت ساحلی، دشت دلتایی، بخش جلو دلتا، بخش انتهایی دلتا و دریای کم عمق آواری شناسایی شده‌اند.

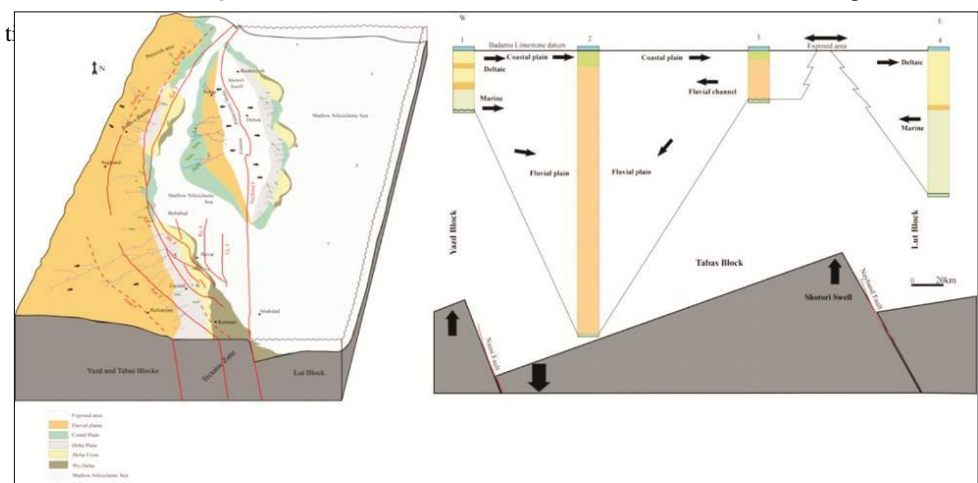
### گسترش رخساره‌ها و تغییرات ضخامت

سازند آبجی در برش شماره ۱ (کوه راهدار) با ضخامت ۸۲ متر به سمت شرق در برش شماره ۲ (سیمین سپاهان) به ضخامت ۳۴۷ متر می‌رسد (شکل، ۳). این سازند در برش شماره ۱ بر روی سازند خان با سن پرمین قرار دارد که حاکی از یک نبود چینه‌شناسی قابل توجه در بین دو سازند می‌باشد. برش شماره ۱ با ماسه سنگ و شیل دریای کم عمق به ضخامت ۲۸ متر شروع می‌شود و توسط ۵۴ متر رخساره دلتایی پوشیده می‌شود. این مجموعه رخساره کم عمق دریایی و دلتایی در برش شماره یک به سمت شرق به رخساره دشت رودخانه‌ای و رسوبات دشت ساحلی در برش شماره ۲ (سیمین سپاهان) تبدیل می‌گردد (شکل، ۳). رخساره دشت رودخانه - ۳۲۰ متر در برش شماره ۲ - به سمت جنوب شرقی به ضخامت ۶۰ متر در لبه شرقی بلوک طبس (برش شماره ۳ در معدن زغالسنگ پروده) تبدیل می‌شود. رخساره کم ضخامت رودخانه‌ای توسط ۱۵ متر گل سنگ دشت ساحلی پوشیده می‌شود. در این برش (شماره ۳) کانال رودخانه سازند آبجی به صورت فرسایشی رسوبات سازند نایبند در زیر را فرسایش داده است.

در شرقی‌ترین برش مورد مطالعه (برش شماره ۴ در کوه شیسویی، بلوک لوت) سازند آبجی دارای رخساره کاملاً متفاوتی می‌باشد و شامل ۱۱۰ متر از رسوبات سیلیسی آواری دریایی کم عمق، ۱۰ متر از رسوبات جلوی دلتا و در نهایت توسط رخساره دلتا جلودلتا به ضخامت ۹۰ متر ماسه سنگ پوشیده شده‌اند. شواهد واضح و روشن از یک سیستم دلتایی پیشرونده به سمت شرق در این منطقه وجود دارد. توسعه کمتر رسوبات دشت دلتایی در این برش ممکن است حاکی از یک شیب نسبتاً تند در این بخش از منطقه مورد مطالعه باشد (شکل، ۳). در جنوب بلوک طبس (منطقه راور-زرنند)، سازند آبجی دارای ضخامت در حدود ۷۰۰ متر می‌باشد. بخش زیرین سازند در برش شماره ۵ شامل ۱۲۰ متر ماسه سنگ با توالی درشت شو به سمت بالا مربوط به مجموعه رخساره جلو دلتایی است که توسط ۳۶۰ متر از رسوبات رودخانه‌ای و دشت دلتایی پوشیده می‌شود. به سمت بالای توالی ۲۰۴ متر رخساره جلوی دلتا و انتهای دلتا وجود دارد. سازند آب حاجی در برش شماره ۶، دارای بخش زیرین مشابه با برش ۵ می‌باشد، بطوری که با توالی درشت شو جلو دلتا شروع شده و در بالا به رخساره انتهای دلتا می‌رسد. بخش بعدی توالی شامل ۱۷۰ متر از چندین توالی درشت شو به سمت بالا از رخساره جلو دلتا می‌باشد. بخش باقیمانده (۲۷۵ متر) به طور عمده از رخساره انتهای دلتا تشکیل شده است. در برش شماره ۶ همانند برش شماره ۵ روند مشابهی از تغییرات رخساره‌ها از کم عمق به عمیق وجود دارد با این تفاوت که در این برش رسوبات رودخانه‌ای وجود ندارد و رخساره‌های دلتایی جایگزین آن شده‌اند. از برش شماره ۶ با طی ۱۰ کیلومتر به سمت جنوب شرق در برش شماره ۷ سازند آبجی تنها دارای ۴۰۲ متر ضخامت بوده و با ۱۵ متر ماسه سنگ درشت با توالی درشت شو جلو دلتا شروع می‌شود. بخش بعدی شامل ۶۰ متر از رسوبات ریزدانه انتهای دلتا می‌باشد، که به سمت بالا از ۷۰ متر توالی ماسه سنگی با توالی درشت شو به سمت بالا از رخساره جلو دلتایی تشکیل شده است. ضخامت باقیمانده از توالی شامل ۲۱۰ متر شیل و ماسه سنگهای بخش انتهای دلتا و رخساره‌های آواری دریایی کم عمق دریایی تشکیل شده است.



سازند آبجاجی در این برش توسط یک توالی ۶۵ متری ضخیم از شیل دریایی به پایان می‌رسد. در این بخش رخساره دشت رودخانه‌ای و دشت دلتایی وجود نداشته و ضخامت اصلی سازند شامل رسوبات جلوی دلتا و انتهای دلتا می‌باشد. سازند آبجاجی در منطقه کرمان، از برش شماره هفت ۸۵ کیلومتر به سمت جنوب شرق، تنها شامل ۲۵ متر ضخامت می‌باشد که از رسوبات آواری دریایی (Fursich et al., 2005) تشکیل شده است. تغییرات جانبی مجموعه رخساره‌ها از برش شماره ۵ به سمت شرق و جنوب شرقی حاکی از تسلط یک محیط دلتایی از نوع رودخانه غالب می‌باشد. الگوی مشاهده شده از تغییرات جانبی رخساره‌ها و تغییرات ضخامت آنها شواهدی از ته نشست بر روی بلوک‌های گسل خورده با فرونشست در مناطق فرو افتاده و فرسایش در مناطق بالا آمده می‌باشد که به بهترین وجه



سمت راست: شکل ۳؛ سمت چپ شکل ۴؛ شکل ۳: ترانسکت شرقی-غربی از سازند آبجاجی و محیط‌های رسوبی تفسیر شده در برش‌های ۱ تا ۴. به الگوی تغییر ضخامت و رخساره‌ها که متأثر از تغییرات فرونشینی و بالا آمدگی بلوک‌ها می‌باشد توجه نمایید؛ شکل ۴: مدل شماتیک جغرافیای دیرینه بلوک طبرس در زمان ته نشست سازند آبجاجی (ژوراسیک پیشین) (چارچوب بلوک‌ها و گسلها اقتباس از Zaman-Pedram, 2011).

## مدل تکتونیکی و جغرافیای دیرینه

الگوی گسترش و تغییرات رخساره‌های سازند آبجاجی در شرق ایران مرکزی نیاز به ارائه مدل تکتونیکی می‌باشد. مدل ارائه شده بلوک‌های گسل خورده و کج شده در حوضه‌های کششی توسط محققینی نظیر لیدر و گسروپ (Leeder and Gawthorpe, 1987; Alexander et al., 1994; Gawthorpe and Leeder, 2000) که تغییرات ضخامت، تغییرات ناگهانی شرق به غرب رخساره‌ها و موقعیت منشأ رسوبات سازند آبجاجی را توجیه می‌کند. فعالیت حوضه‌های کششی در شرق مرکزی ایران در اواخر تریاس تا اواخر ژوراسیک ادامه داشته است که شواهد چینه‌شناسی آن وجود دارد (Wilmsen et al., 2003; 2005; 2010). فعالیت کششی در دوره ژوراسیک سبب ایجاد

بلوک‌های جدا افتاده و دارای بخش‌های با فرونشینی و بالاآمدگی متفاوت گردیده است. این حرکات تکتونیکی منجر به تغییرات ضخامت، تغییرات ناگهانی رخساره از شرق به غرب حوضه گردیده‌اند و همچنین موجب عدم رسوبگذاری و فرسایش سازند آبجایی در برخی بخش‌های بلوک‌های بالا آمده شده‌اند. در طی ژوراسیک پیشین، بلوک طبس به سمت غرب مایل شده است به طوریکه بخش بالا آمده در محلی بوده است که اکنون محور امروزی کوه‌های شتری در شرق بلوک طبس قرار دارد (شکل، ۳). به همین ترتیب، بخش شرقی بلوک یزد (بلوک کلمرد) بخش بالا آمده این بلوک بوده است و نتیجه این بالاآمدگی فرسایش قابل توجهی از طبقات پالئوزوئیک و تریاس (به عنوان مثال، برش شماره ۱) بوده است. علاوه بر این، فعالیت بالاآمدگی شتری (Shotori Swell) در طول کرتاسه پسین نیز ادامه داشته است (Wilmsen et al., 2005).

انتقال رسوبات آواری عمدتاً به سمت شرق بلوک‌ها و به میزان کمتر در جهت غربی آنها رخ داده است بطوریکه برش‌های ۲ و ۴ بیشترین ضخامت و برش‌های ۱ و ۳ کمترین ضخامت را نشان می‌دهند (شکل‌های ۳ و ۴). سازند آبجایی در جنوب بلوک طبس (منطقه راور-زرنند) به ضخامت حداکثر خود می‌رسد. اما ضخامت سازند به سمت شرق و جنوب شرق کاهش چشمگیری می‌یابد. به طوریکه از ضخامت ۷۰۰ متر در منطقه راور و زرنند (برش-های ۵ و ۶) به ضخامت ۴۰۰ متر در برش ۷ می‌رسد و به سمت جنوب شرق در منطقه کرمان به تنها چند ده متر ضخامت می‌رسد (Fursich et al., 2005). محیط‌های رسوبی نیز به نوبه خود از سمت غرب به شرق (از برش شماره ۵ به ۷) از رودخانه و دلتا (در منطقه راور) به محیط دریایی آواری کم عمق در جنوب‌شرقی (برش شماره ۷ و منطقه کرمان) تغییر می‌یابد (شکل، ۴).

### نتیجه‌گیری

سازند سیلیسی-آواری آبجایی با سن ژوراسیک پیشین شرق ایران مرکزی دارای ضخامت متوسط پانصد مترمی-باشد و از ماسه سنگ، سیلتستون، گلسنگ و رگه‌های نازک زغال تشکیل شده است. آنالیز رخساره‌ها در رخنمون-های مورد مطالعه منجر به شناسایی ۹ رخساره سنگی Gt, Gcm, St, Sr, Sh, Sp, Fm, Fl, C شده است که در چهار دسته درشت، متوسط و ریزدانه و زغالی قرار می‌گیرند. تجزیه و تحلیل رخساره‌های سنگی منجر به شناسایی شش مجموعه رخساره‌ای گردید که عبارتند از دشت رودخانه‌ای، دشت ساحلی، دشت دلتایی، بخش جلو دلتا، بخش انتهایی دلتا و دریای کم عمق آواری. الگوی مشاهده شده از تغییرات ضخامت و رخساره‌های سازند آبجایی از سمت شرق به غرب بر روی بلوک‌های لوت، طبس و یزد شواهدی از بخش‌های فرونشست یافته و بالا آمده در بلوک‌ها را نشان می‌دهد. تغییرات ضخامت و رخساره‌ها در سازند آبجایی ناشی از فازهای تکتونیکی کششی در شرق ایران مرکزی در طی ژوراسیک پیشین بوده است. مدلی تکتونیکی حوضه‌های کششی با بلوک‌های از هم جدا افتاده و کج شده این تغییرات ضخامت و رخساره را بخوبی توجیه می‌کند. فازهای کششی منجر به ایجاد بخش‌های



فروافتاده در لبه غربی بلوک‌ها گردیده است که در آنجا رسوبات آواری دارای ضخامت حداکثر هستند و بخش‌های بالا آمده در لبه شرقی بلوک‌ها قرار دارند که منجر به فرسایش و یا عدم رسوبگذاری سازند آبجایی گردیده‌اند. تغییرات محیط رسوبی نیز از سمت شرق به غرب حوضه قابل انطباق با تغییرات ضخامت می‌باشند. تشکر و قدردانی در اینجا لازم است از شرکت زغالسنگ پروده طبس به سبب مهیا نمودن عملیات صحرایی و از آقایای احسان زمانیان نیز که در برداشت‌های صحرایی در طی چندین مرحله همکاری داشته‌اند تشکر نمایم. همچنین از گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد به سبب فراهم نمودن امکانات مورد نیاز قدردانی می‌گردد.

### منابع

- آقانباتی، س.ع.، ۱۳۸۳. زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ صفحه.
- Aghanabati, S.A., 1975. Etude geologique de la region de Kalmard (W. Tabas). Stratigraphie et tectonique. Geological Survey of Iran, Tehran, pp. 239.
- Alexander, J., Bridge, J.S., Leeder, M.R., Collier, R.E.L., Gawthorpe, R.L., 1994. Holocene meander-belt evolution in an active extensional basin, southwestern Montana. *Journal of Sedimentary Research*, 64(4b): 542-559.
- Fürsich, F.T., Hautmann, M., Senowbari-Daryan, B., Seyed-Emami, K., 2005. The Upper Triassic Nayband and Darkuh formations of east-central Iran: stratigraphy, facies patterns and biota of extensional basins on an accreted terrane. *Beringeria*, 35: 53-133.
- Gawthorpe, R.L., Leeder, M.R., 2000. Tectono-sedimentary evolution of active extensional basins. *Basin Research*, 12(3-4): 195-218.
- Leeder, M.R., Gawthorpe, R.L., 1987. Sedimentary models for extensional tilt-block/half-graben basins. In: Coward, M.P., Dewey, J.F., Hancock, P.L. (Eds.), *Continental Extensional Tectonics*. Geological Society, London, Special Publications, pp. 139-152.
- Miall, A.D., 2000. *Principle of Sedimentary Basin Analysis*: Springer-Verlag, New York, 668p.
- Miall, A.D., 2006. *The Geology of Fluvial Deposits* (3<sup>rd</sup> edition): Springer-Verlag, Berlin, 582p.
- Seyed-Emami, K., Fürsich, F.T., Wilmsen, M., 2004. Documentation and significance of tectonic events in the Northern Tabas block (East-Central Iran) during the Middle and Late Jurassic. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 110(1): 163-171.
- Wilmsen, M., Fürsich, F., Seyed-Emami, K., Majidifard, M., Zamani-Pedram, M., 2010. Facies analysis of a large-scale Jurassic shelf-lagoon: the Kamar-e-Mehdi Formation of east-central Iran. *Facies*, 56(1): 59-87.
- Wilmsen, M., Fürsich, F.T., Seyed-Emami, K., 2003. Revised lithostratigraphy of the Middle and Upper Jurassic Magu Group of the northern Tabas Block, east-central Iran. *Newsletters on Stratigraphy*, 39: 143-156.
- Wilmsen, M., Fürsich, F.T., Seyed-Emami, K., Majidifard, M.R., 2009. An overview of the stratigraphy and facies development of the Jurassic System on the Tabas Block, east-central Iran. In: Brunet, M.-F., Granath, J.W., Wilmsen, M. (Eds.), *South Caspian to Central Iran Basins*. Geological Society, London, Special Publications, pp. 323-343.
- Wilmsen, M., Wiese, F., Seyed-Emami, K., Fürsich, F.T., 2005. First record and significance of Turonian ammonites from the Shotori Mountains, east-central Iran. *Cretaceous Research*, 26(2): 181-195.
- Zamani-Pedram, M., 2011. Source, facies, and sedimentary environments of the Middle to Upper Jurassic strata in the Kerman and Tabas areas, east-central Iran, PhD thesis, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Germany, 212 pp.

Surf and download all data from SID.ir: [www.SID.ir](http://www.SID.ir)

Translate via STRS.ir: [www.STRS.ir](http://www.STRS.ir)

Follow our scientific posts via our Blog: [www.sid.ir/blog](http://www.sid.ir/blog)

Use our educational service (Courses, Workshops, Videos and etc.) via Workshop: [www.sid.ir/workshop](http://www.sid.ir/workshop)