

## معرفی و دیرینه بوم‌شناسی رودیست‌های اقیانوس تتیس میانی در کرتاسه زیرین ایران مرکزی

پیمان کامرانی<sup>۱\*</sup>، احمدرضا خزاعی<sup>۲</sup>، غلامرضا میراب شبستری<sup>۳</sup>

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زمین‌شناسی، چینه‌نگاری و دیرینه‌شناسی، دانشگاه بیرجند، ایران، پست الکترونیکی:

Kamranipayman70@gmail.com

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

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

تاریخ پذیرش: ۹۹/۵/۸

\* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۰/۱۵

### چکیده

به‌منظور معرفی، مطالعه سیستماتیک و دیرینه بوم‌شناسی رودیست‌های کرتاسه پیشین در بخش میانی اقیانوس تتیس، برش چینه‌شناسی کله په‌نو از سازند شاه کوه در ایران مرکزی (منطقه خور و بیابانک) به ضخامت ۱۲۰ متر شامل آهک نازک لایه تا توده‌ای انتخاب شده است. مطالعات انجام شده بر روی ۱۰۶ نمونه جمع‌آوری و آماده‌سازی شده از برش مذکور منجر به شناسایی نمونه‌هایی از راسته دوکفه‌ای‌های Hippuritoid شده است. در مجموع ۲ جنس و ۵ گونه از خانواده Radiolitidae و ۱ جنس و ۱ گونه از خانواده Requienuidae شناسایی شده‌اند. بر اساس مطالعات انجام شده سن سازند شاه کوه در این برش آپتین-آلبین پیشنهاد شده است. مطالعات دیرینه بوم‌شناسی بر روی فرم رشد و اشکال اجتماعات رودیست‌ها نشان‌دهنده محیط نسبتاً گرم با شوری پایین برای رشد آن‌ها در این منطقه و مورفولوژی افراشته رودیست‌ها نیز حاکی از محیط نسبتاً آرام همراه با رسوب‌گذاری پیوسته می‌باشد.

کلمات کلیدی: رودیست، اقیانوس تتیس، ایران مرکزی، سازند شاه کوه، کرتاسه پیشین.

### ۱. مقدمه

کم‌عمق در ناحیه، ته‌نشست ضخامت قابل توجهی از آهک‌های اربیتولین دار سازند شاه کوه را در پی داشته است. به‌عبارت‌دیگر در نئوکومین رژیم تکتونیک در حوضه رسوبی ایران مرکزی تقریباً ثابت یافته و یک سکوی کربناته کم‌عمق، بخش وسیعی از ناحیه را دربرمی‌گیرد و در پی آن ضخامت قابل توجهی از رسوبات کربناته تحت عنوان سازنده شاه کوه ته‌نشست می‌یابد (Aistovet et al, 1984; Wilmsen et al, 2011, 2013). در پژوهش حاضر به‌منظور مطالعه چینه‌نگاری سنگی، زیستی و دیرینه بوم‌شناسی برای اولین بار بر اساس فسیل‌های رودیست سازند شاه کوه در جنوب غربی خور و بیابانک، یک برش چینه‌شناسی در محل کوه کله‌په‌نو انتخاب، نمونه‌برداری و مطالعه

ناحیه‌ی مورد مطالعه بخشی از حوضه‌ی رسوبی ساختاری ایران مرکزی بوده که در اواخر ژوراسیک پسین و ابتدای کرتاسه پیشین مشابه با بیشتر نواحی ایران مرکزی در اثر تأثیر فاز کوهزایی سمیرین پسین از آب خارج شده است. بعد از عملکرد این فاز کوهزایی، پیشروی دریا در آغاز کرتاسه باعث ته‌نشست توالی از رسوبات تخریبی هم‌چون ماسه‌سنگ و کنگلومرا در قالب سازند نقره از (ژوراسیک پسین - کرتاسه پیشین؟) در ایران مرکزی شده است (Aistovet et al, 1984) در طی آپتین تا بارمین، افزایش تدریجی عمق حوضه رسوبی و گسترش یک سکوی کربناته

## ۲. روش مطالعه

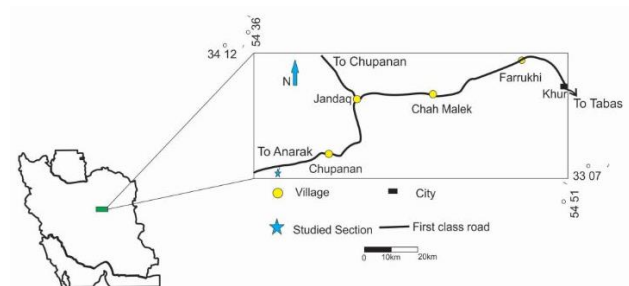
به منظور شناسایی رودیست‌های برش مورد مطالعه و تجزیه تحلیل داده‌های حاصل از آن‌ها پس از برداشت‌های صحرایی مقدماتی و اندازه‌گیری‌های لازم ستون چینه نگاری برش مورد مطالعه ترسیم شد. سپس افق‌های حاوی رودیست و موقعیت نمونه‌ها در داخل لایه‌ها تعیین و تعداد ۱۰۶ فسیل از افق‌های فسیل دار برداشت گردید. در مرحله بعد برش‌های صیقلی عرضی و طولی و عکس‌برداری از نمونه‌ها برای روشن شدن وضعیت ساختمان‌های داخلی نمونه‌ها انجام شده است. همچنین بررسی و آنالیز اجتماعات و نحوه رشد در داخل واحدها به صورت میدانی به عمل آمده است. شایان ذکر است که بعضی از نمونه‌های برداشت شده از برش مذکور که شکستگی و هوازدگی داشته، جدا شد و فقط نمونه‌هایی که قابلیت برش و شناسایی را داشته‌اند انتخاب شده است.

## ۳. بحث و نتایج

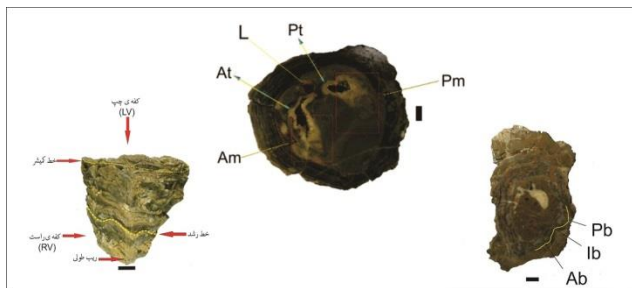
### ۳-۱ چینه نگاری سنگی برش مورد مطالعه

منطقه‌ی مورد مطالعه از نظر سنگ‌شناسی شامل سنگ‌های پروتروزوئیک، کرتاسه، پالئوسن و کواترنری است. بیشترین واحدهای سنگی منطقه شامل سنگ‌آهک‌های متوسط لایه تا ضخیم لایه به سن کرتاسه می‌باشد (نبوی و هوشمندزاده، ۱۳۶۹). توالی مورد مطالعه در برش کله پهنو شامل سنگ‌آهک‌های لایه‌ای تا توده‌ای همراه بارگه‌های سیلیس و در برخی لایه‌ها با حفرات انحلالی حاوی سنگواره‌های رودیست، پوسته‌های دوکفه‌ای، شکم پا و اوربیتولین است. این برش از نظر سنگ چینه نگاری به ترتیب از پایین به بالا شامل بخش‌های زیر است: آهک توده‌ای به رنگ خاکستری تیره به ضخامت ۵۱ متر حاوی رگه‌های سیلیس، فسیل رودیست و اوربیتولین. آهک به رنگ خاکستری روشن به ضخامت ۱۸ متر دارای پوسته‌ی دوکفه‌ای و فسیل رودیست. آهک خاکستری‌رنگ به ضخامت ۲۳ متر دارای حفرات انحلالی در سطح، رگه‌های سیلیس و فسیل رودیست. تناوبی از آهک‌های خاکستری‌رنگ و خاکستری روشن به ضخامت ۱۹ متر دارای شکستگی، اثرات انحلال، رگه‌های سیلیس و فسیل رودیست. آهک خاکستری‌رنگ تیره به ضخامت ۹ متر دارای رگه‌های

شده است. مطالعه فونای رودیستی در نهشته‌های کرتاسه زیرین نشان داد که تاکنون بررسی تفصیلی انجام نشده است. از جمله کارهای انجام شده قبلی در ایران مرکزی می‌توان به نبوی و هوشمندزاده (۱۳۶۹) نقشه زمین‌شناسی گزارش مربوط به نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ چوپانان را تهیه نموده‌اند، علوی نائینی (۱۳۸۸) بر اساس فسیل اوربیتولین‌های موجود در سازند شاه کوه، سن آن را آپتین تا آلبین تعیین کرده است، افلاکی (۱۳۹۰) در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود، جلبک‌های آهکی کرتاسه زیرین در جنوب غرب یزد (بیداخوید) را مطالعه نموده است، مجیدی فرد (۱۳۹۲) به داده‌های جدید درباره چینه‌شناسی سنگ‌های کرتاسه در ناحیه خور اشاره کرده است، موسویان و همکاران (۱۳۹۲) چینه نگاری سنگی، زیستی و رخساره‌های رسوبی سازند شاه کوه در برش کوه تنگل بالا، جنوب غرب خور را مورد مطالعه قرار داد و بر اساس زون‌های زیستی شناسایی شده سن آن بارمین پسین-آپسین پیشین تعیین کرده است، حنیف زاده و همکاران (۱۳۹۳) مطالعاتی بر روی جلبک‌های آهکی داسی کلاداسه در برش چینه‌شناسی چاه پلنگ، سازند شاه کوه، شمال غرب اردکان انجام داده است و به دلیل وجود همین جلبک‌ها سن آن بارمین-آپتین تعیین نموده است. نهشته‌های سازند شاه کوه در برش کله پهنو ۱۲۰ متر ضخامت داشته و مرز زیرین آن با نهشته‌های آواری سازند نقره به صورت هم‌شیب در تماس است. توالی مورد نظر با کنگلومرای قرمز رنگ قاعده‌ای آغاز شده و مرز بالایی آن با ماسه‌سنگ‌های خاکستری‌رنگ منتسب به سازند دبرسو به صورت هم‌شیب در تماس است. این توالی به سن کرتاسه زیرین منسوب می‌باشد. برش انتخاب شده برای مطالعه حاضر در جنوب غرب خور و بیابانک رخنمون دارد و شامل یک توالی آهکی کربناته به سن کرتاسه زیرین به مختصات جغرافیایی "۴۷/۰ ۳۳' ۳۳° عرض شمالی و "۱۰/۶ ۱۳' ۵۴° طول شرقی می‌باشد. راه دسترسی به این توالی در شکل ۱ نمایش داده شده است.



شکل ۱: نقشه راه‌های دسترسی به برش کله پهنو



شکل ۲: عناصر میوکاردینال، منطقه سیفونی و تزئینات پوسته رودیست های کوه کله پهنو (مقیاس خطی برابر یک سانتی متر است)

Superfamily Hippuritoidea Gray, 1848

Family Radiolitidae d'Orbigny, 1847

Genus Archaeoradiolites

*Archaeoradiolites hispanicus*

(pl.1, fig.1,2)

1992 *Eoradiolites* sp.; Masse et al., pp. 209–201, pl. 4, fig. 7.

1993 *Eoradiolites katzeri* Sliskovic; Gallo-Maresca, p. 34, pl. 2, figs 2, 4.

1993 *Eoradiolites plicatus* (Conrad); Gallo-Maresca, pp. 55–56, pl. 7, fig. 1.

1998 *Eoradiolites plicatus* (Conrad); Masse et al., p. 206, fig. 13-1

شماره نمونه: k.1.7, k.1.8, k.1.14, k.1.16, k.3.2, k.4.8, k.4.5, k.4.8, k.6.5, k.7.2, k.7.9, k.7.13

توصیف: کفه راست مخروطی و کفه چپ مسطح می باشد. خطوط رشد دارای ترتیب شعاعی است. صفحات رشد تشکیل شده توسط خطوط رشد، دارای حالت موجی ضعیف است. باند جلویی پهن با اندازه متوسط و مورفولوژی برجسته، ناحیه بین باندی حالت خمیده، باند عقبی گرد و مورفولوژی برجسته و لیگامت به صورت صاف می باشد. ساختمان و ساختار میوفور مطابق با نوع رادیولیتید است.

گسترش زمانی: آپتین بالایی

گسترش جغرافیایی: جنوب شرق اسپانیا و جنوب غرب فرانسه، یعنی حاشیه غربی تیس در اروپا، دریای سیاه ترکیه (حاشیه شرقی تیس در اروپا).

Genus *Eoradiolites*

*Eoradiolites ibizanus* (Astre)

سیلیس و فسفیل رودیست. وجود واحد کنگلومرای قاعده‌ای نشان‌دهنده آغاز توالی پیشرونده مشابه بر روی سازند نقره می باشد. در گستره جغرافیایی بین دو برش علاوه بر تغییر قابل توجه در ضخامت نهشته‌های سازند شاه کوه، میان لایه‌های سنگ آهک ماسه‌ای و واحدهای مارن و دولومیتی در برش الگو به تدریج به آهک‌های توده‌ای، نازک تا متوسط لایه در برش مورد مطالعه تبدیل شده‌اند.

### ۲-۳ معرفی رودیست های برش مورد مطالعه

در برش مورد مطالعه سنگواره‌های موجود شامل دو کفه‌ای، بازوپایان، اوربیتولین و رودیست است. بر اساس مطالعه نمونه‌های موجود و بررسی ساختمان داخلی برش‌های تهیه شده از آن‌ها، فونای رودیستی مورد مطالعه شامل ۱ جنس و ۱ گونه از خانواده Requienniidae و ۲ جنس و ۵ گونه از خانواده Radiolitidae می باشد. گونه‌های شناسایی شده شامل: *Toucasia Eoradiolites cantabricus*, *Eoradiolites gilgitensis*, *carinata*, *Eoradiolites jumillensis*, *Eoradiolites ibizanus*, *Archaeoradiolites hispanicus* می باشند.

عناصر مورد استفاده در شناسایی رودیست‌ها و نحوه اتصال کفه‌های راست (RV) و چپ (LV) به کف بستر در شکل ۲ نمایش داده شده است. شکل ظاهر کفه‌ها در نمونه‌های برداشت شده از انواع صاف تا خمیده و از اشکال مخروطی کوتاه تا استوانه‌ای کشیده متغیر بوده‌اند. اندازه جثه نمونه‌ها؛ تزئینات سطح کفه‌ها شامل خطوط و لایه‌های رشد، ریب‌ها (برجستگی‌های روی دیوار بیرونی) و چین خوردگی‌های سطح پوسته تا انواع کاملاً صاف و فاقد تزئینات است. ریب‌ها به صورت طولی، شعاعی و به شکل زیگزاگی، موج‌دار یا صاف دیده می‌شوند که یکی از موارد شناسایی عده‌ای از خانواده‌ها و جنس‌ها محسوب می‌شود. منطقه سیفونال در سطح خارجی نمایانگر اثر خارجی محل وجود سیفون‌ها در داخل پوسته است. سیفونال‌ها شامل سیفون عقبی (Pb)، نزدیک‌تر به لیگامت، منطقه-ی بین دو سیفونی (Ib) و سیفون جلویی (Ab) دورتر از لیگامت هستند. یکی از مهم‌ترین عناصر شناسایی در رودیست‌ها دستگاه میوکاردینال است که شامل لیگامت L، دندان‌ها و میوفورهاست که در نمونه‌های مورد مطالعه شامل دندان جلویی At، دندان عقبی Pt، میوفور جلویی Am و میوفور عقبی Pm می باشد.

- گسترش زمانی: آپتین بالایی  
گسترش مکانی: مناطق مدیترانه، جنوب فرانسه، اسپانیا، ایتالیا، بوسنی، شرق صربستان، لبنان، الجزایر، جنوب غرب آسیا، غرب چین، شمال هند، پاکستان، افغانستان و ایران.
- Eoradiolites cantabricus* (Douville')  
(pl.2, fig.1,2)  
1889 *Radiolites cantabricus* Douville', p. 649e652, figs. 17, 18.  
1902 *Praeradiolites cantabricus* Douville'; Douville', p. 469.  
1907 *Sphaerulites cantabricus* Douville'; Toucas, p. 11, fig. 3.  
1954 *Sphaerulites cantabricus* (Douville') Toucas; Astre, p. 93e94.
- شماره نمونه: k.8.2, k.9.3, k.9.8.  
توصیف: میوفور و دندان جلویی کشیده‌تر از میوفور عقبی بوده و دستگاه میوکاردینال نزدیک به دیواره است. خطوط رشد توسط خمیدگی‌هایی از صفحات رشد جدا شده‌اند.
- گسترش زمانی: آپتین - آلبین  
گسترش مکانی: جنوب اسپانیا
- Order: Hippuritoida Newell, 1965  
Family Requieniidae  
*Toucasia carinata* (Matheron, 1842)  
(pl.2, fig.7).  
1842 *Requienia carinata*, Math.; Matheron, p. 176, pl. 2, figs. 1-2  
1976 *Toucasia carinata* (Matheron); Chahida & Djafarian, p. 300-301, fig. 4  
1984 *Toucasia cf. carinata* Matheron; Masse et al., p. 724  
1992 *Toucasia carinata* Matheron; Czabaly, p. 275, 277, pl. 1, figs. 3,6, pl. 3, figs. 1-2,6  
1995 *Toucasia carinata* Matheron; Masse, p. 242, 246-247, pl. 2, fig. 5  
1998(a) *Toucasia carinata* (Matheron); Masse et al., p. 196, text figs. 3, 4/3  
1998(a) *Toucasia cf. carinata* (Matheron); Masse et al., p. 200
- (pl.1, fig.3,4)  
1935 *Praeradiolites ibizanus*, Astre, p. 89e92, figs. 1-4  
1947 *Praeradiolites ibizanus* Astre, Bataller Calatayud, p.77e79  
1993 *Praeradiolites ibizanus*, Astre, Gallo-Maresca, p.79e80  
شماره نمونه: k.1.13, k.1.19, k.1.17, k1.22, k.2.3, k.3.4, k.4.1, k.4.3, k.4.9, k.6.3
- توصیف: دندان‌ها با یک حاشیه‌ی گرد شده‌ی مایل مشخص هستند. صفحه‌ی میوفور عقبی نسبتاً متمایز و متفاوت‌تر از دندان مجاورش می‌باشد. لیگامنت انتهایی پیازی شکل دارد، یکی از ویژگی‌های قابل توجه در این گونه عدم تقارن در صفحات میوفورال است، به طوری که میوفور جلویی نازک بوده در حالی که میوفور عقبی کوتاه و گرد است.
- گسترش زمانی: آلبین - سنومانین  
گسترش مکانی: تبت، جنوب غرب فرانسه و اسپانیا
- Eoradiolites jumillensis*  
(pl.1, fig.5,6)  
*Praeradiolites* sp., Masse et al 1992  
*Praeradiolites* sp.1, Gallo-Maresca 1993  
*Praeradiolites* sp. 1, Masse et al 1998a  
شماره نمونه: k.1.10, k.5.1, k.6.4, k.6.5, k.7.8, k.7.11, k.7.13
- توصیف: لیگامنت دارای ساقه و مثلثی شکل است. صفحات میوفور نسبتاً هم‌اندازه هستند. خطوط رشد نسبتاً برجسته، گسترش یافته و کوتاه هستند. گسترش صفحات میوفور در قسمت پشتی تقریباً یک خط مورب ایجاد می‌کند. سیفون جلویی و سیفون عقبی تقریباً برابر هستند.
- گسترش زمانی: آپتین - آلبین و سنومانین  
گسترش مکانی: جنوب اسپانیا
- Eoradiolites gilgitensis* (Douville, 1926)  
(pl.1, fig.7,8)  
1932 *Peraradiolites gilgitensis*., Kuhn, Fess.Catalous. p126  
شماره نمونه: k.1.1, k.1.3, k.1.9
- توصیف: لیگامنت کشیده با انتهایی گرد شده، میوفور جلویی دارای کشیدگی و دندان جلویی با عقبی کاملاً متمایز است.

۳-۳ دیرینه بوم‌شناسی

شکوفایی و گسترش مجموعه‌های رودیستی در هر منطقه‌ای وابسته به مجموعه‌ای از عوامل و شرایط مناسب زمین‌شناسی و زیستی بوده است که از مهم‌ترین شرایط عمومی آن‌ها می‌توان به وضعیت تکتونیکی، نوسانات سطح آب‌ها، گسترش دریا‌های اپیریک و پلاتفرم‌های کربناته، جریان‌ات دریایی، رسوب‌گذاری و انرژی محیط به همراه سایر شرایط بوم‌شناسی خاص نظیر دما، شوری، عمق، ذخیره مناسب مواد غذایی و مجموعه‌های سایر تولیدکنندگان موجود در محیط و نیز توانایی اتصال و رشد سریع آن‌ها به بستر اشاره کرد (Gotz, 2003; Carannante et al, 1997; Ruberti et al, 2006; Cestari & Pons, 2007). نتایج دیرینه

بوم‌شناسی حاصل از این مطالعه به شرح ذیل است:  
دما: حضور رودیست‌های بزرگ نشان‌دهنده یک محیط گرم است و دمای قابل تحمل برای ادامه زندگی رودیست‌ها ۳۵ درجه می‌باشد (Chahida, M. R. & Djafarian, M., 1976). از آنجاکه دما در رشد و اندازه‌ی رودیست تأثیرگذار بوده است و رودیست‌های برش مورد مطالعه از اندازه متوسط تا بزرگی برخوردار هستند پس می‌توان نتیجه گرفت رودیست‌های این منطقه در آب‌وهوای نسبتاً گرم تا گرم زندگی کرده‌اند.

شوری: رودیست‌ها موجودات استنوهالین بوده و در محدود شوری ۳۲ تا ۳۶ در هزار زندگی می‌کردند. با این وجود آن‌ها در لاگون‌های محدود با درجه شوری بالا نیز مشاهده شده‌اند (El-Shazly et al, 2011). با کم شدن مقدار نمک دریا از تعداد گونه‌ها کاسته و در عین حال طول صدف آن‌ها نیز کوچک‌تر می‌شود. به صورت کلی رودیست‌ها تحمل شوری بالا دارند و محیط‌های شوری بالاتر از حد نرمال را نیز می‌توانند تحمل کنند، با توجه به تعداد گونه‌های پایین در منطقه مورد مطالعه می‌توان گفت مقدار شوری دریا در این برش دارای مقدار نسبتاً پایین بوده است.

عمق و انرژی محیط: انرژی محیطی برای تشکیل رودیست‌ها از کم تا زیاد می‌باشد طوری که اگر مقایسه‌ای بین انرژی تشکیل رودیست‌ها و مرجان‌ها و اسفنج‌ها انجام شود می‌توان نتیجه گرفت در دو محیط کربناته و سیلیسی اعماقی که انرژی محیط افزایش می‌یابد عدم وجود مرجان‌ها و اسفنج‌ها را شاهد هستیم و همین‌طور در انرژی پایین‌تر در اعماق مختلف حضور رودیست‌ها مشخص‌تر می‌باشد. رودیست‌ها در محیط کربناته در عمق ۱۰-۲۰ متر بالانرژی پایین نیز تشکیل می‌شوند در حالی که با این انرژی

1998 *Toucasia carinata* Matheron; Laviano et al., p. 175  
2000 *Toucasia carinata* (Matheron); Skelton & Smith, p. 107, 122

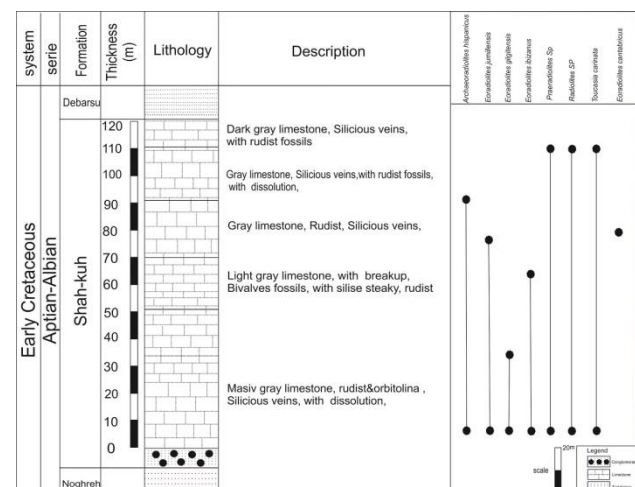
2010 *Toucasia carinata* (Matheron); Masse et al., p. 673  
2010 *Toucasia carinata* (Matheron); Scott et al., p. 461  
شماره نمونه: k.1.12, k.2.5, k.6.1, k1.16, k.6.2, k.7.1, k.9.6, k.14.2

توصیف: در گونه *Toucasia carinata* (Matheron, 1842) اثرات میوفور پستی غالباً مقطع مثالی دارند و به لبه کمیشر نزدیک‌اند. این گونه شباهت زیادی به گونه *T. seunesi* (Masse et al, 2010) دارد.

گسترش زمانی: بarmین - سنوماین

گسترش مکانی: تبت، الجزایر، بوسنی، بلغارستان، مصر، فرانسه، مجارستان، ایتالیا، رومانی، اسپانیا، تونس، پیشین ترکیه، یوگسلاوی، پرتغال، ژاپن و ایران مرکزی (انارک).

سازند شاه‌کوه را می‌توان هم‌ارز سنگی و زمانی سازند تفت در ناحیه یزد، سنگ‌آهک‌های اربیتولین دار ناحیه اصفهان (آقانباتی، ۱۳۸۳)، هم‌ارز سنگی و زمانی سنگ‌آهک‌های انارک (Chahida, M. R. & Djafarian, M., 1976) و هم‌ارز زمانی ماسه‌سنگ‌های کرتاسه ساب بلوک قومنجان در شرق بلوک لوت دانست (خزاعی و همکاران، ۱۳۸۹). در پژوهش حاضر بر اساس نتایج حاصل از شناسایی سیستماتیک نمونه‌ها سن کلی برای واحدهای رودیست دار سازند شاه‌کوه در برش کله‌پهنو، با توجه به محدوده سنی که برای این تاکسون‌ها توسط محققین مختلف ارائه شده است، محدوده آپتین - آلبین مشخص شده است.



شکل ۳: گسترش زمانی گونه‌های شناسایی شده در منطقه مورد مطالعه بر اساس سن هر گونه در توصیف سیستماتیک.

است، مخصوصاً در خانواده رادیولیتیده که با افزایش و کاهش سطح آب دریا در زمان‌های مختلف کرتاسه باعث افزایش و کاهش در تعداد و تنوع گونه‌های این خانواده‌ها شده است (2000 Steuber & Loser). با توجه به کمبود تنوع در برش مورد مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که سطح آب دریا در برش مورد مطالعه پایین بوده است.

رسوبات کف بستر: رودیست‌های کوه کله‌پهنو از دو خانواده ریکوئیتیدا و رادیولیتیدا تشکیل شده است که شکل و فرم این رودیست‌ها غالباً به حالت افراشته است و بهترین بسترها برای این رودیست‌ها آن‌هایی هستند که محل متعددی برای اتصال آن‌ها به کف دریا مهیا کنند (Gili & Skelton, 1991). مورفولوژی پوسته رودیست به سه حالت؛ رودیست‌های بالارونده یا قائم از نظر اکولوژیکی عمدتاً در محیط‌های آرام، گه گاه آشفته و با نرخ رسوب‌گذاری پیوسته دیده می‌شوند. برعکس فرم‌های خمیده در محیط‌هایی بانرژی بالاتر و جریان‌های شستشو دهنده کف بستر و در شرایط ناپایدار دوام می‌آورند و فرم‌های خوابیده مانند در حد واسط بین محیط‌های متلاطم و آرام یافت می‌شوند (Skelton & Gili, 2002). رودیست‌های منطقه مورد مطالعه به صورت افراشته مشاهده می‌شوند که نشان‌دهنده محیط‌های آرام با نرخ رسوب‌گذاری یکنواخت می‌باشد.

اجتماعات رودیستی: طبق طبقه‌بندی (Cestari & Sartorio, 1995) رودیست‌هایی که در محل رشدشان قرار دارند معمولاً در اشکال زیر سازمان می‌یابند: منفرد ایزوله شده (Isolated individuals)، دسته‌گلی (Bouquet)، خوشه‌ای (Cluster)، بوته‌ای (Thicket)، (شکل ۴) فرم‌های منفرد و دسته‌گلی کوچک به حالت افراشته، قادر به زندگی در محیط‌های بانرژی کم و رسوب‌گذاری سریع بوده‌اند و عموماً فرم‌های خوشه‌ای و عدسی مانند (محدب) شکل) در محیط‌هایی بانرژی کم تا متوسط و با نرخ رسوب‌گذاری ناپیوسته یافت می‌شوند (Ruberti, 1997). رودیست‌های مورد مطالعه عمدتاً به فرم بالارونده یا افراشته (Elevators) و دسته‌گلی دیده می‌شوند بنابراین از شکل آن‌ها استنباط می‌شود که محیط زندگی آن‌ها آرام و با رسوب‌گذاری پیوسته بوده است. در ضمن اکثر رودیست‌ها به فرم منفرد در لایه‌های کربناته مشاهده می‌شوند که مشخص‌کننده شرایط کم تنش از لحاظ انرژی آب است و همچنین حفره بدنی رودیست‌ها از رسوبات زاویه‌دار و جور نشده پر شده است که این نیز نشان‌دهنده محیط آرام و بدون تلاطم می‌باشد. در واحدهای

مرجان‌ها وجود ندارند و همچنین در محیط سیلیسی در اعماق ۱۰-۲۰ متر در انرژی بالا تا متوسط فقط رودیست‌ها وجود دارند (Sanders, 1998). محیط‌زیست رودیست‌ها در زمان کرتاسه نیز در مناطق کم‌عمق بوده است. پس نتیجه می‌توان گرفت که عمق محیط دیرینه منطقه مورد مطالعه محیطی کم‌عمق بوده است. در برش مورد مطالعه با توجه به عدم وجود اسفنج و مرجان در محیط کربناته می‌توان گفت که محیط داری انرژی پایین بوده است.

اکسیژن: انحلال اکسیژن در آب دریا رابطه معکوسی با دما و شوری دارد. ویژگی عمده محیط‌های اکسیژن‌دار تنوع زیاد ارگانسیم‌های بتیک، رنگ روشن لایه‌ها و صخره‌ها و محتوای ارگانیکی کم می‌باشد (Flugel, 2004). واحدهای کربناته رودیست دار منطقه مورد مطالعه دارای رنگ تیره و تنوع فونای کمی هستند که مشخص‌کننده اکسیژن پایین محیط تشکیل آن‌ها می‌باشد.

نور: وجود رودیست در محیط‌های کربناته، کم‌عمق و وجود آن‌ها در زون یوتروفیک که نشان‌دهنده محیط غذایی بالا است، که این خصوصیات نشان‌دهنده شرایط محیطی با نور مناسب است (Skelton & Gili, 2002; Riding, 2002). از آنجایی که رودیست‌های منطقه مورد مطالعه دارای اندازه متوسط تا بزرگ هستند و شرایط محیطی مناسب و مواد غذایی بالا سبب رشد مناسبی در آن‌ها شده است پس می‌توان نتیجه گرفت که شدت نور مناسب در میزان تغذیه و رشد آن‌ها تأثیرگذار بوده و در شرایط متوسط تا خوب از لحاظ شدت نور یا همان زون فوتیک و زون الیگوفوتیک بوده‌اند.

مواد غذایی در محیط و تغذیه: چهار نوع محیط از نظر میزان مواد غذایی در نظر گرفته شده است: ۱- الیگوتروفیک (مواد غذای کم) ۲- مزوتروفیک (مواد غذایی متوسط) ۳- یوتروفیک (مواد غذایی بالا) ۴- هایپرتروفیک (مواد غذایی خیلی زیاد). رودیست‌ها دوکفه‌ای‌هایی هستند که تحمل‌شان نسبت به تغییر شرایط دما، شوری و نور بسیار بیشتر از مرجان‌هاست (Riding, 2002). در محیط‌های یوتروف یعنی مواد غذایی بالا رودیست‌ها بهترین رشد را دارند و اندازه متوسط تا بزرگ نمونه‌های جمع‌آوری شده از منطقه مورد مطالعه نشان‌دهنده مواد غذایی بالا در محیط بوده است و شرایط غالب محیطی از نظر میزان مواد غذایی یوتروفیک (مواد غذایی بالا) بوده است.

سطح آب دریا: تغییرات سطح آب دریا تأثیرات زیادی در شکل‌گیری تنوع و فراوانی رودیست‌ها در زمان کرتاسه داشته

بالایی برش مورد مطالعه فرم‌های خوشه‌ای و بوته‌ای قابل مشاهده است که نشان‌دهنده‌ی تغییر نرخ رسوب‌گذاری است.

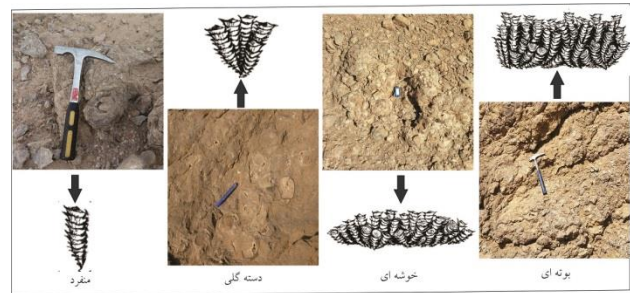
۱) *Archaeoradiolites hispanicus*: برش عرضی از کفه راست (۲) تصویر نمای جانبی از کفه راست، نمونه شماره ۱۲ واحد ۲ برش کله‌پهنو

۳) *Eoradiolites ibizanus*: برش عرضی از کفه راست (۴) تصویر نمای جانبی از کفه راست، نمونه شماره ۱ واحد ۴ برش کله‌پهنو

۵) *Eoradiolites jumillensis*: تصویر نمای جانبی از کفه راست، نمونه شماره ۱۳ واحد ۲ برش کله‌پهنو (۶) برش عرضی از کفه راست.

۷) *Eoradiolites gilgitensis*: تصویر نمای جانبی از کفه راست، نمونه شماره ۳ واحد ۱ برش کله‌پهنو (۸) برش عرضی از کفه راست (مقیاس خطی در همه تصاویر معادل ۱ سانتی‌متر)

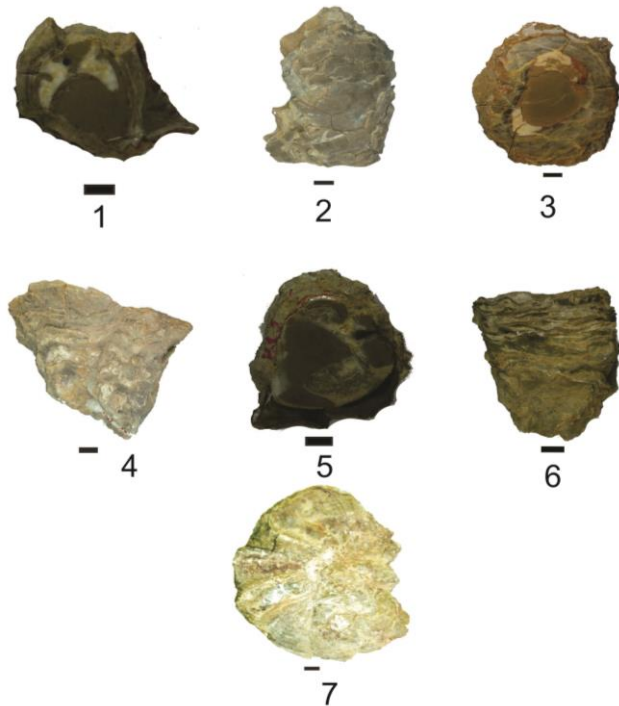
شکل ۴: اجتماعات رودیستی سازند شاه‌کوه در برش کوه کله‌پهنو



شکل ۴: اجتماعات رودیستی سازند شاه‌کوه در برش کوه کله‌پهنو

#### ۴. نتیجه‌گیری

با توجه به مطالعه نمونه‌های موجود و بررسی ساختمان داخلی برش‌های تهیه‌شده، فونای رودیستی مورد مطالعه یک جنس و یک‌گونه از خانواده Requienniidae می‌باشد که شامل گونه *Toucasia carinata* و دو جنس و پنج گونه از خانواده Radiolites است که شامل گونه‌های *Eoradiolites cantabricus*, *Eoradiolites gilgitensis*, *Eoradiolites jumillensis*, *Eoradiolites ibizanus*, *Archaeoradiolites hispanicus* می‌باشند.



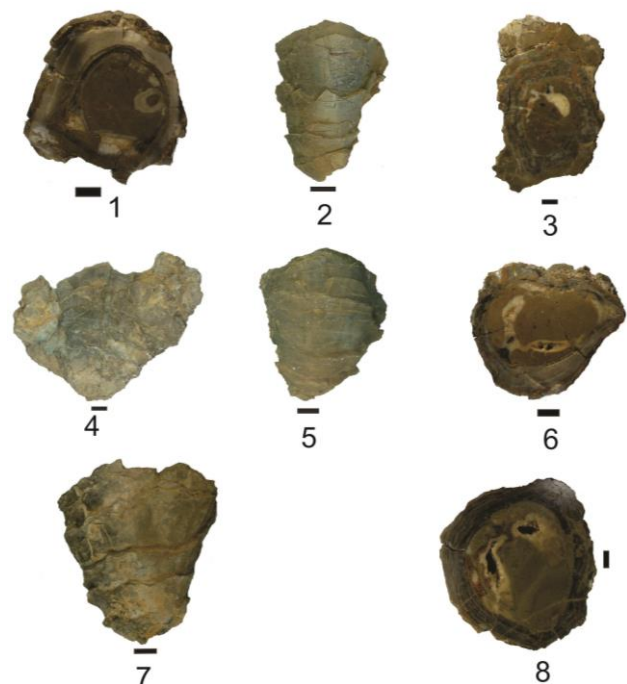
پلیت (۲)

۱) *Eoradiolites cantabricus*: برش عرضی از کفه راست (۲) تصویر نمای جانبی از کفه راست، نمونه شماره ۲ واحد ۳ برش کله‌پهنو

۳) *Radiolites* sp: برش عرضی از کفه راست (۴) تصویر نمای جانبی از کفه راست، نمونه شماره ۳ واحد ۴ برش کله‌پهنو

۵) *Praeradiolites* sp: برش عرضی از کفه راست (۶) تصویر نمای جانبی از کفه راست، نمونه شماره ۵ واحد ۱ برش کله‌پهنو

۷) *Toucasia carinata*: تصویر نمای جانبی از نمونه برش کله‌پهنو (مقیاس خطی در همه تصاویر معادل ۱ سانتی‌متر)



پلیت (۱)

بر اساس مقایسه این مجموعه فسیلی با نمونه‌های گزارش شده از کشورهای هم‌جوار، جنوب اروپا و شمال آفریقا، سن لایه حاوی این رودیست‌ها در برش مورد مطالعه آپتین-آلبین پیشنهاد می‌گردد. با توجه به مطالعات پیشین که بر روی روزن‌داران (اوریتولین) و جلبک‌های این واحد انجام شده، محدوده زمانی مذکور مورد تأیید قرار می‌گیرد. با توجه به تغییرات انرژی محیط

دومین گردهمایی و نخستین کنگره بین المللی تخصصی علوم زمین-زمین‌شناسی بنیادی، مرکز زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی شمال شرق کشور، مشهد، ایران، صفحات ۱۷۹۷ تا ۱۸۰۰.

موسویان، س.، صادقی، ع. و آدابی، م.، ۱۳۹۳، چینه نگاری سنگی، زیستی و رخساره های رسوبی سازند شاه کوه در برش کوه تنگل بالا، جنوب غرب خور (ایران مرکزی). پژوهش های چینه نگاری و رسوب شناسی، جلد ۵۴، صفحات ۷۹ تا ۹۶.

نبوی، م.ح. و هوشمندزاده، ع.، ۱۳۶۹، نقشه زمین‌شناسی چهارگوش انارک مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

Aistov, L. Melnikov, B. Krivyakin, B. Morozov, L. And V. Kristaev, 1984, Geology of the Khur area (Central Iran). Explanatory text of the Khur quadrangle map 1:250.000. V/O Technoexport, Report, 20, 130 p.

Astre, G., 1934. Unpraeradiolite de File d'Ibiza. Proc. K. Akad. Wet., 38: 89-92.

Astre, G., 1954. Radiolitide's nord-pyre'ne'ens. Socie'te' Ge'ologique de France Me'moires 71, 1e140.

(Sardinia) and Southern (Apennines-Apulia) Mesozoic Tethyan margins, in N. P. James, and J. A. D. Clarke, eds., Cool-water carbonates: SEPM Special Publications 56, p. 309-325.

Cestari, R., & Sartorio, D., 1995. Rudists and facies of the Periadriatic domain. Agip S.p.A., Milano, 207 p.

Cestari, R., and J. M. Pons, 2007, Radiolitids, sediment accumulation rates and hydrodynamic regimes in Cretaceous carbonate platforms, Italy, in R. W. Scott, ed., Cretaceous Rudists and Carbonate Platforms, Environmental Feedback: SEPM Special Publication no. 87.

Chahida, M. R. & Djafarian, M., 1976, Zwei Rudisten vorkommen in der kreide des zentralen Iran: Aus den Sitzungsberichten der Osterr.Akademie der Wissenschaften Mathem.-naturw.Kl. Abt. I. 185/17. P. 295-306.

Douvill6, H., 1910. Etudes sur les Rudistes. Rudistes de Sicile,d'Alg6rie, d'Egypte, du Liban et de la Perse.

بر روی شکل و مورفوتایپ رودیست‌ها، به دلیل شکل و حالت افراشته‌ی رودیست‌های برش مورد مطالعه می‌توان استنباط کرد که این محیط دارای نرخ رسوب‌گذاری یکنواخت و محیطی آرام است. همان‌طور که ذکر شد دما، شوری، عمق و انرژی، از عوامل شکوفایی رودیست‌هاست، پژوهش انجام‌شده در برش کله پهنو نشان می‌دهد این موجودات در دمای نسبتاً گرم تا گرم، شوری پایین، اکسیژن کم و زون نوری مناسب و مواد غذایی بالا زیست می‌کردند. رودیست‌های برش مورد مطالعه بیشتر به صورت ایزوله و دسته‌گلی هستند که نشان‌دهنده محیط زندگی آرام با نرخ رسوب‌گذاری پیوسته است اما در واحدهای بالایی فرم‌های خوشه‌ای و بوته‌ای بیشتر قابل مشاهده هستند که نشان‌دهنده تغییر نرخ رسوب‌گذاری است. همان‌طور که ذکر شد برش کله پهنو شامل ۱۲۰ متر آهک رودیست‌دار است که با توجه به سنگ-شناسی کربناته و فونای رودیست و نبود مرجان می‌توان استنباط کرد که عمق دیرینه این برش در اعماق ۱۰ تا ۲۰ متری بوده است.

## منابع

افلاکی، م.ر.، ۱۳۹۰، مطالعه جلبکها و فرامینیفرهای کرتاسه در ناحیه جنوب غربی یزد (بیداخوید). پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه زمین شناسی، دانشگاه پیام نور مرکز بیرجند، ۱۷۰ صفحه.

آقا نباتی، س.، ع. ۱۳۸۳، زمین‌شناسی ایران: سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.

حنیف زاده، ر.، رشیدی، ک. و امیر شاه کرمی، م.، ۱۳۹۳، جلبک‌های آهکی داسی کلا داسه در برش چینه‌شناسی چاه پلنگ، سازند شاه کوه، شمال غرب اردکان. فصلنامه دیرینه‌شناسی، جلد ۲، شماره ۲، صفحات ۱۳۶ تا ۱۵۱.

خزاعی، ا. ر.، رئیس السادات، س. ن.، و اسدی، ش.، ۱۳۸۹، دوکفه ای های رودیست (خانواده رکونینده) در رسوبات کرتاسه پیشین جنوب غرب قاین، شرق ایران؛ مطالعه ارتباط دیرینه زیست جغرافیایی آنها، دو فصلنامه رخساره های رسوبی، سال سوم، شماره ۲، ص ۶۷-۵۲.

علوی نائینی، م.، ۱۳۸۸، چکیده ای از چینه‌شناسی ایران. انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۰۷ صفحه.

مجیدی فرد، م.، ۱۳۹۲، داده‌های جدید درباره چینه‌شناسی سنگ‌های کرتاسه در ناحیه خور (ایران مرکزی). مجموعه مقالات سی و



- Carche series (oriental
- Masse, J.P., Fenerci-Masse, M., Isintek, I., & Gungor, T., 2010. Albian rudist fauna from the Karaburun Peninsula, Izmir Region, Western Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 19: 671-683.
- Masse, J.P., Gourrat, C., Orbetto, D., & Schmuck, D., 1998c. Hauterivian rudist faunas of southern Jura (France). *Geobios, Memoire Special*, 22: 225-233.
- Matheron P., 1842. Catalogue méthodique et descriptif des corps organisés fossiles du département des Bouches-du-Rhône et lieux circonvoisins. *Répertoire des Travaux de la Société de Statistique de Marseille*, 6, 269 p.
- Mathur, N.S. and Vogel, K., 1988. Some rudists from Khalsi limestone of Indus Formation, Ladakh, Himalaya. *Geobios*, 2: 693-707.
- Riding, R. 2002, Structure and composition of organic reefs and carbonate mud mounds: concepts and categories, *Earth-Science Reviews* 58, p. 163-231.
- Ross, D. J. & Skelton, P. W., 1993, Rudist formations of the Cretaceous: a paleoecological, sedimentological and stratigraphical review. In: Wright, P. (Ed.), *Sedimentology Review*, No. 1: Blackwell Scientific publication, Oxford, P. 73-91.
- Ruberti, D. 1997, Facies analysis of an Upper Cretaceous high-energy rudist-dominated carbonate ramp (Matese Mountains, central-southern Italy): subtidal and peritidal cycles. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 113, p. 81-110.
- Ruberti, D., F. Toscano, G. Carannante and L. Simone, 2006, Rudist lithosomes related to current pathways in Upper Cretaceous temperatetype, inner shelves: a case study from the Cilento ares, Southern Italy, in H. M. Pedley, and G. Carannante, eds., *Cool-Water Carbonates*:
- Sanders, D., 1998, Upper Cretaceous rudist formations: *Geol. Pala'ontol. Mitt. Innsbruck*, v. 23, p. 103-125.
- M6m. Soc. G6ol.Fr. Pal6ontol., 41, 18 pp.
- Douville', H., 1889. Sur quelques rudistes du terrain cre'tace' infé'rieur des Pyre'ne'es. *Bulletin de la Socie'te' ge'ologique de France* 3, 627e653.
- El-Shazly S, koř'ák M, Abdel-Gawad G, Kloučková B, Saber SG, Salama YF, Mazuch M, Žák K, 2011, carbon and oxygen stable isotope of selected Cenomanian and Turonian Rudists from Egypt and Czech Republic, and a note on changes in rudist diversity. *Bulletin of Geoscience*, v. 86, P. 209-226.
- Fliert, J. Van de, 1952. Liste de rudistes du Crétacé du Constantinois. *Xixème Congrès géologique international, Monographies régionales*, 1, 13, 47-52.
- Flügel, E., 2004, *Microfacies analysis of carbonate rocks*, Springer-Verlag, Berlin, 976 p.
- Gallo-Maresca, M., 1993, *Le Radiolitidae primitive delle regioni mediterranee del sud-ovest Asiatico*: Unpublished thesis, Università di Bari, 147 p.
- Gallo-Maresca, M., Masse, J.P., 1993, Morphostructural shell organisation of primitive radiolitids and its taxonomic implications: *Third International Conference on rudists, Universid. Nac. Auton. Mexico, Abstracts*, 25p.
- Gotz, S., 2003, Larval settlement and ontogenetic development of *Hippuritella vasseuri* (douville') (Hippuritoidea, Bivalvia): *Geologia Croatica*, v. 56, no.i, 2, p. 123-131.
- Haghipour, A. Valeh, N. Pelissier, G. And M. Davoudzadeh, 1977, Explanatory text of the Ardakan quadrangle map 1:250.000. *Geological Survey of Iran*, 55p.
- Kuhn, O., 1932, Rudistae from eastern Eastern Persia. *Rec. Geol. Surv. India*, LXVI-1, pp. 151-173.
- Masse, J.P., Arias, C. And Vilas, E., 1992. Stratigraphy and biozonation of a reference Aptian-Albian p.p. Tethyan carbonate platform succession: the Sierra del

- abundance patterns of Tethyan Cretaceous rudist Bivalves (Mollusca: Hippuritacea) in the Central Eastern Mediterranean and Middle East, analysed from a palaeontological database: *Palaeogeography, Palaeoclimatology,*
- Wilmsen, M. Fursich, F.T. and M.R. Majidifard, 2011, Cretaceous stratigraphy and facies development of the Yazd block, Khur area, central Iran: *Darius Newsletter* 2, p. 9- 10.
- Wilmsen, M. Fursich, F.T. and M.R. Majidifard, 2013, The Shah Kuh Formation, a latest Barremian-Early Aptian carbonate platform of central Iran (Khur area, Yazd Block): *Cretaceous Research*, v. 39, p.183- 194.
- Skelton, P.W., & Smith, A.B., 2000. A preliminary phylogeny for rudist bivalves: sifting clades from grades. *Geological Society of London, Special Publication*, 177: 97-127.
- Skelton, P.W., Gili, E., 1991. Palaeoecological classification of rudist morphotypes 1st International Conference on Rudists, Belgrade 1988, vol. 2. *Serb. Geol. Soc. Spec. Publ.*, Belgrade, pp. 71– 86.
- Skelton, P.W., Gili, E., 2002, Palaeoecological classification of Rudist Morphotypes, *Union of Geological societies of Yugoslavia: Memorial Publication.*, 265-285.
- Steuber, T., and H. Loser, 2000, Species richness and