

دیرینه‌بوم‌زیستی اقیانوس نئوتتیس بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی در سازند بغمشاه، برش‌های بیرگ و دهشک (بلوک لوت)

انسیه بهدانی^۱، فاطمه هادوی^{۲*}، مرضیه نطقی مقدم^۳، احمدرضا خزاعی^۴

۱- دانشجوی دکتری چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، پست الکترونیکی: ensiehbehdani1977@yahoo.com

۲- استاد گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، پست الکترونیکی: fhadavi@ferdowsi.um.ac.ir

۳- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران، پست الکترونیکی: m.n.moghaddam@gmail.com

۴- دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه بیرجند، ایران، پست الکترونیکی: arkhzaei@birjand.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۷/۷/۲۴

* نویسنده مسوول

تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۱۳

چکیده

در مطالعه حاضر بخشی از رسوبات اقیانوس نئوتتیس (در شرق ایران) جهت مطالعات دیرینه‌بوم‌شناسی بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی، در سازند بغمشاه در برش‌های چینه‌شناسی بیرگ و دهشک مورد بررسی قرار گرفت. ضخامت سازند در برش‌های مذکور به ترتیب ۸۳۰ و ۸۹۶ متر بوده و عمدتاً متشکل از مارن و سنگ‌آهک‌های رسی می‌باشد. مطالعه نانوفسیل‌ها، منجر به شناسایی ۷۱ گونه از ۳۶ جنس در برش چینه‌شناسی بیرگ و ۵۵ گونه از ۲۶ جنس در برش چینه‌شناسی دهشک شده است. نانوفسیل‌های شناسایی شده دارای تنوع و حفظ شدگی متوسط تا نسبتاً خوب بوده و گونه‌های شاخص نشانگر آب و هوای گرم بوده و مؤید این است که حوضه رسوبی نهشته‌های مطالعه شده در عرض‌های جغرافیایی پایین تا متوسط با عمق کم واقع بوده است. در ضمن حوضه اقیانوسی مذکور از نوع الیگوتروفیک با باروری کم می‌باشد.

کلمات کلیدی: دیرینه‌بوم‌شناسی، نانوفسیل‌های آهکی، نئوتتیس، بلوک لوت، سازند بغمشاه.

۱. مقدمه

کیلومتر طول و ۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلومتر عرض دارد، تحت عنوان بلوک لوت نامگذاری شده و اولین بار توسط Stocklin (1968) به عنوان یکی از ۹ زون ساختاری ایران معرفی گردید. سازند بغمشاه به عنوان یکی از واحدهای سنگی متناسب به ژوراسیک در بلوک لوت گزارش شده و متشکل از شیل و مارن با میان لایه‌های ماسه‌سنگی و سنگ‌آهک‌های ائولیتی به رنگ خاکستری تا سبز زیتونی است. این سازند در منطقه طبس و کوه‌های شتری از گستردگی زیادی برخوردار است. ضخامت این سازند در نواحی مختلف از ۴۰۰ متر تا ۶۰۰ متر متغیر بوده و معمولاً سازند مذکور با گذر تدریجی بر روی سنگ‌آهک‌های

نام تتیس جوان (نئوتتیس ۱) به شکاف قاره‌ای در محل تقریبی راندگی اصلی زاگرس اطلاق می‌شود. شواهد گوناگون زمین-شناختی به ویژه وجود مجموعه‌های افیولیتی در امتداد گسل‌های عمده ایران، شاهدی بر جدایش‌های درون قاره‌ای ژرف از نوع تتیس جوان می‌باشند. یکی از زمین‌درزهای هم‌خانواده تتیس جوان، شکاف بین بلوک لوت و افغان بوده که بسته شدن آن باعث ایجاد نوعی پوسته اقیانوسی نابرجا گردیده است (آقانباتی، ۱۳۸۳). بخش شرقی خرد قاره ایران مرکزی که حدود ۹۰۰

برش چینه‌شناسی دهشک در ۱۴۰ کیلومتری جاده بیرجند - مشهد و در ۴۰ کیلومتری شمال غرب قاین و ۶ کیلومتری جنوب غرب روستای دهشک از توابع شهرستان قاین قرار دارد. مختصات جغرافیایی برش مذکور $33^{\circ}51' N$, $58^{\circ}48' E$ بوده و در محدوده چهارگوش $1/100000$ گریمونج (عمیدی و نایینی، ۱۳۸۴) واقع است (شکل ۱).

۲. روش مطالعه

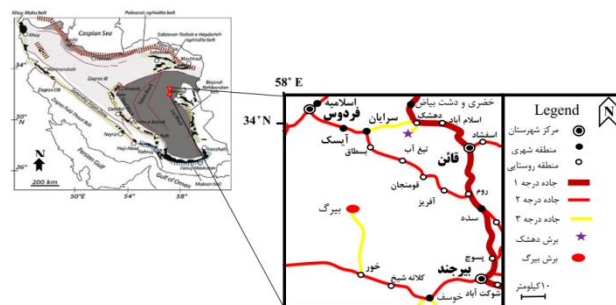
در این پژوهش نهشته‌های سازند بغمشاه در برش‌های چینه-شناسی بیرگ و دهشک جهت انجام مطالعات نانوفسیل‌شناسی و تعیین محیط دیرینه مورد بررسی قرار گرفت. برش چینه‌شناسی بیرگ به ضخامت ۸۳۰ متر، متشکل از سنگ‌آهک رسی، مارن و نیز لایه‌هایی از سنگ‌آهک ماسه‌ای و شیل‌های آهکی است (شکل ۳). سازند بغمشاه در برش چینه‌شناسی دهشک دارای ضخامت ۸۹۶ متر بوده و متشکل از شیل، مارن و مقادیر کمتری سنگ‌آهک ماسه‌ای است (شکل ۴).

لازم به ذکر است که سازند بغمشاه در دو برش مذکور بر روی سنگ‌آهک‌های معادل سازند بادامو و در زیر سنگ آهک‌های سازند قلعه دختر واقع شده است (شکل ۲). در برش چینه‌شناسی بیرگ، تعداد ۸۲ نمونه و در برش چینه‌شناسی دهشک، تعداد ۷۲ نمونه به منظور بررسی نانوفسیل‌های آهکی برداشت گردید.

به منظور کاهش اثر هوازدگی، نمونه‌های مورد مطالعه تقریباً از عمق ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متری برداشت شده و به روش اسمیراسلاید آماده‌سازی گردیدند (Bown & Young, 1998). اسلایدها با میکروسکپ نوری المپوس مدل BX50 در دو نور معمولی و پلاریزه و نیز با تیغه کمکی ژپس مطالعه و عکس برداری شدند.

جهت شناسایی جنس‌ها و گونه‌های نانوفسیلی از توصیف گونه‌ها که توسط Perch-Nielsen (1985) و Bown & Young (1998) ارائه گردیده، استفاده شده است. علاوه بر آن جهت انجام مطالعات دیرینه‌بوم‌شناسی، شمارش گونه‌ها انجام شد. بدین ترتیب که گونه‌های موجود در هر نمونه در ۱۰ میدان دید شمارش گردید و به منظور بررسی‌های آماری، درصد گونه‌های شمارش شده محاسبه شد.

پرونده قرار دارد (Aghanabati 1977; Stocklin, 1968). مرز بالای سازند بغمشاه در کوه‌های شتری، گاه به وسیله ردیف ستبری از سنگ‌های سیلیسی-آواری سازند سیخور و گاهی با سازندهای آهکی اسفندیار و یا قلعه دختر پوشیده شده است (سیدامامی و همکاران، ۱۳۸۴). از جمله مطالعات فسیل‌شناسی انجام شده بر روی سازند بغمشاه سن‌یابی بر مبنای آمونیت‌ها می‌باشد (Wilmsen Seyed-Emami et al., 2002, 2004, 2006; et al., 2009). سایر مطالعات انجام شده بر روی این سازند شامل بررسی مرجان‌ها توسط (Pandy & Fursich 2003)، مطالعه میوسپورها توسط (Hashemi-Yazdi & Sajjadi 2015) و بررسی بازوپایان توسط (Mukherjee & Fursich 2014) است. تا قبل از سال ۲۰۱۹ میلادی تنها مطالعه انجام شده بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی در این سازند توسط (Kallanxhi et al. 2016) در منطقه سمنان صورت گرفته بود و پس از آن نتایج مطالعات جدید سن‌یابی توسط بردبار و همکاران (۱۳۹۷)، خداشناس و همکاران (۱۳۹۷) و بهدانی و همکاران (۱۳۹۷) بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی ارائه گردید (سن‌یابی انجام شده، حاکی از تعلق توالی سازند بغمشاه به کرتاسه پیشین است). همانطور که از مطالب ارائه شده مشخص است، غالب مطالعات انجام شده بر روی سازند بغمشاه جهت تعیین سن بوده و تاکنون مطالعات دیرینه بوم‌شناسی بر روی این سازند انجام نشده است. از این‌رو در این تحقیق شرایط بوم‌شناختی این سازند که بخشی از رسوبات اقیانوسی نئوتتیس محسوب می‌شود، بر اساس نانوفسیل‌های آهکی در دو برش چینه‌شناسی بیرگ و دهشک مورد مطالعه قرار گرفت. برش چینه‌شناسی بیرگ واقع در ۸۵ کیلومتری شمال غرب بیرجند با مختصات $33^{\circ}17' N$, $58^{\circ}18' E$ بوده و از طریق جاده بیرجند - طبس قابل دسترسی می‌باشد. این برش در محدوده چهارگوش $1/100000$ سارغونج (لطفی، ۱۹۹۵) قرار دارد (شکل ۱).



شکل ۱: واحدهای ساختاری - رسوبی ایران، نقشه راه‌های دسترسی و موقعیت جغرافیایی برش‌های مورد مطالعه



شکل ۲: الف: نمایی از قاعده سازند بغمشاه در برش چینه‌شناسی بیرگ (دید به سمت شمال غرب). ب: نمایی از رأس سازند بغمشاه در برش چینه‌شناسی بیرگ (دید به سمت جنوب شرق). ج: نمایی از قاعده سازند بغمشاه در برش چینه‌شناسی دهشک (دید به سمت جنوب). د: نمایی از رأس سازند بغمشاه در برش چینه‌شناسی دهشک (دید به سمت شرق).

۳. نتایج و بحث

۳-۱ نانوفسیل‌های آهکی؛ حفظ شدگی؛ تنوع و فراوانی:

نانوفسیل‌های آهکی یکی از مهم‌ترین گروه‌های فسیلی جهت مطالعات دیرینه بوم‌شناسی هستند. به طوری که بر اساس پراکندگی و گسترش گونه‌های شاخص آن‌ها می‌توان به تفسیر محدوده‌های جغرافیای زیستی و دیرینه‌بوم‌شناسی پرداخت. از آن جا که آن‌ها به شدت به فاکتورهای بوم‌شناسی از قبیل نور، مواد غذایی و دما و به مقدار کمتر به جریان‌های اقیانوسی و دیگر پارامترهای اکولوژیکی مانند شوری وابسته‌اند، لذا دانشمندان با استفاده از شرایط خاص بوم‌شناسی نانوفسیل‌های آهکی، قادر به بازسازی تغییرات اقیانوس‌های دیرینه هستند (Linnert and Mutterlose, 2009; Thibault and Husson, 2016).

نتایج حاصل از مطالعات دیرینه‌بوم‌شناسی سازند بغمشاه در برش‌های چینه‌شناسی مورد بررسی به شرح ذیل است:

نانوفسیل‌های آهکی یکی از مهم‌ترین گروه‌های فسیلی جهت مطالعات دیرینه بوم‌شناسی هستند. به طوری که بر اساس پراکندگی و گسترش گونه‌های شاخص آن‌ها می‌توان به تفسیر محدوده‌های جغرافیای زیستی و دیرینه‌بوم‌شناسی پرداخت. از آن جا که آن‌ها به شدت به فاکتورهای بوم‌شناسی از قبیل نور، مواد غذایی و دما و به مقدار کمتر به جریان‌های اقیانوسی و دیگر پارامترهای اکولوژیکی مانند شوری وابسته‌اند، لذا دانشمندان با استفاده از شرایط خاص بوم‌شناسی نانوفسیل‌های آهکی، قادر به بازسازی تغییرات اقیانوس‌های دیرینه هستند (Linnert and Mutterlose, 2009; Thibault and Husson, 2016).

نتایج حاصل از مطالعات دیرینه‌بوم‌شناسی سازند بغمشاه در برش‌های چینه‌شناسی مورد بررسی به شرح ذیل است:

جدول ۱: رخدادهای زیستی نانوفسیل‌های آهکی و زیست‌زون‌های شناسایی‌شده بر مبنای زون‌بندی Sissingh, 1977

Nannofossil events	Nannofossil zones; (Sissingh, 1977)
Fo <i>Nannoconus stinmannii</i> / Fo <i>Retecapsa angustiforata</i>	CC1
Fo <i>Retecapsa angustiforata</i> / Fo <i>Calicalathina oblongata</i>	CC2
Fo <i>Calicalathina oblongata</i> / Fo <i>Cretarhabdus loriei</i>	CC3
Fo <i>Cretarhabdus loriei</i> / Fo <i>Lithraphidites bolii</i>	CC4a
Fo <i>Lithraphidites bolii</i> / Fo <i>Nannoconus abundans</i>	CC4b
Fo <i>Nannoconus abundans</i> / Fo <i>Calicalathina oblongata</i>	CC5

۲-۳ باروری

برخی از گونه‌های نانوفسیلی شاخص‌های مناسبی برای باروری آب‌های سطحی هستند و در بازسازی باروری محیط زیست قدیمه نقش مهمی دارند. گونه‌های متعلق به جنس *Biscutum* (به خصوص *B. constans* و *B. ellipticum*) و *Zeugrhabdotus* spp. به ویژه گونه *Z. erectus* به عنوان شاخص‌های باروری بالای آب‌های سطحی مطرح هستند. در مقابل گونه‌های متعلق به جنس‌های *Cretarhabdus* و *Nannoconus* به عنوان شاخص‌های شرایط باروری پایین معرفی شده‌اند (Watkins, 1989). در این مطالعه حضور نانوفلوراهای شاخص آب‌های سطحی با باروری کم نظیر *Nannoconus* spp. که بیشترین فراوانی را در بین نانوفسیل‌های شناسایی شده در هر دو برش چینه‌شناسی بیرگ و دهشک دارد از یک سو و وجود *Biscutum* spp. و *Zeugrhabdotus* spp. با فراوانی پایین در میان نانوفسیل‌ها از طرف دیگر، نشانگر این است که حوضه رسوبی مورد مطالعه در زمان رسوبگذاری سازند بغمشاه باروری پایین داشته است.

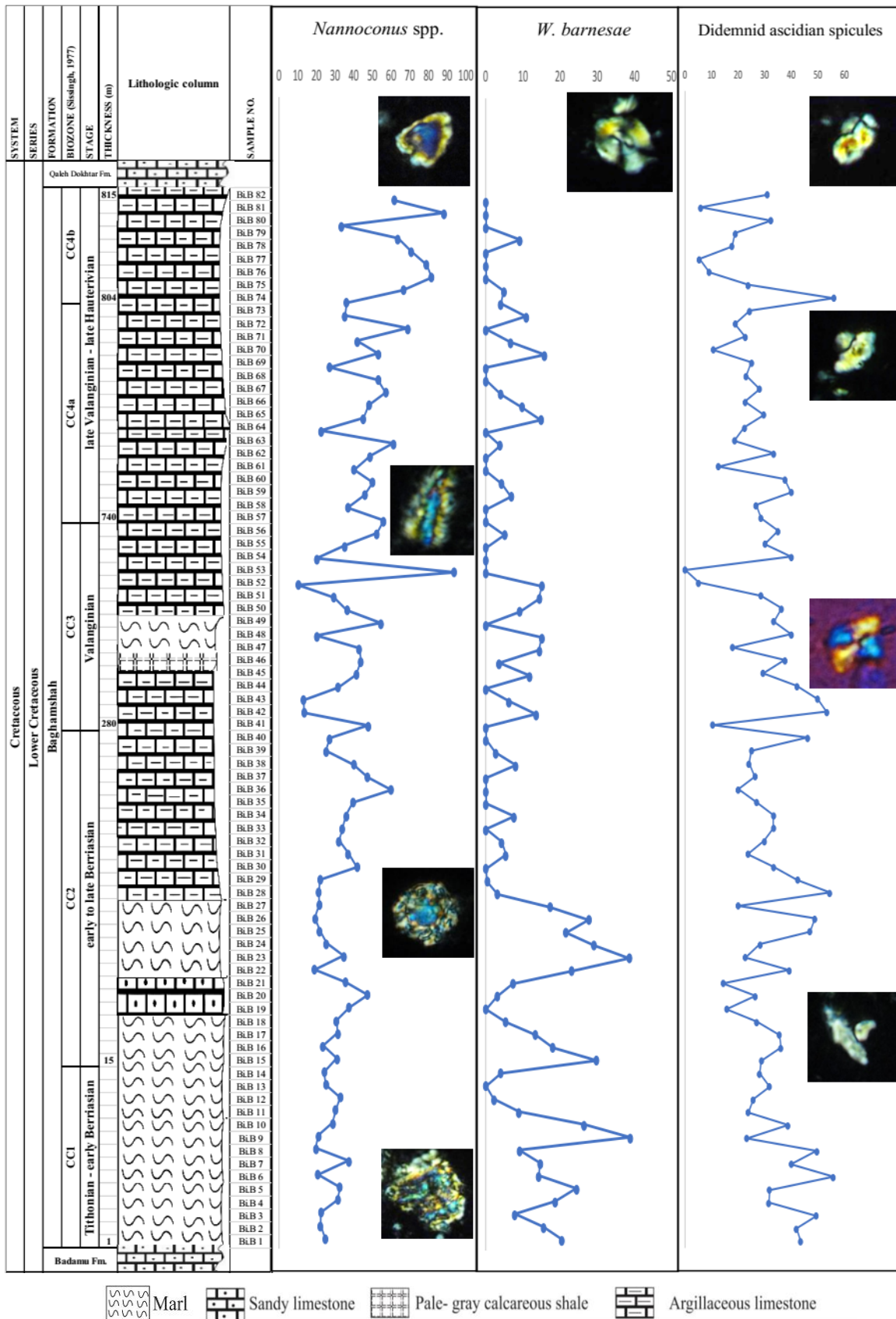
۳-۳ دما و عرض جغرافیایی

نانوفسیل‌های آهکی مزوزوئیک در عرض‌های جغرافیایی مختلف دیده می‌شوند که در ارتباط با محدوده حرارتی آن‌هاست (Lees, 2002). در این رابطه می‌توان به گونه‌های *Watznaueria* *Rhagodiscus asper barnesae* *Nannoconus* spp. *Micrantholithus* spp. و *Conusphaera* spp. اشاره کرد که شاخص عرض جغرافیایی پایین و آب و هوای گرم هستند (Erba et al., 1992).

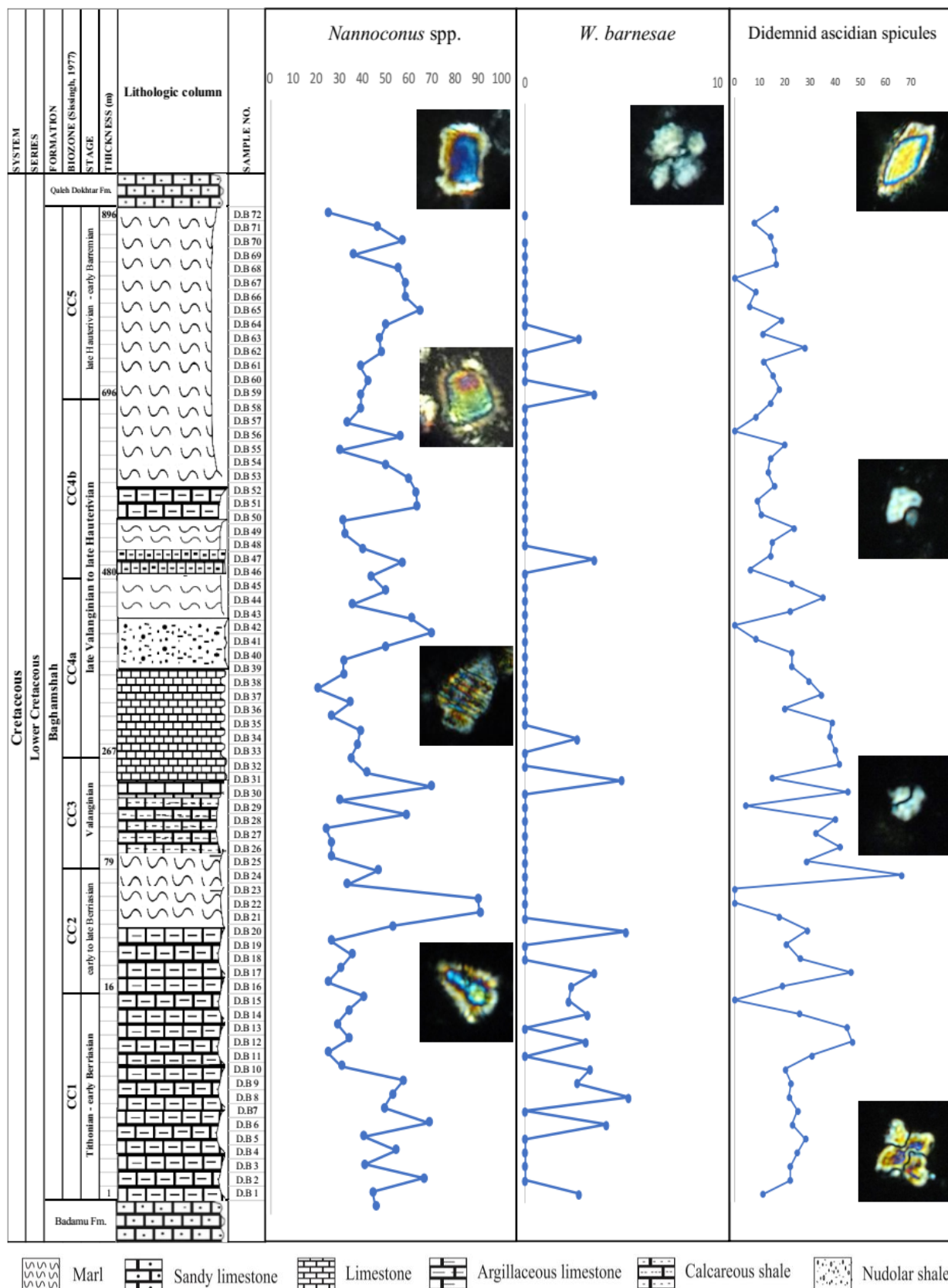
پژوهش‌های کنونی بررسی‌های بوم‌شناسی غالباً بر مبنای *Nannoconus* ها است، می‌توان گفت که در برش چینه‌شناسی بیرگ حفظ‌شدگی خوب کانال‌های مرکزی و عناصر کلسیتی جانبی در این جنس می‌تواند ناشی از عدم اثر پدیده انحلال در زمان رسوبگذاری و نیز عدم تأثیر دیاژنز بعد از رسوبگذاری باشد و این مسئله با وجود ویژگی‌های نرم رسوبات مارنی سازند بغمشاه نیز قابل تأیید است. در برش چینه‌شناسی دهشک نیز علیرغم وجود میان‌لایه‌های آهکی سخت‌تر در قسمت‌های میانی نهشته‌های مارنی، تأثیر دیاژنز بر حفظ‌شدگی چندان محسوس نیست. لکن با توجه به تنوع گونه‌ای فراوان‌تر نانوفسیل‌ها در برش چینه‌شناسی بیرگ نسبت به برش دهشک می‌توان گفت اگر چه میان‌لایه‌های آهکی در برش چینه‌شناسی دهشک دارای نانوفسیل‌های نسبتاً خوب حفظ شده بودند اما یکی از دلایل تنوع کم‌تر نانوفسیل‌ها در آن‌ها می‌تواند اثر جزئی پدیده دیاژنز باشد.

فراوانی گونه‌ها در طول توالی‌های مطالعه شده متفاوت است، به طوری که فراوان‌ترین گونه‌ها در تجمعات شناسایی شده در هر دو برش، متعلق به جنس *Nannoconus* است و گونه‌های متعلق به جنس‌های *Assipetra*, *Lithraphidites*, *Conusphaera*, *Watznaueria* و *Calicalathina* با در صد فراوانی کم‌تر در تجمعات حضور دارند. شایان ذکر است که در مجموعه نانوفسیلی این سازند گونه‌های متنوعی از *Didemnid asidian* spicules مشاهده شده‌اند. این گروه اسپیکول‌های جانورانی هستند که دارای بدنی نرم می‌باشند و همه آن‌ها در زمان حیات به صورت چسبیده و کلنی زندگی می‌کنند. آب‌های دریایی غنی از کربنات (مخصوصاً محیط‌های ریفی مرجانی)، برای توسعه کلنی آن‌ها مطلوب می‌باشند.

نکته قابل توجه این است که فراوانی نانوفسیل‌ها زمانی که فراوانی *Didemnid asidian* spicules افزایش می‌یابد، رو به کاهش می‌رود و این مطلب کاملاً با یافته‌های Varol (2006) مطابقت دارد. تفاوت در فراوانی گونه‌ها در طول ضخامت‌های مطالعه شده می‌تواند حاکی از تغییر شرایط موجود در ستون آب باشد. رخدادهای زیستی نانوفسیل‌های آهکی سازند بغمشاه در برش‌های مطالعه شده و زیست‌زون‌های شناسایی شده بر مبنای آن‌ها در جدول ۱ نشان داده است. همچنین نمودار فراوانی گونه‌های شاخص نانوفسیلی برش‌های مطالعه شده در شکل‌های ۳ و ۴ آورده شده است.



شکل ۳: نمودار درصد فراوانی گونه‌های شاخص دیرینه‌بوم‌شناسی در برش چینه‌شناسی بیرگ



شکل ۴: نمودار درصد فراوانی گونه‌های شاخص دیرینه‌بوم‌شناسی در برش چینه‌شناسی دهشک

در شرایط الیگوتروفی و حداقل تنوع و انقراض آن‌ها در شرایط بوتروفی رخ می‌دهد (Roth, 1989). نانوفسیل‌هایی از قبیل *Watznaueria* spp. و *Lithraphidites* spp. شاخص شرایط الیگوتروفیک هستند (Williams & Bralower, 1995; Erba et al., 1992). گونه‌های مذکور به عنوان شاخص میزان پایین مواد غذایی ثبت شده‌اند (Erba, 1992).

Nannoconus spp. به عنوان گونه‌ای که به بخش پایین زون نوری محدود شده و به وسیله نوسانات عمق نوتریکلاین (nutricline) کنترل می‌شود، شناخته شده است (Erba, 1994; Herrle, 2003). این جنس اغلب به عنوان تاکسون آب گرم الیگوتروفیک در نظر گرفته می‌شود (e.g. Street & Bown, 2000). همچنین گونه *Conusphaera mexicana* به همراه نانوکونوس‌ها گویای شرایط الیگوتروفیک و آب‌های سطحی گرم است (Bornemann et al., 2003).

در تجمعات مورد مطالعه فراوانی نانوفسیل‌هایی مانند *Nannoconus* spp.، *Conusphaera mexicana* و *Lithraphidites* spp. مؤید وجود یک حوضه رسوبگذاری با تنوع زیاد نانوفسیل‌ها و مواد غذایی کم است.

۴. نتیجه‌گیری کلی

در این مطالعه افزایش در فراوانی *Nannoconus* spp. و کاهش فراوانی *Watznaueria barnesae* در نمونه‌های بررسی شده حاکی از افزایش عمق حوضه از قاعده سازند بغمشاه به سمت رأس سازند است. حضور *Lithraphidites carniolensis*، *Rhagodiscus asper* و *Watznaueria* spp. گونه‌های *Nannoconus* spp. به همراه *Conusphaera mexicana* که عمده تجمعات مورد مطالعه را شامل می‌شوند و همچنین عدم حضور یا حضور اندک گونه‌های متعلق به *Biscutum*، به طور کلی محیطی فقیر از مواد غذایی و یا مواد غذایی پایین را برای بازه زمانی رسوب‌گذاری سازند بغمشاه در برش‌های مورد مطالعه نشان داده و علاوه بر آن مؤید این مطلب است که حوضه رسوبی نهشته‌های مطالعه شده دارای شرایط آب‌های گرم سطحی بوده و در عرض جغرافیایی نسبتاً پایین تا متوسط قرار داشته است.

حضور گونه‌های اخیر در تجمعات مطالعه شده، شرایط آب‌های گرم سطحی و عرض جغرافیایی نسبتاً پایین تا متوسط را در برش‌های بررسی شده از سازند بغمشاه نشان می‌دهد.

۳-۴ عمق

داده‌های جغرافیای زیستی کرتاسه پیشین و میانی به‌طور قابل ملاحظه‌ای حاکی از این مطلب است که بدون شک دیرینه بوم‌شناسی نانوفسیل‌ها تا حدودی به عمق آب وابسته است. علیرغم اینکه نانوفسیل‌ها به زون نوری (غالباً تا عمق ۵۰ متر از سطح آب) محدود هستند، لکن *Nannoconus* spp. به عنوان گونه‌های محدود به قسمت‌های پایین‌تر زون نوری شناخته شده‌اند (Herrle et al., 2003). بنابراین تغییرات فراوانی نانوکویدها و دیگر کولیت‌ها جهت بازسازی عمق دیرینه مورد استفاده قرار می‌گیرد. طبق مطالعات (Erba 2004) نانوکویدهای با کانال باریک در قسمت‌های پایین‌تر زون نوری رشد کرده‌اند در حالیکه فراوانی بالای نانوکویدهای دارای کانال وسیع به قسمت میانی زون نوری محدود می‌شود. از دیگر شاخص‌های تعیین عمق دیرینه *Watznaueria barnesae* می‌باشد که فراوانی آن با عمق نسبت معکوس دارد یعنی با افزایش عمق، تعداد آن کاهش می‌یابد (Lees, 2002; Thierstein, 1981). در این مطالعه با توجه به تعداد بیشتر *Watznaueria barnesae* در بخش پایین توالی بغمشاه و تعداد بیشتر *Nannoconus* spp. (که در بخش پایین زون نوری گزارش شده) در بخش بالایی این سازند، می‌توان اذعان داشت که عمق نهشته‌های این سازند از پایین به سمت رأس، افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر و با اشاره به اینکه محل قرارگیری زون نوری تا فاصله ۱۵۰ تا ۲۰۰ متر از سطح اقیانوس متفاوت است، احتمالاً عمق حوضه رسوبی سازند بغمشاه در بخش بالایی حدود ۱۵۰ تا ۲۰۰ متر بوده است. از طرف دیگر تعداد بیشتر *Didemnid asidian spicules* در قسمت‌های پایینی این توالی نشانگر عمق کم‌تر نهشته‌ها در این بخش است (شکل‌های ۳ و ۴).

۳-۵ مواد غذایی

تنوع و فراوانی نانوفلوراها به طور کلی منعکس کننده نوع رژیم غذایی توده آب‌های سطحی می‌باشد. تنوع زیاد نانوفسیل‌ها

منابع

501.
<https://doi.org/10.1029/94PA00258>
- Erba, E., Castradori, F., Guasti G., & Ripepe, M., 1992. Calcareous Nannofossils and Milankovitch Cycles: The Example of the Gault Clay Formation (Southern England), *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 93, 1-2: 47-69.
[https://doi.org/10.1016/0031-0182\(92\)90183-6](https://doi.org/10.1016/0031-0182(92)90183-6)
- Erba, E., 2004. Calcareous nannofossils and Mesozoic Oceanic Anoxic Events. *Marine Micropaleontology Journal*. 52: 85-106.
<https://doi.org/10.1016/j.marmicro.2004.04.007>
- Hashemi-Yazdi, F., Sajjadi, F., 2015. A new lycophyte miospore species from the Middle Jurassic of Iran. *Revista Brasileira de Paleontologia*. 18(2):251-260.
<https://doi.org/10.4072/rbp.2015.2.06>
- Herrle, J.O., 2003. Reconstructing nutricline dynamics of Mid- Cretaceous oceans: Evidence from calcareous nannofossils from the Niveau Paquier black shale (SE France) *Marine Micropalaeontology*, 47: 307-321.
[https://doi.org/10.1016/S0377-8398\(02\)00133-0](https://doi.org/10.1016/S0377-8398(02)00133-0)
- Kallanxhi M.E., Falahatgar M., Javidan M., Sarfi M. & Parvizi T., 2016. Calcareous nannofossils- and ammonites-based biostratigraphy of the Baghamshah Formation (Central Iran Basin, Iran). *Studia Universitatis Babeş-Bolyai: Geologia*, 60 (1): 29 – 42.
<https://doi.org/10.5038/1937-8602.60.1.1288>
- Lees, J.A., 2002. Calcareous nannofossils Biogeography illustrates palaeoclimate change in the Late Cretaceous Indian Ocean. *Cretaceous Research*. 23: 537-634.
<https://doi.org/10.1006/cres.2003.1021>
- Linnert, C., Mutterlose, J., 2009a. Evidennce of increasing surface water oligotrophy during the Campanian-Maastrichtian boundary interval: Calcareous nannofossils from DSDP Hole 390A (Blake Nose). *Marine Micropaleontology* 73: 26- 36.
<https://doi.org/10.1016/j.marmicro.2009.06.006>
- آفانباتی، ع.، ۱۳۸۳. زمین شناسی ایران، چاپ اول، سازمان زمین‌شناسی و اکتشاف معدنی کشور، تهران، ۵۸۶ ص.
 بردبار، آ.، هادوی، ف.، نطقی مقدم، م.، قادری، ع.، ۱۳۹۷. زیست‌چینه‌نگاری گذر سازندهای پروده و بغمشاه بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی در حاشیه باختری طبس (برش ریزو)، بیست و یکمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه پیام نور قم، ص. ۶۲-۶۸.
- بهدانی، ا.، هادوی، ف.، نطقی مقدم، م.، ۱۳۹۷. نانوآستراتیگرافی سازند بغمشاه در برش اسفندیار (بلوک طبس)، دوازدهمین همایش انجمن دیرینه‌شناسی ایران، اداره کل زمین‌شناسی و اکتشاف معدنی منطقه شمال‌شرق، مشهد مقدس، ص. ۳۵-۳۹.
- خداشناس، ناهید، هادوی، ف.، نطقی مقدم، م.، خزاعی، ا. ر.، ۱۳۹۷، زیست‌چینه‌نگاری سازند بغمشاه بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی در برش خروان، شمال طبس، بیست و یکمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه پیام نور قم، ص. ۸۴-۹۱.
- سید امامی، ک.، فورزیش، ف.، ویلمسن، م.، ۱۳۸۴. یافته‌های تازه پیرامون سیستم ژوراسیک در شمال بلوک طبس (خاور ایران مرکزی)، علوم زمین، ش ۵۷، ص. ۷۸-۹۷.
- عمیدی، س. م.، نوایی، ا.، ۱۳۸۴. شرح نقشه‌ی زمین‌شناسی گرمونج، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین‌شناسی کشور.
- Aghanabati, A., 1977. Étude géologique de la région de Kalmard (w. Tabas). *Geological Survey of Iran Report* 35, 1- 230.
- Bornemann, A., Ashwer, U., Mutterlose, J., 2003. The impact of calcareous nannofossils on the pelagic carbonate production across the Jurassic/Cretaceous boundary. *Palaeogeography, Palaeoceanography, Palaeoecology* 199: 187-228.
[https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(03\)00507-8](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(03)00507-8)
- Bown, P. R., & J. R. Young. 1998. *Techniques In: Bown, P. R. (Eds). Calcareous nannofossil biostratigraphy.* Chapman and Hall/Kluwer Academic, Dordrecht.
<https://doi.org/10.1007/978-94-011-4902-0>
- Erba, E., 1994. Nannofossils and superplumes: The early Aptian "nannoconid crisis". *Paleoceanography*. 9. 483-

- Geologists Bulletin, 52(7): 1229-1258.
<https://doi.org/10.1306/5D25C4A5-16C1-11D7-8645000102C1865D>
- Street, C., & Bown, P.R., 2000. Palaeobiogeography of Early Cretaceous (Berriasian-Barremian) calcareous nannoplankton. *Marine Micropaleontology* 39: 265-291.
[https://doi.org/10.1016/S0377-8398\(00\)00024-4](https://doi.org/10.1016/S0377-8398(00)00024-4)
- Thibault, N. & Husson, D., 2016- Climatic fluctuations and sea-surface water circulation patterns at the end of the Cretaceous era: Calcareous nannofossil evidence. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 441: 152-164.
<https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2015.07.049>
- Thierstein, H.R., 1981. Late Cretaceous nannoplankton and the change at the Cretaceous-Tertiary boundary, in *The Deep-Sea Drilling Project: a decade of progress*, In: Warme, J.E., Douglas R.G., & Winterer E.L. (Eds). SEPM Special Publication. 32: 355-394.
<https://doi.org/10.2110/pec.81.32.0355>
- Varol, O., 2006. Didemnid ascidian spicules from the Arabian Peninsula, *Journal of Nannoplankton Research*. 28 (1): 35-5.
- Watkins, D.K., 1989. Nannoplankton productivity fluctuations and rhythmically-bedded pelagic carbonates of the Greenhorn Limestone (Upper Cretaceous). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 74: 75-86.
[https://doi.org/10.1016/0031-0182\(89\)90020-5](https://doi.org/10.1016/0031-0182(89)90020-5)
- Watkins, D.K., 2007. Quantitative analysis of the calcareous nannofossil assemblages from CIROSe1, Victoria Land Basin, Antarctica. *Journal Nannoplankton Research* 29 (2): 130e137.
- Williams, J.R., Bralower, T.J., 1995. Nannofossil assemblages, fine fraction stable isotopes, and the paleoceanography of the Valanginian-Barremian (Early Cretaceous) North Sea Basin. *Paleoceanography*. 10: 103-117.
- Lotfi, M., 1995. Sarghanj Geological Quadrangle, Map 1:100000, Series Sheet 7656, Iran. Geological Survey of Iran.
- Mukherjee, D., & Fürsich, F.T., 2014. Jurassic brachiopods from east-central Iran. – *Beringeria* 44, 107-127, 9 textfigs., 9 tabs, 2 pls; Erlangen.
- Pandey, D.K., & Fursich, F.T., 2003. Jurassic corals of east-central Iran. *Beringeria*, Heft 32, 138 p.
- Perch-Nielsen, K., 1985. Mesozoic calcareous nannofossils. In Bolli, H.M., Saunders, J.B., and Perch-Nielsen, K. (Eds.), *Plankton Stratigraphy*: Cambridge (Cambridge Univ. Press), 329-426.
- Roth, P.H., 1989. Ocean circulation and calcareous nannoplankton evolution during the Jurassic and Cretaceous. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 74, 111-126.
[https://doi.org/10.1016/0031-0182\(89\)90022-9](https://doi.org/10.1016/0031-0182(89)90022-9)
- Seyed-Emami, K., Schairer, G., Fürsich, F.T., Wilmsen, M., & Majidifard, M.R., 2002. Reineckeidae (Ammonoidea) from the Callovian (Middle Jurassic) of the Shotori Range (East Central Iran). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte*, 3: 184-192.
<https://doi.org/10.1127/njgpm/2002/2002/184>
- Seyed-Emami, K., Fursich, 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.
- Seyed-Emami, K., Fürsich, F. T., & Wilmsen, M., 2006. New evidence on the lithostratigraphy of the Jurassic System in the northern Tabas Block, east-central Iran. *Geosciences*, 15: 75-97.
- Sissingh, W., 1977. Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplankton. *Geol. Mijnbouw*, 56: 37-65.
- Stocklin J., 1968. Structural history and tectonics of Iran; a review, *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 52: 103-127.

System on the Tabas Block, east-central Iran. In:
Brunet, M.F., Wilmsen, M. & Granath J.W. (Eds)
South Caspian to central Iran basins. Geological
Society, London, Special Publications 312: 323–343.
<https://doi.org/10.1144/SP312.15>

815-839.

<https://doi.org/10.1029/95PA00977>

Wilmsen, M., Fürsich, F.T., Seyed-Emami, K., &
Majidifard, M.R., 2009. An overview of the
stratigraphy and facies development of the Jurassic