

## زیست‌چینه‌نگاری، ریزرخساره‌ها و محیط رسوبی توالی کامپانین - مایستریشتین زیرین ناحیه نصیرکندی در بخش جنوبی حوضه رسوبی مغان، شمال غرب ایران

محبوبه امیدوار<sup>۱</sup>، امرالله صفری<sup>۲\*</sup>، حسین وزیری مقدم<sup>۳</sup>، هرمز فلاوند<sup>۴</sup>

۱- کارشناس ارشد چینه‌نگاری و دیرینه‌شناسی، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۲- دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۳- استاد گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۴- دکتری چینه‌نگاری و دیرینه‌شناسی، شرکت ملی نفت ایران، ایران

\*پست الکترونیک: asafari901@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۱۴

تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۲

### چکیده

ردیف رسوبات کرتاسه بالایی در حوضه مغان از جمله توالی‌های چینه‌ای بااهمیت از دیدگاه اکتشاف ذخایر هیدروکربوری می‌باشند که به تازگی مورد توجه قرار گرفته‌اند. در این مطالعه ۴۹۸ متر از این توالی که متشکل از سنگ آهک رس‌دار با میان‌لایه‌هایی از سنگ‌های آذرآواری توفی و بازالتی است، در یک برش چینه‌شناسی کامل، در بخش جنوبی حوضه مغان (برش نصیرکندی) از دیدگاه رسوب‌شناسی و دیرینه‌شناسی بررسی شده است. مطالعات دیرینه‌شناختی با هدف تعیین سن نسبی این توالی در برش مذکور به شناسایی چهار بایوزون بر اساس روزن‌داران پلانکتون منجر گردیده و سن نسبی توالی کامپانین میانی - پسین تا مایستریشتین پیشین به دست آمده است. مطالعات ریزرخساره‌شناسی در مقیاس صحرایی و میکروسکوپی موجب شناسایی هفت ریزرخساره رسوبی کربناته و یک رخساره سنگی غیررسوبی (آذرین) در این توالی شده است. این ریزرخساره‌ها در طیفی از محیط‌های رسوبی متعلق به بخش‌های درونی، سرایشیب و بیرونی پلاتفرم نهشته شده‌اند. بر مبنای تفسیر رخساره‌ها و کمک گرفتن از مدل‌های استاندارد و مطالعات مشابه در حوضه تیس، مدل رسوبی این توالی از نوع شلف بدون لبه یا رمپ با بخش انتهایی شیب‌دار تفسیر گردیده است.

**واژه‌های کلیدی:** کامپانین؛ مایستریشتین؛ روزن‌داران پلانکتونیک؛ ریزرخساره‌ها؛ پلاتفرم کربناته؛ حوضه مغان.

### مقدمه

سری‌های آواری به سن پلیوسن می‌باشند که حدود ۹۰ درصد از کل ذخایر موجود در این مناطق را تشکیل داده‌اند (Popovich et al., 2007).

در بیست سال گذشته، توالی‌های جدیدی از سنگ‌های مخزنی در بخش‌های مرکزی و غرب آذربایجان (شامل نواحی مرکزی فروافتادگی کورا) شناسایی گردیده است

نواحی جنوبی دریای خزر و بخش‌های غربی آن واقع در ناحیه آذربایجان یکی از مناطق مهم هیدروکربوری در ایران به شمار می‌روند که پس از میدین واقع در زاگرس و خلیج فارس، سومین ذخایر هیدروکربوری کشور را در خود جای داده‌اند (Popovich et al., 2007). در این نواحی، مهمترین توالی‌های تولیدکننده هیدروکربور شامل

چینه‌ای این حوضه به میزان زیادی ناشناخته مانده است. هدف مطالعه حاضر، انجام بررسی‌های رخساره‌ای و دیرینه‌شناختی جهت معرفی رخساره‌ها و تفسیر محیط رسوبی آن‌ها و نیز تفکیک بایوزون‌ها و سکانس‌های رسوبی در توالی‌های چینه‌ای کرتاسه بالایی در یک برش کامل چینه‌شناسی واقع در بخش جنوبی حوضه مغان می‌باشد (شکل ۱).

### زمین‌شناسی و چینه‌شناسی منطقه

حوضه مغان با مختصات جغرافیایی  $38^{\circ} 30'$  تا  $39^{\circ} 42'$  عرض شمالی و  $46^{\circ} 39'$  تا  $48^{\circ} 10'$  طول شرقی از شمال و غرب به جمهوری آذربایجان، از شرق به رشته کوه‌های تالش و از جنوب به ارتفاعات قره‌داغ محدود است و به وسیله رودخانه ارس از دشت کورای جمهوری آذربایجان جدا می‌گردد (شکل ۱). در تقسیم بندی رسوب گذاری - ساختاری دوران سوم، حوضه مغان قسمتی از حوضه پاراتتیس است که از جنوب فرانسه و مدیترانه تا غرب چین گسترش داشته و در سیستم پشت قوسی و کمان آتشفشانی شکل گرفته و تکامل یافته است (Adamia et al., 2011). تاریخچه تکامل زمین‌شناختی و ساختمانی حوضه مغان به موقعیت قرارگیری آن در شمال پهنه چین خورده - تراستی تالش - قفقاز کوچک برمی‌گردد. این ناحیه در حاشیه دو صفحه برخوردی اوراسیا - عربی قرار دارد. همگرایی این دو صفحه تکتونیکی هنوز هم ادامه دارد و چیزی حدود ۲۰ تا ۳۰ میلی‌متر در سال تخمین زده شده است (Adamia et al., 2011). این منطقه قسمتی از کمربند کوه‌زایی آلپ - هیمالیا به عنوان بزرگترین منطقه برخورد قاره‌ای جهان می‌باشد. در واقع می‌توان گفت، موقعیت تکتونیکی آن سبب فشرده شدن و در نهایت گسلش بسیاری در این ناحیه شده است (Khain et al., 1975; Demets et al., 1990).

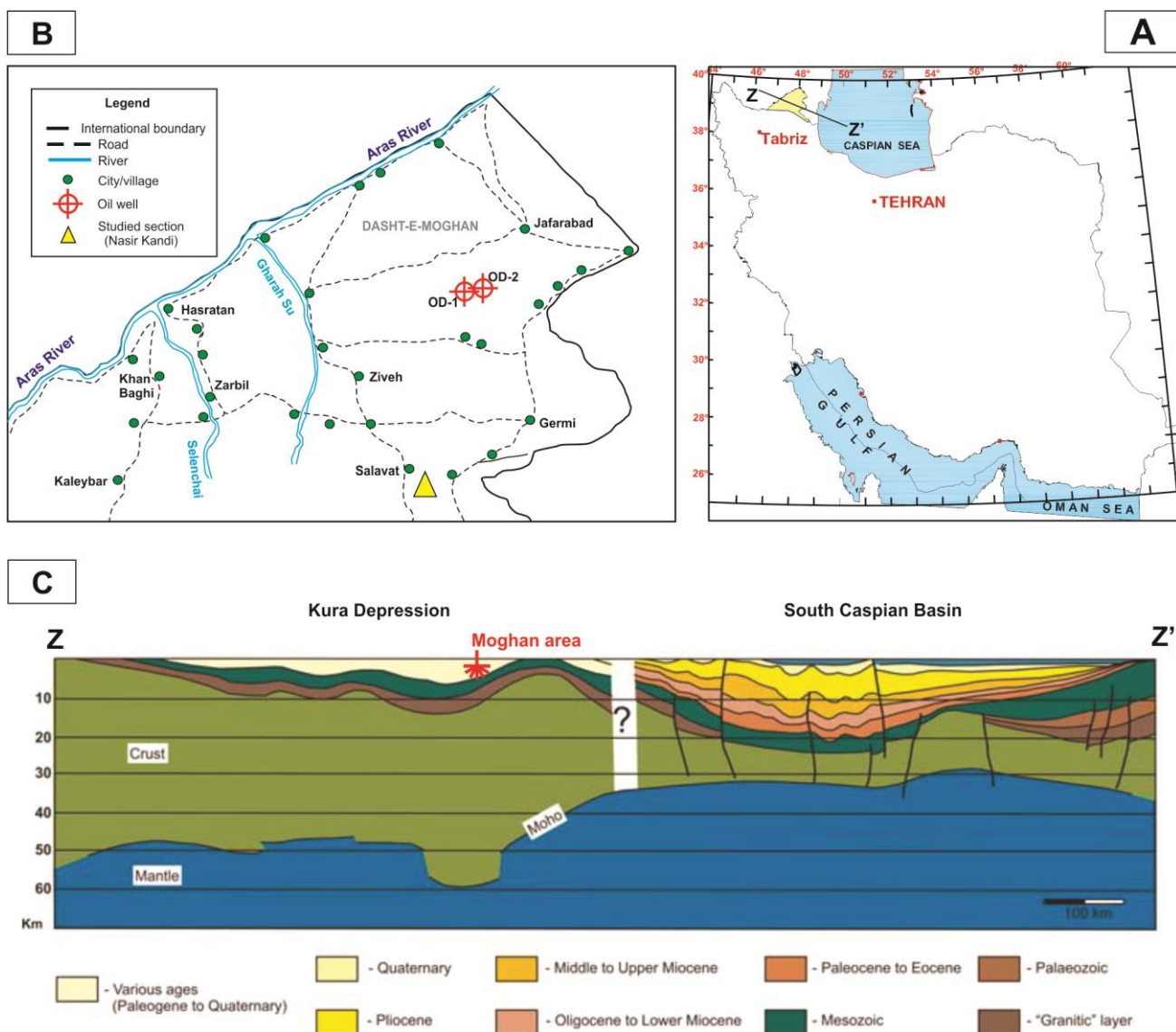
که از جمله مهمترین آن‌ها، سنگ‌های مختلط آواری - کربناته شکسته شده در افق‌های کرتاسه بالایی می‌باشد (Lerche et al., 1997). وجود چشمه‌های نفتی و استخراج نفت از توالی‌های رسوبی کرتاسه بالایی در نواحی مجاور واقع در کشور آذربایجان حاکی از اهمیت بالای مخزنی این افق‌ها است (Popovich et al., 2007). اولین مطالعات زمین‌شناسی با هدف اکتشاف هیدروکربور در این ناحیه در سال‌های ۱۹۵۰ تا ۱۹۷۰ توسط زمین‌شناسان شرکت ملی نفت ایران (NIOC) و انسیتو نفت فرانسه (IFP) صورت گرفته است. نتایج این مطالعات نشان داد که ناحیه مغان از پتانسیل بالایی جهت بهره برداری هیدروکربور برخوردار می‌باشد. طی سال‌های ۱۹۶۱ تا ۱۹۶۵، برداشت‌های ژئوفیزیکی شامل مطالعات گرانی‌سنجی، مغناطیس‌سنجی و لرزه‌نگاری نشان داد تله‌های ساختمانی مهمی در ناحیه مغان وجود دارد که می‌توانند مقدار بالایی از ذخایر هیدروکربوری را در خود جای دهند (Popovich et al., 2007).

در سال ۱۹۶۶، اولین چاه اکتشافی این ناحیه بر روی تاقدیس ارتاداغ حفاری گردید و پس از آن، هفت چاه دیگر نیز در سایر بخش‌های ناحیه مغان حفر شد. نقشه برداری زمین‌شناسی و ساختاری به همراه مطالعات چینه‌نگاری و ارزیابی سنگ‌های منشأ در توالی‌های رسوبی کرتاسه و سنوزوئیک حوضه مغان از جمله مطالعات بعدی انجام گرفته در این ناحیه بودند (Popovich et al., 2007). به تازگی، مدل سازی زمین‌شناسی و اکتشافی این ناحیه توسط شرکت نفتی لوکویل (Lukoil) روسیه و برداشت‌های جدید ژئوفیزیکی توسط شرکت اینا (INA) صورت پذیرفته است.

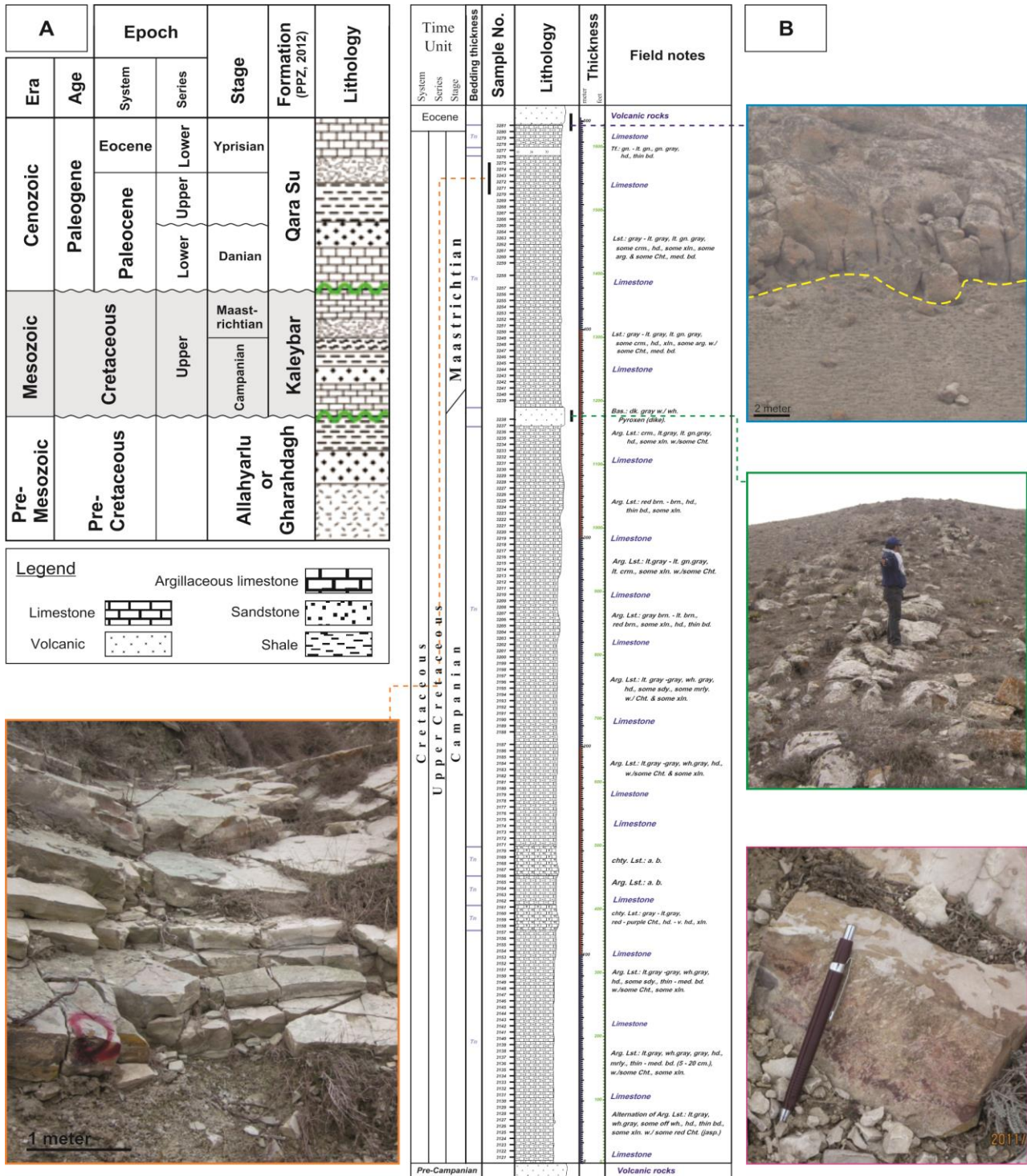
با وجود مطالعات صورت گرفته تاکنون، ویژگی‌های مختلف رخساره‌ای، محیط رسوب گذاری، زیست‌چینه‌نگاری و شناخت سکانس‌های رسوبی توالی‌های

نهشته‌های کربناته و در رأس آن بخش آذرین با ضخامت ۱۵ متر اندازه‌گیری و مطالعه شده‌اند (شکل ۲). این توالی شامل سنگ آهک‌های نازک لایه آرژیلی با میان لایه‌هایی از بازالت و به سمت بالا توف می‌باشد که در برخی افق‌ها همراه با سنگ آهک چرتی هستند. حضور بازالت همراه با سنگ آهک‌های پلاژیک در جنوب آذربایجان و شمال غرب ایران (حوضه مغان) شواهدی از فعالیت‌های تکتونیکی اواخر مزوزوئیک در این بخش می‌باشند (Lerche et al., 1997).

برش مورد مطالعه در این پژوهش (برش نصیرکندی) دارای مختصات جغرافیایی  $47^{\circ} 41' 5''$  طول شرقی و  $23^{\circ} 7'$  عرض شمالی می‌باشد و در بخش جنوبی حوضه رسوبی مغان واقع گردیده است (شکل ۱). برای دستیابی باید به این برش پس از طی مسافت ۲۲ کیلومتر از دوراهی قره‌آقاش به اردبیل و به سوی جنوب به روستای صلوات رسیده و سپس در جهت شرق حدود ۵ کیلومتر طی مسیر نموده تا به روستای نصیرکندی و محل برش رسید. در این برش، توالی کرتاسه بالایی با ضخامت ۴۹۸ متر شامل



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی و زمین شناسی حوضه مغان در شمال غرب ایران (A) و موقعیت برش نصیرکندی واقع در بخش جنوبی این حوضه (B); (C) نیمرخ ساختاری از حاشیه شمال غربی ایران و جنوب شرق آذربایجان شامل فروافتادگی کورا و حوضه مغان در بخش جنوب شرقی آن (تلفیق شده با تغییراتی از صاحب نوری، ۱۳۸۳ و Baranova et al., 1991).



شکل ۲: ستون چینه شناسی توالی رسوبی کرتاسه بالایی حوضه مغان (A) و ستون سنگ شناسی به همراه تصاویر صحرایی از بخش‌های مختلف این توالی در برش نصیرکندی واقع در بخش جنوبی حوضه مغان (B).

وجود یک ناپوستگی فرسایشی مشخص می‌گردد (شکل ۲). بر روی سطح فرسایشی واقع در رأس این رسوبات، توالی‌های آذرین به سن ائوسن گسترش یافته‌اند (شکل ۲).

مرز زیرین توالی کرتاسه بالایی (کامپانین - مایستریشتین آغازی) در برش نصیرکندی، با وجود یک ناپوستگی آذرینی و گسترش گدازه‌های بالشی و مرز بالایی آن با

### زیست چینه نگاری

به منظور شناسایی جنس‌ها و گونه‌های فسیلی در توالی رسوبی کرتاسه بالایی برش نصیرکندی از منابع مختلفی استفاده شده است (برای مثال: Caron, Postuma, 1971؛ Premoli Silva & Loeblich & Tappan, 1988؛ Verga, 2004). به طور کلی با مطالعه ۲۴۳ مقطع نازک از ۱۶۱ نمونه دستی، تعداد ۱۴ جنس و ۲۷ گونه از روزن‌داران پلانکتون شناسایی شد (شکل ۳). بر اساس محدوده گسترش چینه شناسی و ظهور گونه‌های مختلف روزن‌داران پلانکتون، چهار بایوزون در برش مورد مطالعه شناسایی گردیده است که منطبق بر بایوزون‌های معرفی شده توسط Premoli Silva & Verga (2004) هستند. این بایوزون‌ها از قاعده به سمت رأس توالی رسوبی مطالعه شده عبارتند از (شکل ۴):

#### 1- Globotruncana ventricosa Zone

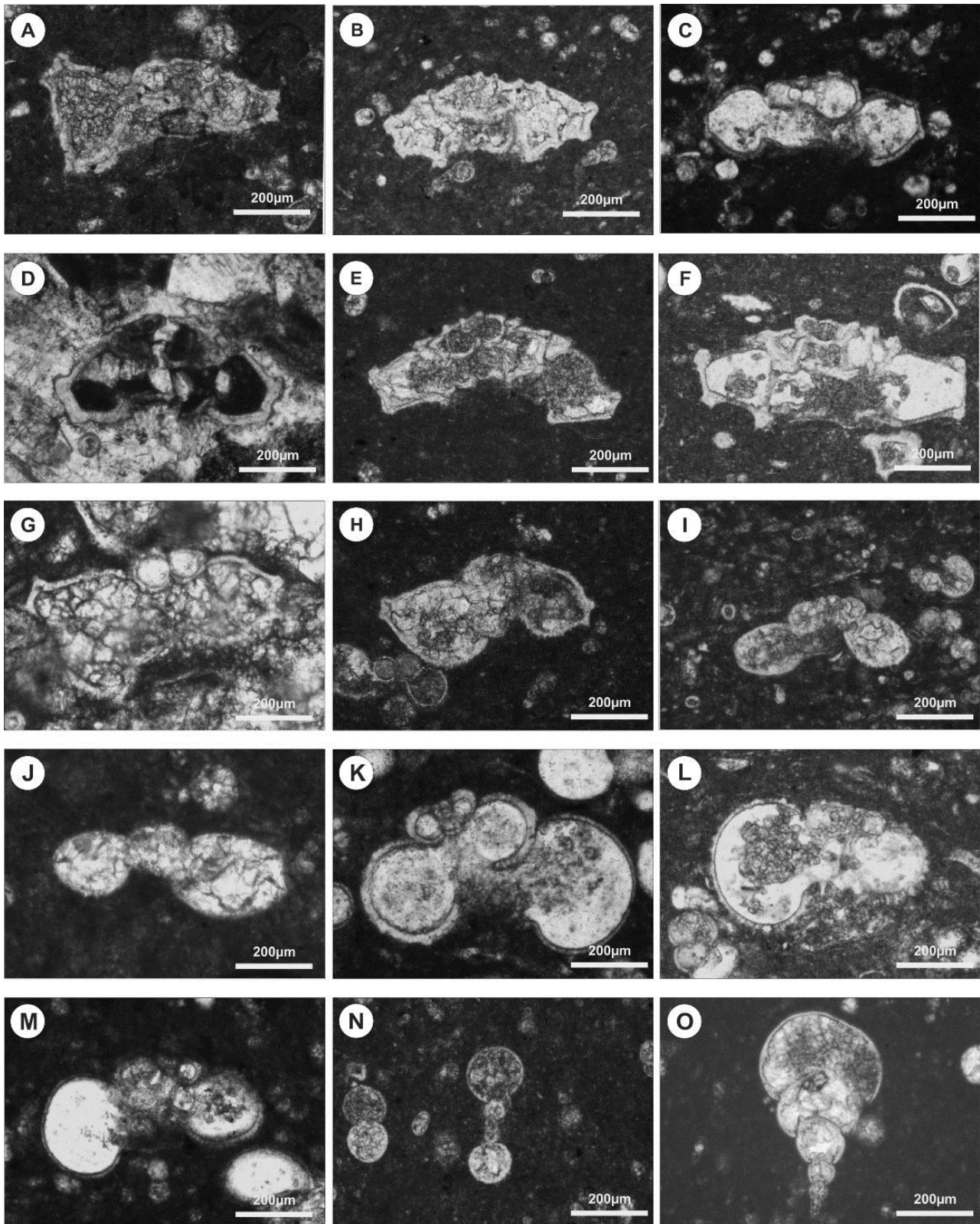
این بایوزون با ضخامت ۱۵ متر از نوع بینابینی بوده و حد زیرین آن با اولین حضور گونه *Globotruncana ventricosa* و حد بالایی آن با اولین حضور گونه *Radotruncana calcarata* مشخص می‌شود (شکل ۴). در این مطالعه، به دلیل نبود گونه *Radotruncana calcarata*، حد بالایی این بایوزون با ظهور گونه *Globotruncanella havanensis* مشخص شده است. فسیل‌های همراه در این بایوزون شامل *Archeoglobigerina cretacea*، *Globotruncana bulloides*، *Globotruncana arca*، *Globotruncana lapparenti*، *Globotruncana hilli*، *Heterohelix globulosa*، *Globotruncana linneiana*، *Rugoglobigerina Macrolobigerinelloides bollii*، *Rugoglobigerina rugosa hexacamerata* و radiolarian، oligosteginids و textularid می‌باشند (شکل ۳).

عدم نام‌گذاری رسمی چینه شناسی برای توالی‌های رسوبی این ناحیه سبب شده است تا در این مطالعه از آن‌ها تحت عنوان توالی رسوبی کرتاسه بالایی نام برده شود. توالی رسوبی کرتاسه بالایی حوضه مغان در برخی مطالعات زیر نظر شرکت نفت به طور غیر رسمی تحت عنوان سازند کلیبر نام‌گذاری شده‌اند.

### روش مطالعه

در مطالعات صحرایی انجام شده بر روی توالی رسوبی کرتاسه بالایی برش نصیرکندی، ساختارهای رسوبی، طرح‌های لایه بندی و عوارض ساختاری ثبت شده‌اند. نمونه‌برداری ماکروسکپی با هدف انجام مطالعات رخساره‌ای و دیرینه شناسی صورت گرفته و در مجموع تعداد ۱۶۱ نمونه دستی برداشت شده است.

به منظور تفکیک بایوزون‌ها و تعیین سن نسبی توالی مورد مطالعه، محتوای فسیلی موجود در نمونه‌های برداشت شده به طور دقیق مشخص شده و محدوده گسترش چینه‌شناسی آن‌ها در طول برش مورد مطالعه در قالب نمودار پراکنندگی عمودی و ستون زیست‌چینه‌ای ترسیم شده است. بایوزون‌های موجود در این توالی با استفاده از محدوده‌های گسترش و ظهور گونه‌های مختلف از روزن‌داران پلانکتون تعیین شده و با بایوزون‌های معرفی شده از افق‌های چینه‌شناسی معادل در نواحی مجاور در حوضه تتیس مقایسه شده‌اند. مطالعه ریزرخساره‌های رسوبی با بررسی ویژگی‌های بافتی و محتوای اسکلتی و غیراسکلتی مقاطع نازک میکروسکپی و تلفیق آن‌ها با نتایج مطالعات صحرایی انجام شده است. نام‌گذاری و تفسیر رخساره‌ها با استفاده از طبقه‌بندی‌های رایج نظیر طبقه بندی اصلاح شده Dunhum توسط Embry & Klovan (1971) و با کمک از مدل‌های استاندارد رخساره‌ای نظیر Flügel (2010) صورت گرفته است.



شکل ۳: تصاویر میکروسکوپی از مهمترین روزن‌داران پلانکتون شناسایی شده در توالی رسوبی کرتاسه بالایی برش نصیرکندی

A) *Globotruncana ventricosa*, sample No. NAAG-3196, B) *Globotruncana lapparenti*, sample No. NAAG-3160, C) *Globotruncana bulloides*, sample No. NAAG-3249, D) *Globotruncana arca*, sample No. NAAG-3130, E) *Contusotruncana fornicata*, sample No. NAAG-3168, F) *Globotruncana linnieana*, sample No. NAAG-3256, G) *Globotruncana aegyptiaca*, sample No. NAAG-3251, H) *Globotruncana rosetta*, sample No. NAAG-3232, I) *Globotruncanella havanensis*, sample No. NAAG-3144, J) *Globotruncanella minuta*, sample No. NAAG-3255, K) *Rugoglobigerina milamensis*, sample No. NAAG-3250, L) *Rugoglobigerina macrocephala*, sample No. NAAG-3256, M) *Rugoglobigerina hexacamerata*, sample No. NAAG-3244, N) *Macroglobigerinelloides bollii*, sample No. NAAG-3198, O) *Pseudotextularia nuttalli*, sample No. NAAG-3214.

حوضه آذربایجان، بایوزون *Radotruncana calcarata* را به کامپانین پسین نسبت داده است. (1997) Lerche *et al.* با مطالعه نهشته‌های کرتاسه بالایی در دو چاه مرادخانلی و امیرار در ناحیه فروافتادگی کورا در جنوب کشور آذربایجان، سن کامپانین را بر اساس حضور روزن‌داران پلانکتون برای این بایوزون تعیین نموده‌اند.

### 3- *Globotruncana aegyptiaca* Zone

این بایوزون با ضخامت ۱۴۴ متر از نوع بینابینی بوده، حد زیرین آن با ظهور گونه همانم و حد بالایی با ظهور گونه *Gansserina gansseri* مشخص می‌شود (شکل ۴). فسیل‌های همراه در این بایوزون شامل *Contusotruncana wiedenmayeri fornicata*، *Gansserina linneiana lapparenti*، *Globotruncana bulloides*، *Globotruncana globulosa havanensis*، *Heterohelix Macroglobigerinelloides bollii*، *Pseudotextularia rugosa pennyi*، *Rugoglobigerina hexacamerata elegans*، *Rugoglobigerina macrocephala*، *Schackoina rugosa pennyi* و *Radiolarian Inoceramus sp. cenomana* textularids می‌باشد (شکل ۳). سن این توالی بر اساس زون بندی Premoli Silva & Verga (2004) در حوضه تتیس، به کامپانین پسین تا انتهای کامپانین نسبت داده شده است. این بایوزون با بایوزون‌های ارائه شده توسط Caron (1976)، Sliter (1989) و Robaszynski & Caron (1995) مطابقت دارد.

### 4- *Gansserina gansseri* Zone

این بایوزون با ضخامت ۲۴۹ متر از نوع بینابینی بوده، حد زیرین آن با ظهور گونه همانم و حد بالایی آن با ظهور گونه

سن این توالی بر اساس زون بندی Premoli Silva & Verga (2004) برای حوضه تتیس، به کامپانین میانی تا پسین نسبت داده شده است. این بایوزون با بایوزون *Globotruncana ventricosa* در نوشته‌های Sliter (1989)، Robaszynski & Caron (1995) و Vaziri-Moghaddam (2002) قابل انطباق است. همچنین در حوضه آذربایجان این بایوزون معادل با بخشی از بایوزون *Globotruncanita stuarti* می‌باشد (Azizbecova, 1988).

### 2- *Globotruncanella havanensis* Zone

این بایوزون با ضخامت ۹۰ متر از نوع زون گستره‌ای بخشی بوده و حد زیرین آن با ظهور گونه همانم و حد بالایی با ظهور گونه *Globotruncana aegyptiaca* مشخص می‌شود. در این مطالعه به دلیل نبود گونه *Radotruncana calcarata*، شروع این بایوزون با ظهور گونه *Globotruncana havanensis* در نمونه شماره NAAG-3125 تعیین شده است (شکل ۴). فسیل‌های همراه در این بایوزون شامل *Archeoglobigerina cretacea*، *Globotruncana bulloides*، *Globotruncana arca*، *Globotruncana lapparenti*، *Globotruncana hilli*، *Globotruncana linneiana*، *Heterohelix globulosa ventricosa*، *Rugoglobigerina Macroglobigerinelloides bollii*، *Rugoglobigerina macrocephala hexacamerata*، *Textularids rugosa*، *Rugoglobigerina rugosa* و oligosteginids radiolarian می‌باشد (شکل ۳). سن این توالی بر اساس زون بندی Premoli Silva & Verga (2004) در حوضه تتیس، به کامپانین پسین نسبت داده شده است. این بایوزون با بایوزون *Globotruncanita stuarti* ارائه شده توسط Vaziri-Moghaddam (2002) مطابقت دارد. Azizbecova (1988) با مطالعه توالی کرتاسه بالایی

(Lerche et al., 1997). ضخامت رسوبات کرتاسه بالایی در حوضه آذربایجان به حدود ۲۳۰۰ متر می‌رسد. در کرتاسه بالایی دو کفه‌ای *Inoceramus* و بلمنیت‌ها از جمله فراوان‌ترین موجودات در این حوضه به شمار می‌رفتند، در حالی که سایر موجودات نظیر آمونیت‌ها، روزن‌داران و رادیولرها از فراوانی کمتری برخوردار بوده‌اند. بر اساس مطالعه بلمنیت‌ها، سه بایوزون *Belemnitella mucronata* و *Belemnitella mucronata senior mucronata* برای نهشته‌های کامپانین حوضه آذربایجان معرفی شده است (Alizadeh, 1972). همچنین، بر اساس روزن‌داران پلانکتون دو بایوزون *Radotruncana calcarata* و *Globotruncanita stuarti* برای نهشته‌های کامپانین حوضه آذربایجان معرفی شده است (Azizbecova, 1988). بر اساس رادیولرها، بایوزون تجمعی *Patellula verteroensis* - *Gongylothorax verbeeki* برای نهشته‌های کامپانین - مایستریشتین حوضه آذربایجان معرفی شده است (Abbasov, 1985). در جدیدترین مطالعات دیرینه‌شناسی صورت گرفته در حوضه مغان که در سال ۱۳۹۱ و توسط زمین‌شناسان شرکت ملی نفت ایران انجام شد (گزارش شماره ۲۳۱۷)، توالی کرتاسه بالایی این ناحیه تحت عنوان سازند غیررسمی کلیبر نام‌گذاری شد و ۶ بایوزون برای روزن‌داران پلانکتون تعیین گردید.

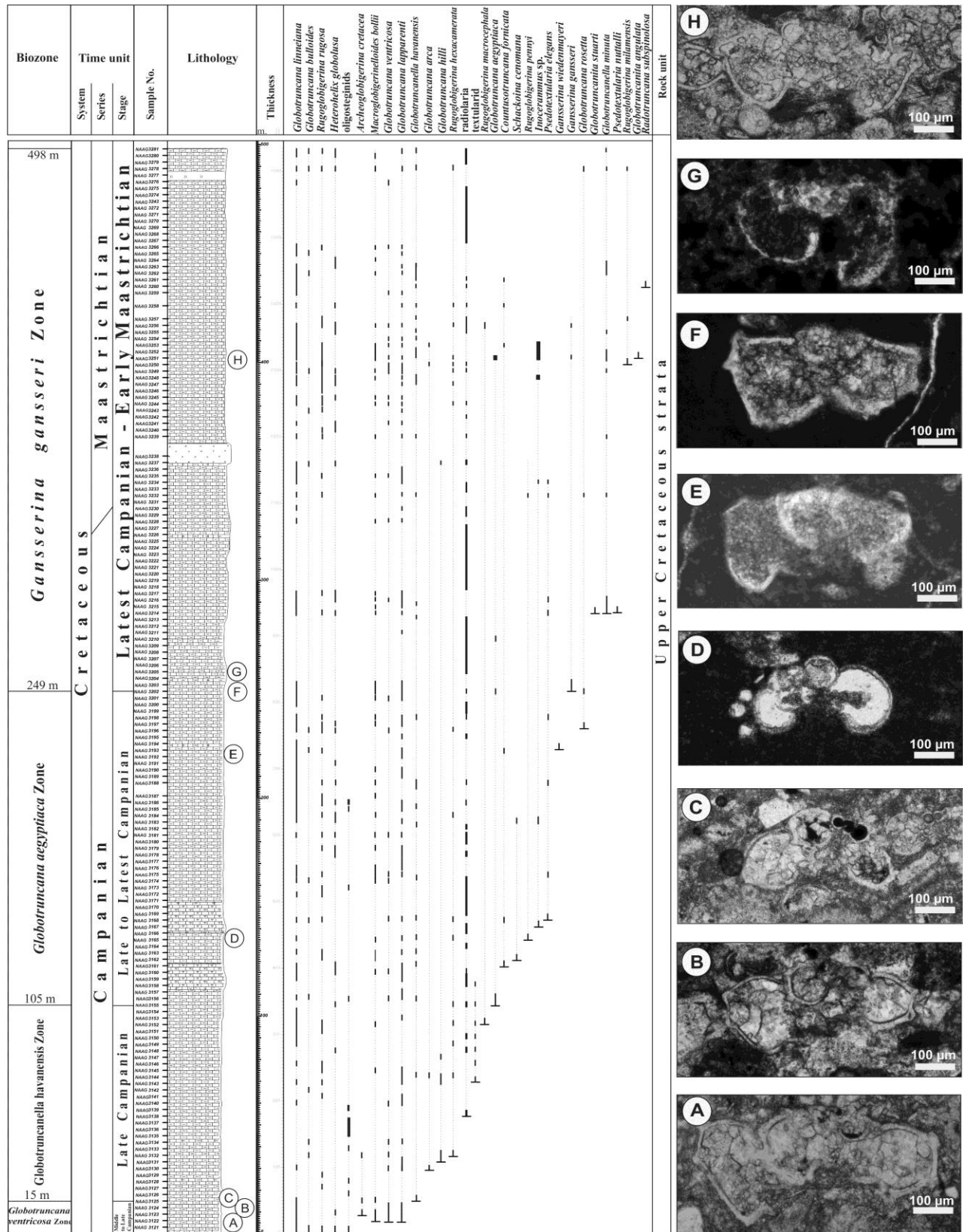
### ریزرخساره‌ها و محیط رسوبی

مطالعات انجام گرفته بر روی توالی رسوبی کرتاسه بالایی برش نصیرکندی به شناسایی هشت ریزرخساره رسوبی منجر گردید که از این میان، هفت ریزرخساره کربناته (میکروفاسیس) و یک رخساره سنگی غیررسوبی (آذرین) می‌باشند (جدول ۱).

*Contusotruncana contusa* مشخص می‌شود (شکل ۴). در این مطالعه به دلیل نبود گونه *Contusotruncana contusa* در انتهای توالی و با توجه به فسیل‌های همراه، این بایوزون تا انتهای برش مورد مطالعه ادامه می‌یابد. فسیل‌های همراه در این بایوزون شامل *Contusotruncana Globotruncana arca fornicata*، *Globotruncana Globotruncana hilli bulloides*، *Globotruncana linneiana dapparenti*، *Globotruncana ventricosa cana rosetta*، *Globotruncanella Globotruncanella havanensis*، *Globotruncanita angulata minuta*، *Macroglobigerinelloides bollii canita stuarti*، *Pseudotextularia Pseudotextularia elegans*، *Rugoglobigerina subspinolosa nuttalli*، *Rugoglobigerina gerina hexacamerata*، *Rugoglobigerina milamensis macrocephala*، *Rugoglobigerina Rugoglobigerina pennyi* و *Inoceramus sp. rugosa* می‌باشند (شکل ۳). سن این توالی بر اساس زون بندی Premoli Silva & Verga (2004) در حوضه تتیس، اواخر کامپانین پسین تا مایستریشتین پیشین معرفی شده است. این بایوزون با بایوزون‌های ارائه شده توسط Caron (1976)، Sliter (1989)، Robaszynski & Caron (1995) و Vaziri (2002) Moghaddam مطابقت دارد.

در گزارش‌های مختلف شرکت ملی نفت ایران روزن‌داران پلانکتون از توالی رسوبی کرتاسه بالایی این ناحیه گزارش شده‌اند (Bahramizadeh, 1979, 2012؛ Taraz, 1951؛ Bakhshi, 2003). در حوضه آذربایجان که تشابه رسوب‌گذاری خوبی با حوضه مغان دارد، مطالعات جامعی بر روی ماکروفسیل‌ها و میکروفسیل‌ها انجام شده است





شکل ۴: نمودار انتشار قائم روزن‌داران پلانکتون و بایوزون‌های شناسایی شده بر اساس آن‌ها در توالی مورد مطالعه در برش نصیرکندی. تصاویر میکروسکوپی برخی از گونه‌های مهم بخش‌های مختلف توالی ارائه شده‌اند. این گونه‌ها شامل (A-B) *Globotruncana ventricosa* (C) *Globotruncanella* (D) *Rugoglobigerina pennyi* (E) *Gansserina wiedenmayeri* (F) *Globotruncana aegyptiaca* (G) *Gansserina gansseri* و (H) *Globotruncanella angulata* هستند.

در زیر به توصیف این ریزرخساره‌ها و تفسیر محیط‌های رسوبی آن‌ها پرداخته می‌شود. جهت ارائه تفسیر محیطی، از مدل‌های استاندارد رخساره‌ای نظیر Flügel (2010) و نیز مطالعات و تفسیر رخساره‌ای مشابه در پلاتفرم‌های عهدحاضر و قدیمه در نواحی مجاور حوضه تیس استفاده شده است.

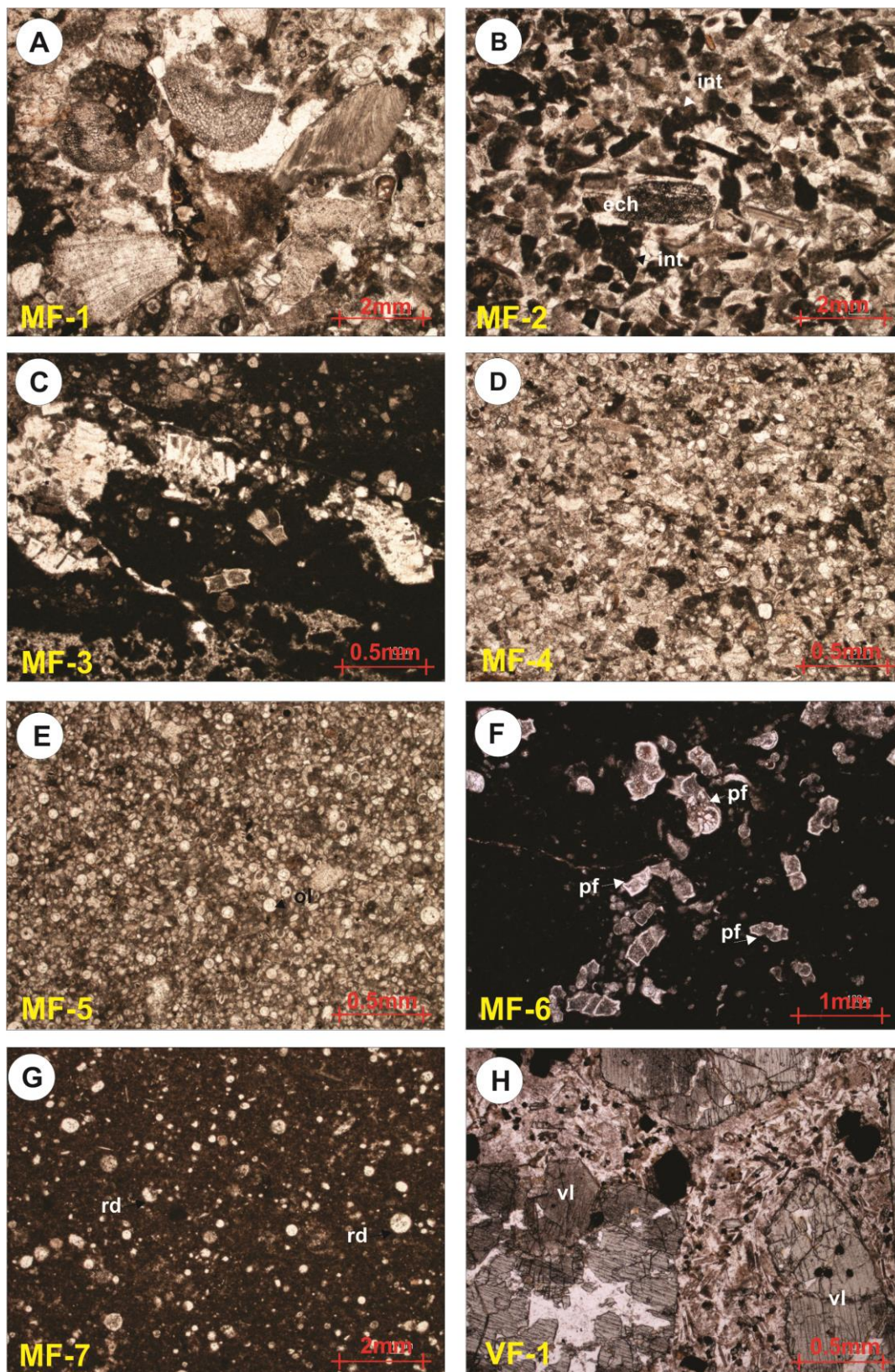
### ریزرخساره پکستون تا گریستون حاوی روزن‌داران کفزی و پلانکتون و خرده‌های اسکلتی (MF1)

این ریزرخساره رسوبی با وجود بافت دانه غالب (پکستون و گریستون) و حضور فراوان روزن‌داران کفزی (نظیر *Textularia sp.*, *Lenticulina sp.*, *Gaudryina sp.* پلانکتون (نظیر *Globotruncana bulloides*، *Globotruncana linnieana* و *Globotruncana ventricosa*) به همراه خرده‌های اسکلتی (شامل خارپوستان و دوکفه‌ای‌ها مانند رودیست‌ها) مشخص می‌شود (شکل ۵). در مطالعات صحرایی، این ریزرخساره با وجود ترکیب سنگ شناسی سنگ آهک تمیز به رنگ روشن و با وجود برخی قطعات درشت اسکلتی قابل مشاهده است. در برش نصیرکندی، این ریزرخساره در بخش پایینی توالی مورد مطالعه شناسایی شده است و با ریزرخساره‌های متعلق به بخش‌های بیرونی و عمیق پلاتفرم (MF4) همراهی دارد (شکل ۶). همراهی موجودات مربوط به محیط‌های کم‌عمق (رودیست‌ها و روزن‌داران کفزی) و فونای دریای باز و عمیق (خارپوستان و روزن‌داران پلانکتون) حاکی از یک آشفستگی در ریزرخساره فوق هستند. از سوی دیگر، درجات بالای خردشدگی در ذرات اسکلتی و بافت دانه غالب این ریزرخساره حاکی از شرایط پراثری می‌باشد. در پلاتفرم‌های کربناته، چنین شرایطی اغلب در اطراف

سطوح اثری، جایی که عملکرد مداوم امواج و جریان‌ها باعث شسته شدن و خروج رسوبات ریزدانه از محیط می‌شوند، وجود دارد. کمربندهای رخساره‌ای پراثری موسوم به شول‌های کربناته اغلب در اطراف همین سطوح گسترش می‌یابند. شول‌ها می‌توانند در نواحی کم عمق درونی و یا بخش‌های بیرونی پلاتفرم گسترش یابند که هر یک با مشخصات رخساره‌ای و بافتی خاص خود و نیز با توجه به رخساره‌های همراه قابل شناسایی هستند. حضور چشمگیر موجودات دریای باز و عمیق در این رخساره و نیز همراهی آن با رخساره‌های مربوط به نواحی عمیق حاکی از نهشته شدن در بخش‌های حاشیه‌ای پلاتفرم درونی است. با این توضیحات، محیط رسوبی این رخساره در نواحی پراثری واقع در اطراف سطح استهلاک امواج در بخش‌های درونی پلاتفرم کربناته در نظر گرفته شده است (Flügel, 2010).

### ریزرخساره پکستون تا گریستون حاوی اینتراکلت و بایوکلست (MF2)

این ریزرخساره دانه غالب به واسطه حضور درصد بالای اینتراکلت‌ها و خرده‌های اسکلتی مشخص می‌شود. بایوکلست‌ها شامل خرده‌های اکیئوئید، بریوزوئر، دوکفه‌ای‌ها و جلبک‌ها (جلبک قرمز *Lithophyllum*) هستند. اینتراکلت‌ها نیز با اندازه‌های متنوع (بین ۲ میلی‌متر تا ۵ سانتی‌متر) و با فراوانی بین ۲۰ تا ۵۰ درصد در این ریزرخساره مشاهده می‌شوند (شکل ۵). روزن‌داران کفزی و پلانکتون به همراه درصد کمی دانه‌های کوارتز نیز در این ریزرخساره حضور دارند. ضخامت قابل ملاحظه‌ای از رخساره‌های اینتراکلتی در بخش پایینی توالی مورد مطالعه در برش نصیرکندی وجود دارد.



شکل ۵: تصاویر میکروسکوپی از رخساره‌های شناسایی شده در توالی رسوبی کوتاه بالا (کامپانین) در برش نصیرکندی؛ (A) ریزرخساره پکستون تا گرینستون حاوی روزن‌داران کف‌زی و پلانکتون و خرده‌های اسکلتی؛ (B) ریزرخساره پکستون تا گرینستون حاوی اینتراکلت و بایوکلست (int: اینتراکلت، ech: اکتینوئید)، (C) ریزرخساره برش آهکی؛ (D) ریزرخساره پکستون حاوی خرده‌های ریز اسکلتی، الیگوسترژینید و روزن‌داران پلانکتون؛ (E) ریزرخساره مادستون تا وکستون حاوی الیگوسترژینید (ol); (F) ریزرخساره مادستون تا وکستون حاوی روزن‌داران پلانکتون (pf: روزن‌داران پلانکتون)؛ (G) ریزرخساره وکستون تا پکستون سرشار از رادیولر (rd: رادیولر)؛ (H) رخساره سنگی آتشفشانی (vl: قطعات آتشفشانی)

جدول ۱: مشخصات مربوط رخساره‌های میکروسکوپی شناسایی شده در توالی‌های رسوبی کرتاسه بالایی (کامپانین - مایستریشتین زیرین) برش نصیرکندی. این مشخصات شامل بافت و ساخت‌های رسوبی، اجزای غالب اسکلتی و غیراسکلتی، رخساره‌های همراه و زیرمحیط رسوبی رخساره‌های مختلف می‌باشند.

محیط رسوبی	رخساره‌های همراه	ساخت رسوبی	اجزای غالب		عنوان رخساره	کد رخساره
			غیر اسکلتی	اسکلتی		
پلاتفرم درونی	MF4	لایه بندی و لامیناسیون مورب	پلوئید	روزن‌داران کفزی و پلانکتون، خرده‌های خارپوستان، رودیست‌ها و سایر دوکفه‌ای‌ها	پکستون تا گرینستون حاوی روزن‌داران کفزی و پلانکتون و خرده‌های اسکلتی	MF1
سراشیب پلاتفرم	MF5, MF6	-	اینتراکلست، کوارتز	خرده‌های اکینوئید، بریوزوئر، دوکفه‌ای‌ها و جلبک‌های قرمز	پکستون تا گرینستون حاوی اینتراکلست و بایوکلست	MF2
سراشیب پلاتفرم	MF4, MF6	-	اینتراکلست‌های درشت	روزن‌داران پلانکتون، رادیولر، قطعات بسیار ریز خارپوستان	برش آهکی	MF3
پلاتفرم بیرونی	MF5, MF6, MF7	لامیناسیون مورب	کوارتز، گلاکونیت	الیگوستژینید، روزن‌داران پلانکتون، قطعات ریز خارپوستان و دوکفه‌ای‌ها	پکستون حاوی خرده‌های ریز اسکلتی، الیگوستژینید و روزن‌داران پلانکتون	MF4
پلاتفرم بیرونی	MF2, MF4, MF6	زیست آشفستگی	کانی‌های تیره، گلاکونیت	الیگوستژینید، روزن‌داران پلانکتون، قطعات ریز خارپوستان و استراکد	مادستون تا وکستون حاوی الیگوستژینید	MF5
پلاتفرم بیرونی	MF4, MF5, MF7	-	کانی‌های تیره، گلاکونیت	روزن‌داران پلانکتون، الیگوستژینید، قطعات ریز خارپوستان و استراکد	مادستون تا وکستون حاوی روزن‌داران پلانکتون	MF6
حوضه	MF4, MF5, MF6	-	کوارتز، چرت	رادیولر	وکستون تا پکستون سرشار از رادیولر	MF7
-	-	-	الیوین، پیروکسن، شیشه آتشفشانی	-	رخساره آتش‌فشانی (توف/ بازالت)	VF1

تا این رخساره به عنوان رسوبات حمل مجدد یافته و دوباره نهشته شده در نظر گرفته شود. چنین رخساره‌هایی اغلب در بخش‌های بیرونی پلاتفرم کربناته و یا در اطراف سطح استهلاک امواج طوفانی<sup>۱</sup> تشکیل می‌شوند ( Flügel, 2010). نظیر چنین رخساره‌هایی از پلاتفرم‌های کربناته قدیمه و عهد حاضر در نقاط مختلف جهان گزارش شده‌اند (نظیر Molina et al., 1997; Pérez-López & Pérez-Valera, 2012). این رخساره را می‌توان معادل با رخساره استاندارد شماره ۸ در نوشته Flügel (2010) برای رمپ‌های کربناته (پکستون تا گرینستون حاوی خرده‌های اسکلتی مختلف و اینتراکلست‌ها) در نظر گرفت که محیط تشکیل آن در انتهای رمپ میانی در نظر گرفته شده است.

این رخساره در بالاترین بخش توالی نیز با ضخامت کم مشاهده می‌شود (شکل ۶). از نظر همراهی رخساره‌ای، این رخساره اغلب با رخساره‌های عمیق (مادستون تا وکستون‌های پلاژیک و رخساره‌های سرشار از رادیولر) متعلق به عمیق‌ترین بخش‌های پلاتفرم همراه است (شکل ۶).

وجود بافت‌های دانه غالب و حضور فونای کفزی (نظیر روزن‌داران کفزی و دوکفه‌ای‌ها) حاکی از تشکیل در محیط‌های کم عمق می‌باشد. از سوی دیگر، حضور فونای پلانکتون و همراهی نزدیک با رخساره‌های عمیق نشان دهنده رسوب‌گذاری این رخساره در بخش‌های عمیق پلاتفرم است. این دوگانگی در مشخصات رخساره‌ای و محتوای اسکلتی همراه با فراوانی اینتراکلست‌ها سبب شده

1- storm wave base

### ریز رخساره برش آهکی (MF3)

این ریز رخساره را می‌توان به عنوان یک رخساره اینتراکستی درشت دانه با بافت پکستون در نظر گرفت که اندازه قطعات کنده شده (اینتراکستی) در آن اغلب بزرگ‌تر از یک سانتی‌متر تا چندین سانتی‌متر می‌باشد. قطعات گلی با حاشیه‌های نامنظم و زاویه‌دار و حاوی قطعات اسکلتی و قطعاتی از رخساره‌های دیگر (نظیر رخساره‌های یک و دو) حاصل کنده شدگی در اثر عملکرد امواج و جریان‌های پرانرژی می‌باشند. فضای بین قطعات اینتراکست در این رخساره اغلب توسط سیمان‌های کلسیتی و یا توسط گل آهکی حاوی فونای پلاژیک (روزن‌داران و رادیولر) پر شده است (شکل ۵). در مطالعات صحرایی، این رخساره به صورت برش آهکی متشکل از قطعات درشت اینتراکستی توصیف گردیده است که در فواصل با ضخامت ۱ تا ۳ متر در بخش‌های میانی توالی مورد مطالعه در برش نصیرکندی حضور دارد و اغلب با رخساره‌های پلاژیک متعلق به بخش‌های بیرونی و عمیق پلاتفرم (رخساره‌های مادستون - وکستون حاوی روزن‌داران پلانکتون و رادیولر) همراهی نشان می‌دهند (شکل ۶).

برش‌های آهکی می‌توانند توسط فرآیندهای رسوبی و یا پس از رسوب‌گذاری (نظیر برش‌های ریزشی ناشی از انحلال کارست‌ها و یا برش‌های تکتونیکی) در توالی‌های رسوبی تشکیل شوند (Blount & Moore, 1969). رخساره‌های برش آهکی می‌توانند در محیط‌های رسوبی و در اثر فرآیندهای کنده شدگی، فرسایش، حمل و رسوب مجدد به وسیله عملکرد امواج و جریان‌ها در زیر سطوح انرژی (نظیر سطح استهلاك امواج) و یا توسط جریان‌های واریزه‌ای و ثقلی در نواحی پرشیب حاشیه پلاتفرم ایجاد شوند (Scholle et al., 1983; Craig Shipp et al., 2011; Flügel, 2010). ویژگی‌های توصیف شده برای

رخساره‌های برش آهکی در توالی‌های رسوبی کراتاسه بالایی در ناحیه مغان نشان می‌دهد که آن‌ها از نوع برش‌های رسوبی نهشته شده در محیط می‌باشند. شباهت بین خصوصیات رخساره‌ای و بافتی در قطعات برش (اینتراکست‌ها) و رسوبات پرکننده بین آن‌ها و نبود شکستگی و گسلش در مطالعات صحرایی در این رخساره‌ها از جمله این شواهد می‌باشند. همراهی با رخساره‌های پلاژیک حاکی از حمل این رخساره‌ها از نواحی کم‌عمق‌تر مجاور به محیط‌های عمیق و رسوب‌گذاری آن‌ها در این بخش می‌باشد. این رخساره را می‌توان معادل با رخساره‌های استاندارد شماره ۹ و ۱۰ در نوشته Flügel (2010) برای رمپ‌های کربناته و رخساره استاندارد شماره ۴ وی برای شلف‌ها در نظر گرفت که به ترتیب به بخش‌های بیرونی رمپ (در رمپ با بخش انتهایی شیب دار) و سراشیب<sup>۲</sup> حوضه نسبت داده شده‌اند (Flügel, 2010).

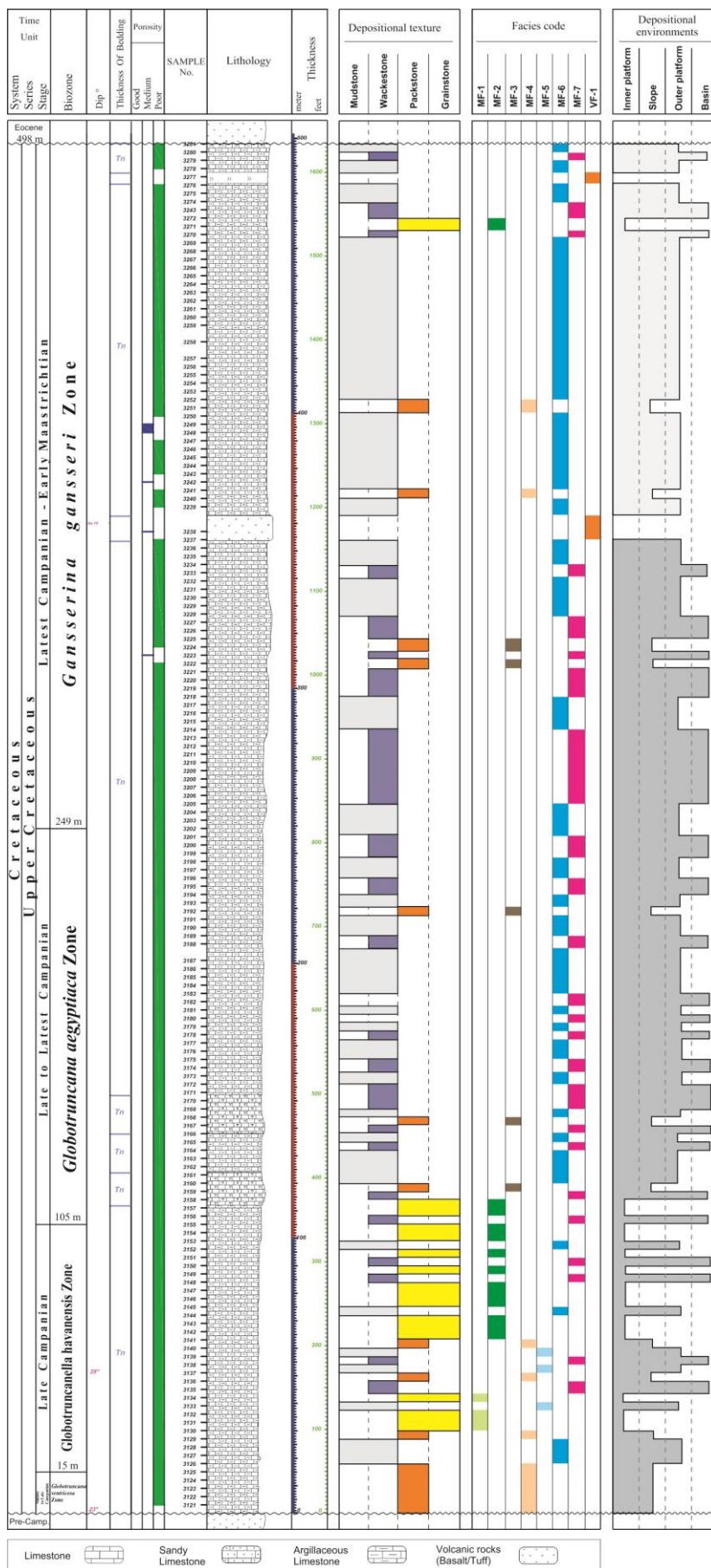
### ریز رخساره پکستون حاوی خرده‌های ریز اسکلتی، الیگوستژین و روزن‌داران پلانکتون (MF4)

این ریز رخساره با وجود بافت دانه غالب (پکستون) و فراوانی خرده‌های ریز اسکلتی (عمدتاً متشکل از خارپوستان و دوکفه‌ای‌ها)، الیگوستژینیدها و روزن‌داران پلانکتون (نظیر *Globotruncana arca*, *Globotruncana havanensis bulloides* و *Radotruncana calcarata*) در توالی‌های مطالعه شده شناسایی گردیده است (شکل ۵). قطعات ریز بریوزوئر و ذرات ریز کوارتز (در اندازه سیلت) و گلاکونیت به عنوان اجزای فرعی در این ریز رخساره حضور دارند. در مطالعات صحرایی، لامیناسیون مورب مشاهده شده است. فراوانی این ریز رخساره در دو بخش در قاعده و رأس توالی مورد

**ریزرخساره مادستون تا وکستون حاوی الیگوسترینید (MF5)**  
این ریزرخساره با وجود بافت گل غالب (مادستون و وکستون) و فراوانی بالای الیگوسترینیدها در توالی مورد مطالعه شناسایی شده است. روزن‌داران پلانکتون، ذرات ریز اسکلتی (نظیر خارپوستان و استراکدا)، کانی‌های تیره (نظیر پیریت) و گلاکونیت به عنوان اجزای فرعی در این ریزرخساره حضور دارند (شکل ۵). در مطالعات صحرائی، ساخت رسوبی مشخصی در این ریزرخساره مشاهده نگردیده و تنها آثار زیست آشفستگی به طور محدود در آن گزارش شده است. فراوانی غالب الیگوسترینیدها در بخش پایینی توالی مطالعه شده دیده می‌شود؛ جایی که این ریزرخساره با ریزرخساره‌های ۴ و ۶ متعلق به بخش‌های عمیق و بیرونی پلاتفرم همراهی نشان می‌دهد (شکل ۶).

خصوصیات بافتی و همراهی رخساره‌ای حاکی از رسوب‌گذاری این رخساره در بخش‌های عمیق و کم انرژی پلاتفرم می‌باشد. ریزرخساره‌های مادستون و وکستون حاوی الیگوسترینیدها از زیرمحیط‌های رمپ بیرونی و حوضه در بسیاری از پلاتفرم‌های کربناته کرتاسه بالایی در حوضه تیس گزارش شده‌اند (Adams et al., 1967؛ Alsharhan & Nairn, 1988؛ Aqrabi et al., 1998؛ Rahimpour-Bonab et al., 2010؛ Sharp et al., 2012؛ Omidvar et al., 2014). در منابع دیرینه شناسی و دیرینه بوم‌شناسی، الیگوسترینیدها اغلب به عنوان موجودات مربوط به بخش‌های بیرونی پلاتفرم و نواحی انتهایی سرایش حوضه در نظر گرفته شده‌اند (Wynn Jones, 2006). این رخساره را می‌توان معادل با رخساره استاندارد شماره دو در نوشته Flügel (2010) برای رمپ‌های کربناته و رخساره شماره سه ارائه شده برای شلف‌ها (مادستون - وکستون پلاژیک) دانست که به ترتیب به زیرمحیط‌های رمپ بیرونی و حوضه/ شلف عمیق نسبت داده شده‌اند.

مطالعه دیده می‌شود. در این بخش‌ها، این ریزرخساره اغلب با یک مرز مشخص با رخساره‌های پلاژیک متعلق به بخش‌های عمیق پلاتفرم همراهی دارد (شکل ۶).  
بافت دانه غالب این ریزرخساره حاکی از رسوب‌گذاری آن در شرایط پرانرژی با درجات بالای آشفستگی محیط می‌باشد (Flügel, 2010). وجود لامیناسیون مورب حاکی از عملکرد امواج و جریان‌ها در زمان رسوب‌گذاری این رخساره می‌باشد. با این حال، همراهی با رخساره‌های عمیق بخش‌های بیرونی پلاتفرم نشان دهنده تشکیل این ریزرخساره در نواحی دور از ساحل و زیرمحیط‌های عمیق می‌باشد. مجموعه ذرات اسکلتی موجود در این ریزرخساره نیز از ته نشست آن در محیط‌های عمیق حکایت می‌کند. رخساره‌های مشابه با پلاتفرم‌های کربناته عهد حاضر و قدیمه در سایر نقاط جهان نیز گزارش شده‌اند (برای مثال: Tucker & Wright, 1990؛ Molina et al., 1997).  
Molina et al. (1997) نهشته‌های آهکی ریزدانه و دانه غالب را از توالی‌های پلاژیک ژوراسیک در جنوب اسپانیا گزارش نموده‌اند. آن‌ها این رخساره‌های دارای لایه بندی و لامیناسیون مورب و موجی را با بافت پکستون و گرینستون حاوی ذرات بسیار ریز اسکلتی (در اندازه سیلت) به نهشته‌های ایجاد شده توسط طوفان‌ها نسبت داده‌اند. Flügel (2010) رخساره‌های پکستون تا گرینستون دارای لایه بندی مورب را که با ضخامت‌های ۰/۱ تا ۲ متر به صورت بین‌لایه‌ای با مادستون - وکستون‌های پلاژیک قرار می‌گیرند تحت عنوان نهشته‌های طوفانی (تمپستایت) معرفی کرده است. وی این رخساره‌ها را به عنوان یک رخساره استاندارد (RMF6) در رمپ‌های کربناته دسته بندی کرده که اغلب در محیط‌های واقع در زیر سطح استهلاک امواج طوفانی (ابتدای رمپ بیرونی) نهشته می‌شوند.



شکل ۶: ستون ریزرخساره‌ها و زیرمحیط‌های رسوبی توالی کرتاسه بالایی در برش نصیرکندی

## ریزرخساره مادستون تا وکستون حاوی روزن داران پلانکتون (MF6)

از لحاظ ویژگی‌های بافتی، این ریزرخساره مشابه با ریزرخساره پیشین (MF5) است. تفاوت اصلی در این ریزرخساره حضور روزن داران پلانکتون به عنوان اجزای اصلی رخساره‌ای می‌باشد (شکل ۵). الیگوسترینیدها و ذرات بسیار ریز اسکلتی از خارپوستان و دوکفه‌ای‌ها به عنوان اجزای فرعی حضور دارند. در برداشت‌های صحرایی و نیز مطالعات میکروسکوپی، لامیناسیون ریز به عنوان تنها ساخت رسوبی در این ریزرخساره شناسایی شده است. این ریزرخساره، فراوان‌ترین ریزرخساره در توالی مطالعه شده از برش نصیرکندی است که عمدتاً در بخش‌های میانی و بالایی این سازند و در همراهی با سایر رخساره‌های متعلق به بخش‌های عمیق پلاتفرم (رخساره‌های ۴، ۵ و ۷) مشاهده می‌شود (شکل ۶).

وجود بافت گل غالب و لامیناسیون ریز حاکی از ته نشست این رخساره در زیرمحیط‌های کم انرژی پلاتفرم از حالت معلق می‌باشد (Tucker & Wright, 1990). حضور فراوان و متنوع روزن داران پلانکتون حاکی از نهشت در محیط‌های عمیق بیرونی پلاتفرم (نظیر رمپ بیرونی و حوضه) است. این رخساره را می‌توان معادل با رخساره‌های استاندارد ۳ و ۵ در نوشته Flügel (2010) برای شلف‌ها و رمپ‌های کربناته دانست که به ترتیب به زیرمحیط‌های شلف عمیق و رمپ بیرونی نسبت داده شده‌اند.

## ریزرخساره وکستون تا پکستون سرشار از رادیولر (MF7)

این ریزرخساره با طیفی از بافت‌های گل غالب (وکستون) تا دانه غالب (پکستون) و با فراوانی بالای رادیولرها در توالی مورد مطالعه قابل شناسایی می‌باشد (شکل ۵). علاوه بر رادیولرها، دانه‌های کوارتز چند کریستالی و چرت به

عنوان اجزای فرعی در این ریزرخساره دیده می‌شوند. در مطالعات صحرایی، این ریزرخساره با وجود سنگ شناسی سنگ آهک چرتی و سنگ آهک آرژیلی در برش نصیرکندی مشخص می‌باشد. فراوانی اصلی این ریزرخساره در بخش‌های پایینی تا میانی توالی مورد مطالعه بوده و در این بخش‌ها، با رخساره‌های مادستون / وکستون حاوی روزن داران پلانکتون (MF6) و الیگوسترینید (MF5) به صورت میان لایه دیده می‌شود (شکل ۶).

رادیولرها از جمله موجودات دارای اهمیت در تفسیر محیط‌های رسوبی دیرینه می‌باشند که اغلب بر روی بستر عمیق دریاها و در اثر ته نشست از حالت معلق تشکیل می‌گردند. رادیولرهای عهد حاضر در رسوبات عمیق دریایی به ویژه در نواحی استوایی اقیانوس آرام، جایی که میزان تولید مواد کربناته در بخش‌های بالایی ستون آب بسیار بالاست، به وفور یافت می‌شوند (Flügel, 2010). انباشت رخساره‌های سرشار از رادیولر عموماً در اعماق زیاد و در زیر عمق موازنه کربنات (CCD) روی می‌دهد که این عمق بسته به عوامل مختلف بین ۴ تا ۵ کیلومتر متغیر است (Harold & Trujillo, 2004؛ Kruglikova, 1989). با وجود این، احتمال حضور آن‌ها در بخش‌های کم عمق‌تر و در زیر محیط‌های عمیق بیرونی و حوضه‌ای پلاتفرم‌های کربناته نیز وجود دارد (Blendinger, 1985؛ Racki & Cordey, 2000). در مطالعه حاضر، محتوای کربناته بالا در رخساره‌های حاوی رادیولر (غالباً سنگ آهکی) و همراهی نزدیک با رخساره‌های کربناته پلاژیک حاکی از تشکیل این رخساره‌ها در عمیق‌ترین بخش‌های پلاتفرم کربناته (نظیر حوضه) می‌باشد.

## رخساره سنگی آتش فشانی (VF1)

وجود برخی میان لایه‌های بازالتی و توف در توالی‌های کوتاه بالایی حوضه مغان (برش نصیرکندی) سبب ارائه



### ۱- ریزرخساره‌های کم عمق مربوط به بخش‌های داخلی پلاتفرم (Inner platform)

این رخساره‌ها شامل پکستون تا گرینستون‌های حاوی روزن‌داران کفزی و پلانکتون و خرده‌های درشت اسکلتی نظیر رودیست، جلبک، بریوزوئر و خارپوست می‌باشند (MF1) که در بخش‌های حاشیه‌ای و پرانرژی پلاتفرم و تحت عملکرد مداوم امواج و جریان‌ها در کمربندهای شول نهشته شده‌اند (شکل ۷). این رخساره‌ها در ۱۲۰ متر پایینی توالی رسوبی مطالعه شده در برش نصیرکندی گسترش دارند و از نظر فراوانی حدود ۱۰ درصد از کل رخساره‌های توالی مطالعه شده را تشکیل داده‌اند. سایر رخساره‌های مربوط به نواحی کم عمق تر درونی پلاتفرم نظیر رخساره‌های لاگونی در این برش مشاهده نشده‌اند.

### ۲- ریزرخساره‌های مربوط به سراسیب (slope) پلاتفرم

رخساره‌های این بخش شامل رخساره‌های حاوی قطعات درشت کنده شده و نابرجای گلی (اینتراکلست) می‌باشند که در بخش‌های پرشیب جلویی پلاتفرم نهشته شده‌اند (شکل ۷). این رخساره‌ها به دو صورت پکستون - گرینستون حاوی خرده‌های اسکلتی و اینتراکلست (MF2) و رخساره‌های برش آهکی (MF3) در برش نصیرکندی مشاهده می‌شوند. عملکرد شدید امواج و اثر فرسایشی بستر توسط آن‌ها در بخش‌های بیرونی به همراه جریان‌های خرده‌دار و واریزه‌ای در بخش‌های پرشیب پلاتفرم می‌توانند چنین رخساره‌هایی را ایجاد نمایند (Flügel, 2010). رخساره‌های مربوط به این زیرمحیط حدود ۱۰ درصد از کل رخساره‌های رسوبی مطالعه شده در این برش را تشکیل داده‌اند.

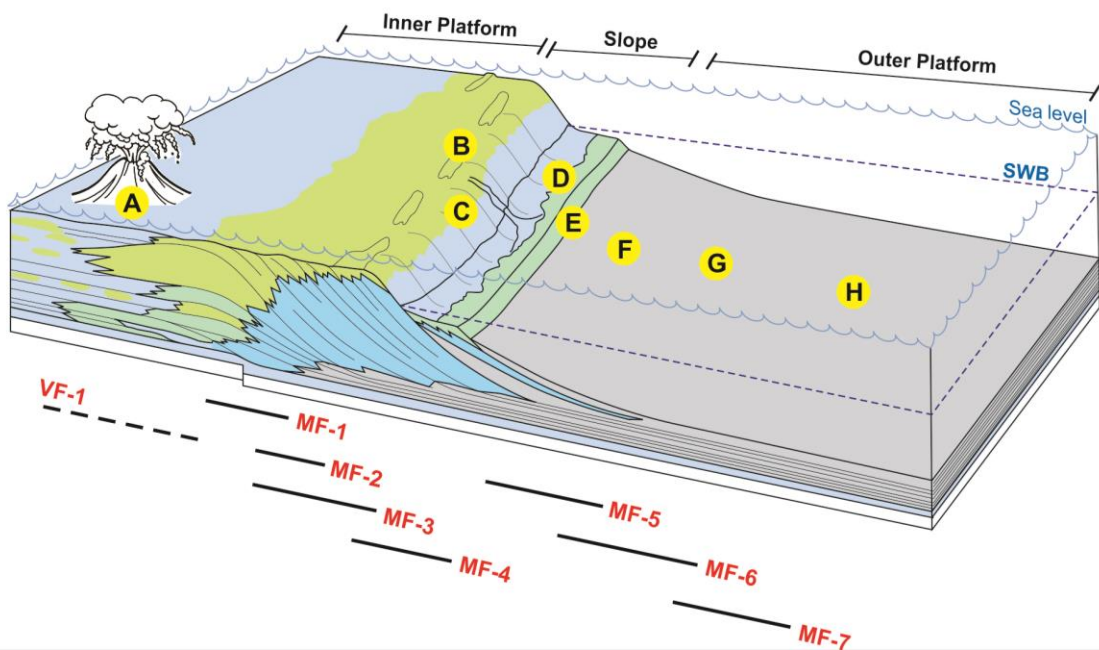
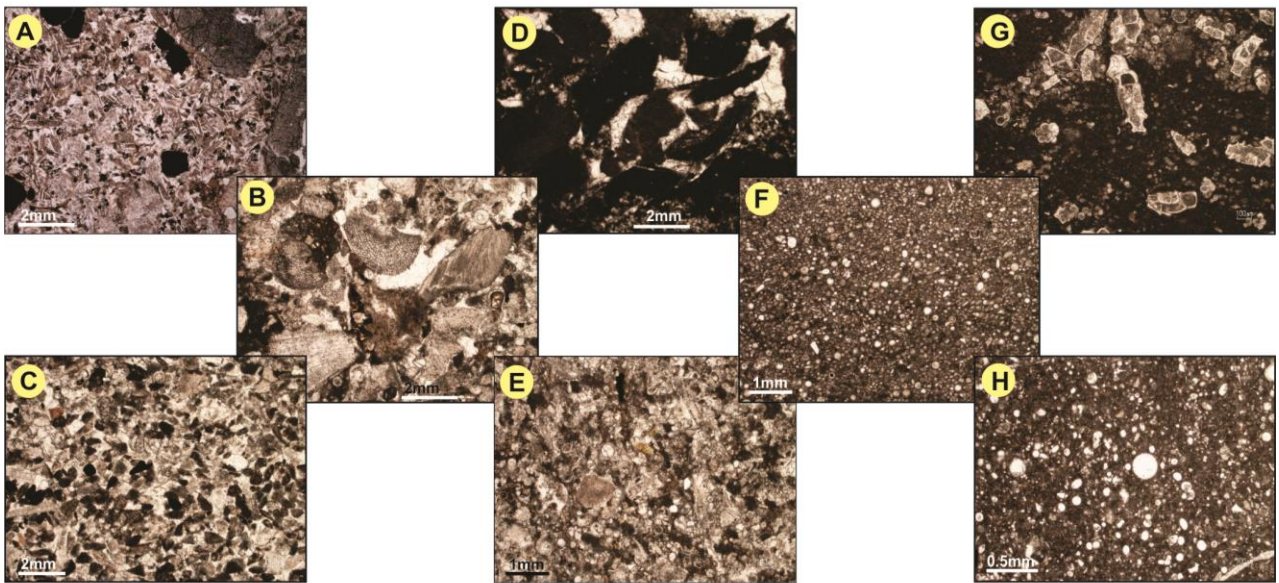
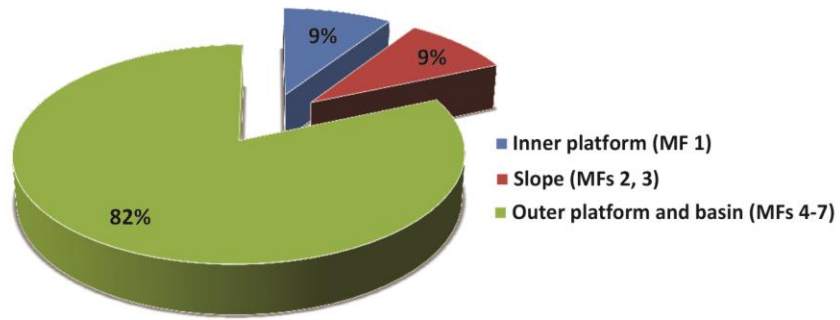
### ۳- ریزرخساره‌های رسوبی زیرمحیط بیرونی و عمیق پلاتفرم (Outer platform and basin)

رخساره‌های رسوبی مربوط به عمیق ترین بخش‌های پلاتفرم کربناته حدود ۸۰ درصد از کل رخساره‌های

یک رخساره سنگی غیر رسوبی (آذرین) برای توالی‌های مذکور گردیده است. رخساره توف با سنگ شناسی مشخص خود و به رنگ سبز تا خاکستری با لایه بندی نازک و ضخامت کلی حدود ۴ متر در بالاترین بخش توالی مورد مطالعه شناسایی گردیده است (شکل ۲). در مطالعات میکروسکوپی، بلورهای سوزنی شکل و کشیده در زمینه‌ای از شیشه آتش فشانی در این رخساره قابل مشاهده می‌باشند. همچنین، شیشه‌های آتش فشانی در برخی رخساره‌های کربناته واقع در مجاورت لایه توف به صورت پراکنده حضور دارند که حاکی از ته نشست آن‌ها در آب می‌باشد. وجود لایه بندی نازک و لامیناسیون نیز شاهد دیگری از ته نشست این رخساره از حالت معلق می‌باشد.

بازالت نیز در یک واحد با ضخامت حدود ۱۰ متر در بخش میانی توالی مورد مطالعه حضور دارد (شکل ۶). در مطالعات میکروسکوپی، این واحد با وجود کانی‌های نسبتاً درشت الیوین و پیروکسن در یک زمینه ریزدانه (شیشه آتش فشانی) مشخص می‌باشد (شکل ۵). حضور این رخساره سنگی حاکی از وجود فعالیت‌های تکنونیک و فوران‌های آتش فشانی همزمان با ته نشست رخساره‌های رسوبی می‌باشد. در بخش مربوط به بررسی تاریخچه زمین شناسی و تحولات ساختاری این منطقه اشاره شد که وقوع چنین فعالیت‌هایی به دلیل موقعیت تکنونیک حوضه رسوبی مغان و قرارگیری آن در یک سیستم پشت قوسی و کمان آتش فشانی بوده است.

با توجه به توصیفات و تفسیرهای ارائه شده از رخساره‌های رسوبی توالی کامپانین برش نصیرکندی در جنوب حوضه مغان و نیز با کمک گرفتن از مدل‌های استاندارد رخساره‌ای و مطالعات مربوط به پلاتفرم‌های رسوبی عهد حاضر به عنوان مدل‌های مشابه، می‌توان رخساره‌های رسوبی این توالی را از نظر محیط رسوبی در سه زیرمحیط کلی به شرح زیر قرار داد:



شکل ۷: مدل رسوبی شماتیک برای توالی رسوبی کرتاسه بالایی (کامپانین - مایستریشتین پیشین) در برش نصیرکندی؛ توزیع جانبی رخساره‌ها و فراوانی رخساره‌های متعلق به سه زیرمحیط اصلی پلاتفرم درونی، سراسیب پلاتفرم و پلاتفرم بیرونی در کنار تصاویر میکروسکوپی از رخساره‌های اصلی این محیط‌ها نیز نشان داده شده‌اند.

رسوبی شناسایی شده در توالی کامپانین برش نصیرکندی را در برمی گیرند. این رخساره‌های شامل طیف وسیعی از رخساره‌های دانه غالب تا گل غالب بایوکلستی الیگوسترین دار (MF4,5)، رخساره‌های گل غالب حاوی روزن داران پلانکتون (MF6) و رخساره‌های سرشار از رادیولر (MF7) می‌باشند که به بخش‌های عمیق بیرونی و حوضه پلاتفرم کربناته نسبت داده شده‌اند (شکل ۷). مدل رسوبی پیشنهادی برای توالی کامپانین حوضه مغان (برش نصیرکندی) در شکل ۷ نشان داده شده است. با توجه به توصیفات و تفسیرهای ارائه شده در بخش‌های پیشین، مدل رسوبی از نوع شلف کربناته بدون لبه و یا رمپ با بخش انتهایی شیب‌دار را می‌توان برای این توالی‌ها در نظر گرفت. در این شکل، توزیع جانبی رخساره‌ها در زیرمحیط‌های مختلف رسوبی به همراه تصاویر میکروسکوپی از رخساره‌های اصلی رسوبی در بخش‌های مختلف پلاتفرم ارائه گردیده است. با توجه به غلبه رخساره‌های مربوط به بخش‌های عمیق بیرونی پلاتفرم، به نظر می‌رسد موقعیت جغرافیایی دیرینه برش مورد مطالعه در بخش جنوبی حوضه مغان در نواحی عمیق پلاتفرم واقع شده باشد. بر این اساس انتظار می‌رود که رخساره‌های مربوط به بخش‌های درونی پلاتفرم در نواحی شمالی این حوضه یافت شوند که نیازمند انجام مطالعات مشابه در برش‌های دیگر می‌باشد.

### نتیجه گیری

انجام مطالعات زیست چینه نگاری با هدف تفکیک بایوزون‌ها و تعیین سن نسبی توالی‌های رسوبی کرتاسه بالایی در بخش جنوبی حوضه مغان (برش نصیرکندی) بر

اساس مطالعه روزن‌داران پلانکتون به شناسایی چهار بایوزون شامل *Globotruncana ventricosa* Zone (به سن *Globotruncanella havanensis* کامپانین میانی - پسین)، *Globotruncana aegyptiaca* Zone (کامپانین پسین)، *Gansserina* Zone (کامپانین پسین تا انتهای کامپانین) و *Gansseri* Zone (اواخر کامپانین پسین تا مایستریشتین پیشین) منجر شد. بر این اساس، سن توالی مورد مطالعه کامپانین میانی تا مایستریشتین آغازی تعیین گردید. مطالعه ریزرخساره‌ها با هدف شناسایی و تفسیر محیط رسوبی این توالی‌ها در برش مذکور با توجه به تلفیق مطالعات صحرایی و میکروسکوپی به شناسایی هفت رخساره رسوبی کربناته و یک رخساره سنگی غیر رسوبی (آذرین) انجامید. بر اساس این مطالعات، رخساره‌های رسوبی توالی مورد مطالعه در این برش در سه زیرمحیط عمده شامل بخش‌های درونی پلاتفرم، سرایش پلاتفرم و بخش‌های بیرونی و حوضه‌ای پلاتفرم نهشته شده‌اند. اندازه‌گیری فراوانی رخساره‌های مربوط به این محیط‌ها نشان داد رخساره‌های متعلق به بخش‌های درونی و سرایش پلاتفرم در مجموع حدود ۲۰ درصد و رخساره‌های متعلق به زیرمحیط‌های عمیق بیرونی پلاتفرم در حدود ۸۰ درصد از کل رخساره‌های رسوبی توالی کامپانین را به خود اختصاص داده‌اند. با استفاده از نتایج مطالعه حاضر و با کمک گرفتن از مدل‌های استاندارد رخساره‌ای و مطالعات مشابه بر روی پلاتفرم‌های رسوبی عهد حاضر، مدل رسوبی از نوع شلف بدون لبه برای توالی برش نصیرکندی پیشنهاد گردید.

## منابع

- صاحب نوری، ع.ا، ۱۳۸۳. مطالعه میکروفسیل های سازند اجاق قشلاق در مقطع تولون (دشت مغان). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۴۳ ص.
- Abbasov, A.B., 1985. Analiz raspredeleniya radiolyariy v tanatotsenozakh pozdnemelovyikh basseynov Malogo Kavkaz. *Izvestiya akademii Nauk Azerbaidzhanskoj SSR, Seriya nauk o zemle*, 1: 49-52.
- Adamia, S., Zakariadze, G., Chkhotua, T., Sadrade, N., Tserteli, N., Chabukiani, A., & Gventsadze, A., 2011. Geology of the Caucasus; A review. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 20: 489-544.
- Adams, A.E., Khalili, M., & Khosravy, A., 1967. Stratigraphic significance of some Oligosteginids Assemblage from Lurestan province, NW Iran. *National Iranian Oil Company*, Report No. 1080.
- Ali-Zade, A.A., 1972. Cretaceous Belemnites of Azerbaijan. *Nedra, Moskva*, 279 p. (in Russian).
- Alsharhan, A.S., & Nairn, A.E.M., 1988. A review of the Cretaceous formations in the Arabian Peninsula and Gulf: Part II. Mid - Cretaceous (Wasia Group), stratigraphy and paleontology. *Journal of Petroleum Geology*, 11: 89-112.
- Aqrawi, A.A.M., Thehni, G.A., Sherwani, G.H., & Kareem, B.M.A., 1998. Mid cretaceous rudist-bearing carbonates of the Mishrif Formation: an important reservoir sequence in the Mesopotamian Basin, Iraq. *Journal of Petroleum Geology*, 21: 57-82.
- Azizbekova, A.R., & Abbasov, A.B., 1988. Populyatsii planktonnyikh mikroorganizmiv na rubezhe alba i cenomana na yugo-vostochnom Kavkaze. *Sovremennyye problemy mikropaleontologii. Tez. Doki. 34 sessii VPO. Baku*, 5-6.
- Azizbekov, SH., (ed.), 1972. Geology of the USSR. Azerbaijanian SSR. *Nedra, Moskva*, XLVII: 1-520. (in Russian).
- Bahramizadeh, H., 2012. Biostratigraphy and micropaleontological final report on the drilled wells and stratigraphic sections of the Moghan area. *National Iranian Oil Company*, Report No. 2317: 1-50.
- Bahramizadeh, H., 1979. Paleontological study of surface samples from Moghan area. *National Iranian Oil Company*, Report No. 373: 1-55.
- Bakhshi, A., 2003. Sedimentology studies on the drilled sequence of Aslandoz well # 1 and Ortadagh well #1 & 2 in Moghan area Northwest of Iran. *National Iranian Oil Company*, Report No. 1312: 1-57.
- Baranova, E.P., Kosminskay, I.P., & Pavlenkova, N.I., 1991. A reinterpretation of South Caspian Dss data. *Geophysical Journal*, 10: 666-677.
- Blendinger, W., 1985. Radiolarian limestones interfingering with Loferites (Triassic, Dolomites, Italy). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, 1985 (4): 193-202.
- Blount, D.N., & Moore, C.H.Jr., 1969. Depositional and non-depositional carbonate breccias, Chiantla quadrangle, Guatemala. *Geological Society of America Bulletin*, 80: 429-442.
- Caron, M., 1985. Cretaceous planktonic foraminifera. In: Bolli, H.M., Saunders, J.B., & Perch-Nielsen, K., (eds.), *Plankton Stratigraphy. Cambridge University Press*, 11-86.
- Craig Shipp, R., Weimer, P., & Posamentier, H.W., 2011. Mass-Transport Deposits in Deep water Settings. *SEPM special publication*, 96: 1-32.
- Demets, C., Gordon, R., Argus, D., & Stein, S., 1990. Current plate motions. *Geophysical Journal International*, 101: 425-478.
- Embry, A., & Klovan, J., 1971. A Late Devonian reef tract on Northeastern Banks Island, NWT. *Canadian Petroleum Geology Bulletin*, 19: 730-781.
- Flügel, E., 2010. Microfacies of carbonate rocks. *Springer-Verlag*. Berlin, 1006 p.
- Harold, V.T., & Trujillo, A.P., 2004. Introductory Oceanography. *Prentice Hall*, 608 p.

- Khain, V., 1975. Structure and main stages in the tectono-magmatic development of the Caucasus: an attempt at geodynamic interpretation. *American Journal of Science*, 275 (A): 131-156.
- Kruglikova, S.B., 1988. Rasprostranenie radiolyarii v pliotsen-chetvertichnykh otlozheniyakh glubokovodnykh kotlovin Atlanticheskogo Okeana. In: Krashennnikov, V.A., & Basov, I.A., (eds.), *Morskaya Stratigrafiya i Mikropaleontologiya. Nauka*, Moscow, 160-167 p.
- Lerche, I., Ali-Zade, A.K., Guliev, I., Bagirov, K., Nadirov, R., Tagiyev, M., & Feizullaev, A., 1997. South Caspian Basin: Stratigraphy, Geochemistry and Risk Analysis. *Nafta-Press, Baku*, 152 p.
- Loeblich, A.R., & Tappan, H., 1988. Foraminiferal Genera and their Classification, 2. *Van Nostrand Reinhold Company, New York*. 1182 p.
- Molina, J.M., Ruiz-Ortiz, P.A., & Vera, J.A., 1997. Calcareous tempestites in pelagic facies (Jurassic, Betic Cordillera, Southern Spain). *Sedimentary Geology*, 109: 95-109.
- Omidvar, M., Mehrabi, H., Sajjadi, F., Bahramizadeh-Sajjadi, H., Rahimpour-Bonab, H., & Ashrafzadeh, A., 2014. Revision of the foraminiferal biozonation scheme in Upper Cretaceous carbonates of the Dezful Embayment, Zagros, Iran: integrated palaeontological, sedimentological and geochemical investigation. *Revue de Micropaleontologie*, 57: 97-116.
- Pérez-López, A., & Pérez-Valera, F., 2012. Tempestite facies models for the epicontinental Triassic carbonates of the Betic Cordillera (S Spain). *Sedimentology*, 59: 646-678.
- Pettijohn, F.J., Potter, P.E., & Siever, R., 1987. Sand and sandstone. 2<sup>nd</sup> edition. *Springer*, New York, 553 p.
- Postoma, J., 1971. Manual of Planktonic Foraminifera. *Elsevier Publishing Company*, Amsterdam, 420 p.
- Premoli Silva, I., & Verga, D., 2004. Practical Manual of Cretaceous Planktonic Foraminifera, Course 3. In: Verga, D., & Rettori, R., (eds.), International School on Planktonic Foraminifera. *Universities of Perugia and Milano. Tipografi adi di Pontefelcino*, 283 p.
- Popovich, S., Fakoori, G.A., Medvedev, P., Hasangoodarzi, M., Odoleev, G., Sherkati, S., Smirnov, V., Fazeli, S., Belyaeva, N., Tavakoli-Shirazi, S., Golichenko, G., Nabet, M., Zhukova, E., Shokrzadeh-Domrigh, N., Kuklinsky, A., Farzaneh, F., Stepanov, A., & Tohidinia, A., 2007. Geological Model Creation, Delineation and Estimation of Prospects for Moghan Block (Iran). *Joint study project, National Iranian Oil Company, Exploration / LUKOIL Company*, Final Report to Contract No. IR 40-06-71-001-23/06: 1-658.
- Racki, G., & Cordey, F., 2000. Radiolarian palaeoecology and radiolarites: is the present the key to the past. *Earth Science Reviews*, 52: 83-120.
- Rahimpour-Bonab, H., Mehrabi, H., Enayati-Bidgoli, A.H., & Omidvar, M., 2012. Coupled imprints of tropical climate and recurring emersions on reservoir evolution of a mid-Cretaceous carbonate ramp, Zagros Basin, SW Iran. *Cretaceous Research*, 37: 15-34.
- Robaszynski, F., & Caron, M., 1995. Foraminifères planctoniques du Crétacé: commentaire de la zonation Europe-Méditerranée. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 166: 681-692.
- Sari, B., 2006. Upper Cretaceous Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy of the Bey Daglari Autochthon in the Korkuteli Area, Western Taurides, Turkey. *Journal of Foraminiferal Research*, 36: 241-261.
- Sari, B., Kandemir, R., Ozer, S., Walaszczyk, I., Gormus, M., Demircan, H., & Yilmaz, C., 2014. Upper Campanian calciclastic turbidite sequences from the Hacimehmet area (eastern Pontides, NE Turkey): integrated biostratigraphy and microfacies analysis. *Acta Geologica Polonica*, 64: 393-418.
- Scholle, P.A., Bebout, D.G., & Moore, C.H., (eds.), 1983. Carbonate depositional environments. *American Association Petroleum Geologists Memoir*, 33: 1-708.
- Sharp, I., Gillespie, P., Morsalnezhad, D., Taberner, C., Karpuz, R., Verge, S.J., Horbury, A., Pickard, N., Garland, J., & Hunt, D., 2010. Stratigraphic Architecture and Fracture-Controlled Dolomitization of the

Cretaceous Khami and Bangestan Groups: An Outcrop Case Study, Zagros Mountains, Iran. *Geological Society, London*, 329: 343-396.

Sliter, W.V., 1989. Biostratigraphic zonation for Cretaceous planktonic foraminifers examined in thin section. *Journal of Foraminiferal Research*, 19: 1-19.

Taraz, H., 1951. Geological report of NE Azerbaijan. *National Iranian Oil Company*, Report No. 96: 1-24.

Tucker, M., & Wright, V.P., 1990. Carbonate sedimentology. *Blackwell Scientific, Oxford*, 482 p.

Vaziri-Moghaddam, H., 2002. Biostratigraphic study of the Ilam and Gurpi formations based on planktonic foraminifera in SE of Shiraz, Iran. *Journal of Sciences, Islamic republic of Iran*, 4: 339-356.

Wynn Jones, R., 2006. Applied Palaeontology. *Cambridge University Press*, 452 p.

## Biostratigraphy, microfacies and depositional environment of the Campanian-Lower Maastrichtian sequences in the Nasir Kandi area in southern part of the Moghan sedimentary basin, NW Iran

Omidvar, M.<sup>1</sup>, Safari, A.<sup>2\*</sup>, Vaziri-Moghaddam, H.<sup>3</sup>, Ghalavand, H.<sup>4</sup>,

1- M.Sc. in Stratigraphy & Paleontology, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran

2- Associate Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran

3- Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran

4- Ph.D. in Stratigraphy and Paleontology, National Iranian Oil Company, Iran

\*E-mail: asafari901@gmail.com

### Introduction

The Moghan area (N38° 30' to 39° 42' and E46° 39' to 48° 10'), as a part of the Kura sedimentary-structural Basin, is located in the NW Iran. The geological and structural history of this area is related directly to its location in northern part of the Talysh-Lesser Caucasus folded and thrust belt. It is positioned at the collisional zone between the Eurasia and Africa-Arabian continental plates. The convergence is active today, at an estimated rate of 20-30 mm per year.

The area is included in the world's largest continental collision zone, the Alpine-Himalayan belt, and is marked by intense compression and faulting. The Moghan sedimentary Basin is part of the Para-Tethys Basin that formed in a back-arc and volcanic belt developed from southern France, in the Mediterranean to western China. Tectonic deformations during the Neogene favored the subdivision of Para-Tethys in three major subdomains namely the western, central and eastern Para-Tethys.

This study focuses on the Upper Cretaceous carbonate sequences of the Moghan area, considered as one of the most important intervals in view of their potential as reservoir rocks. Here, facies analysis and paleo-environmental reconstruction of these sequences are presented for the first time in eight surface sections across the study area.

### Materials and Methods

This study is based on the stratigraphic and petrographic analysis of Upper Cretaceous sedimentary sequences in Nasir Kandi surface section in the Moghan area, NW Iran. A total of 498 meters of sedimentary thickness were studied and logged. Macroscopic field-features descriptions combined with the results of microscopic studies have been used for facies analysis, paleoenvironmental reconstruction and biozonation. In total, 161 hand specimens were collected for subsequent studies. Sampling intervals were generally between 1 to 3 meters.

### Discussion

Upper Cretaceous paleogeographic maps from the eastern part of the Para-Tethys Basin indicate that the Moghan area was located at 30-35° paleolatitude in northern hemisphere. During this time, sea-level was at one of its higher levels in geological history and carbonate platforms developed on continental margins all around the Tethyan realm (Miller et al., 2004). Shallow- to deep marine carbonates were deposited in such platforms in a tectonically active back-arc basin simultaneously to volcanic activity and siliciclastic influx. Based on its paleolatitude location, a temperate to cool subtropical paleoclimatic condition could be considered for this area. This interpretation is also supported by our observations, especially regarding the grain association (skeletal and non-skeletal) of the studied sequences.

Faunal and floral association of this formation (including rudists, other bivalves, echinoderms, benthic and planktonic foraminifera, red algae and bryozoan) represents a foraminiferal-mollusk (foramol) or bryozoan-mollusk (bryomol) association (Coffey and Read, 2007; Einsele, 2013). These communities live in temperate and cold waters and also at deeper settings in comparison to the tropical chlorozoan association (Lees, 1975; Flügel, 2013).

In Nasir Kandi section in westernmost part of the Moghan area, deep-marine pelagic facies are the dominant. Therefore, it seems that the shallow inner parts of the Upper Cretaceous platform were located in the central parts of Moghan area. This shallow platform turns into deep marine settings with a steep slope and without any remarkable marginal barrier, to the southeast and southwest. Accordingly, biostratigraphic analysis of these facies, based on planktonic foraminifera resulted in recognition of four biozones: Globotruncana ventricosa Zone (middle to late Campanian), Globotruncanella havanensis Zone (late Campanian), Globotruncana aegyptiaca Zone (latest Campanian) and Gansserina gansseri Zone (latest Campanian to early Maastrichtian).

### **Acknowledgment**

We are grateful to the National Iranian Oil Company- Exploration Directorate for financial support and data preparation. The University of Isfahan and the Pars Petro Zagros (PPZ) Company are thanked for the provision of facilities for this research. Journal editor and anonymous reviewers are acknowledged for their kind helps.

**Keywords:** Campanian; Maastrichtian; planktonic foraminifera; microfacies; carbonate platform; Moghan basin.

### **References**

- Coffey, B.P., & Read, J.F., 2007. Subtropical to temperate facies from a transition zone, mixed carbonate-siliciclastic system, Palaeogene, North Carolina, USA. *Sedimentology*, 54: 339-365.
- Einsele, G., 2013. Sedimentary Basins: Evolution, Facies, and Sediment Budget. *Springer Science and Business Media*, 628 p.
- Flügel, E., 2013. Microfacies of Carbonate Rocks: analysis, interpretation and application. *Springer*, Berlin, 924 p.
- Lees, A., 1975. Possible influence of salinity and temperature on modern shelf carbonates sedimentation. *Marine Geology*, 19 (3): 159-198.
- Miller, K.G., Sugarman, P.J., & Browning, J.V., 2004. Upper Cretaceous sequences and sea-level history, New Jersey coastal plain. *Geological Society of America Bulletin*, 116: 368-393.