نشریه علمی ـ پژوهشی رخساره‌های رسوبی
بهار و تابستان ۱۳۹۵، ۹ (۱): ۹۱-۱۰۶

Sedimentary Facies
Spring & Summer 2016, 9 (1): 91-106
DOI: 10.22067/sed.facies.v9i1.46208

زیست چینه‌نگاری و محیط رسوبی سازند گرو در چاه A، لرستان مرکزی، شمال غرب زاگرس

زهرا ذوالفقاری[۱]، فریبا فروغی[۲]، ابراهیم قاسمی نژاد[۲*]، محسن یزدی مقدم[۳]

۱ـ کارشناس ارشد چینه شناسی و فسیل شناسی، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲ـ استادیار گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲ـ استاد گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۳ـ کارشناس ارشد چینه شناسی و فسیل شناسی، مدیریت اکتشاف نفت، شرکت ملی نفت ایران، تهران، ایران

*پست الکترونیک: eghaseminejad@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۴/۲/۵ **تاریخ پذیرش: ۹۴/۶/۹**

چکیده

سازند گرو یکی از سازندهای کرتاسه زیرین ناحیه لرستان است که در چاه A با ضخامت ۷۹۴ متر و سنگ‌شناختی شیل، مارن و سنگ آهک میان سازند گوتنیا در زیر و سازند سورگاه در بالا قرار می‌گیرد. با مطالعه روزن‌داران شناور در این چاه، ۱۵ جنس و ۴۸ گونه از آن‌ها شناسایی گردید که به معرفی ۱۴ زیست‌زون با دامنه سنی بریازین تا سنومانین میانی انجامید. همچنین نتایج حاصل از مطالعات ریزرخساره و پالینوفاسیس به شناسایی ۶ ریزرخساره و ۲ پالینوفاسیس منجر گردید که تلفیق نتایج حاصل از آن‌ها نشان دهنده غلبه شرایط احیایی و عمیق دریایی در زمان انبایش سازند در این قسمت از حوضه می‌باشد.

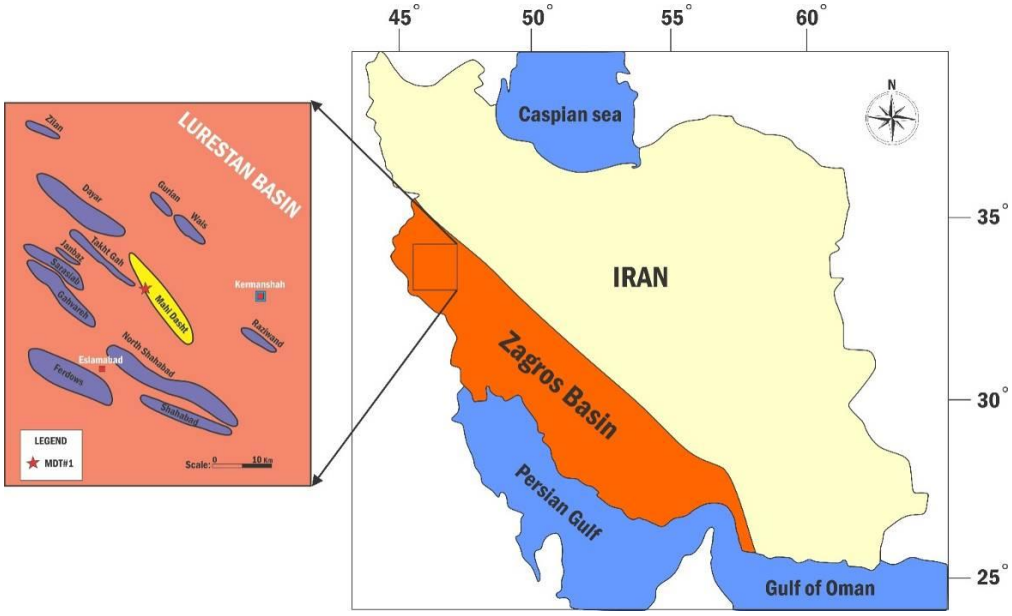
واژه‌های کلیدی: سازند گرو؛ زیست چینه‌نگاری؛ روزن‌داران شناور؛ چاه A؛ ریزرخساره؛ پالینوفاسیس.

مقدمه

حوضه نفتی زاگرس یکی از حوضه‌های رسوبی ـ ساختاری ایران به شمار می‌آید که وجود توالی‌های متعدد سنگ‌های منشأ، مخزن و پوشش و همچنین نبود فعالیت‌های آذرین، این حوضه نفتی را در سطح جهانی شهره ساخته است (افشارحرب، ۱۳۸۱). سازند شیلی گرو یکی از سازندهای مهم کرتاسه زیرین در حوضه زاگرس می‌باشد که بیشترین گسترش را در پهنه لرستان دارد. برش الگوی این سازند در یال شمالی تاقدیس کبیرکوه قرار دارد که در آن جا سازند گرو بر روی سازند تبخیری گوتنیا قرار گرفته است و خود توسط رسوبات سازند سروک پوشیده می‌شود. ضخامت سازند گرو در برش الگو ۸۹۰ متر می‌باشد، اگرچه ضخامت سازند در نواحی مختلف بسیار متغیر است. از دیدگاه سنگ‌شناختی سازند گرو از شیل‌های سیاه رنگ پیریت‌دار، شیل‌های کربناته، سنگ آهک‌های تیره رنگ رسی ـ چرتی و رادیولردار تشکیل شده است (آقانباتی، ۱۳۸۳) که در برش الگو به ۵ واحد تقسیم می‌شود (James & Wynd,

1965). به طور کلی می‌توان گفت که سازند گرو به سوی مرکز حوضه رسوبی لرستان بیشتر شیلی است، اما به سمت فروافتادگی دزفول از ضخامت شیل‌های آن کاسته شده و بیشتر کربناته می‌گردد (بهرامی زاده سجادی، ۱۳۸۸).

در این تحقیق، زیست چینه‌نگاری و محیط دیرینه سازند گرو بر مبنای مطالعه روزن‌داران شناور، رخساره‌های کربناته و آلی در چاه A مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این چاه سازند گرو با ضخامت ۷۹۴ متر عمدتاً دارای سنگ‌شناسی شیل، مارن و سنگ آهک بوده که به صورت ناپیوسته بر روی سازند تبخیری گوتنیا نهشته شده و خود نیز به صورت ناپیوسته توسط سازند سورگاه پوشیده می‌شود. چاه مذکور به فاصله تقریبی ۳۵ کیلومتری غرب کرمانشاه و ۳۰ کیلومتری شمال شرق اسلام‌آباد، در حوضه لرستان مرکزی قرار گرفته است (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی چاه A در حوضه زاگرس

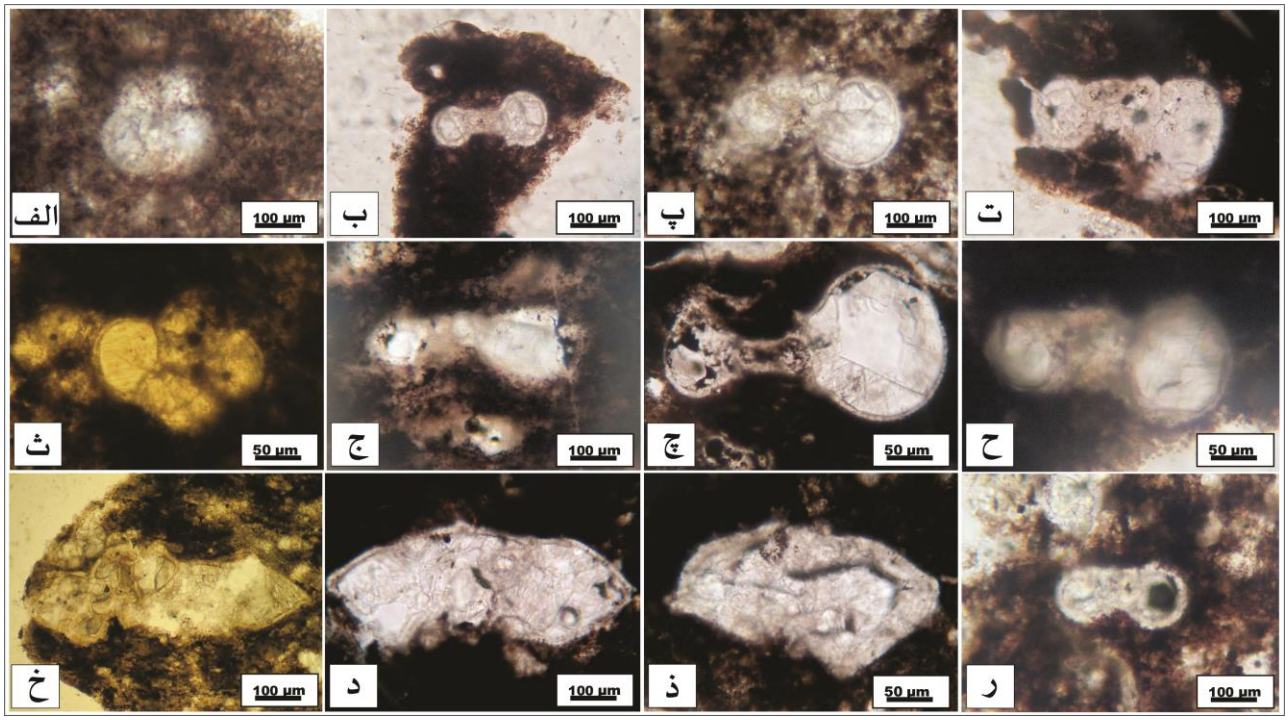
روش مطالعه

به منظور انجام زیست پهنه‌بندی و مطالعات رخساره‌ای سازند گرو در چاه A، در مجموع ۵۲۸ مقطع نازک حاصل از خرده‌های حفاری و تعداد ۴۰ مقطع نازک تهیه شده از فواصل مغزه‌گیری شده در چاه مذکور مورد مطالعه قرار گرفت. علاوه بر این از ۶۷ نمونه نیز به منظور مطالعات پالینولوژی و پالینوفاسیس، با استفاده از روش استاندارد Traverse (2007)، مقاطع پالینولوژیکی تهیه گردید. در این پژوهش برای شناسایی جنس و گونه‌های مختلف روزن‌داران شناور از منابع متعددی نظیر Bolli (1966)، Postuma (1971)، Sigal (1977)، Robaszynski *et al.* (1984)، Caron (1985)، Bolli *et al.* (1987)، Sliter (1989)، Premoli-Silva & Sliter (1994)، Boudagher -Fadel *et al.* (1997) و Premoli-Silva & Verga (2004) بهره گرفته شده و تا حد امکان سعی شده است که زیست‌زون‌های تعریف شده با دو روش زیست‌پهنه‌بندی James & Wynd (1965) و Premoli Silva & Verga (2004) مطابقت داده شوند. برای تعریف و تفسیر پالینوفاسیس‌ها نیز از نمودار مثلثی Tyson (1993) استفاده گردیده است.

زیست چینه‌نگاری سازند گرو

نتایج حاصل از مطالعات میکروسکپی بر روی مقاطع نازک مغزه‌ها و خرده‌های حفاری چاه A به شناسایی ۱۵ جنس و

۴۸ گونـه از روزن‌داران شـناور منجـر گردیدکـه برخـی از فرم‌های شاخص آن، در شکل ۲ به تصویر کشیده شـده‌انـد. در نهایت بـر اسـاس ایـن روزن‌داران شـناور ۱۴ زیسـت‌زون تعیین شد (شکل ۳). همچنین همراه بـا مجموعـه پلانکتـونی شناسـایی شـده در مقـاطع، سـوزن‌هـای اسـفنج، قطعـات خارپوستان، روزن‌داران ریز کف‌زی و رادیولرها نیز حضور داشتند. لازم به ذکر است که مقاطع پالینولوژیکی تهیه شـده نیز مورد مطالعه قرار گرفتند، اما هیچ‌گونـه پـالینومرف قابـل شناسایی در آن‌ها مشاهده نشد.



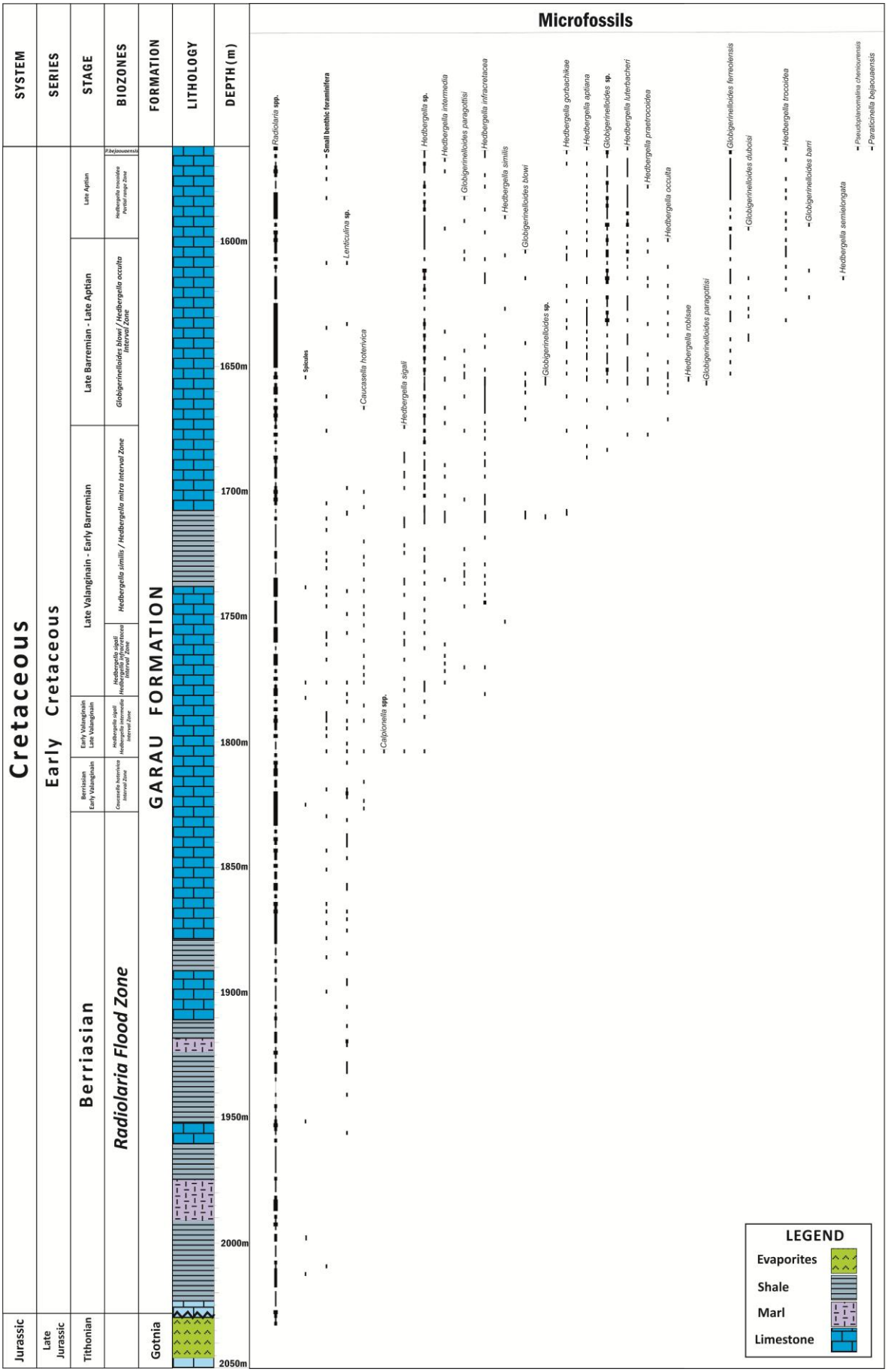
شکل ۲: برخی از روزن‌داران شناور شاخص در چاه ماهی **دشت-۱**

(الف) *Caucasella hoterivica*; (ب) *Globigerinelloides blowi*; (پ) *Hedbergella infracretacea*; (ت) *Hedbergella occulta*; (ث) *Hedbergella sigali*; (ج) *Hedbergella similis*; (چ) *Macroglobigerinelloides bentonensis*; (ح) *Paraticinella bejaouaensis*; (خ) *Rotalipora appenninica*; (د) *Rotalipora cushmani*; (ذ) *Rotalipora globotruncanoides*; (ر) *Ticinella primula*

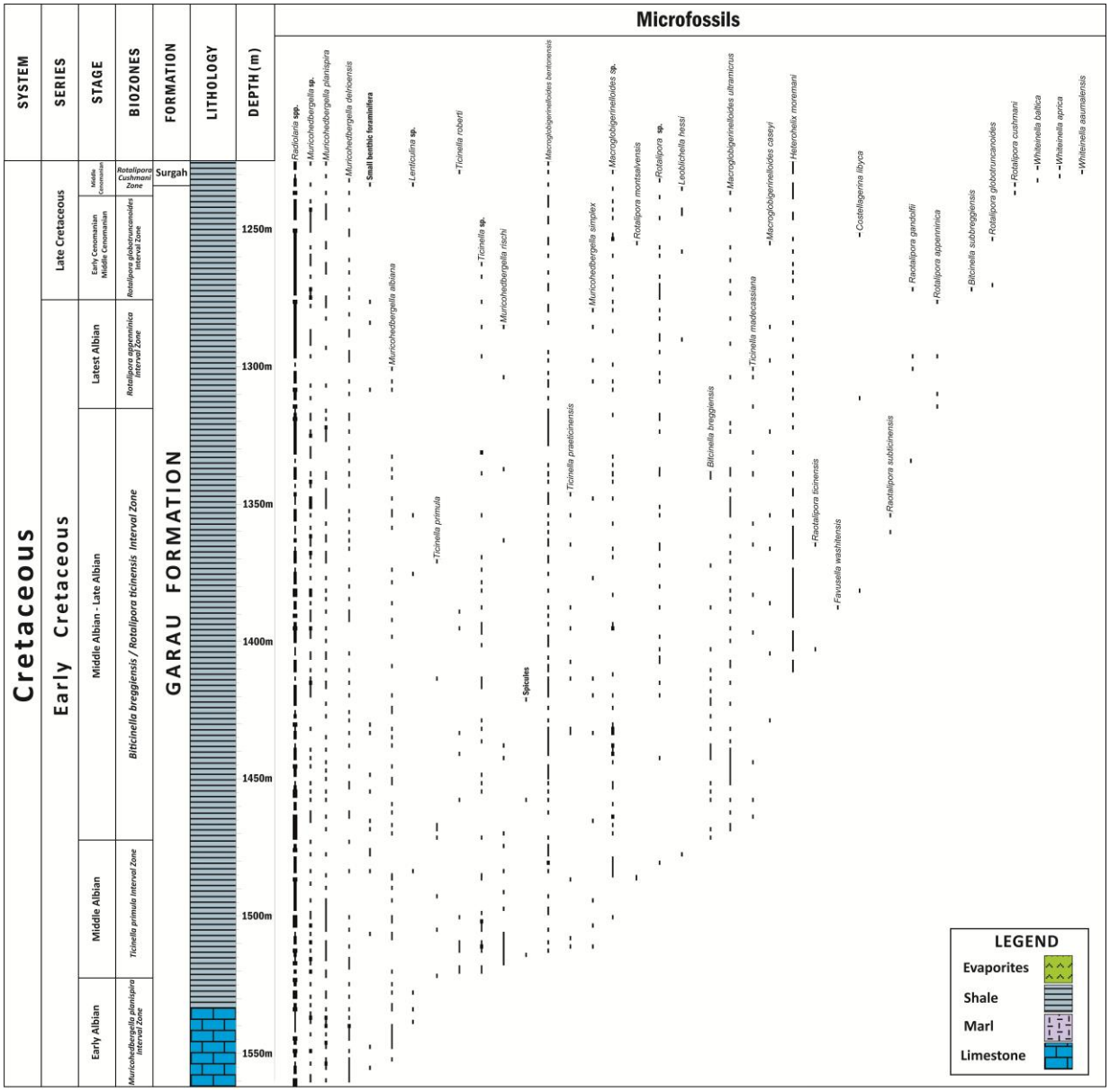
James & Wynd (1965) زیست‌زون‌های رسوبات تریـاس تا پلیوسن ـ پلئیستوسن زاگرس ایران را در یـک چـارچوب چینه‌شناسی تعریف نمودنـد کـه قابـل تطـابق بـا تـوالی‌هـای رسـوبی کشـورهای هـم‌جـوار (عـراق، کویـت و عربسـتان سعودی) بـود. بـراین اسـاس سـازند گـرو در بیشـتر نـواحی گسترش خود شـامل ۳ زیسـت‌زون اسـت کـه بـه ترتیـب از قاعده به سمت بالا عبارتند از:

Radiolaria Flood Zone #12
Globigerinelloides algeriana - *Biglobigerinella barri* Assemblage Zone #13
Rotalipora - *Radiolaria* Assemblage Zone #20

Premoli-Silva & Verga (2004)، زیست‌زون‌هایی را بـر اساس گسـترش روزن‌داران شـناور بـرای رسـوبات کرتاسـه تعریف نمودند که نسـبت بـه زیسـت‌پهنـه‌بنـدی ارائـه شـده توسـط James & Wynd (1965)، چـارچوب زمـانی دقیق‌تری را ارائه می‌دهد و به همین دلیل در پژوهش حاضر تلاش شده است تا زیست‌زون‌های تعریـف شـده بـر مبنـای زیسـت‌پهنـه‌بنـدی Premoli-Silva & Verga (2004) صورت گیرد. زیست‌زون‌های تفکیک شده سازند گـرو در چاه A به شرح ذیل می‌باشند:



شکل ۳: توزیع و پراکنش روزن‌داران شناور در چاه A



ادامه شکل ۳: توزیع و پراکنش روزن‌داران شناور در چاه A

1- Radiolaria Flood Zone #12

در قاعده سازند گرو رسوبات غنی از رادیولری مشاهده می‌گردد که بسته به نواحی مختلف دارای سن‌های مختلفی در بازه زمانی بریازین تا آپتین می‌باشند و از ویژگی‌های مهم آن میزان بالای مواد آلی است که با شکوفایی گسترده رادیولرها و نبود روزن‌داران شناور به آسانی قابل شناسایی است. James & Wynd (1965) این بخش از سازند گرو را به عنوان زیست‌زون Radiolaria Flood Zone #12 تعریف نموده‌اند. اگرچه زیست‌پهنه‌بندی Premoli-Silva & Verga (2004) چارچوب زمانی دقیق‌تری را نسبت به کار James & Wynd (1965) ارائه می‌دهد و در پژوهش حاضر نیز برای تعریف زیست‌پهنه‌بندی محلی مورد استفاده قرار گرفته است، اما این زیست‌پهنه‌بندی را به دلیل نبود و یا حضور اندک روزن‌داران شناور نمی‌توان برای بخش قاعده رادیولردار سازند گرو به کار برد. به همین دلیل در پژوهش حاضر از این بخش به عنوان زون Radiolaria Flood Zone#12 نام برده می‌شود که مطابق با زون‌بندی قدیمی‌تر می‌باشد. این زیست‌زون در چاه A با ضخامت ۲۰۲ متر در

حد فاصل عمق‌های ۲۰۲۷ متری تا ۱۸۲۵ متری شناسایی شده است که شامل مجموعه فسیلی زیر می‌باشد:

Radiolaria spp., *Lenticulina* sp., Textularids, sponge spicules.

2- *Caucasella hoterivica* Interval Zone

این زیست‌زون که همراه با اولین حضور گونه *Caucasella hoterivica* تا اولین حضور گونه *Hedbergella sigali* به صورت یک زیست‌زون بینابینی تعریف می‌شود در چاه A در حد فاصل عمق‌های ۱۸۲۵ تا ۱۸۰۵ متری شناسایی شده است و مجموعه فسیلی زیر را دربرگرفته است:

Caucasella hoterivica, *Lenticulina* sp., *Radiolaria* spp., sponge spicules

سن زیست‌زون مذکور بریازین ـ والانژینین پیشین می‌باشد.

3- *Hedbergella sigali* / *Hedbergella intermedia* Interval Zone

این زیست‌زون که از عمق ۱۸۰۵ تا عمق ۱۷۸۰ گسترش دارد، بر اساس تعریف مرز زیرین آن با ظهور *Hedbergella sigali* و مرز بالایی آن با ظهور گونه *Hedbergella infracretacea* منطبق می‌باشد. سن این زیست‌زون والانژینین پیشین تا پسین بوده است و در چاه A مجموعه فسیلی همراه این زیست‌زون عبارتند از:

Caucasella hoterivica, Hedbergella sigali, Hedbergella intermedia, Hedbergella sp., *Calpionella* spp., *Lenticulina* sp., *Radiolaria* spp., *Textularids*, sponge spicules.

4- *Hedbergella sigali* / *Hedbergella infracretacea* Interval Zone

این زیست‌زون بینابینی در حدفاصل ۱۷۸۰ تا ۱۷۵۱ متری شناسایی شده است. بر اساس تعریف، قاعده این زیست‌زون با ظهور گونه *Hedbergella infracretacea* منطبق بوده و مرز بالایی آن نیز منطبق با ظهور *Hedbergella similis* می‌باشد که از لحاظ سنی بر والانژین پسین تا بارمین پیشین دلالت دارد. مجموعه فسیلی همراه در این زیست‌زون عبارتند از:

Caucasella hoterivica, Hedbergella sigali, Hedbergella intermedia, Hedbergella infracretacea, Hedbergella sp., *Globigerinelloides paragottisi, Lenticulina* sp., *Radiolaria* spp., sponge spicules.

5- *Hedbergella similis* / *Hedbergella mitra* Interval Zone

این زیست‌زون با سن بارمین پیشین در اعماق ۱۷۵۱ تا ۱۶۷۳ متری و با ضخامت ۷۸ متر قرار گرفته است. ظهور گونه‌های *Hedbergella similis* و *Hedbergella mitra* مرز پایین زیست‌زون را تعیین می‌نمایند. مرز بالایی آن نیز با ظهور گونه *Globigerinelloides blowi* مشخص می‌گردد. مجموعه فسیلی زیر در فاصله گسترش این زیست‌زون بینابینی شناسایی گردیدند:

Caucasella hoterivica, Hedbergella sigali, Hedbergella intermedia, Hedbergella infracretacea, Hedbergella aptiana, Hedbergella similis, Hedbergella sp., *Globigerinelloides paragottisi, Lenticulina* sp., *Radiolaria* spp., sponge spicules.

6- *Globigerinelloides blowi* / *Hedbergella occulta* Interval Zone

این زیست‌زون که به صورت محلی تعریف شده است و در حد فاصل اعماق ۱۶۷۳ تا ۱۶۰۰ قرار دارد، سن بارمین پیشین تا آپتین پسین دارد. این بخش دربرگیرنده ۴ زیست‌زون (*Globigerinelloides blowi* Zone؛ *Leupoldina cabri* Zone؛ *Globigerinelloides ferreolensis* Zone؛ *Globigerinelloides algerianus* Zone) از زیست‌پهنه‌بندی Premoli-Silva & Verga (2004) است که در این چاه به دلیل نبود گونه‌های شاخص تفکیک کننده مرز این زیست‌پهنه‌بندی، توانایی تفکیک آن‌ها وجود نداشته است. تعدد و تنوع گونه‌های با حجره‌های کشیده که زون فراوانی[1] *Leupoldina cabri* با

1- Acme zone

سن آپتین پیشین تا پسین را مشخص می‌نمایند و منطبق بر رویداد جهانی OEA-1 است، در چاه A مشاهده نگردید. همچنین گونه شاخص *Globigerinelloides algerianus* با سن آپتین پسین که محدوده گسترش آن مشخص کننده زیست‌زون گستره‌ای با همین نام می‌باشد، نیز در چاه مطالعه شده مشاهده نگردید. بر همین اساس مرز پایینی زیست‌زون محلی تعریف شده منطبق بر ظهور گونه *Globigerinelloides blowi* و مرز بالایی آن نیز منطبق با انقراض *Hedbergella occulta* است که براساس تعریف Premoli-Silva & Verga (2004) انقراض این گونه منطبق با مرز بالایی زیست‌زون گستره‌ای *Globigerinelloides algerianus* می‌باشد. اجتماع فسیلی مشاهده شده در این بخش عبارتند از:

Caucasella hoterivica, Hedbergella sigali, Hedbergella intermedia, Hedbergella infracretacea, Hedbergella occulta, Hedbergella roblesae, Hedbergella aptiana, Hedbergella luterbacheri, Hedbergella similis, Hedbergella praetrocoidea, Hedbergella trocoidea, Hedbergella semielongata, Hedbergella sp., *Globigerinelloides paragottisi, Globigerinelloides blowi, Globigerinelloides barri Globigerinelloides ferreolensis Globigerinelloides duboisi, Globigerinelloides* sp., *Lenticulina* sp., *Radiolaria* spp., scarces ponge spicules.

7- *Hedbergella trocoidea* Partial range Zone

این زیست‌زون گستره‌ای بخشی که از اعماق ۱۶۰۰ تا ۱۵۶۸ متری در چاه مورد مطالعه مشاهده شده است شاخص سن آپتین پسین می‌باشد. براساس تعریف مرز پایینی این زیست‌زون بخشی با انقراض *Globigerinelloides algerianus* و مرز بالایی آن با ظهور گونه *Paraticinella bejaouaensis* منطبق می‌باشد. همان‌طور که پیش‌تر نیز اشاره شد، گونه *Globigerinelloides algerianus* در چاه مورد مطالعه مشاهده نگردید. به همین دلیل قاعده این زیست‌زون به صورت محلی در این مطالعه با انقراض گونه *Hedbergella occulta* مشخص گردید که خود منطبق با پایان زیست‌زون گستره‌ای *Globigerinelloides algerianus* است. تجمع فسیلی مشاهده شده در این زیست‌زون به شرح ذیل می‌باشد:

Hedbergella intermedia, Hedbergella infracretacea, Hedbergella aptiana, Hedbergella luterbacheri, Hedbergella similis, Hedbergella praetrocoidea, Hedbergella trocoidea, Hedbergella sp., *Globigerinelloides paragottisi, Globigerinelloides barri, Globigerinelloides ferreolensis, Globigerinelloides duboisi, Globigerinelloides* sp., *Radiolaria* spp., scarce sponge spicules.

8- *Paraticinella bejaouaensis* Interval Zone

مرز پایینی این زیست‌زون بینابینی با ظهور گونه *Paraticinella bejaouaensis* تعریف می‌شود و مرز بالایی آن نیز با انقراض جنس‌های *Hedbergella* و *Globigerinelloides* در مرز آپتین ـ آلبین، مشخص می‌شود. در چاه A این زیست‌زون بسیار کوتاه است و تنها در فاصله عمق‌های ۱۵۶۸ تا ۱۵۶۳ متری مشاهده گردیده است. اجتماع فسیلی همراه در این زیست‌زون بینابینی عبارتند از:

Hedbergella aptiana, Hedbergella luterbacheri, Hedbergella trocoidea, Hedbergella sp., *Paraticinella bejaouaensis, Pseudoplanomalina cheniourensis, Radiolaria* spp., scarce sponge spicules.

9- *Muricohedbergella planispira* Interval Zone

براساس Premoli-Silva & Verga (2004)، مرز پایین و بالای این زیست‌زون با سن آلبین پیشین به ترتیب با انقراض گونه *Paraticinella bejaouaensis* و ظهور گونه *Ticinella primula* منطبق می‌باشد. در چاه A این زیست‌زون بینابینی در محدوده اعماق ۱۵۶۳ تا ۱۵۲۴ قرار گرفته است که فسیل‌های ذیل در آن شناسایی شده‌اند:

Muricohedbergella delrioensis, Muricohedbergella planispira, Muricohedbergellaalbiana, Lenticulina

sp., *Radiolaria* spp.

10- *Ticinella primula* Interval Zone

این زیست‌زون بینابینی با ضخامت ۵۳ متر در حد فاصل اعماق ۱۵۲۴ تا ۱۴۷۱ شناسایی شده است، به طوری که آغاز آن با ظهور گونه *Ticinella primula* و پایان آن نیز با ظهور گونه *Biticinella breggiensis* منطبق می‌باشد. فسیل‌های شناسایی شده در محدوده گسترش این زیست‌زون که سن آلبین میانی را دار است، در زیر ذکر شده‌اند:

Muricohedbergella delrioensis, Muricohedbergella planispira, Muricohedbergella albiana, Muricohedbergella rischei, Muricohedbergella simplex, Ticinella roberti, Ticinella praeticinensis, Ticinella primula, Macroglobigerinelloides bentonensis, Lenticulina sp., *Radiolaria* spp.

11- *Biticinella breggiensis* / *Rotalipora ticinensis* Interval Zone

این زیست‌زون بینابینی که به صورت محلی تعریف شده است، با ظهور گونه *Biticinella breggiensis* آغاز و با ظهور گونه *Rotalipora appenninica* خاتمه می‌یابد و دارای سن آلبین میانی تا پایانی است که خود زیست‌زون‌های *Biticinella breggiensis* Interval Zone و *Rotalipora ticinensis* Interval Zone از زیست‌پهنه‌بندی Premoli-Silva & Verga (2004) را دربرمی‌گیرد. این دو زیست‌زون با ظهور *Rotalipora ticinensis* از هم تفکیک می‌شوند که گونه مذکور در چاه A شناسایی نگردید. جنس و گونه‌های حاضر در محدوده این زیست‌زون که در اعماق ۱۴۷۱ تا ۱۳۱۵ قرار گرفته است، به شرح زیر می‌باشند:

Biticinella breggiensis, Biticinella subbreggiensis, Costellagerina libyca, Favusella washitensis, Heterohelix moremani, Muricohedbergella delrioensis, Muricohedbergella planispira, Muricohedbergella albiana, Muricohedbergella rischi, Muricohedbergella simplex, Ticinella roberti, Ticinella praeticinensis, Ticinella primula, Ticinella madecassiana, Macroglobigerinelloides bentonensis, Macroglobigerinelloides caseyi, Macroglobigerinelloides ultramicrus, Rotalipora ticinensis, Rotalipora subticinensis, Rotalipora gandolfii, Lenticulina sp., *Radiolaria* spp.

12- *Rotalipora appenninica* Interval Zone

این زیست‌زون در چاه A در حد فاصل اعماق ۱۳۱۵ تا ۱۲۷۷متر قرار گرفته است و شاخص آلبین پسین است. مرز پایین و بالای این زیست‌زون به ترتیب با اولین ظهور گونه‌های *Rotalipora appenninica* و *Rotalipora globotruncanoides* مشخص می‌گردد. در محدوده گسترش این زیست‌زون جنس *Rotalipora* متنوع گشته و در مقابل جنس‌های *Biticinella* و *Ticinella* منقرض می‌گردند. جنس و گونه‌های همراه مشاهده شده در این زیست‌زون عبارتند از:

Biticinella breggiensis, Biticinella subbreggiensis, Costellagerina libyca, Favusella washitensis, Heterohelix moremani, Muricohedbergella delrioensis, Muricohedbergella planispira, Muricohedbergella albiana, Muricohedbergella rischi, Muricohedbergella simplex, Ticinella roberti, Ticinella praeticinensis, Ticinella primula, Ticinella madecassiana, Macroglobigerinelloides bentonensis, Macroglobigerinelloides caseyi, Macroglobigerinelloides ultramicrus, Rotalipora appenninica, Rotalipora ticinensis, Rotalipora subticinensis, Rotalipora gandolfii, Lenticulina sp., *Radiolaria* spp.

13- *Rotalipora globotruncanoides* Interval Zone

این زیست‌زون بینابینی با ضخامت ۳۷ متر که در حد فاصل عمق‌های ۱۲۷۷ تا ۱۲۴۰ متری قرار گرفته است و دربرگیرنده زیست‌زون‌های *Rotalipora globotruncanoides* و *Rotalipora reicheli* از زیست‌پهنه‌بندی Premoli-Silva & Verga (2004) می‌باشد. بر طبق تعریف زیست‌زون *Rotalipora*

globotruncanoides با ظهور گونه *Rotalipora globotruncanoides* آغاز و همچنین با ظهور گونه *Rotalipora reicheli* خاتمه می‌یابد. از حوادث مهم این زیست‌زون که در چاه A نیز آشکار گردید، انقراض گونه *Rotalipora gandolfii* و ظهور گونه *Rotalipora montsalvensis* در فاصله زمانی گسترش زیست‌زون موردنظر می‌باشد. زیست‌زون *Rotalipora reicheli* نیز یک زیست‌زون گستره‌ای کامل می‌باشد که با ظهور و انقراض گونه *Rotalipora reicheli* تعریف می‌شود. در چاه A این گونه مشاهده نگردید و به همین دلیل زیست‌زون *Rotalipora reicheli* امکان تعریف و تفکیک را ندارد. قاعده زیست‌زون شماره ۱۳ در این پژوهش براساس ظهور گونه *Rotalipora globotruncanoides* تعریف شده و مرز بالای آن نیز منطبق بر ظهور گونه *Rotalipora cushmani* می‌باشد که شاخص سن سنومانین پیشین تا میانی است. مجموعه فسیلی شناسایی شده در محدوده این زیست‌زون عبارتند از:

Costellagerina libyca, Heterohelix moremani, Loeblichella hessi, Muricohedbergella delrioensis, Muricohedbergella planispira, Muricohedbergella sp., *Macroglobigerinelloides bentonensis, Macroglobigerinelloides caseyi, Macroglobigerinelloides* sp., *Macroglobigerinelloides ultramicrus, Rotalipora gandolfii, Rotalipora globotruncanoides, Rotalipora montsalvensis, Rotalipora* sp., Small benthic foraminifera, *Radiolaria* spp.

14- *Rotalipora cushmani* Toatal Range Zone

همان‌طور که از عنوان این زیست‌زون نیز می‌توان استنباط کرد، این زیست‌زون گستره‌ای کامل، بر فاصله زمانی ظهور و انقراض گونه *Rotalipora cushmani* دلالت دارد. در چاه A ظهور گونه مذکور قاعده زیست‌زون را مشخص می‌نماید، اما مرز بالای آن خارج از نهشته‌های سازند گرو است. به عبارت دیگر این زیست‌زون به طور کامل در میان رسوبات سازند گرو قرار نمی‌گیرد و تنها ۷ متر از آن متعلق به رسوبات سازند گرو می‌باشد. از حوادث مهم زیست‌زون *Rotalipora cushmani* ظهور جنس *Whiteinella* است که در چاه A نیز ثبت گردیده است. سن این زیست‌زون سنومانین میانی تا پسین بوده و جنس و گونه‌های شناسایی شده در این بخش از سازند گرو عبارتند از:

Heterohelix moremani, Loeblichella hessi, Muricohedbergella delrioensis, Muricohedbergella planispira, Muricohedbergella sp., *Macroglobigerinelloides bentonensis, Macroglobigerinelloides* sp., *Macroglobigeri-nelloides ultramicrus, Rotalipora cushmani, Rotalipora* sp., *Whiteinella aprica, Whiteinella aumalensis, Whiteinella baltica, Lenticulina* sp., Small benthic foraminifera, *Radiolaria* spp.

محیط رسوبی

محیط رسوبی به بخشی از پوسته زمین اطلاق می‌گردد که دارای پتانسیل رسوب‌گذاری است و از نظر فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی از محیط‌های مجاور خود متمایز باشد. شناسایی واحدهای رخساره‌ای در توالی‌های رسوبی مهم‌ترین گام در جهت مطالعه و تفسیر محیط رسوبی است (Flugel, 2010). در این مطالعه جهت تشخیص رخساره‌ها و تعیین شرایط حاکم بر محیط دیرینه سازند گرو در چاه A و همچنین در نظر گرفتن کلیه لایه‌های شیلی و سنگ آهکی، مطالعات ریزرخساره و پالینوفاسیس به صورت هم‌زمان صورت گرفت و مقاطع نازک حاصل از مغزه‌ها، خرده‌های حفاری و اسلایدهای پالینولوژیکی مورد بررسی قرار گرفتند. تلفیق نتایج حاصل از این دو بخش، اطلاعات مفیدی جهت بازسازی محیط دیرینه و شرایط بوم شناختی حاکم فراهم می‌کند.

ریزرخساره‌ها

ریزرخساره شامل تمام مشخصات رسوب شناسی و دیرینه‌شناسی می‌باشد که با مطالعه مقاطع نازک به دست می‌آید (Flugel, 2010). نوع ذرات تشکیل دهنده و فراوانی آن‌ها، ماتریکس، فابریک رسوبی و تجمعات فسیلی مهم‌ترین معیارهای شناسایی و تفکیک ریزرخساره‌ها از هم می‌باشند. به عبارت دیگر بررسی بافت سنگ‌های کربناته و شناسایی اجزای اصلی و فرعی سازنده رخساره‌های رسوبی در بررسی ریزرخساره‌ها و تفسیر محیط رسوبی نقش بسیاری دارد (Tucker, 2001). به طور کلی اجزای سازنده سنگ‌های کربناته را می‌توان در دو گروه سازندگان برجا[2] و سازندگان نابرجا[3] از هم تفکیک نمود (Folk, 1974). سازندگان برجا شامل تمام رسوبات آهکی اولیه‌ای است که فاقد هر گونه آثار حمل و نقل بوده و در داخل حوضه رسوبی شکل می‌گیرند (Folk, 1974)، اما سازندگان نابرجا به طور معمول از زمینه سنگ دانه درشت‌تر بوده و شامل تمامی قطعاتی است که به طریقه شیمیایی و یا بیوشیمیایی در داخل حوضه رسوبی تشکیل و پس از جابه‌جایی می‌توانند در مکانی دیگر رسوب کنند (Flugel, 2010). روزن‌داران شناور، گروه‌های مختلف رادیولری و به میزان کمتر بقایای حاصل از دوکفه‌ای‌ها و خارپوستان، سوزن اسفنج و روزن‌داران کوچک کف‌زی از عناصر مهم نابرجا در چاه A می‌باشند.

در این پژوهش، مطالعات سنگ‌شناسی و نام‌گذاری بخش‌های کربناته بر اساس روش Dunham (1962) صورت گرفت و جهت تقسیم‌بندی ریزرخساره‌ها و تعیین محیط رسوبی نهشته‌های کربناته از نوشته Flugel (2010) بهره گرفته شد که در نتیجه آن شش ریزرخساره رسوبی مربوط به کمربند رخساره‌ای نواحی ژرف دریایی شناسایی گردید (شکل ۴).

ریزرخساره رادیولاریا مادستون

این ریزرخساره شامل حضور پراکنده رادیولرها در یک زمینه میکرایتی است که عموماً متعلق به راسته اسپوملارین‌ها می باشند. از جمله اجزای فرعی حاضر می‌توان به روزن‌داران کف‌زی کوچک همچون جنس *Lenticulina* اشاره داشت. بافت شناور و گل پشتیبان و تعداد اندک سازندگان نابرجا که کمتر از ده درصد سنگ را تشکیل می‌دهند، بیانگر ته‌نشست این ریزرخساره در بخش‌های ژرف حوضه است (Devleeschouwer *et al.*, 2002، Flugel, 2010). این ریزرخساره در بخش‌های پایینی سازند گرو در چاه A شناسایی شده است.

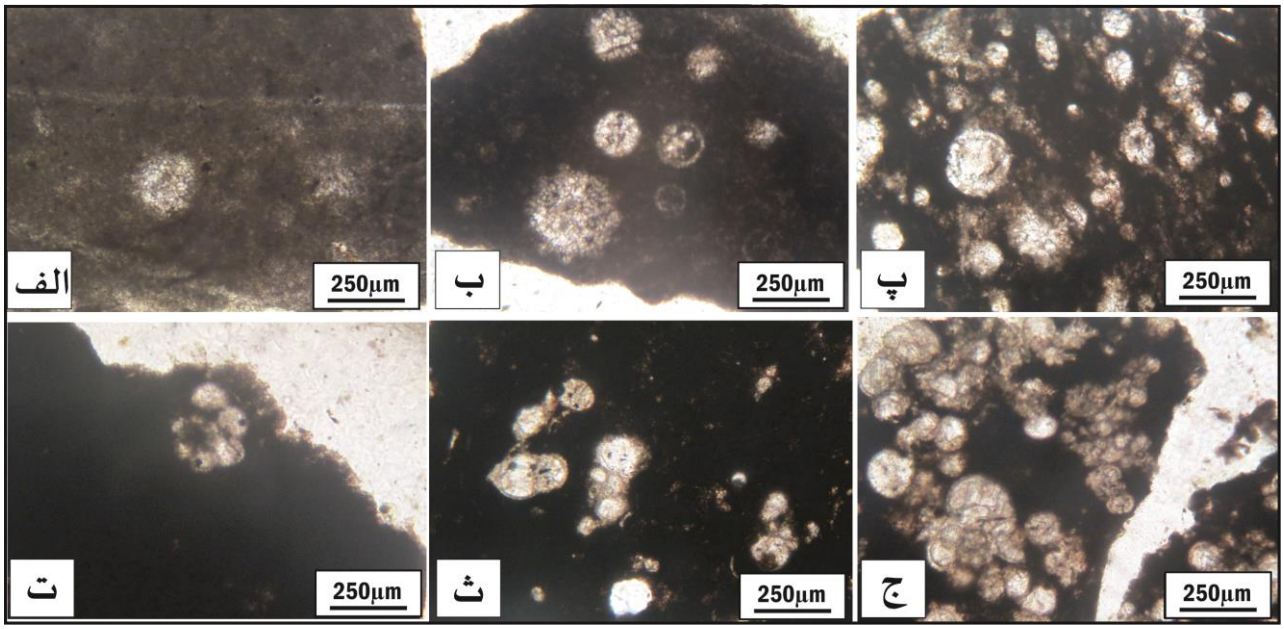
ریزرخساره رادیولاریا وکستون

مشابه با رخساره قبلی، رادیولرها از سازندگان اصلی این ریزرخساره می‌باشند، با این تفاوت که بیش از ده درصد را در زمینه میکرایتی به خود اختصاص داده‌اند. از دیگر عناصر نابرجای حاضر در این رخساره می‌توان به روزن‌داران شناور (*Hedbergella*، *Caucasella* و *Globigerinelloides*)، قطعات خارپوستان و دوکفه‌ای‌ها، سوزن‌های اسفنج و روزن‌داران کف‌زی کوچک همچون گروه‌های لنتیکولینید و تکستولارید اشاره داشت. محیط ته‌نشست رسوبات، نواحی عمیق حوضه است (Heldet *et al.*, 2008; Flugel, 2010).

ریزرخساره رادیولاریا پکستون

دانه‌های اصلی تشکیل دهنده این رخساره نیز رادیولرها بوده که در یک زمینه میکرایتی حضور دارند. در این رخساره رادیولرهای ناسلارین نسبت به دیگر ریزرخساره‌های

2- Allocthonus
3- Autochthonous



شکل ۴) انواع ریزرخساره‌های شناسایی شده در چاه A: الف) ریزرخساره رادیولاریا مادستون (نمونه ۶)؛ ب) ریزرخساره رادیولاریا وکستون (نمونه ۶۰۵۵)؛ پ) ریزرخساره رادیولاریا پکستون (نمونه ۵۷۵۵)؛ ت) ریزرخساره پلانکتونیک فرامینیفرا مادستون (نمونه ۵۷۷۵)؛ ث) ریزرخساره پلانکتونیک فرامینیفرا وکستون (نمونه ۵۵۹۵)؛ ج) ریزرخساره پلانکتونیک فرامینیفرا پکستون (نمونه ۵۳۷۰)

شناسایی شده تعدد بیشتری دارند، اگرچه هنوز در قیاس با رادیولرهای اسپوملارین اندک به شمار می‌روند. سوزن‌های اسفنج نیز در مقایسه با سایر ریزخساره‌ها افزایش نسبی نشان می‌دهند. همراه با این عناصر بیوکلاست‌ها، روزن‌داران شناور و روزن‌داران کوچک کف‌زی همچون لنتیکولینیدها مشاهده می‌گردند. جنس‌های غالب روزن‌داران شناور در این رخساره *Hedbergella* و *Globigerinelloides* هستند. این ریزرخساره نیز متعلق به کمربند رخساره‌ای نواحی عمیق دریایی است (Devleeschouwer *et al.*, 2002; Flugel, 2010).

ریزرخساره پلانکتونیک فرامینیفرا مادستون

این ریزرخساره در چاه A بسیار به ندرت مشاهده گردید. در این ریزرخساره برخلاف ریزرخساره‌های پیشین، رادیولرها بسیار اندک بوده و روزن‌داران شناور (*Hedbergella* و *Globigerinelloides*) جایگزین آن‌ها شده‌اند. با وجود این، هنوز آلوکم‌ها کمتر از ده درصد سنگ را تشکیل داده و زمینه میکرایتی غالب است. محیط ته‌نشست با توجه به عناصر سازنده برجا و نابرجا و فراوانی نسبی آن‌ها، محیط عمیق دریایی تفسیر می‌گردد (Wilson, 1975; Geel, 2000; Flugel, 2010).

ریزرخساره پلانکتونیک فرامینفرا وکستون

روزن‌داران شناور عناصر غالب سازنده این ریزرخساره می‌باشند که همراه با آن‌ها، رادیولرها و به مقدار کمتر قطعات خارپوستان، دوکفه‌ای، سوزن اسفنج و روزن‌داران کوچک کف‌زی مشاهده می‌گردند. این رخساره نیز در نواحی ژرف دریایی ته نشست کرده است (Tucker, 2001; Heldet *et al.*, 2008) روزن‌داران شناور حاضر در این ریزرخساره به طور غالب گونه‌های مختلف *Hedbergella* و *Globigerinelloides* می‌باشند، اگرچه گونه‌های دیگری همچون *Paraticinella bejaouaensis* و *Pseudoplanomalina cheniourensis* نیز حضور دارند. این ریزرخساره در چاه A همراه با ریزرخساره رادیولاریا وکستون بیش از ۶۵ درصد بخش‌های کربناته را به خود اختصاص می‌دهند.

ریزرخساره پلانکتونیک فرامینیفرا پکستون

این رخساره با فراوانی غالب روزن‌داران شناور مشخص می‌گردد که همراه با رادیولرها در زمینه میکرایتی حضور دارند. این رخساره نشان از شکوفایی و تنوع روزن‌داران شناور دارد و عمده جنس‌های حاضر در این ریزرخساره گونه های مختلف *Hedbergella*، *Globigerinelloides*، *Macroglobigerinelloides* و *Muricoedbergella* می‌باشند. از دیگر عناصر سازنده نابرجا در این ریزرخساره می‌توان به روزن‌داران کوچک کف‌زی، سوزن‌های اسفنج و قطعات بایوکلاستی اشاره داشت. این رخساره نیز از رخساره‌های متعلق به کمربند رخساره‌های نواحی عمیق دریایی به شمار می‌رود (Heldet *et al*., 2008).

پالینوفاسیس

واژه پالینوفاسیس را برای اولین بار Combaz (1964) مطرح ساخت و آن را در ارتباط با تمامی باقیمانده‌های آلی مقاوم در برابر اسید خواند. به عبارت دیگر، بازسازی محیط دیرینه با استفاده از رخساره‌های پالینولوژیکی را پالینوفاسیس می‌نامند. تاکنون تقسیم‌بندی‌های مختلف و متعددی برای عناصر باقی‌مانده در اسلایدهای پالینولوژیکی پیشنهاد شده است، اما در همه آن‌ها سه گروه اصلی ماده آلی یعنی پالینومورف‌ها، فیتوکلاست‌ها (ذرات آلی با منشأ خشکی) و موادآلی بی‌شکل[4] مورد توجه قرار گرفته‌اند (Traverse, 2007).

Tyson (1993) نمودار مثلثی شکلی را معرفی نمود که سه رأس آن را سه جزء اصلی پالینومورف‌ها، فیتوکلاست‌ها و مواد آلی بی‌شکل تشکیل می‌دهند و بر این اساس نه پالینوفاسیس مختلف را معرفی نمود که هر پالینوفاسیس دارای دامنه معینی از اجزای پالینولوژیکی سازنده می‌باشند. در این مطالعه نیز، ۶۷ نمونه از خرده‌های حفاری سازند گرو در چاه A به منظور مطالعات پالینوفاسیس انتخاب گردید و پس از تهیه اسلایدهای پالینولوژیکی با استفاده از روش استاندارد Traverse (2007)، عناصر پالینولوژیکی سازنده هر نمونه در ده میدان دید با بزرگنمایی ده برابر مورد شمارش قرار گرفتند. با تعیین درصد هر یک از عناصر پالینولوژیکی (جدول ۱) و پیاده نمودن آن در نمودار Tyson (1993) (شکل ۵)، دو رخساره پالینولوژیکی تشخیص داده شد که طبق نمودار مربوط به ناحیه‌های IX و VI می‌باشند (شکل ۶). لازم به ذکر است که در اسلایدهای مطالعه شده، عناصر پالینولوژیکی تنها از دو گروه مواد آلی بی‌شکل (AOM) و فیتوکلاست‌ها شکل یافته‌اند و هیچ جنس یا گونه‌ای از گروه پالینومورف‌ها شناسایی و مشاهده نگردید.

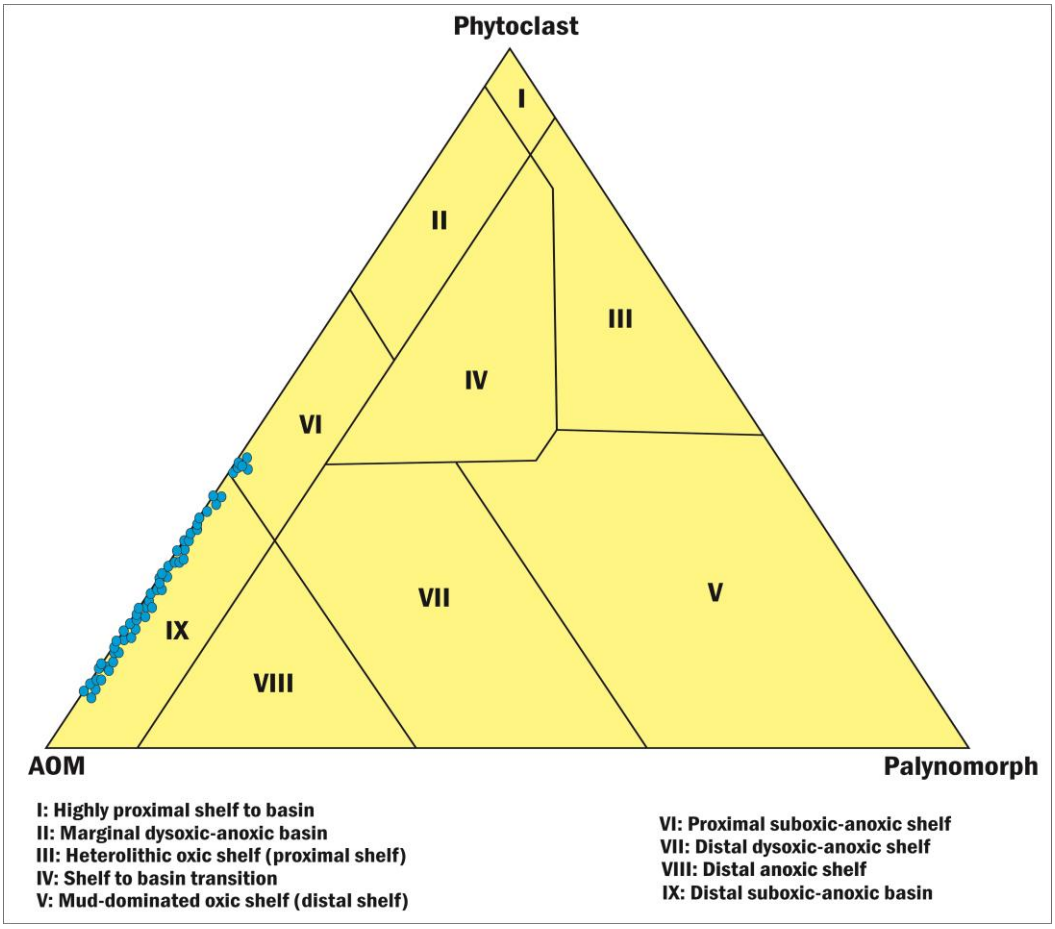
پالینوفاسیس IX

در این رخساره درصد AOM نمونه‌ها بیش از ۶۰ درصد می‌باشد و فیتوکلاست‌ها به مقدار کمتر حضور دارند. این پالینوفاسیس که بخش غالب نمونه‌های سازند گرو در چاه A (۶۳ عدد از کل نمونه‌ها) را دربرمی‌گیرد، نشان‌دهنده یک محیط دور از ساحل با اکسیژن کم و یا فاقد اکسیژن می‌باشد.

پالینوفاسیس VI

در این رخساره اگرچه هنوز مهم‌ترین جزء تشکیل‌دهنده عناصر پالینولوژیکی، مواد آلی بی‌شکل می‌باشند، اما درصد حضور فیتوکلاست‌ها نسبت به رخساره قبلی افزایش یافته است. این روند افزایشی فیتوکلاست‌ها که در عمق‌های ۴۴۷۰ تا ۴۵۹۰ متری چاه مورد مطالعه مشاهده گردید، نشان از کم عمق شدن نسبی حوضه در این بخش‌های سازند گرو دارد. محیط رسوب‌گذاری این رخساره، شلف نزدیک به منشأ با اکسیژن کم یا بدون اکسیژن می‌باشد.

4- Amorphous Organic Matter

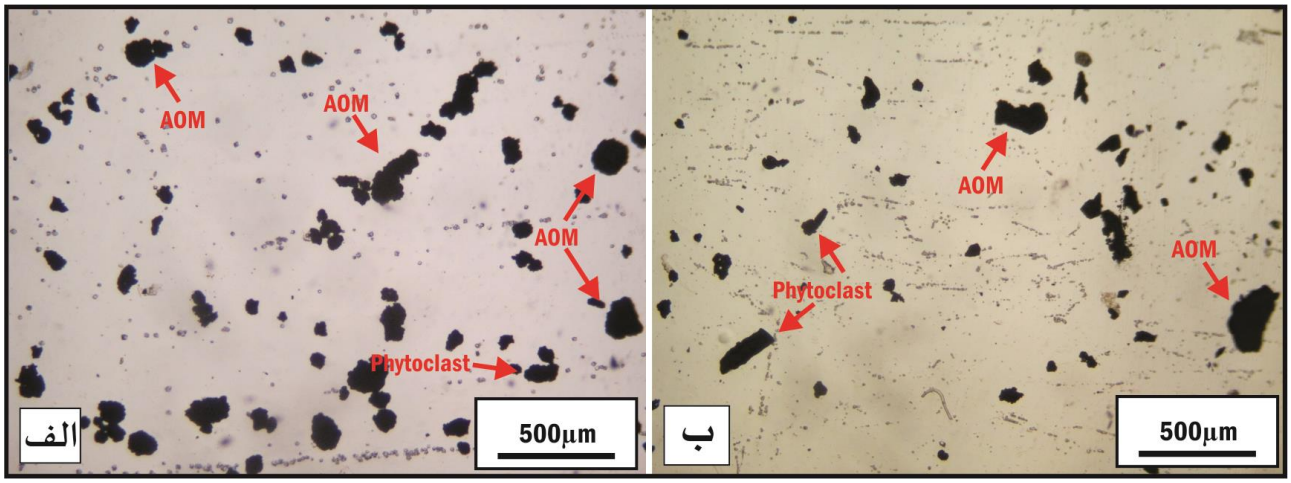


شکل ۵) پالینوفاسیس‌های موجود در نمونه‌های چاه A بر مبنای نمودار مثلثی Tyson (1993)

جدول۱: نسبت درصد عناصر پالینولوژیکی در مقاطع مطالعه شده در چاه A

Sample No.	AOM	Phytoclast	Palynomorph	Palynofacies
6670	79	21	0	IX
6630	81	19	0	
6590	90	10	0	
6550	89	11	0	
6510	82	18	0	
6470	65	35	0	
6430	70	30	0	
6390	78	22	0	
6350	71	29	0	
6310	74	26	0	
6270	79	21	0	
6230	70	30	0	
6190	74	26	0	
6150	87	13	0	
6110	69	31	0	
6070	87	13	0	
6030	83	17	0	
5990	80	20	0	
5950	83	17	0	
5910	75	25	0	
5870	72	28	0	
5830	68	32	0	
5790	73	27	0	
5750	88	12	0	
5710	80	20	0	
5670	80	20	0	
5630	75	25	0	
5590	82	18	0	
5550	84	16	0	
5510	72	28	0	
5470	77	23	0	
5430	89	11	0	
5390	69	31	0	
5350	79	21	0	

Sample No.	AOM	Phytoclast	Palynomorph	Palynofacies
5310	75	25	0	IX
5270	81	19	0	
5230	89	11	0	
5190	85	15	0	
5150	83	17	0	
5110	90	10	0	
5070	70	30	0	
5030	90	10	0	
4990	85	15	0	
4950	83	17	0	
4910	80	20	0	
4870	88	12	0	
4830	85	15	0	
4790	80	20	0	
4750	65	35	0	
4710	72	28	0	
4670	89	11	0	
4630	78	22	0	
4590	58	42	0	VI
4550	59	41	0	
4510	58	42	0	
4470	59	41	0	
4430	83	17	0	IX
4390	70	30	0	
4350	90	10	0	
4310	86	14	0	
4270	80	20	0	
4230	77	23	0	
4190	65	35	0	
4150	79	21	0	
4110	76	24	0	
4070	80	20	0	
4030	77	23	0	



شکل ۶) انواع پالینوفاسیس‌های شناسایی شده در چاه A؛ الف) پالینوفاسیس IX (نمونه ۴۵۵۰)؛ ب) پالینوفاسیس VI (نمونه ۴۹۱۰)

به منظور دست‌یابی به محیط رسوبی سازند گرو در چاه A، مطالعات ریزرخساره و پالینوفاسیس به طور مجزا صورت پذیرفت که در نهایت به شناسایی شش ریزرخساره و دو پالینوفاسیس منجر گردید. تلفیق نتایج حاصل از مطالعات پالینوفاسیس و ریزرخساره، نشان دهنده حضور یک دریای ژرف در زمان رسوب‌گذاری سازند گرو در چاه A می‌باشد که در بستر آن شرایط احیایی بر محیط حاکم بوده است. حضور غالب پالینوفاسیس IX در کنار شواهد حاصل از مطالعات رخساره‌ای همچون فراوانی لایه‌های شیلی، میزان بالای گل آهکی در توالی‌های کربناته، تنوع و تعدد بالای رادیولرها و روزن‌داران شناور، سوزن‌های اسفنج و وجود روزن‌داران کف‌زی کوچک، نبود روزن‌داران کف‌زی بزرگ و در نهایت غنای بالای مواد آلی در رسوبات مذکور به ویژه در بخش‌های قاعده‌ای، تأیید کننده ژرفای زیاد محیط ته نشست سازند گرو در چاه مورد مطالعه می‌باشند.

نتیجه‌گیری

به منظور تعیین سن دقیق سازند گرو در چاه A، تعداد ۵۲۸ مقطع نازک از خرده‌های حفاری، ۴۰ مقطع نازک از مغزه‌ها و ۶۷ اسلاید پالینولوژیکی از نمونه‌های چاه مذکور تهیه و مورد مطالعه قرار گرفت. با توجه به مطالعات انجام شده بر روی روزن‌داران شناور سازند گرو در چاه A، تعداد ۱۵ جنس و ۴۸ گونه از آن‌ها شناسایی گردید که بر اساس حضور گونه‌های شاخص در مجموع ۱۴ زیست‌زون با دامنه سنی بریازین ـ سنومانین میانی، برای رسوبات گرو معرفی شد. همچنین بررسی‌های صورت گرفته با هدف مطالعات پالینولوژی و پالینواستراتیگرافی سازند، آشکار ساخت که اسلایدهای تهیه شده فاقد پالینومرف‌های قابل شناسایی (دریایی و خشکی) بوده و در نتیجه استفاده از این گروه فسیلی به منظور تعیین سن سازند گرو در چاه A امکان پذیر نمی‌باشد. تلفیق نتایج حاصل از مطالعات رخساره‌ای مقاطع نازک که به شناسایی ۶ ریزرخساره متعلق به کمربند نواحی ژرف دریایی انجامید با پالینوفاسیس‌های شناسایی شده در اسلایدهای پالینولوژیکی (پالینوفاسیس‌های IX و VI) بیانگر ته نشست سازند گرو در یک محیط دریایی عمیق با شرایط کم اکسیژن و یا بدون اکسیژن می‌باشد.

منابع

افشار حرب، ع. ۱۳۸۱. زمین شناسی نفت. *دانشگاه پیام نور*، ۱۸۷ ص.

آقانباتی، س.ع. ۱۳۸۳. زمین شناسی ایران. *سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور*، ۵۸۶ ص.

بهرامی زاده سجادی، ح. ۱۳۸۸. رخساره‌های زیستی میکروسکپی حوضه رسوبی زاگرس (پرمین ـ نئوژن). *شرکت ملی نفت ایران، مدیریت اکتشاف*، ۶۰۶ ص.

Bolli, H.M., Saunders, J.B., & Nielsen, K.P., 1987. Plankton Stratigraphy. *Cambridge University Press*, 1032 p.

Bolli, H., 1966. Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on planktonic foraminifera. *Boletin Informativo Association Venezolana de Geologia, Mineria y Petroleo*, 9: 3-32.

Boudagher-Fadel, M.K., Banner, F.T., & Whittaker, J.E., 1997. The Early Evolutionary History of planktonic Foraminifera. *British Micropaleontoloical Society Publication Series* (Chapman & Hall, London). 2269 p.

Caron, M., 1985. Cretaceous Planktonic Foraminifera. *In*: Bolli, H. M., Saunders, J.B., & Perch-Nielsen, K. (eds.), Plankton stratigraphy. *Cambridge University press, Cambridge Earth science Series*, pp. 17-86.

Combaz, A., 1964. Les palynofaciès. *Revue de Micropaleòntologie*, 7: 205-218.

Devleeschouwer, X., Herbosch, A., & Preat, A., 2002. Microfacies, sequence stratigraphyand clay mineralogy of a condensed deep-water section around the Frasnian/Famennianboundary (Steinbruch Schmidt, Germany). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 181: 171-193.

Dunham, R.J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. *In*: Ham, W.E., (eds.), Classification of Carbonate Rocks. *American Association of Petroleum Geologists Memoir*, 1: 108-121.

Flugel, E., 2010. Microfacies of Carbonate Rocks, Analysis Interpretation and Application. *Springer-Verlage*, Berline, Heidelberg. 976p.

Folk, R.L., 1974. The natural history of crystalline calcium carbonate: Effect of magnesium content and salinity. *Journal of Sedimentary Petroleum*, 44: 40-53.

Geel, T., 2000. Recognition of stratigraphic sequences in carbonate platform and slope deposits: empirical models based on microfacies analysis of Paleogene deposits in southeastern Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 155: 211-238.

Heldet, M., Bachmann, M., & Lehmann, J., 2008. Microfacies, biostratigraphy, andgeochemistry of the hemipelagic Barremian-Aptian in north-central Tunisia: Influence of the OAE 1a on the southern Tethys margin. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 261: 246-260.

James, G., & Wynd, J., 1965. Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium agreement area. *American Association of Petroleum Geologists Memoir Bulletin*, 49 (12): 2182-2245.

Premoli-Silva, I., & Silter, W.V., 1994. Cretaceous planktonic foraminiferal biostratigraphy and evolutionary trends from the Bottaccione section, Italy. *Paleontographica Italica*, 82: 1-89.

Premoli-Silva, I., & Verga, D., (eds.), 2004. Practical manual of Cretaceous planktonic foraminifera, International School on Planktonic foraminifera, Cretaceous. *Universities of Perugia and Milan, Tipografia Pontefelcino*, Prugia (Italy), 248 p.

Postuma, J.A., 1971. Manual of planktonic foraminifera. *Elsevier Publishing*, Co., Amsterdam, 420 p.

Robaszynski, F., Caron, M., Gonzales-Donoso, J.M., Wonders, A.A.H., & the European Working Group on Planktonic Foraminifera, 1984. Atlas of Late Cretaceous globotruncanids. *Revue de Micropaléontologie*, 26: 145-305.

Sigal, J., 1977. Essai de zonation du Crétacé méditerraneéen á l´aide des foraminifères planctoniques. *Géology Méditerranéene*, 4: 99-108.

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

Traverse, A., 2007. Paleopalynology. 2nd Edition, *Springer*. 813 p.

Tucker, M.E., 2001. Sedimentary Petrology: An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks, 2nd edition. *Blackwell Scientific Publication*, London, 262p.

Tyson R.V., 1993. Palynofacies analysis. *Applied Micropaleontology*, 153-191.

Wilson, J.L., 1975. Carbonates Facies in Geologic History. *Springer-Verlag*, Berlin, Heidelberg, New York, 471p.

Biostratigraphy and paleoenvironmental studies of the Garau Formation in Well A, Central Lurestan, Northwest of Zagros

Zolfaghari, Z.[1], Foroughi, F.[2], Ghasemi-Nejad, E.[3]*, Yazdi-Moghadam, M.[4]

1- M.Sc. in Stratigraphy & Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science, University of Tehran, Tehran, Iran
2- Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Science, University of Tehran, Tehran, Iran
3- Professor, Department of Geology, Faculty of Science, University of Tehran, Tehran, Iran
4- National Iranian Oil Company, Exploration Directorate, Tehran, Iran

*E-mail: eghaseminejad@gmail.com

Introduction

The Garau Formation is one of the Lower Cretaceous source rocks in Zagros sedimentary basin. This formation has been a great target for many studies due to its stratigraphic and economic importance as it has been acting as a source and sometimes as a reservoir in Zagros Basin. This formation in well A in central Lurestan has a thickness of 794 m and lithologically consists of argillaceous limestone, shale and marl. The formation in this well is overlain by the Surgah Formation and disconformably rests on the evaporites of the Gotnia Formation. In order to establish the age and biozonation of the Garau Formation in this well, foraminiferal contents of 528 thin sections have been studied and a biozonation has been established.

Material and Methods

Thin sections were studied under a light microscope and based on the FOD and LOD of the index species of foraminifera presented in a range chart a biozonation has been established based on Wynd (1965) and Premoli Silva and Verga (2004).

Discussion and Conclusion

The Garau Formation is 794 meters thick in a well A in central Lurestan and for the confidentiality reason, it is named here as well A. The formation here is confined between the Gotnia Formation at the base and the Surgah Formation at the top. This well situated about a few Km west of Kermanshah and a few Km northeast of Eslam-Abad in the Central Lurestan Province. From the viewpoint of lithology, the Garau Formation in this well is divided into three intervals; the basal interbeds of marl and shale, limestone and shaly limestone units at the middle part and finally upper shaly beds.

A total of 528 thin sections from the cutting samples and 40 thin sections from the core samples of the formation were prepared and studied for age dating and biozonation. Fifteen genera and 48 species of planktonic foraminifera were identified leading to differentiation of 14 planktonic foraminiferal biozones from the Berriasian to middle Cenomanian in age. These established biozones correspond to Radiolaria Flood Zone #12, Assemblage subzsone #13 and Assemblage zone #20 of Wynd (1965).

Also paleoenvironmental investigations were performed on the samples; the identified microfacies and planktonic foraminifera depth morphotypes suggested that the strata of this rock unit deposited in a deep marine setting.

Sixty seven samples were also prepared and studied for their palynological contents. All prepared samples were barren of palynomorphs however, percentage of main groups of palynological elements were calculated for palynofacies studies. Using Tyson diagram (1993), led to the recognition of two types of palynofacies (IX and VI) and proved domination of an anoxic deep marine condition during depositional course of the formation in this well.

On the base of gamma log and microscopic kerogen analysis result, shaly intervals of the formation, especially the basal shales, can be counted as a source rock. For this reason, three samples were selected for rock eval pyrolysis and the obtained results showed the Kerogen is type III which cannot produce enough petroleum. Although, the Garau Formation in well A has high content of organic matters and it is at mature stage, but due to the low values of hydrogen index (HI), the formation has no potential to act as a source rock.

Acknowledgement
The authors wish to thank the exploration directorate authorities of the NIOC for providing data such as thin sections and allow to publish these data.

Keywords: Garau Formation; Biostratigraphy; Planktonic foraminifera; Well A; Microfacies; Palynofacies.

References

Premoli-Silva, I., & Verga, D., (Eds.), 2004. Practical manual of Cretaceous planktonic foraminifera, International School on Planktonic foraminifera, Cretaceous. *Universities of Perugia and Milan, Tipografia Pontefelcino*, Prugia (Italy), 248 p.

Tyson R.V., 1993. Palynofacies analysis. *Applied Micropaleontology*, 153-191.

Wynd, J.G., 1965. Biofacies of the Iranian consortium-agreement area. *Iranian Offshore Oil Company*, Tehran, Report 1082.