

چینه‌نگاری سنگی، زیستی و رخساره‌های رسوبی سازند شاه‌کوه در برش کوه تنگل بالا، جنوب غرب خور (ایران مرکزی)

سیدمسعود موسویان، دانشجوی دکتری چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، دانشگاه شهید بهشتی*
عباس صادقی، دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه شهید بهشتی
محمدحسین آدابی، استاد گروه زمین‌شناسی، دانشگاه شهید بهشتی

چکیده

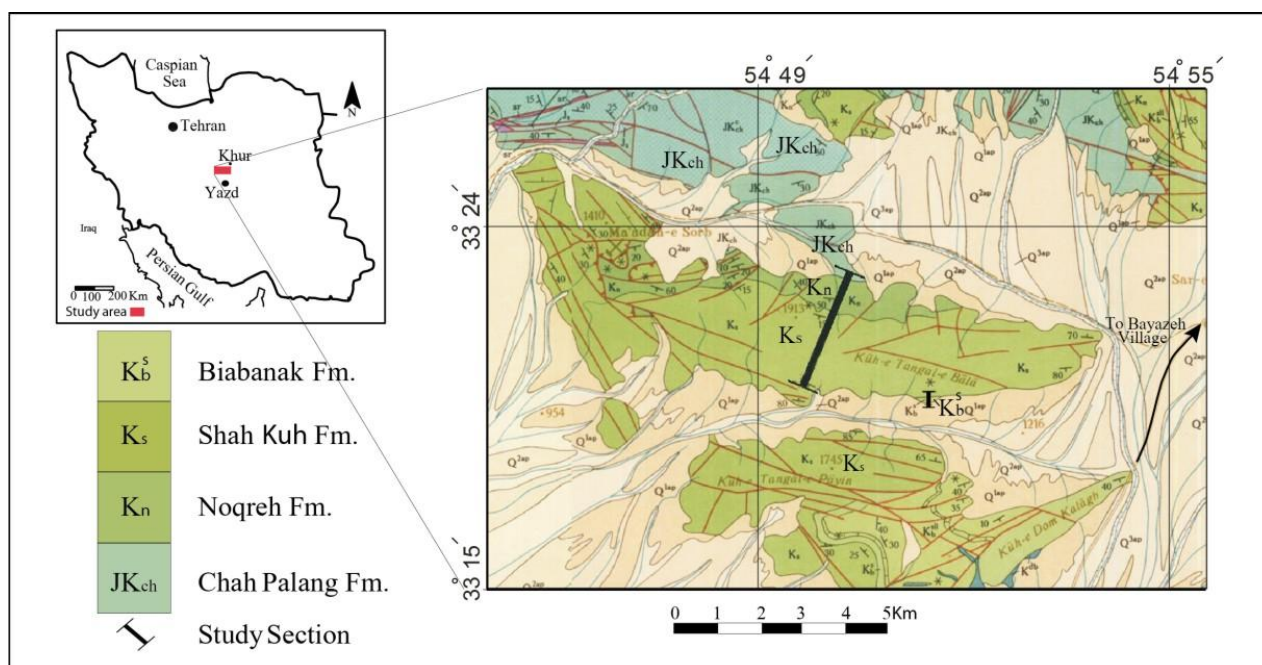
این پژوهش در برگیرنده مطالعات چینه‌نگاری سنگی، زیستی و توصیف رخساره‌های رسوبی سازند شاه‌کوه به سن کرتاسه پیشین در جنوب غرب شهرستان خور در شرق ایران مرکزی می‌باشد. بدین منظور یک برش چینه‌شناسی در کوه تنگل بالا اندازه‌گیری، نمونه‌برداری و مطالعه شده است. سازند شاه‌کوه در این برش ۹۵۰ متر ضخامت داشته و به طور عمده از سنگ آهک‌های ضخیم لایه تا توده‌ای فسیل‌دار تشکیل شده است. مرز زیرین این سازند با سازند نقره تدریجی و مرز بالائی آن با یک ناپوستگی فرسایشی در زیرسازند بیابانک قرار می‌گیرد. بر اساس گسترش چینه‌شناسی اربیتولیندهای شناسائی شده دو زون زیستی *Praeorbitolina* و *Palorbitolina lenticularis* Taxon Range Zone و *cormyi* Subzone در نهشته‌های سازند شاه‌کوه تشخیص داده شده است. زون‌های زیستی شناسائی شده مؤید سن بارمین پسین-آپسین پیشین برای سازند شاه‌کوه در برش مورد مطالعه می‌باشند. مطالعه رخساره‌های میکروسکوپی نهشته‌های سازند شاه‌کوه نشان می‌دهد که این رسوبات در چهار کمربند رخساره‌ای ساحلی، لاگون، سدری باز کم عمق ته‌نشست یافته‌اند.

واژه‌های کلیدی: سازند شاه‌کوه، چینه نگاری زیستی، بارمین پسین-آپسین پیشین، خور، ایران مرکزی

مقدمه

ناحیه خور در بخش شرقی حوضه رسوبی ایران مرکزی واقع شده است. در اواخر ژوراسیک و آغاز نئوکومین حرکات وابسته به فاز کوهزائی سیمین پسن باعث فرسایش بلندی‌ها و تجمع رسوبات تخریبی در ناحیه مورد مطالعه شده است. در نئوکومین پسن رژیم تکتونیکی ناحیه تقریباً ثبات یافته و یک سکوی کربناته کم عمق بخش وسیعی از ناحیه را در بر می‌گیرد و در پی آن ضخامت قابل توجهی از رسوبات کربناته تحت عنوان سازند شاه کوه ته نشست می‌یابد (Aistov

et al. 1984; Wilmsen et al. 2011, 2013). در ناحیه مورد مطالعه، به منظور مطالعات چینه‌نگاری سنگی، چینه‌نگاری زیستی و بررسی رخساره‌های رسوبی سازند شاه کوه در جنوب غرب خور، یک برش چینه‌شناسی در کوه تنگل بالا انتخاب و مطالعه شده است. این برش در ۳۰ کیلومتری غرب روستای بیاضه و در ۸۰ کیلومتری جنوب غرب شهرستان خور واقع شده است. قاعده برش کوه تنگل بالا دارای مختصات جغرافیایی "۵۴°۵۰'۰۱" طول شرقی و "۳۳°۱۹'۰۵" عرض شمالی می‌باشد (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت برش چینه‌شناسی کوه تنگل بالا در نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ اردیپ، اقتباس از (Aistov et al. 1984)

روش کار

به منظور مطالعات چینه‌شناسی و بررسی رخساره‌ها و محیط رسوبی سازند شاه کوه، یک برش چینه‌شناسی در کوه تنگل بالا انتخاب، پیمایش و نمونه‌برداری شده است. نمونه‌برداری از توالی رسوبات به صورت سیستماتیک و براساس تغییرات سنگ‌شناسی بوده و در مجموع ۳۱۵ نمونه سنگی برداشت شده است. در مرز سازند شاه کوه با سازندهای زیرین و فوقانی، نمونه‌برداری در فواصل کم و نزدیک به هم

انجام شده است. جهت مطالعه میکروفسیل‌ها، از برخی نمونه‌ها چندین مقطع نازک در جهات مختلف تهیه شده است. در این پژوهش در مجموع ۴۲۰ مقطع نازک مورد بررسی قرار گرفته است. در مطالعات میکروسکوپی ضمن شناسائی رخساره میکروسکوپی سنگ‌ها و میکروفسیل‌ها، عکسبرداری از آنها صورت گرفت و سپس ستون چینه‌شناسی و انتشار میکروفسیل‌ها ترسیم گردید. سن توالی نهشته‌های سازند شاه کوه بر اساس زون‌های زیستی شناسائی شده و

محتویات فسیلی آنها تعیین و زون‌های زیستی ارائه شده با بایوزون‌های معرفی شده در حوضه تتیس توسط سایر پژوهشگران نظیر (Hardenbol et al. 1998; Velic 2007; Schroeder et al. 2010). انطباق داده شد. جهت رده‌بندی رخساره‌ها و تعیین محیط رسوبی از (Dunham 1962; Folk 1974; Tucker and Wright 1990) و تفسیر رخساره‌ها از فلوگل (Flügel 2010) استفاده شده است.

زمین‌شناسی منطقه

ناحیه مورد مطالعه بخشی از حوضه رسوبی ایران مرکزی بوده که در اواخر ژوراسیک پسین و ابتدای کرتاسه پیشین مشابه با بیشتر نواحی دیگر ایران مرکزی در اثر تأثیر فاز کوهزائی سیمین پسین از آب خارج بوده است. بعد از عملکرد این فاز کوهزائی، پیشروی دریا در اواخر ژوراسیک و آغاز کرتاسه باعث ته‌نشست توالی از رسوبات تخریبی همچون ماسه سنگ و کنگلومرا در قالب سازندهای چاه پلنگ و نقره (ژوراسیک پسین-کرتاسه پیشین؟) در ناحیه مورد مطالعه شده است (Aistov et al. 1984). در طی بارمین تا آپسین، افزایش تدریجی عمق حوضه رسوبی و گسترش یک سکوی کربناته کم عمق در ناحیه، ته‌نشست قابل توجهی از آهک‌های ضخیم لایه تا توده‌ای اربیتولین‌دار سازند شاه‌کوه را در پی داشته است. در ناحیه مورد مطالعه به‌ویژه در جنوب خور تا مناطق یزد و انار رسوبات آلبین در یک حوضه فرو افتاده و محصور بین گسل‌ها با رخساره‌ای شیلی همراه با میان لایه‌هایی از سیلت سنگ و آهک‌های نازک لایه منسوب به سازند بیابانک برونزد دارد (Haghipour et al. 1977 و آقاباتی ۱۳۸۳). به سمت شمال ناحیه نهشته‌های شیلی سازند بیابانک به سازند بازیا ب به سن آپسین پسین-آلبین با رخساره‌ای از مارن همراه با میان لایه‌هایی از آهک و سیلت سنگ تغییر رخساره می‌یابد (Aistov et al. 1984).

توصیف سنگ‌شناسی سازند شاه‌کوه در برش مورد مطالعه

نهشته‌های سازند شاه‌کوه در برش کوه تنگل بالا ۹۵۰ متر ضخامت دارد. مرز زیرین این سازند در این برش سطحی به‌طور تدریجی بر روی سازند نقره و مرز بالایی آن پس از یک ناپیوستگی فرسایشی همراه با آثار اکسید آهن و حفرات ناشی از انحلال در زیر سازند بیابانک قرار می‌گیرد. در برش کوه تنگل بالا، نهشته‌های سازند شاه‌کوه از قاعده به سمت راس به واحدهای سنگی زیر قابل تقسیم است:

- ۳ متر ماسه‌سنگ آهکی متوسط لایه قرمز تا قهوه‌ای، همراه با آثار اکسید آهن و بقایای صدف دوکفه‌ای.
- ۳۷ متر سنگ آهک ماسه‌ای ضخیم لایه به رنگ خاکستری، همراه با بقایای صدف دوکفه‌ای، شکم‌پا و جلبک.
- ۱۱۸ متر سنگ آهک متوسط لایه قهوه‌ای، همراه با بقایای صدف دوکفه‌ای، Orbitolinids و جلبک.
- ۷۲ متر سنگ آهک ضخیم لایه تا توده‌ای به رنگ خاکستری همراه با میان لایه‌هایی از ماسه‌سنگ آهکی و سنگ آهک‌های ماسه‌ای متوسط لایه، حاوی بقایای صدف دوکفه‌ای، مرجان و جلبک.
- ۳۶ متر سنگ آهک متوسط لایه خاکستری، همراه با بقایای دوکفه‌ای و جلبک.
- ۲۶۰ متر سنگ آهک متوسط تا ضخیم لایه، به رنگ خاکستری با بقایای صدف دوکفه‌ای، Orbitolinids و جلبک.
- ۱۴۷ متر سنگ آهک ضخیم لایه تا توده‌ای به رنگ خاکستری حاوی بقایای صدف دوکفه‌ای، Orbitolinids و جلبک، همراه با میان لایه‌هایی از سنگ آهک و سنگ آهک‌های دولومیتی متوسط لایه قهوه‌ای رنگ.
- ۶۳ متر سنگ آهک متوسط لایه خاکستری حاوی بقایای صدف دوکفه‌ای.
- ۸۳ متر سنگ آهک ضخیم لایه تا توده‌ای خاکستری، همراه با بقایای صدف دوکفه‌ای، خارپوست و Orbitolinids.
- ۶۸ متر سنگ آهک متوسط لایه، خاکستری حاوی بقایای

Massari & Moullade, 1983; *Vercorsella arenata* Arnaud-Vanneau, 1980; *Praeorbitolina cormyi* Schroeder, 1964; *Nezzazata Isabella* Arnaud-Vanneau & Sliter, 1995; *Haplophragmoides* sp.; *Iraqia simplex* Henson, 1948; *Rummanoloculina* sp.; *Praechrysalidina infracretacea* Luperto Sinni, 1979; *Conorbinella azerbaijanica* Poroshina, 1976; *Derwentina filipescui* Neagu, 1968.

افزون بر روزن‌بران ذکر شده، جلبک‌های آهکی زیر همراه با گونه *Carpathoporella occidentalis* Dragastan, 1995. از قطعات اسکلتی مرجان‌های Octocorals می‌باشد (Schlagintweit and Gawlick 2009)، نیز در این زون زیستی شناسائی شده‌اند.

Neomeris cretacea Steinmann, 1899; *Delloffrella quercifoliipora* Granier and Michaud, 1987; *Marinella Lugeoni* Pfender, 1939; *Terquemella* sp.; *Arabicodinium* sp.; *Montiella elitzae* (Bakalova, 1971) Radoicic 1980; *Lithocodium aggregatum* (Elliott, 1956); *Boueina* sp.; *Permocalculus* cf. *minutus* Bucur, 2003; *Salpingoporella* cf. *hasi* Conrad, Radoicic & Rey, 1977; *Salpingoporella* cf. *piriniae* Carras & and Radoicic 1991; *Triploporella bacilliformis* Sokac, 1985; and *Carpathoporella occidentalis* Dragastan, 1995.

یکی از شاخص‌ترین روزن‌بران کفزی در طول بارمین پسین- آپسین پیشین در سراسر حوضه تتیس گونه *Palorbitolina lenticularis* می‌باشد (Velic 1988; Vilas et al. 1995; Hardenbol et al. 1998; Schroeder et al. 2010). مطالعات چینه‌شناسی و پالئوبیوژئوگرافی روزن‌بران کفزی مزوزوئیک در جنوب شرق اروپا واقع در حاشیه شمالی تتیس، *Palorbitolina lenticularis* Taxon Range Zone مؤید سن بارمین پسین- آپسین پیشین می‌باشد (Velic 2007). در مطالعات چینه‌نگاری زیستی در شرق پلیت عربی و ارائه زون‌های زیستی بر اساس Orbitolinds، سن زون زیستی ارائه شده بر اساس *Palorbitolina lenticularis*، بارمین پسین تا آپسین پیشین ذکر شده است (Schroeder et al. 2010).

در نهشته‌های سازند شاه‌کوه، جلبک‌های آهکی از تنوع و گسترش قابل توجهی برخوردار هستند. مجموعه جلبک‌های شناسایی شده در این توالی مشابه با نمونه‌های گزارش شده از سازند تفت در جنوب غرب یزد (Bucur et al. 2012)، سازند

صدف دوکفه‌ای، مرجان، جلبک و Orbitolinids.

- ۳ متر سنگ‌آهک رس‌دار نازک لایه به رنگ خاکستری تیره، همراه با بقایای صدف دوکفه‌ای.

- ۲۰ متر سنگ‌آهک متوسط لایه خاکستری، حاوی بقایای صدف دوکفه‌ای و Orbitolinids.

- ۱۲ متر سنگ‌آهک رس‌دار نازک لایه به رنگ خاکستری.

- ۲۸ متر سنگ‌آهک متوسط لایه خاکستری، نودولار که در رأس آن آثار اکسید آهن و حفرات کارستی مشاهده می‌شود. این آثار نشان‌دهنده یک سطح خروج از آب می‌باشد (شکل ۴).

زون‌های زیستی معرفی شده در سازند شاه‌کوه

در این پژوهش ۲۱ جنس و ۱۹ گونه از روزن‌بران کفزی و ۱۰ جنس و ۸ گونه جلبک به همراه قطعات اسکلتی مرجان‌های Octocorals تشخیص داده شده است (تابلوهای ۵ تا ۵). زون‌های زیستی شناسائی شده در سازند شاه‌کوه در برش کوه تنگل بالا عبارتند از:

Palorbitolina lenticularis Taxon Range Zone

این زون زیستی ۹۴۷ متر ضخامت داشته و تقریباً تمامی توالی سازند شاه‌کوه در برش چینه‌شناسی کوه تنگل بالا را شامل می‌شود. مرز زیرین و بالائی این زون زیستی با ظهور و انقراض روزن‌بر کفزی *Palorbitolina lenticularis* مشخص می‌گردد. از روزن‌بران شناسائی شده در جامعه فسیلی هم زیست در این زون می‌توان به نمونه‌های زیر اشاره نمود:

Palorbitolina lenticularis (Blumenbach, 1805); *Charantia cuvillieri* Neumann, 1965; *Paleodictyoconnus cuvillieri* Foury, 1963; *Trocholina odukupaniensis* Dessauvage, 1968; *Neotrocholina* cf. *friburgensis* Guillaume & Relchel, 1957; *Melathrokerion* sp.; *Paracoskinolina sunnilandensis* Maync, 1955; *Rectodictyoconus giganteus* Schroeder, 1964; *Dictyoconus reicheli* Guillaume, 1956; *Debarina hahounerensis* Fourcade, Raoult & Vila, 1972; *Falsurgonina pileola* Arnaud-Vanneau & Argot, 1973; *Valserina broennimanni* Schroeder & Conrad, 1968; *Orbitolinopsis* cf. *elongatus* Dieni, Massari & Moullade, 1983; *Orbitolinopsis subkiliani* Dieni,

Vanneau & Sliter, 1995; *Haplophragmoides* sp.; افزون بر روزن‌بران ذکر شده جلبک‌ها و قطعات اسکلتی از مرجان‌های Octocorals زیر نیز در این زون زیستی شناسایی شده‌اند.

Delloffrella quercifoliipora Granier and Michaud, 1987; *Marinella Lugeoni* Pfender, 1939; *Terquemella* sp.; *Montiella elitzae* (Bakalova, 1971) Radoicic 1980; *Lithocodium aggregatum* (Elliott, 1956) and *Carpathoporella occidentalis* Dragastan, 1995.

در مطالعات پالئوبایوژئوگرافی در جنوب شرق اروپا، *Praeorbitolina cormyi* Lineage Zone نشانگر شروع آشکوب آپسین و مؤید سن آپسین پیشین (بدولین) می‌باشد (Velic 2007). در زون‌های زیستی ارائه شده بر اساس Orbitolinds در شرق پلنت عربی، سن زون زیستی ارائه شده بر اساس *Praeorbitolina cormyi* آپسین پیشین ذکر شده است (Schroeder et al. 2010).

سن این زون زیستی در نهشته‌های سازند شاه‌کوه بر اساس گسترش گونه *Praeorbitolina cormyi* و جامعه فسیلی هم‌زیست و در مقایسه با زون‌های زیستی ارائه شده توسط سایر پژوهشگران در حوضه تتیس، آپسین پیشین تعیین شده است.

رخساره‌ها و محیط‌های رسوبی

مطالعات میکروسکوپی رسوبات سازند شاه‌کوه در برش چینه‌شناسی کوه تنگل بالا نشان می‌دهد که این نهشته‌ها در چهار کمربند رخساره‌ای ساحلی (A)، لاگون (B)، سد (C) و دریای باز کم‌ژرفا (D) به شرح زیر رسوب‌گذاری کرده است.

کمربند رخساره‌ای A (رخساره ساحلی)

این کمربند رخساره‌ای شامل ۲ رخساره به شرح زیر می‌باشد. میکروفاسیس A1، ماسه‌سنگ الیید دارریز تا متوسط دانه با سیمان کلسیتی (کالک‌آرنایت) ساب مچور:

کانی اصلی در این رخساره شامل دانه‌های کوارتز بین ۵۵ تا ۶۰ درصد، قطعات خرده‌سنگی بین ۱۵ تا ۲۰ درصد، فلدسپار

تیرگان در ناحیه کپه داغ (Taherpour Khalil Abad et al. 2010). جمالی (۱۳۹۰) و نمونه‌های معرفی شده از ناحیه زاگرس به ویژه سازند فهلیان (Parvaneh Nejad Shirazi 2008; Hosseini & Conrad 2008; Jamalian et al. 2011) در زمان بarmین - آپسین می‌باشد.

سن این زون زیستی در نهشته‌های سازند شاه‌کوه بر اساس گسترش گونه *Palorbitolina lenticularis* و جامعه فسیلی هم‌زیست، بarmین پسین - آپسین پیشین تعیین شده است (شکل ۴).

Praeorbitolina cormyi Subzone

این زیر زون بخشی از زون زیستی *Palorbitolina lenticularis* و در واقع یک Taxon Range Zone می‌باشد. گسترش چینه‌شناسی گونه‌های متعلق به جنس *Praeorbitolina* اغلب با گونه *Palorbitolina lenticularis* همراه است (Cherchi et al. 1998). به همین دلیل در توالی نهشته‌های سازند شاه‌کوه در برش چینه‌شناسی کوه تنگل بالا با توجه به گسترش چینه‌شناسی *Palorbitolina lenticularis* و قرارگیری Taxon Range Zone *Praeorbitolina cormyi* در بخشی از این محدوده، زون زیستی اخیر در قالب یک زیر زون و زیر مجموعه‌ای از *Palorbitolina lenticularis* Taxon Range Zone در نظر گرفته شده است.

این زیر زون با ضخامت ۴۲ متر، قسمتی از بخش‌های بالایی سازند شاه‌کوه در برش کوه تنگل بالا را به خود اختصاص می‌دهد. مرز زیرین و بالائی این زون زیستی با ظهور و انقراض گونه *Praeorbitolina cormyi* مشخص می‌شود. از سایر روزن‌بران کفزی در جامعه فسیلی هم‌زیست در این زون می‌توان به نمونه‌های زیر اشاره نمود.

Praeorbitolina cormyi Schroeder, 1964; *Palorbitolina lenticularis* (Blumenbach, 1805); *Paracoskinolina sunnilandensis* Maync, 1955; *Rectodictyoconus giganteus* Schroeder, 1964; *Dictyoconus reicheli* Guillaume, 1956; *Falsurgonina pileola* Arnaud-Vanneau & Argot, 1973; *Orbitolinopsis* cf. *elongatus* Dieni, Massari & Moullade, 1983; *Vercorsella arenata* Arnaud-Vanneau, 1980; *Nezzazata Isabella* Arnaud-

حدود ۵ تا ۱۰ درصد و میکا بین ۵ تا ۱۰ درصد می‌باشد. سیمان این ماسه سنگ کلسیتی بوده و اندازه دانه‌های کوارتز ریز تا متوسط دانه، زاویه‌دار با جور شدگی متوسط می‌باشند. خرده‌های سنگی بیشتر از اجزای کربناته از جمله الیید از نوع شعاعی با هسته‌هایی از جنس کوارتز می‌باشند. زاویه‌دار بودن دانه‌های کوارتز، همراه با کانی‌های فلدسپار و میکا می‌تواند نشانگر مسافت کم حمل شدگی باشد (Flügel 2010). این رخساره در شروع توالی و در ماسه‌سنگ‌های آهکی بخش قاعده‌ای سازند شاه‌کوه مشاهده می‌شود که نشانگر یک رخساره پیشرونده و افزایش نسبی سطح آب می‌باشد (شکل ۲، تصویر A). این نوع رخساره نشان‌دهنده رسوب‌گذاری آن در ناحیه ساحلی است (Tucker 2001).

میکروفاسیس A2 (الیید بایوکلاست پکستون ماسه‌ای): مهمترین دانه‌های اسکلتی در این رخساره به ترتیب شامل صدف دوکفه‌ای و خرده‌های پوسته خارپوست می‌باشد. در این رخساره دانه‌های الیید با هسته کوارتز مشاهده می‌شود. به علت وجود بیش از ۱۰ درصد دانه‌های کوارتز به همراه قطعات خرده سنگی از نوع چرت در حد ماسه متوسط تا درشت دانه، این رخساره الیید بایوکلاست پکستون ماسه‌ای نام‌گذاری شده است (شکل ۲، تصویر B). اندازه و مقدار دانه‌های کوارتز در این رخساره در مقایسه با رخساره قبلی کاهش و مقدار خرده‌های فسیلی افزایش یافته است. این موضوع نشانگر استقرار سیستم کربناته و ادامه افزایش نسبی سطح آب دریا در حوضه است. وجود دانه‌های کوارتز زاویه‌دار در اندازه‌های مختلف در کنار سایر دانه‌ها با گردش‌دگی بد تا متوسط بیانگر نزدیک بودن محل رسوب‌گذاری به حاشیه دریای کم عمق است (Flügel 2010). این رخساره در آهک‌های ماسه‌ای بخش‌های زیرین سازند شاه‌کوه در برش کوه تنگل بالا مشاهده می‌شود.

کمر بند رخساره‌ای B (تالاب):

این کمر بند رخساره‌ای دربردارنده سه میکروفاسیس B1 تا B3 به شرح زیر است:

میکروفاسیس B1 (بایوکلاست وکستون سیلتی Silty Bioclast Wackestone): در این رخساره مهمترین دانه‌های اسکلتی شامل خرده‌های صدف دوکفه‌ای، خارپوست، روزن‌بران کفزی (اریتولینده)، جلبک‌های سبز همراه با بقایای اسکلتی از مرجان بوده که در زمینه‌ای از میکرایت قرار دارند. وجود بیش از ۱۰ درصد دانه‌های کوارتز در حد سیلت نام سنگ را به بایوکلاست وکستون سیلتی تغییر می‌دهد (شکل ۲، تصویر C). بافت وکستونی و نوع آلوکم‌های این رخساره نشان‌دهنده رسوب‌گذاری آن در محیط کم‌انرژی تالاب است (Tucker and Wright 1990). این رخساره در آهک‌های ماسه‌ای - سیلتی ضخیم لایه بخش‌های زیرین سازند شاه‌کوه در برش کوه تنگل بالا مشاهده می‌شود.

میکروفاسیس B2 (پلویید بایوکلاست پکستون Peloid Bioclast Packstone): در این رخساره دانه‌های اسکلتی شامل روزن‌بران کفزی (میلیولید و تکستولاریده) و جلبک‌های سبز می‌باشد. در این میکروفاسیس پلویید دیگر جزء اصلی سنگ را تشکیل داده که در زمینه‌ای از میکرایت قرار دارد. در توالی چینه‌شناسی گاهی این رخساره به پلویید بایوکلاست پکستون تاگرنستون تغییر می‌یابد (شکل ۲، تصویر D). پلوییدها از رسوبات مهم مناطق کم عمق کربناته بوده و موید محیط‌های کم انرژی، کم عمق و دریای محدود شده می‌باشند (Tucker and Wright 1990) نوع بافت، آلوکم‌های موجود و فراوانی روزن‌بران با پوسته پورسلانوز در این گونه رخساره نشان‌دهنده رسوب‌گذاری آن در محیط کم عمق تالاب پشت سد است (Riess and Hottinger 1984). این رخساره در آهک‌های متوسط لایه قسمت‌های بالائی سازند شاه‌کوه در برش مورد مطالعه مشاهده می‌شود.

میکروفاسیس B3 (بایوکلاست پکستون Bioclast Packstone): در این رخساره دانه‌های اسکلتی شامل روزن‌بران کفزی (اریتولینده، تکستولاریده)، شکم‌پا، خارپوست و صدف دوکفه‌ای می‌باشد (شکل ۲، تصویر E). در این رخساره به طور نسبی نسبت ارتفاع بیشتر اریتولین‌ها از قطر آنها بزرگتر است

محیط رسوبی پر انرژی است (Lucia 1999). عناصر تشکیل‌دهنده و بافت موجود در این نوع رخساره نشانگر ته‌نشست آن در محیط سدی با انرژی بالا می‌باشد (Tucker 2001; Flügel 2010). این رخساره در آهک‌های توده‌ای و ضخیم لایه بخش‌های میانی سازند شاه‌کوه در برش کوه تنگل بالا قابل مشاهده است.

میکروفاسیس C3 (بایوکلاست گرینستون Bioclast Grainstone):

در این رخساره دانه‌های اسکلتی در زمینه‌ای از اسپاریت قرار دارند. عناصر اسکلتی شامل روزن‌بران کفزی (اریتولینده)، خارپوست، دوکفه‌ای، بریوزوئر، جلبک سبز و شکم‌پایان می‌باشند. فراوانی اجزاء اسکلتی از جمله اریتولینده‌ها و جلبک‌های سبز نشانگر محیط دریایی با شوری نرمال و اکسیژن فراوان می‌باشد (Marian & Bucur 2012). (شکل ۲، تصویر H). اجزای فرعی در این رخساره شامل ایترا کلاست و ایید است. گرد شدگی قطعات و بافت دانه پشتیبان این رخساره بیانگر تشکیل این نوع میکروفاسیس در محیط سدی با انرژی بالا می‌باشد (Halley et al. 1983; Flügel 2010). این رخساره در آهک‌های ضخیم لایه بخش‌های میانی سازند شاه‌کوه در برش مورد مطالعه قابل مشاهده است.

میکروفاسیس C4 (باندستون مرجانی Coral Boundstone): جزء

اصلی این میکروفاسیس از موجودات چارچوب ساز به‌ویژه مرجان تشکیل شده است که در روی زمین به صورت توده‌های عدسی شکل با گسترش نسبتاً قابل ملاحظه مشاهده می‌شوند. (شکل ۳، تصویر A) در مقطع نازک نمایش داده شده دیواره مرجان اسپاریتی و فضای درونی حجرات توسط میکرایت پر شده است. (شکل ۳، تصویر B). همراهی اسکلت مرجانی با جلبک‌های قرمز، بریوزوا، خارپوست و رودیست در توالی مورد مطالعه موید شرایط مساعد آب و هوایی و شوری عادی جهت گسترش ساختارهای ریف ساز در محیط رسوبی می‌باشد (Steuber 2000; Skelton & Gili 2012). شواهد صحرایی و جایگاه این رخساره در ستون چینه‌شناسی به‌ویژه

در برخی از دانه‌های اسکلتی آثار حفاری موجودات دیده می‌شود و برخی از بایوکلاست‌ها میکریتی شده‌اند. بافت و نوع آلوکم‌های شناسایی شده، نشان‌دهنده رسوب‌گذاری این رخساره در محیط کم ژرفای تالاب است (Tucker and Wright 1990; Flügel 2010). این رخساره بیشتر در آهک‌های متوسط لایه قسمت‌های بالائی سازند شاه‌کوه در برش مورد مطالعه مشاهده می‌شود.

کمر بند رخساره‌ای C (سدی):

این کمر بند رخساره‌ای دربرگیرنده چهار میکروفاسیس C1 تا C4 به شرح زیر است.

میکروفاسیس C1 (ایید گرینستون Ooid Grainstone):

ایید فراوان‌ترین آلوکم در این رخساره بوده که در زمینه‌ای اسپاریتی قرار دارد (شکل ۲، تصویر F). اییدها بیشتر به صورت متحدالمرکز بوده و اندازه متوسط آنها بین ۰/۵ تا یک میلی‌متر متغیر است. دانه‌ها از جورشدگی خوبی برخوردار هستند. هسته اییدها از بایوکلاست‌ها و دانه‌های کوارتز تشکیل شده است. فراوانی اییدها موید محیط کم عمق، آب و هوای گرم تا معتدل، تلاطم آب و شوری بیش از حد نرمال می‌باشد (Flügel 2010). بافت و عناصر تشکیل‌دهنده این نوع رخساره نشانگر ته‌نشست آن در محیط سدی با انرژی بالا می‌باشد (Tucker and Wright 1990). این رخساره در آهک‌های ضخیم لایه تا توده‌ای بخش‌های میانی سازند شاه‌کوه در برش مورد مطالعه قابل مشاهده است.

میکروفاسیس C2 (بایوکلاست ایید گرینستون Bioclast Ooid Grainstone):

ایید و بایوکلاست فراوان‌ترین آلوکم‌ها در این رخساره بوده که در زمینه‌ای از اسپاریت قرار دارند. مهمترین عناصر اسکلتی در این رخساره شامل روزن‌بران کفزی (اریتولینده)، خارپوست، بریوزوئر، دوکفه‌ای و شکم‌پایان می‌باشند. هسته اییدها از بایوکلاست‌ها و دانه‌های کوارتز تشکیل شده است (شکل ۲، تصویر G). وجود گرینستون‌های بایوکلاستی اییدی نشانگر وجود و تداوم فعالیت امواج در

اجزای فرعی در این رخساره می‌توان به ذرات کوارتز در حد سیلت اشاره نمود (شکل ۳، تصویر D). این رخساره در آهک‌های متوسط لایه در بخش‌های بالایی سازند شاه‌کوه در برش کوه تنگل بالا مشاهده می‌شود.

میکروفاسیس D3 (بایوکلاست وکستون Bioclast Wackestone): در این رخساره دانه‌های اسکلتی شامل بریوزوئر، خارپوست، قطعات دوکفه‌ای، و بازوپا بوده که در یک زمینه میکرایتی به صورت منفصل قرار دارند (شکل ۳، تصویر E). از اجزای فرعی در این میکروفاسیس می‌توان به ذرات کوارتز در حد سیلت و الیید اشاره نمود. در برخی از مقاطع به دلیل فراوانی بریوزوئر در متن سنگ نسبت به سایر اجزای اسکلتی نام رخساره به بریوزوئر وکستون تغییر می‌یابد. در نوع دیگر از رخساره بایوکلاست وکستون مربوط به دریای باز کم ژرفا، ضمن ریزتر شدن اندازه آلوم‌ها آثار روزن‌بران کفزی با پوسته هیالین و خرده قطعات خارپوست مشاهده می‌شود (شکل ۳، تصویر F). بافت و نوع آلوم‌های تشکیل‌دهنده به ویژه فراوانی نسبی، بریوزوئر، بازوپا و خارپوست نشان‌دهنده رسوب‌گذاری آن در محیط کم‌ژرفای دریای باز است (Tucker and Wright 1990; Flügel 2010). این رخساره در آهک‌های خاکستری متوسط لایه در بخش‌های میانی و در قسمتی از بخش بالایی سازند شاه‌کوه در برش مورد مطالعه مشاهده می‌شود.

تجزیه و تحلیل رخساره‌های رسوبی و تغییرات جانبی و عمودی آنها همراه با شکل هندسی توالی (از جمله وجود ریف‌های مرجانی) نشانگر ته‌نشست نهشته‌های سازند شاه‌کوه در یک پلت فرم کریناته کم عمق می‌باشد (Read 1985). این موضوع با مطالعات انجام شده توسط ویلمسن و همکاران (Wilmsen et al. 2013) در ناحیه خور مطابقت دارد.

در (شکل ۴) ستون سنگ‌چینه‌ای، تغییرات رخساره‌ای و نحوه پراکندگی میکروفاسیل‌ها در نهشته‌های سازند شاه‌کوه در برش مورد مطالعه نمایش داده شده است.

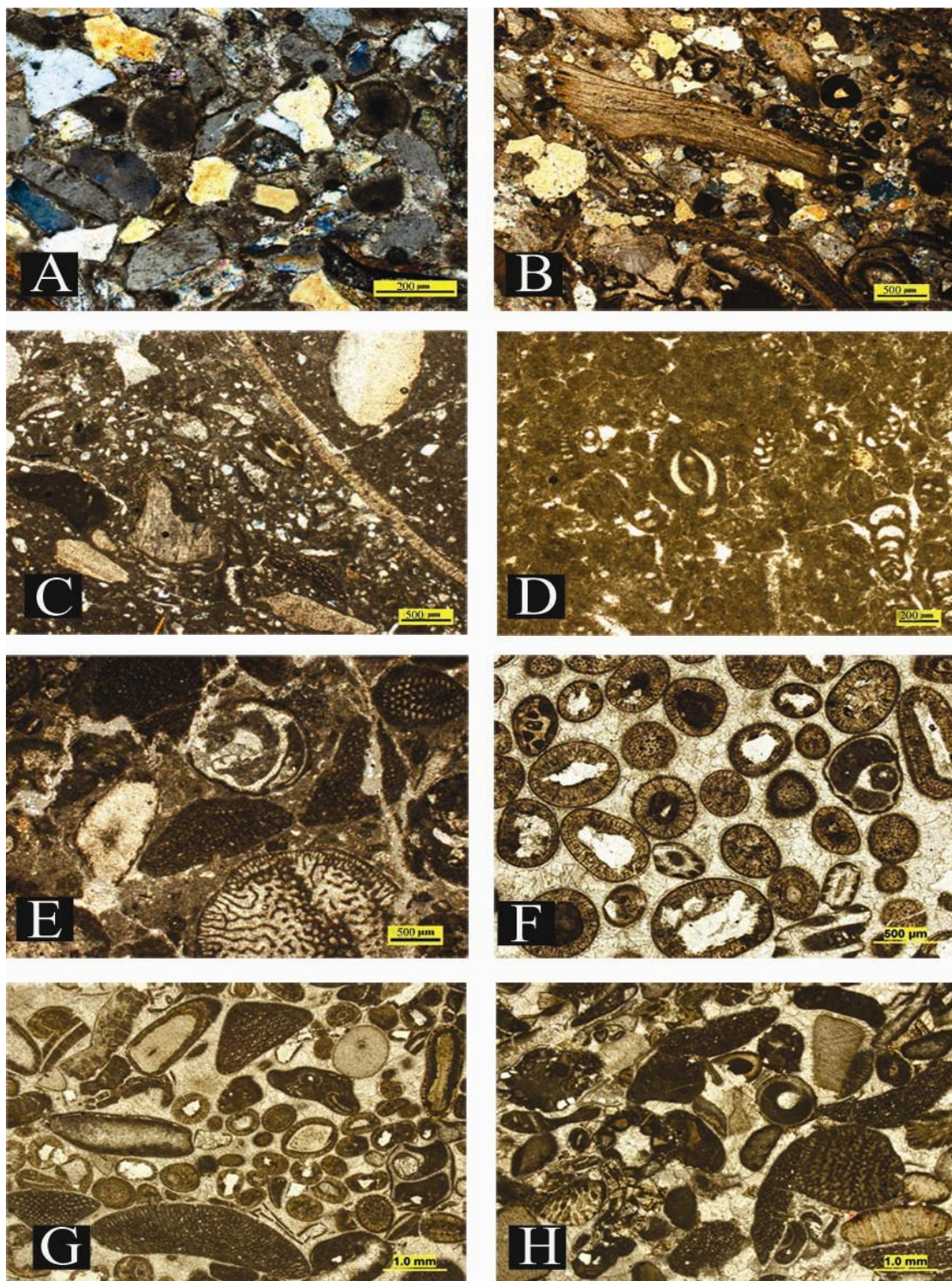
همزیستی جلبک و مرجان موید زون اوفوتیک (آب‌های روشن و نفوذ کامل نور خورشید) و رخساره سد ریفی مرجانی می‌باشد (Pomar 2001). رخساره باندستون مرجانی در بخشی از پایین و همچنین در توالی نزدیک به بالای نهشته‌های سازند شاه‌کوه در برش کوه تنگل بالا مشاهده می‌شود.

کمر بند رخساره‌ای D (دریای باز کم ژرفا)

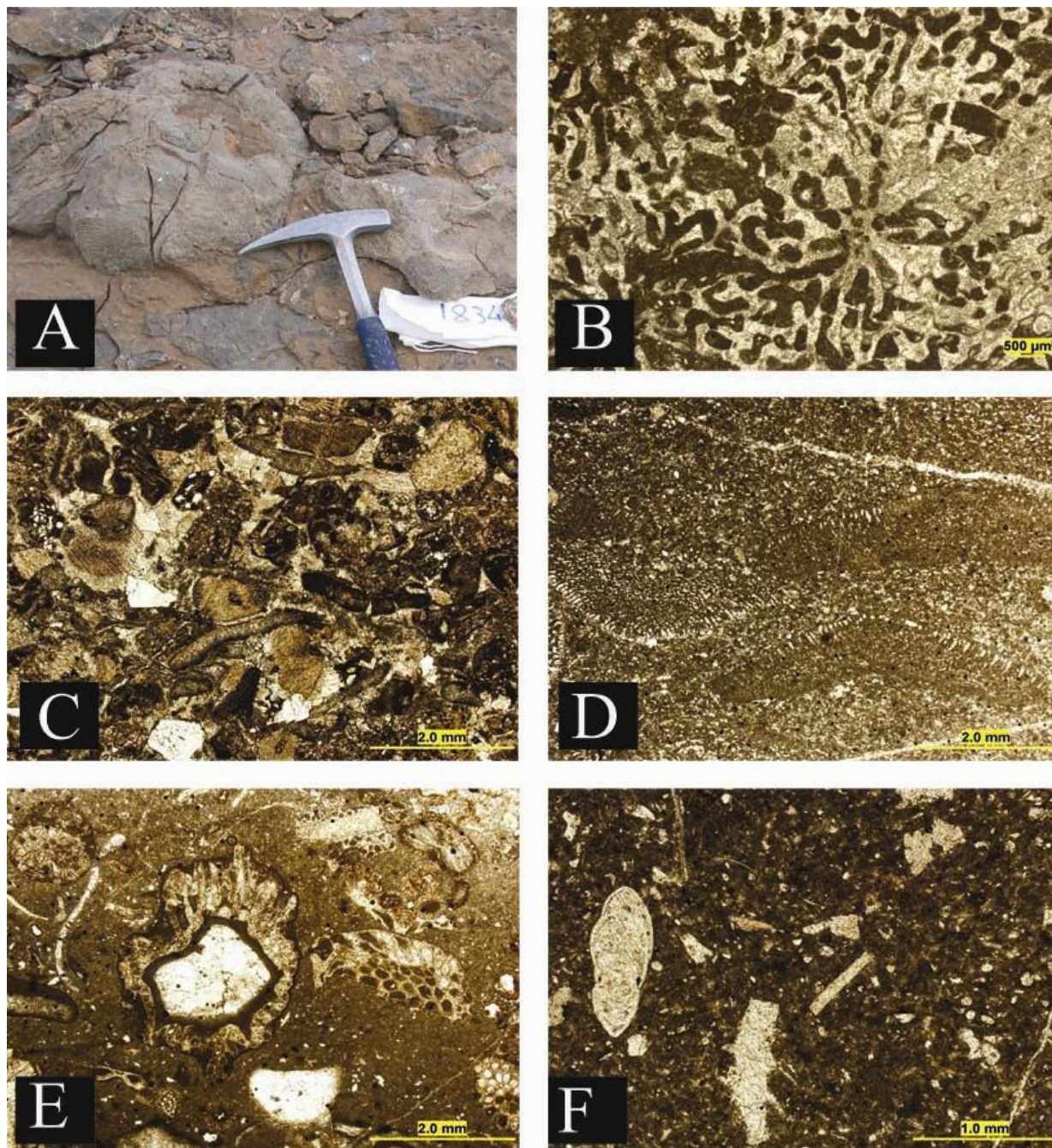
این کمر بند رخساره‌ای در بردارنده سه میکروفاسیس D1 تا D3 به شرح زیر است.

میکروفاسیس D1 (کرینویید پکستون Crinoid Packstone): در این رخساره بیشترین دانه‌های اسکلتی شامل قطعات کرینویید همراه با قطعات بریوزوئر، جلبک قرمز و خرده‌های صدف دوکفه‌ای می‌باشد. رخساره کرینویید پکستون موید تشکیل این نوع فاسیس در یک محیط دریای باز با انرژی متوسط تا بالا و شوری نرمال می‌باشد (Clair 1981). از اجزاء فرعی در این میکروفاسیس می‌توان به دانه‌های کوارتز در اندازه ماسه متوسط دانه اشاره نمود. متن سنگ میکرایت بوده که در بخش‌هایی با اسپاریت جایگزین شده است (شکل ۳، تصویر C). بافت و نوع آلوم‌های موجود موید ته‌نشست این نوع رخساره در محیط جلوی سد، مرتبط با دریای باز است (Flügel 2010). این رخساره در آهک‌های خاکستری متوسط لایه در بخش‌های میانی سازند شاه‌کوه در برش کوه تنگل بالا مشاهده می‌شود.

میکروفاسیس D2 (اریتولینا پکستون Orbitolina Packstone): در این رخساره اریتولین‌های صفحه‌ای فراوان‌ترین آلوم‌ها را تشکیل می‌دهند. سایر خرده‌های اسکلتی قطعات خارپوست و صدف دوکفه‌ای را شامل می‌شود. اگرچه جنس‌هایی از اریتولین با قطر کم و ارتفاع زیاد معمولاً همراه با میلیولیدها و آلوتولین‌ها در محیط لاگونی مشاهده می‌شوند، اشکالی از اریتولین با قطر زیاد و ارتفاع کم به طور عموم در ناحیه مرتبط با دریای باز تا دامنه (Slope) حوضه یافت می‌شوند (وزیری مقدم و صفری، ۱۳۸۲؛ وزیری مقدم و کیمیاگری، ۱۳۸۳). از



شکل ۲- (A) ماسه سنگ الییددار، (B) الیید بایوکلاست پکستون ماسه‌ای، (C) بایوکلاست وکستون سیلتی، (D) پلویید بایوکلاست پکستون، (E) بایوکلاست پکستون، (F) الیید گرینستون، (G) بایوکلاست الیید گرینستون، (H) بایوکلاست گرینستون



شکل ۳- (A) نمایی از یک کلنی مرجانی در بخش‌های زیرین سازند شاه‌کوه در برش کوه تنگل بالا، (B) باندستون مرجانی، (C) کرینویید پکستون، (D) اریتولینا پکستون، (E) بریزوئر وکستون، (F) بایو کلاست وکستون

نتیجه‌گیری

سازند شاه‌کوه در برش چینه‌شناسی کوه تنگل بالا ۹۵۰ متر ضخامت داشته و به‌طورعمده از سنگ آهک‌های ضخیم لایه تا توده‌ای فسیل‌دار تشکیل شده است. مرز زیرین این سازند با سازند نقره تدریجی بوده و مرز بالایی آن با یک ناپیوستگی فرسایشی در زیرسنگ آهک‌های مارنی و شیل‌های آهکی سازند بیابانک قرار می‌گیرد.

در این پژوهش ۲۱ جنس و ۱۹ گونه از روزن‌بران کف‌زی و ۱۰ جنس و ۸ گونه جلبک به همراه قطعات اسکلتی مرجان‌های Octocorals تشخیص داده شده است. در این پژوهش بر اساس گسترش چینه‌شناسی اربیتولیندهای شناسایی شده دو زون زیستی به شرح زیر معرفی شده است: *Palorbitolina lenticularis* Taxon Range Zone
Praeorbitolina cormyi Subzone
بر اساس زون‌های زیستی معرفی شده، سن سازند شاه‌کوه در برش چینه‌شناسی کوه تنگل بالا بارمین پسین - آپسین پیشین تعیین شده است.

مطالعات میکروسکوپی رسوبات سازند شاه‌کوه در برش چینه‌شناسی کوه تنگل بالا نشان می‌دهد که این نهشته‌ها در چهار کمربند رخساره‌ای ساحلی، لاگون، سد و دریای باز کم‌ژرفا رسوب‌گذاری کرده است. تجزیه و تحلیل رخساره‌های رسوبی و تغییرات جانبی و عمودی آنها همراه با شکل هندسی توالی نشانگر ته‌نشست نهشته‌های سازند شاه‌کوه در یک سکوی کربناته کم عمق می‌باشد.

منابع

آقائباتی، س، ع، ۱۳۸۳، زمین‌شناسی ایران: سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.
جمالی، ا، ۱۳۹۰، بایوستراتیگرافی و لیتوستراتیگرافی نهشته‌های کرتاسه زیرین در شرق کپه داغ: رساله دکتری، دانشگاه شهید بهشتی، ۲۳۵ ص.
وزیری‌مقدم، ح، و ا. صفری، ۱۳۸۲، بررسی رخساره‌های

آهکی و تفسیر محیط رسوب‌گذاری سازند سروک در

ناحیه سمیرم. مجله پژوهشی علوم پایه دانشگاه

اصفهان، ج. ۱۸، ص. ۷۴-۵۹

وزیری مقدم، ح، و م. کیمیاگری، ۱۳۸۳، مطالعه رخساره‌های

میکروسکوپی و محیط رسوبی نهشته‌های کرتاسه

پیشین در ناحیه سه، جنوب کاشان، ج. ۲۰، ش. ۲،

ص. ۱۰۶-۸۹

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.

Bucur, I., Rashidi, K., and B. Senowbari-Daryan, 2012, Early Cretaceous calcareous algae from central Iran (Taft Formation, South of Aliabad, near Yazd): Facies v. 49, p.217- 222.

Cherchi, A., Schroeder, R., and M.B. Ghoth, 1998, Early Aptian orbitolinid foraminifera from the Qishn Formation of Al Mukalla (Hadramawt, Southern Yemen). Comparisions with adjacent regions: Zeitschrift Fur geologische Wissenschaften, v. 26, no 5-6, p. 543- 661.

Clair, P.N.S.T., 1981, Core studies of the Viala limestone in Barber and Pratt counties, south-central Kansas: Kansas Geological Survey, Subsurface Geology 6, p.8-16.

Dunham, R.J., 1962, Classification of carbonate rocks according to depositional texture: American Association of Petroleum Geologists, Memo, 1, p. 108- 121

Flugel, E., 2010, Microfacies of Carbonate Rocks, 2nd edition, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 984 p.

Folk, R.L., 1974, Petrology of sedimentary rocks: Hemphill Publishing Company, Austin, Texas, 182 p.

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.

Halley, B.R., Harris, M.P., and C.A. Hine, 1983, Bank margin In: Scholle, A.P., Bebour, D.G and Moore, C.H (Eds): Carbonate depositional environments: American Association of Petroleum Geologist, Memoirs, 33, p, 463- 506.

Hardenbol, J., Thierry, M.B., Farley, T., Jacquin, P. C., De Graciansky., and P.R. Vail, 1998, Mesozoic and Cenozoic sequence chronostratigraphic framework of European basin: In De Graciansky, P. C. J., Hardenbol, T., and P.R.,

- v. 1, p. 49- 96.
- Skelton, P.W. and E. Gili, 2012, Rudists and carbonate platforms in the Aptian: a case study on biotic interactions with ocean chemistry and climate: *Sedimentology* 59, p.81- 117.
- Steuber, T., 2000, Skeletal growth rates of Upper Cretaceous rudistid bivalves: implications for carbonate production and organism-environment feedback. In: Insalaco, E., Skelton, P.W., Palmer, T.J. (Eds), *Carbonate platform systems: components and interactions*: Geological Society, London, special publication 178, p. 21- 32.
- Taherpour khalil Abad, M., Conrad, M.A., Aryaei, A. and AR. Ashouri, 2010, Barremian-Aptian Dasycladalean algae, new and revisited, from the Tirgan Formation in Kopet Dag, NE Iran. *Carnets Geol/Notebooks Geol Art* 2010/05 (CG2010-A05).
- Tucker, M.E. and V.P. Wright, 1990, *Carbonate sedimentology*: Cambridge, Blackwell Science, 482 p.
- Tucker, M.E., 2001, *Sedimentary Petrology: an introduction to the origin of sedimentary rocks*, 3rd edition, Oxford: Blackwell Science, 262 p.
- Velic, I., 1988, Lower Cretaceous benthic foraminiferal biostratigraphy of the shallow water carbonates of the Dinarides: *Revue de Paleobiologie*, v. 2, Benthos, 86, p. 467- 475.
- Velić, I., 2007, Stratigraphy and palaeobiogeography of Mesozoic benthic foraminifera of the Karst Dinarides (SE Europe). *Geologia Croatica*, v. 60/1, p.1– 113.
- Vilas, L., Masse, J.P., and C., Arias, 1995, Orbitolina episodes in carbonate platform evolution the Early Aptian model from SE Spain”: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v.119, p.35–45.
- 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.
- Vail, (Eds.), *Mesozoic and Cenozoic sequence stratigraphy of European basin*: Society for Sedimentary Geology (SEPM), Special Publication, v. 60, p.3- 15.
- Hosseini, S.A., and M.A. Conrad, 2008, Calcareous algae, foraminifera and sequence stratigraphy of the Fahliyan Formation at Kuh-e Surmeh (Zagros Basin, SW of Iran): *Geologica Croatica*, v. 61/2-3, p.215- 237
- Jamalian, M., Adabi, M.H., Moussavi, M.R., Sadeghi, A., Baghbani, D. and B. Aryafar, 2011, Facies characteristic and paleoenvironment reconstruction of the Fahliyan Formation Lower Cretaceous, in the Kuh-e Siah area, Zagros Basin, southern Iran: *Facies*, v.57, p.101- 122.
- Loeblich, A.R., and H. Tappan, 1988, *Foraminiferal genera and their classification*: Van Nostrand Reinhold, New York; 970 p.
- Lucia, F.J., 1999, *Carbonate reservoir characteristics*, Springer Verlag, Heiderberg. 226 p.
- Marian, V.A. and I. Bucur, 2012, Microfacies of Urganian limestone from the persani mountains (Eastern carpathians, Romania): *Acta Palaeontologica Romaniae*, v. 8 (1-2), p. 1-22.
- Parvaneh Nejad Shirazi, M., 2008, Calcareous algae from the Cretaceous of Zagros Mountains (SW Iran): *World Applied Sciences Journal*, v. 4, p. 803- 807.
- Pomar, L., 2001, Type of carbonate platforms, a genetic approach: *Basin Research*, v. 13, p. 313- 334
- Read, J.F., 1985, Carbonate platform facies model: *American Association of Petroleum Geologist, Bull*, 66, p, 860- 878.
- Riess, Z., and L. Hottinger, 1984, *The gulf of Aqaba; Ecological Micropaleontology*: Ecological Study 50, Springer, Berlin, 354 p.
- Schlagintweit, F., and H.J. Gawlick, 2009, The incertae sedis *Carpathoporella Dragastan*, 1995, from the Lower Cretaceous of Albania: skeletal elements (sclerites, internodes / branches, holdfasts) of colonial octocorals: *Facies*, v. 55, p. 553- 573.
- Schroeder, R., Van Buchem, F. S. P., Cherchi, A., Baghbani, D., Vincent, B., Immenhauser, A., and B. Granier, 2010, Revised orbitolinid biostratigraphic zonation for the Barremian-Aptian of the eastern Arabian Plate and implications for regional stratigraphic correlations: *GeoArabia, Special Publication* 4,

Plate 1

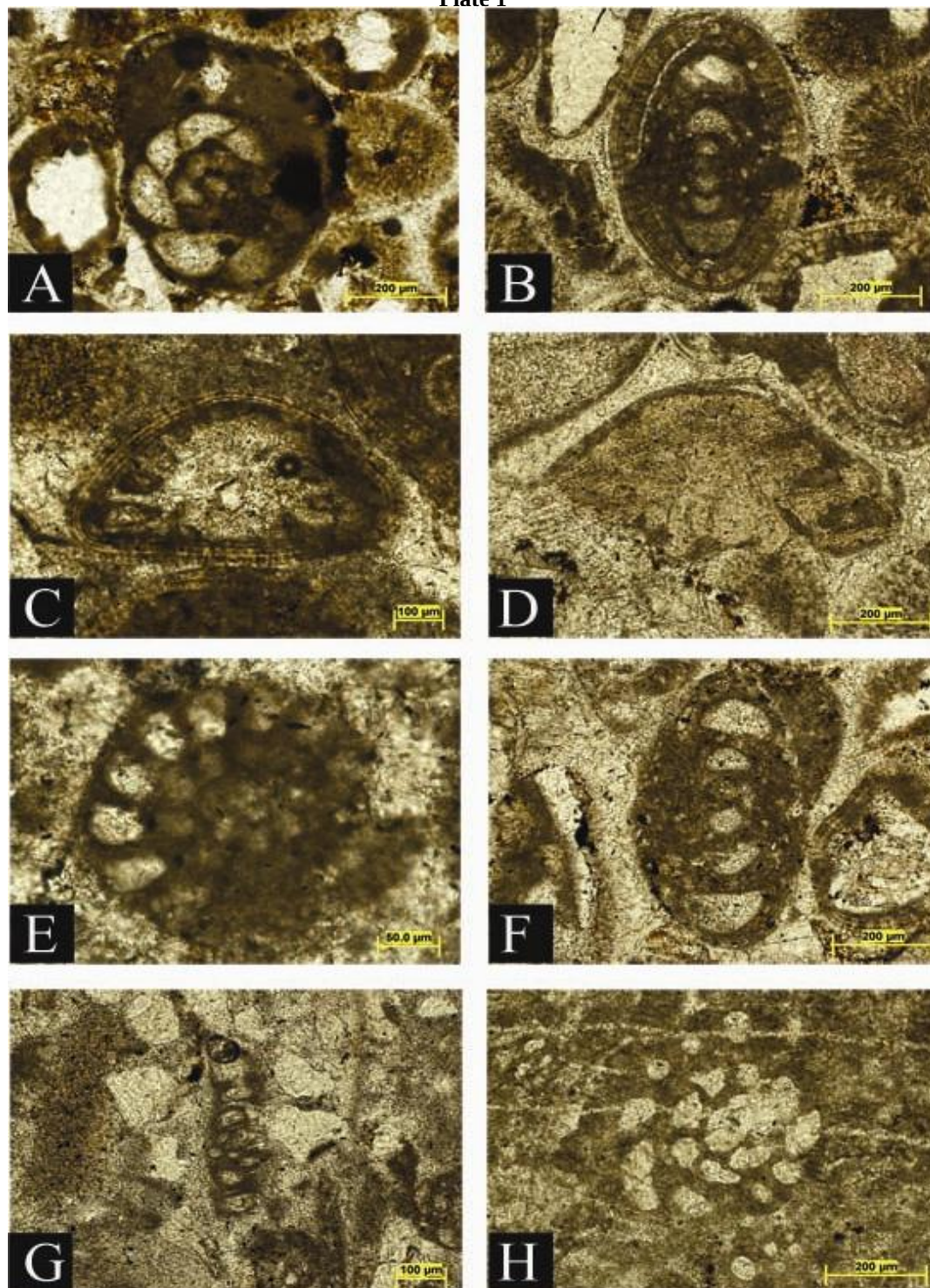


Fig: A & B: *Charantia cuvillieri* Neumann, 1965; C: *Trocholina odukpaniensis* Dessauvage, 1968; D: *Neotrocholina* cf. *friburgensis* Guillaume & Relchel, 1957; E: *Evolutinella* sp.; F: *Melathrokerion* sp.; G: *Derventina filipescui* Neagu, 1968; H: *Debarina hahounerensis* Fourcade, Raoult & Vila, 1972;

Plate 2

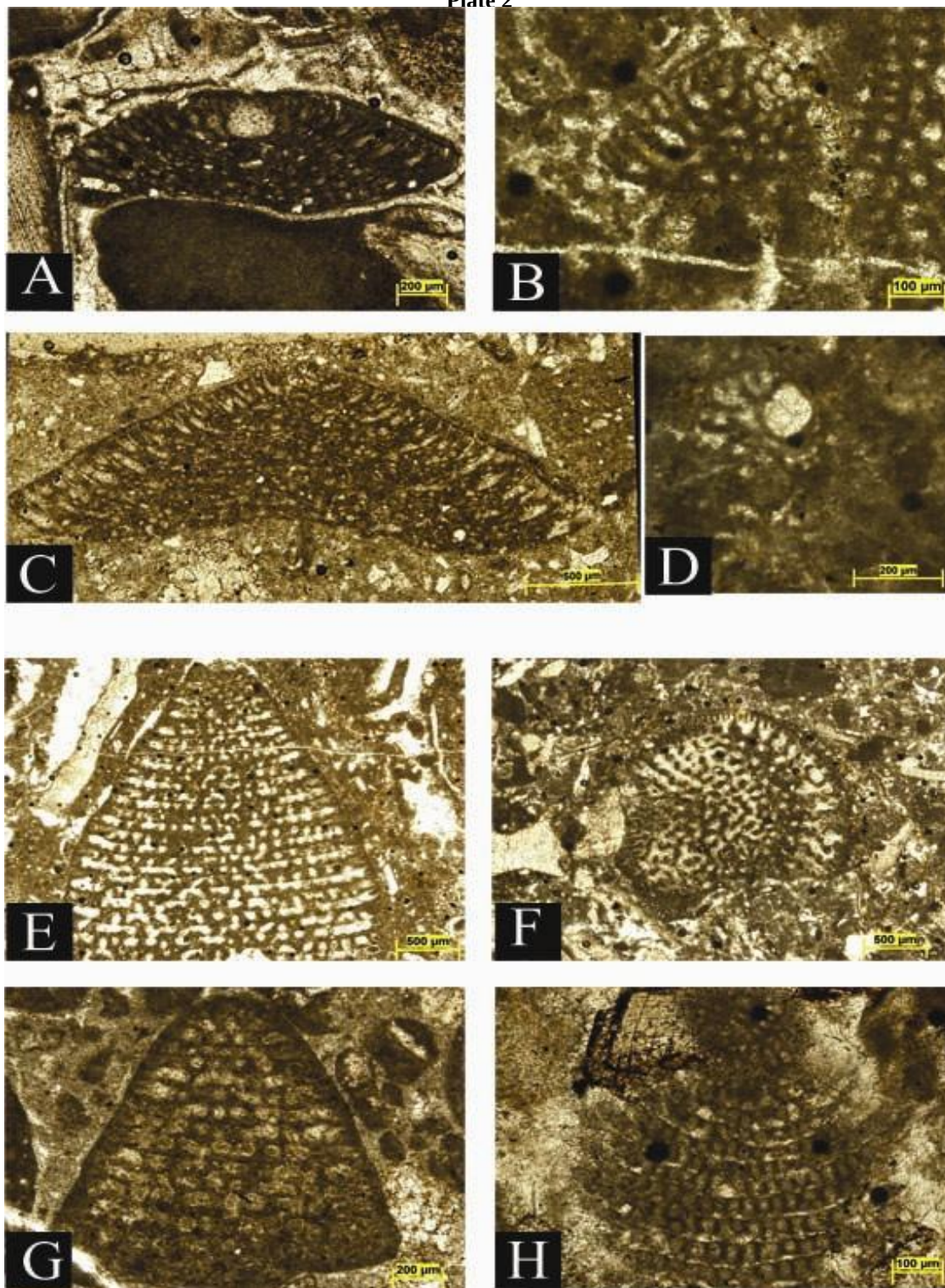


Fig: A & C: *Palorbitolina lenticularis* (Blumenbach, 1805); B & D: *Praeorbitolina cormyi* Schroeder, 1964; E & F: *Rectodictyoconus giganteus* Schroeder, 1964; G: *Dictyoconus reicheli* Guillaume, 1956; H: *Paracoskinolina sunnilandensis* Maync, 1955

Plate 3

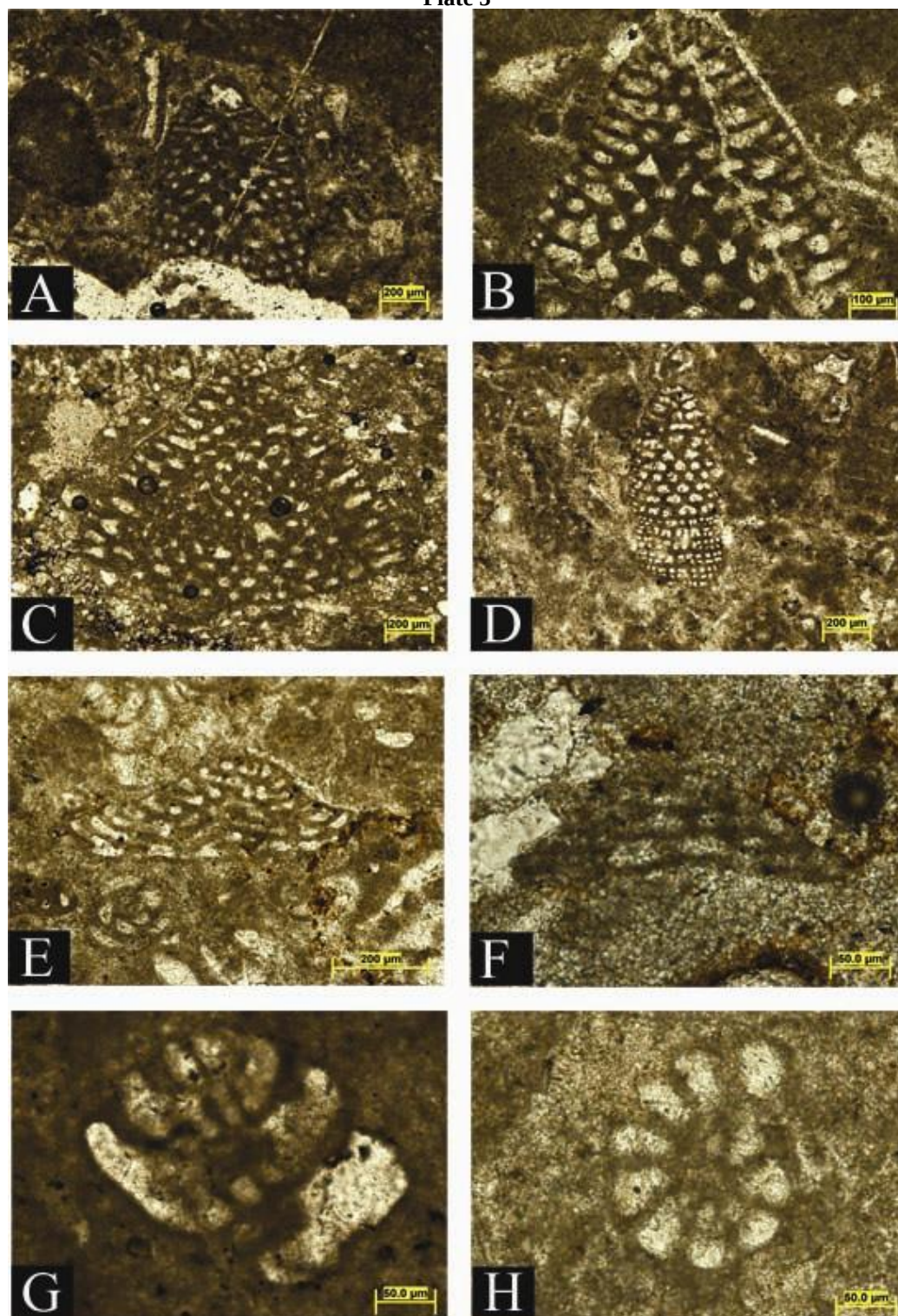


Fig: A: *Orbitolinopsis* cf. *elongatus* Dieni, Massari & Moullade, 1983; B: *Orbitolinopsis* *subkiliani* Dieni, Massari & Moullade, 1983; C: *Iraqia* *simplex* Henson, 1948; D: *Valserina* *broennimanni* Schroeder & Conrad, 1968; E: *Falsurgonina* *pileola* Arnaud-Vanneau & Argot, 1973; F: *Conorbinella* *azerbaidjanica* Poroshina, 1976; G: *Nezzazata* *Isabella* Arnaud-Vanneau & Sliter, 1995; H: *Haplophragmoides* sp.

Plate 4

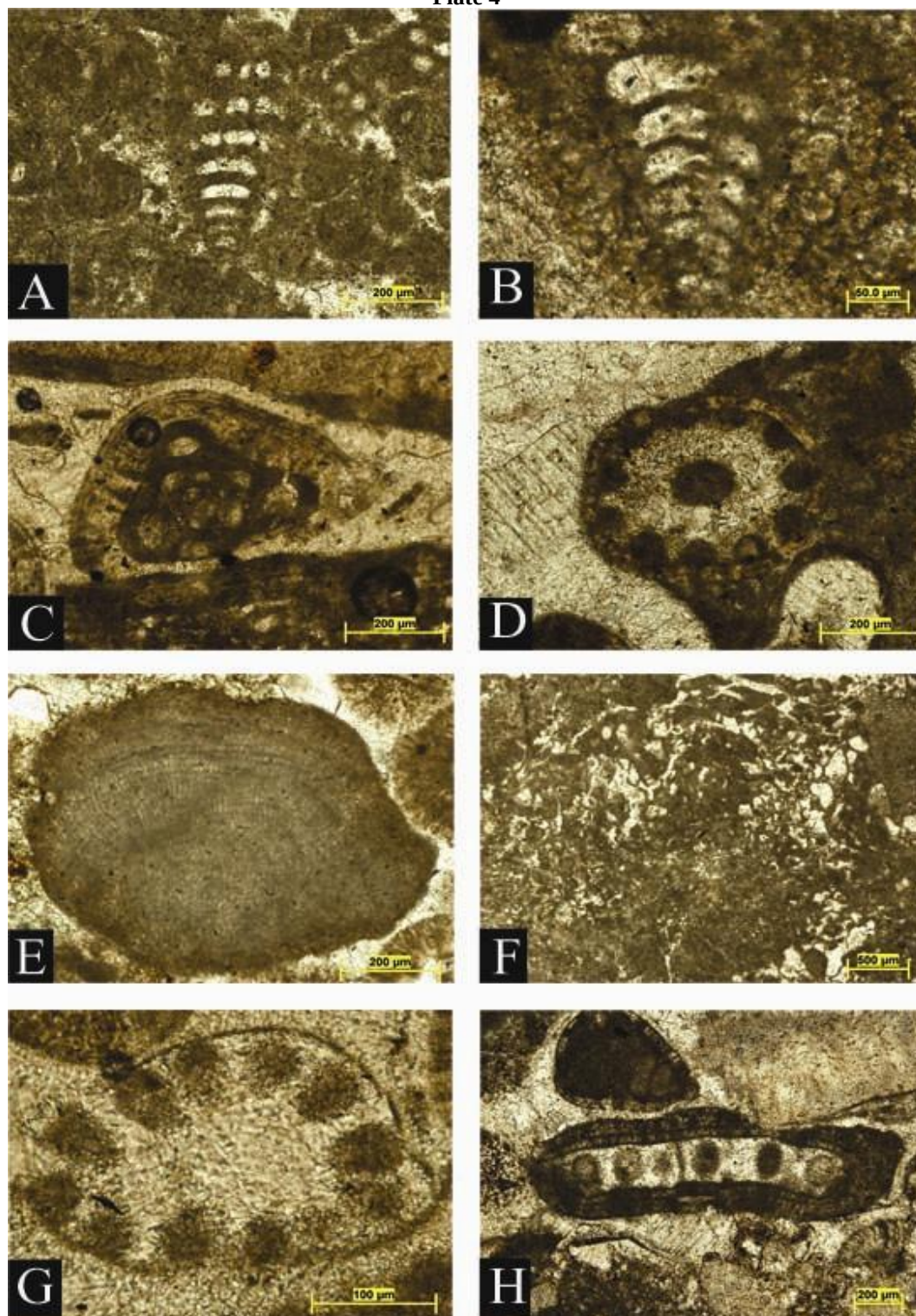


Fig: A: *Vercorsella arenata* Arnau- Vanneau, 1980; B: *Praechrysalidina infracretacea* Luperto Sinni, 1979.; C: *Rummanoloculina* sp.; D: *Carpathoporella occidentalis* Dragastan, 1995; E: *Marinella Lugeoni* Pfender, 1939; F: *Lithocodium aggregatum* (Elliott, 1956); G: *Terquemella* sp.; H: *Neomeris cretacea* Steinmann, 1899,

Plate 5

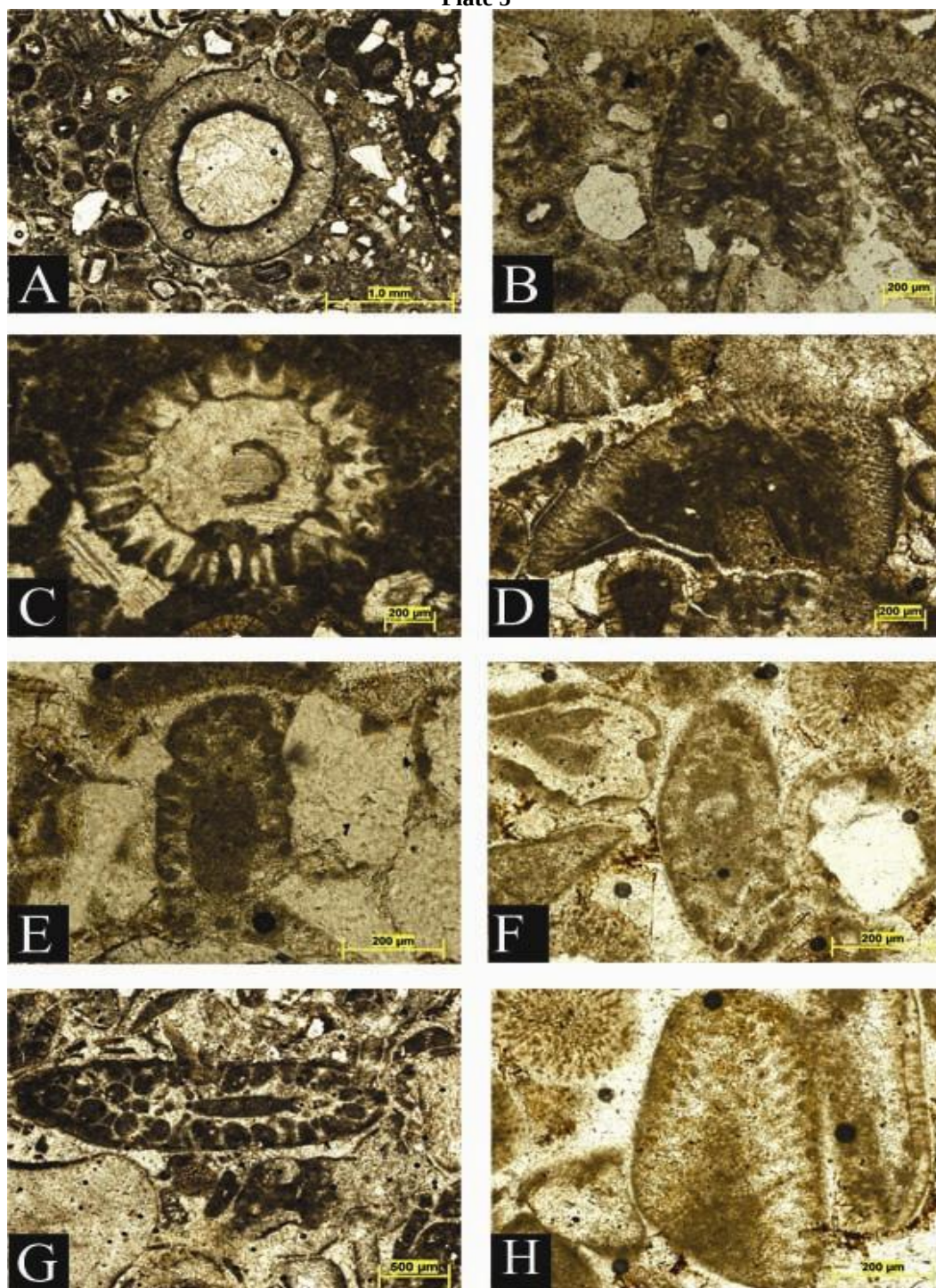


Fig:A: *Arabacodium* sp.; B: *Delloffrella quercifoliipora* Granier and Michaud, 1987; C: *Triploporella bacilliformis* Sokac, 1985; D: *Boueina* sp.; E: *Salpingoporella* cf. *piriniae* Carras & Radoicic 1991; F: *Salpingoporella* cf. *hasi* Conrad, Radoicic & Rey, 1977; G: *Montiella elitzae* (Bakalova, 1971) Radoicic 1980; H: *Permocalculus* cf. *minutus* Bucur, 2003;