

ریز رخساره‌ها و محیط رسوبی سازند سروک در یکی از میادین هیدروکربنی جنوب غرب ایران

جواد هنرمند^{۱*}، علی اسعدی^۲، سید علی معلمی^۳، ایرج عبداللہی فرد^۴، سعید منیبی^۵

۱- استادیار پژوهشگاه صنعت نفت، تهران، ایران

۲- دانشجوی دکتری زمین‌شناسی نفت، پژوهشگاه صنعت نفت، تهران، ایران

۳- استادیار پژوهشگاه ازدیاد برداشت، تهران، ایران

۴- استادیار، رئیس بخش ژئوفیزیک اکتشاف نفت ایران، تهران، ایران

۵- کارشناس ارشد زمین‌شناسی، پژوهشگاه صنعت نفت، تهران، ایران

*پست الکترونیک: honarmandj@ripi.ir

تاریخ پذیرش: ۹۵/۴/۲۶

تاریخ دریافت: ۹۴/۷/۲۱

چکیده

سازند سروک با سن آلبین پسین - تورونین آغازین در ناحیه دشت آبادان یکی از افق‌های مخزنی مهم است. بر اساس تلفیق مطالعات دقیق پتروگرافی و توصیف مغزه‌ها از بخش مخزنی سازند سروک (معادل با سازند میشریف) در یک میدان بزرگ نفتی (دارای دو چاه با ۴۳۵ متر مغزه و ۱۱۱۶ مقطع نازک) آنالیز رخساره‌ای و تفسیر محیط رسوبی صورت پذیرفت. از دیدگاه سنگ‌شناسی، توالی مورد مطالعه عمدتاً از آهک‌های تمیز تا آرژیلیتی تشکیل شده است. مطالعات پتروگرافی به شناسایی ۱۵ ریز رخساره در قالب پنج زیرمحیط اصلی شامل محیط دریای باز عمیق (A)، دریای باز کم عمق (B)، شیب (C)، شول بیواستروم (D) و لاگون (E) و در یک پلاتفرم کربناته شلف لبه‌دار منجر گردید. زیرمحیط لاگون بر اساس ویژگی‌های بافتی و اجزای سازنده می‌تواند به سه بخش لاگون باز، ریف‌های پراکنده و لاگون محدود شده تقسیم شود. آنالیز فراوانی زیرمحیط‌ها در چاه‌های مورد مطالعه نشان داد که زیرمحیط لاگون فراوان‌ترین و زیرمحیط دریای باز عمیق کم‌ترین فراوانی را نشان می‌دهد. این توزیع رخساره‌ای با نقشه زیرمحیط‌های ارائه شده برای سازند میشریف در حوضه مزوپوتامین عراق انطباق دارد.

واژه‌های کلیدی: دشت آبادان؛ بخش مخزنی سازند سروک؛ آنالیز رخساره‌ای؛ محیط رسوبی؛ پلاتفرم کربناته شلف لبه‌دار.

مقدمه

دیاژنز، بسیاری از ویژگی‌های اولیه منافذ دچار تغییر و تحول می‌شود (Mazzullo, 1994؛ Schlager, 2005؛ Moore & Wade, 2013). توالی سازند سروک با سن آلبین پسین - تورونین پیشین همراه با معادل‌های آن در صفحه عربی یکی از مهم‌ترین افق‌های مخزنی در خاورمیانه است (Taghavi et al., 2006؛ Setudehnia, 1978)

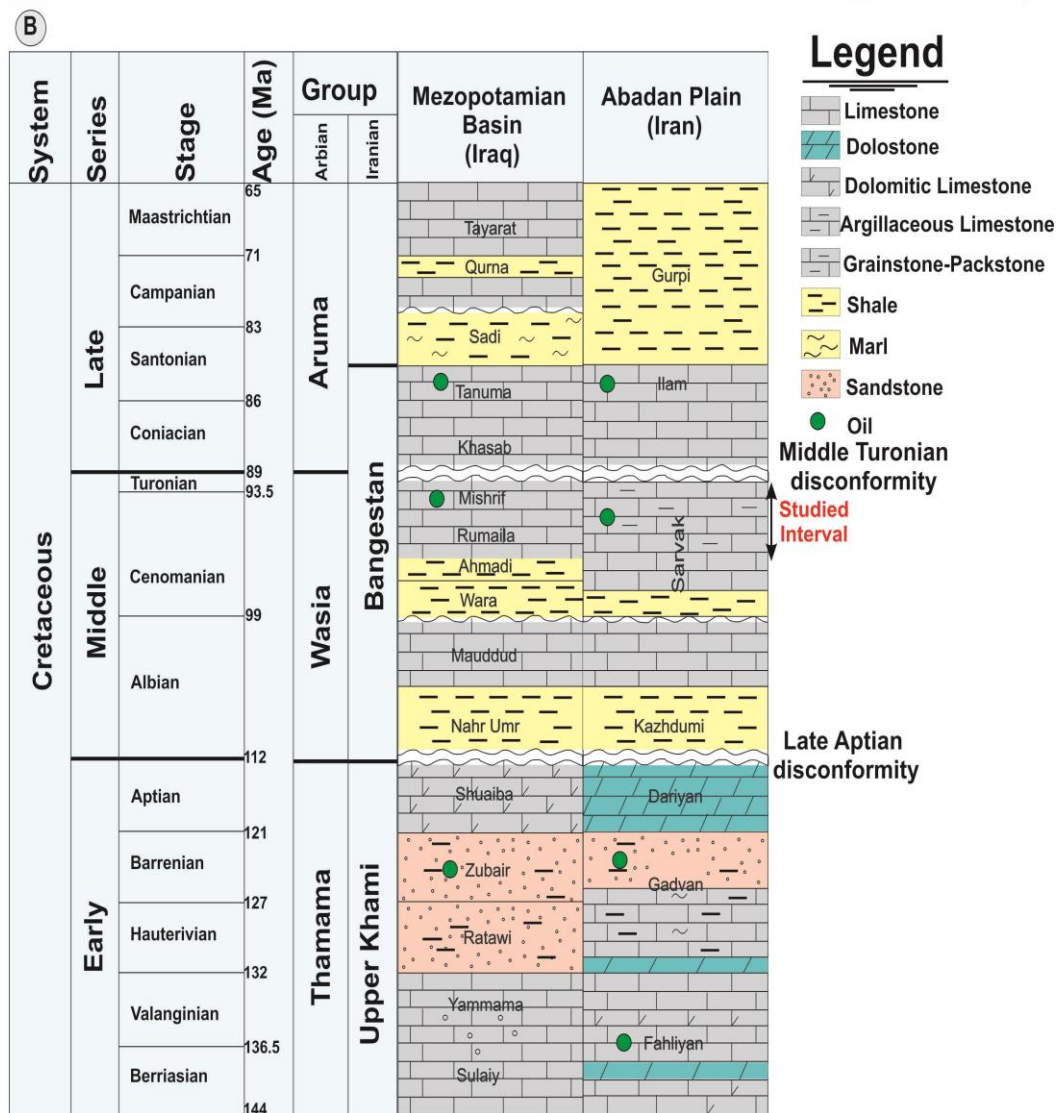
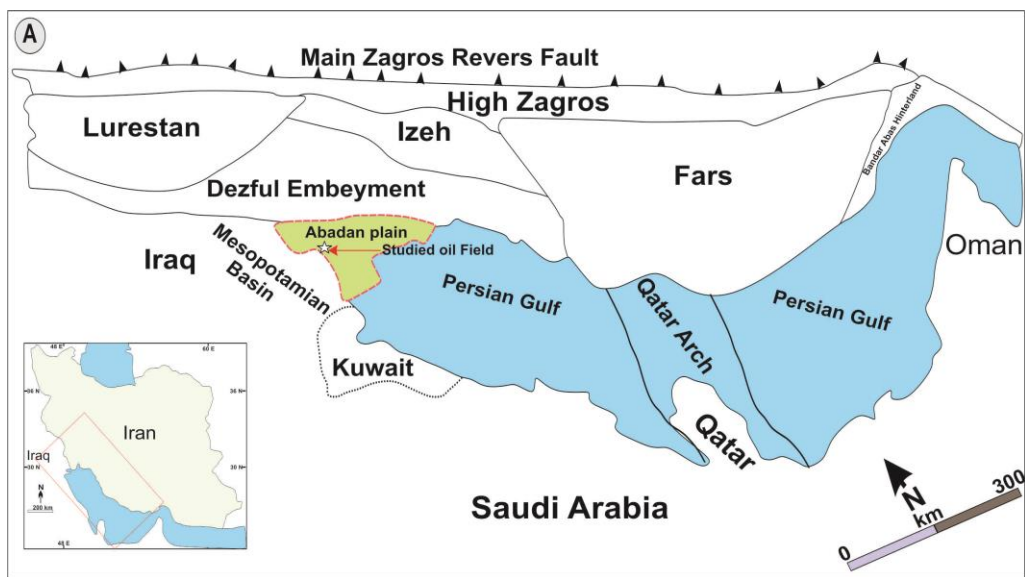
کیفیت مخزنی مخازن کربناته به عوامل مختلفی از قبیل ویژگی‌های رسوبی، تأثیر فرآیندهای دیاژنزی و عوامل تکتونیکی وابسته است (Lucia, 2007؛ Ahr, 2008؛ Moore & Wade, 2013). عموماً رخساره‌های رسوبی به صورت اولیه کنترل کننده ساختار و هندسه منافذ سنگ می‌باشند. هرچند در مخازن کربناته به دلیل تأثیر عمده

مطالعه شناسایی ریز رخساره‌ها، توزیع آن‌ها و بازسازی محیط رسوبی بخش مخزنی سازند سروک، با استفاده از تلفیق مطالعات پتروگرافی و توصیف مغزه‌ها در یکی از میادین هیدروکربنی مهم این ناحیه می‌باشد.

زمین‌شناسی منطقه و چینه‌شناسی سازند سروک

دشت آبادان به عنوان یکی از ایالت‌های مهم هیدروکربنی ایران، در حد فاصل دو حوضه مهم هیدروکربنی دنیا شامل دزفول فروافتاده و حوضه مزوپوتامین عراق واقع است. میدان مورد مطالعه در بخش شمال غربی دشت آبادان قرار دارد (شکل ۱A). ناحیه دشت آبادان یک منطقه هموار و مسطح بدون رخنمون سازندهاست که تنها اطلاعات حاصل از حفاری چاه‌ها و داده‌های ژئوفیزیکی به منظور شناخت ویژگی‌های مختلف زمین‌شناسی مهندسی منطقه در دسترس می‌باشد (Abdollahie-Fard *et al.*, 2006). میادین ناحیه دشت آبادان دارای دو روند اصلی شمالی - جنوبی و شمال غربی - جنوب شرقی می‌باشند (Abdollahie Fard *et al.*, 2006, 2007). میادین بزرگ و عظیم این ناحیه دارای روند شمالی - جنوبی است و تصور می‌شود که شکل‌گیری آن‌ها مرتبط با فعالیت مجدد گسل‌های پی‌سنگی به سن هرسی‌نین، ناشی از بسته شدن بخشی از نئوتتیس در کرتاسه بالایی باشد (Kent, 1979; Satarzadeh *et al.*, 1999; Dercourt *et al.*, 1986; Alavi, 2007; Abdollahie Fard *et al.*, 2006, 2007). در مجموع ویژگی‌های زمین‌شناسی - ساختمانی این ناحیه شباهت زیادی به حوضه مزوپوتامین عراق دارد و به نظر می‌رسد که مرز این دو حوضه بیشتر بر مبنای موقعیت جغرافیایی و سیاسی مشخص گردیده است. سازند سروک در برش نمونه واقع در تاق‌دیس بنگستان، با مرز تدریجی بر روی سازند کژدمی قرار دارد و به صورت ناپیوسته توسط سازند گورپی پوشیده می‌شود (James & Wynd, 1965).

Ehrenberg *et al.*, 2008; Beiranvand *et al.*, 2007; Sharp; Razin *et al.*, 2010; Ghabeishavi *et al.*, 2010; van Hajikazemi *et al.*, 2010, 2012; *et al.*, 2010; Rahimpour-; Hollis, 2011; Buchem *et al.*, 2011; Mehrabi & Rahimpour-; Bonab., 2012, 2013; Vincent; Esrafil-Dizaji *et al.*, 2015; Bonab, 2014; *et al.*, 2015). میکروفاسیس‌ها و محیط رسوبی سازند سروک در مناطق مختلف زاگرس و خلیج فارس به صورت گسترده مطالعه گردیده است (Taghavi *et al.*, 2006; Ghabeishavi *et al.*, 2010; Razin *et al.*, 2010; Asadi; Rahimpour-Bonab *et al.*, 2012; Mehmandosti *et al.*, 2013). گسترش پلاتفرم‌های کربناته با ماهیت شلف و یا رمپ، با توجه به ماهیت اجزای بایوکلاستی و به ویژه گسترش یا عدم گسترش رودیست‌ها در بخش‌های مختلف معرفی شده است (Murriss, 1980; Vincent *et al.*, 2015; Ghabeishavi *et al.*, 2010). توالی سازند سروک در بیشتر میادین ناحیه دشت آبادان همانند بسیاری از نواحی دزفول فروافتاده عمدتاً در محیط رسوب‌گذاری کم عمق همراه با برخی حوضه‌های درون شلفی نهشته شده است (Setudehnia, 1978; van Razin *et al.*, 2010; Ghabeishavi *et al.*, 2010; Rahimpour-Bonab *et al.*, Buchem *et al.*, 2011; Mehrabi & Rahimpour-Bonab., 2012, 2013; 2014). با وجود اهمیت مخزنی فراوان سازند سروک در این ناحیه از جنبه اکتشاف و تولید هیدروکربنی، مطالعات اندکی در زمینه رخساره‌ها و محیط رسوبی این سازند منتشر شده است (هنرمند و مداحی، ۱۳۹۰). بر این اساس و با توجه به اهمیت توزیع رخساره‌ها و زیرمحیط‌ها به عنوان یکی از عوامل اصلی کنترل‌کننده کیفیت مخزنی مخازن کربناته، انجام این مطالعه می‌تواند به شناخت بهتر این توالی مخزنی در ناحیه دشت آبادان منجر گردد. هدف از این



شکل ۱: (A) موقعیت میدان مورد مطالعه در غرب ناحیه دشت آبادان با علامت ستاره نشان داده شده است (تغییر یافته از مطیعی، ۱۳۷۲). (B) چینه‌شناسی عمومی کرتاسه در دو ناحیه دشت آبادان و حوضه مزوپوتامین در عراق (تغییر یافته از Christian, 1997); توالی مورد مطالعه مشخص گردیده است.

اندازه دانه‌ها، جورشدگی، اجزای تشکیل دهنده اعم از اسکلتی و غیر اسکلتی و محتوای فسیلی در هر نمونه به صورت کمی شناسایی و توصیف گردید. علاوه بر این به منظور شناسایی بهتر ویژگی‌های ذکر شده، تمام مقاطع نازک با دستگاه اسکنر با قدرت تفکیک بالا (10000 dpi) در پژوهشگاه صنعت نفت اسکن شد و مورد استفاده قرار گرفت. برای توصیف رخساره‌ها از روش Dunham (1962) با تغییراتی برای شناسایی بافت رسوبی استفاده شده است. در نهایت برای آنالیز رخساره‌ها و نام‌گذاری، از مدل‌های استاندارد رخساره‌ای استفاده شده است (Wilson, 1975؛ Flugel, 2010).

تحلیل رخساره‌ای

بر اساس نتایج حاصل از توصیف مغزه‌ها و مقاطع نازک میکروسکوپی، بافت رسوبی، اندازه دانه‌ها و جورشدگی، نوع و فراوانی اجزای اسکلتی و غیر اسکلتی و ساخت‌های رسوبی شناسایی گردید. تلفیق این اطلاعات و مقایسه با مدل‌های استاندارد (Flugel, 2010) به شناسایی ۱۵ ریزرخساره در میدان مورد مطالعه منجر گردید. رودیست‌ها و خرده‌های رودیستی، دوکفه‌ای‌ها، جلبک سبز، مرجان، بریوزوئرها، روزن‌داران کفزی و شناور، شکم‌پایان، خارپوستان و سوزن‌های اسفنج اجزای اسکلتی عمده مشاهده شده در بیشتر ریزرخساره‌ها می‌باشند. اجزای غیراسکلتی به دلیل وضعیت تکتونیکی، اقلیم و سایر ویژگی‌ها گسترش قابل ملاحظه‌ای در سازند سروک ندارند (Mehrabi et al., 2015). عموماً اجزای غیر اسکلتی به پلوئیدهایی که در اثر فرآیند میکرایتی شدن تشکیل شده‌اند محدود می‌گردند. توالی مغزه‌های مورد مطالعه در دو چاه، بر اساس مطالعات فسیل‌شناسی به دو بخش توالی تورونین و سنوماین تقسیم شده است.

با وجود این در میدان مورد مطالعه مرز بالایی سازند سروک توسط بخش شیلی لافان از سازند ایلام جدا می‌شود. از نظر رخساره‌ای، توالی سازند سروک در ناحیه دشت آبادان تقریباً مشابه با سازندهای مادود^۱، احمدی^۲، رومیلا^۳ و میشریف^۴ در حوضه مزوپوتامین در جنوب شرقی عراق است. توالی چینه‌شناسی این دو ناحیه در شکل ۱B نشان داده شده است. بخش بالایی سازند سروک (رخساره معادل با سازند میشریف) در این ناحیه حدود ۲۵۰ متر ضخامت دارد و به عنوان بخش مخزنی سازند سروک شناخته می‌شود. طی کرتاسه میانی آب و هوا گرم و مرطوب بوده و پلیت عربی به سمت اقلیم‌های گرمسیری و نیمه گرمسیری حرکت کرده است (Murriss, 1980؛ Rahimpour-Bonab et al., 2001؛ Sharland et al., 2012). این آب و هوای گرم و مرطوب بر نوع اجزای اسکلتی و غیر اسکلتی، توزیع رخساره‌ها و گسترش فرآیندهای دیاژنزی در سازند سروک تأثیر عمده‌ای داشته است (Mehrabi et al., 2015).

روش مطالعه

این مطالعه بر اساس ۴۳۵ متر مغزه و ۱۱۶۴ مقطع نازک تهیه شده از مغزه‌ها از بخش مخزنی سازند سروک، در دو چاه کلیدی (A-B) در یکی از میادین هیدروکربنی بزرگ ناحیه دشت آبادان می‌باشد. مقاطع نازک جهت مطالعات کانی‌شناسی با محلول آلزارین قرمز به روش Dickson (1966) رنگ آمیزی شده‌اند. به منظور شناسایی ریز رخساره‌ها و محیط رسوبی از تلفیق مطالعات پتروگرافی مقاطع نازک و توصیف مغزه‌ها استفاده گردیده است. در پتروگرافی مقاطع نازک میکروسکوپی، کانی‌شناسی، بافت،

1- Maudud

2- Ahmadi

3- Rumaila

4- Mishrif

مشاهده شده در این ریزرخساره می‌باشد که سبب افزایش ناهمگنی شده است. علاوه بر این پیریت‌های اولیه با بافت فرامبوئید مشاهده می‌شوند. این ریزرخساره محدود به توالی تورونین سازند سروک در چاه‌ها مورد مطالعه است.

تفسیر: وجود بافت گل غالب، فراوانی اجزای پلانکتونیک و وجود پیریت‌های اولیه نشان دهنده نهشت این ریز رخساره در بخش عمیق دریای باز و زیر سطح امواج طوفانی دریا (SWB) می‌باشد (Wilson, 1975؛ Flugel, 2010). این ریزرخساره را می‌توان معادل با SMF3 (وکستون - مادستون پلاژیک) در نظر گرفت (Flugel, 2010).

ریزرخساره ۲: وکستون - پکستون دارای Oligostegina
توصیف: Oligostegina با فراوانی ۱۵ درصد فراوان‌ترین اجزای پلانکتونیک این ریزرخساره را تشکیل می‌دهند. خرده‌های خارپوستان نیز متداول و حدود ۵ درصد اجزای را شامل می‌شوند. اجزای نابرجا از بخش‌های کم عمق حوضه شامل خرده‌های رودیست و دوکفه‌ای به صورت پراکنده مشاهده می‌شوند (شکل ۲b). مهم‌ترین اجزای غیر اسکلتی پلوئید است که فراوانی ناچیزی دارد. اندازه دانه‌ها در حد لوتایت بوده و زمینه سنگ از میکرایت تشکیل شده است. در توصیف مغزه‌ها این ریزرخساره شواهد وجود زیست آشفستگی را نشان می‌دهد. این ریزرخساره نیز محدود به توالی تورونین سازند سروک است.

تفسیر: وجود فسیل‌های شناور همراه با خرده‌های خارپوستان و همراهی خرده‌های رودیست و دوکفه‌ای از بخش‌های کم عمق تر حوضه، نشان می‌دهد که این ریزرخساره نسبت به ریزرخساره مادستون - وکستون حاوی روزن‌داران شناور در محیط کم عمق تری نهشته شده است. مشابه این ریزرخساره در محیط دریای باز سازند سروک گزارش شده است (Ghabeishavi et al., 2010).

توالی تورونین با زیست زون ۲۹ (-Valvulammina) Dicyclina assemblage zone و توالی سنومانین با زیست زون ۲۵ (Nezzazata-Alveolinids assemblage zone) و ۲۴ (Rudist Debris biofacies) که توسط Wynd (1965) ارائه شده است تفکیک گردیده است. توالی تورونین با توجه به مغزه‌های موجود تنها در چاه A قابل شناسایی و توصیف است. مغزه‌های چاه B تنها بخشی از توالی سنومانین را دربر می‌گیرد. با توجه به هدف این مطالعه که شناسایی ریزرخساره‌ها و محیط رسوبی سازند سروک است، از توصیف و معرفی زیست زون‌ها خودداری می‌شود. ریزرخساره‌های شناسایی شده در پنج زیرمحیط عمده شامل بخش عمیق دریای باز، بخش کم عمق دریای باز، شیب، شول و بایواستروم و لاگون قرار گرفته است. زیرمحیط لاگون به سه بخش لاگون باز، ریف‌های پراکنده و لاگون محدود شده بر اساس اجزای اسکلتی - غیر اسکلتی و نیز بافت تقسیم گردید. ویژگی‌های هر کدام از ریز رخساره‌های شناسایی شده در جدول ۱ ارائه شده است. هر کدام از زیرمحیط‌ها و ریزرخساره‌ها در زیر به صورت خلاصه توصیف گردیده است.

زیرمحیط بخش عمیق دریای باز

ریزرخساره ۱: مادستون - وکستون دارای روزن‌داران شناور

توصیف: این ریزرخساره توسط وجود روزن‌داران شناور (به ویژه Oligostegina و Hedbergella) با فراوانی ۱۵ درصد، Calcsphers همراه با سوزن‌های نازک اسفنج با فراوانی ۱۰ درصد و میزان محدود خرده‌های خارپوستان و رودیست در یک بافت مادستونی - وکستونی مشخص می‌شود (شکل ۲a). اندازه دانه‌ها در محدوده لوتایت می‌باشد و میکرایت زمینه سنگ را تشکیل می‌دهد. در توصیف مغزه‌ها زیست آشفستگی مهم‌ترین ساخت رسوبی

جدول ۱: ریزرخساره‌های معرفی شده و خصوصیات رسوبی مختلف شامل اندازه، جورشدگی، اجزای اسکلتی و غیر اسکلتی، سطح انرژی و زیر محیط‌های شناسایی شده به صورت خلاصه توصیف شده است. راهنمای جدول: فراوان (ف)، رایج (ر)، نادر (ن)؛ اندازه دانه‌ها: لوتایت (کوچکتر از ۰/۰۶۲ میلی‌متر)، آرنایت (۰/۰۶۲-۱ میلی‌متر)، رودایت (بزرگتر از ۱ میلی‌متر).

شماره	ریزرخساره	اندازه دانه‌ها	جورشدگی	اجزای		انرژی محیط	شناسایی شده زیر محیط	
				اسکلتی	غیر اسکلتی			
۱	مادستون-وکستون با روزن‌داران شناور	لوتایت	-	روزن‌داران شناور مختلف (ف)، سوزن اسفنج (ف)، خرده‌های خارپوستان (ن)	-	خیلی پایین	دریای باز عمیق	
۲	وکستون-پکستون الیگوستژین دار	لوتایت	-	روزن‌داران شناور به ویژه الیگوستژین (ف)، سوزن اسفنج (ن)، خرده‌های خارپوستان (ر)، خرده‌های رودیست و دوکفهای (ن)	پلوئید (ن)	خیلی پایین	دریای باز عمیق	
۳	وکستون دارای روزن‌داران کفزی و شناور	آرنایت	متوسط	الیگوستژین (ر)، روتالیا (ر)، دایسیکلینا (ر)، نزازاتا (ن)، خرده‌های خارپوستان (ف)، خرده‌های رودیست و دوکفهای (ر)، سوزن اسفنج (ن)	پلوئید (ر)	متوسط-پایین	دریای باز کم عمیق	
۴	پکستون-وکستون دارای خارپوستان و رودیست	آرنایت	متوسط	خارپوستان (ف)، بریوزوئرها (ر)، خرده‌های رودیست و دوکفهای (ر)، آلوتولین (ن)	پلوئید (ن)	متوسط-پایین	دریای باز کم عمیق	
۵	پکستون-وکستون دارای اجزای فسیلی حمل شده	رودایت	ضعیف	خرده‌های رودیست (ف)، بریوزوئرها (ر)، خارپوستان (ر)، خرده‌های دوکفهای (ر)، آلوتولین (ن)، رودیست (ن)	پلوئید (ر)- اینتراکلیست (ر)	متوسط-بالا	شیب	
۶	رودستون-فلوتستون واریزه رودیستی	رودایت	ضعیف	خرده‌های رودیست (ف)، خارپوستان (ف)، دوکفهای (ر)، بریوزوئرها (ر)، رودیست (ن)	-	متوسط-بالا	شیب	
۷	گرینستون-رودستون رودیستی	آرنایت-رودایت	ضعیف	رودیست (ف)، روزن‌داران کفزی (ر)، خارپوستان (ر)، خرده‌های رودیست و دوکفهای (ر)	پلوئید (ن)	بالا	شول-بایوستروم	
۸	گرینستون-بایوکلاستی دارای خارپوستان	آرنایت	خوب	خارپوستان (ف)، خرده‌های رودیست و دوکفهای (ر)، روزن‌داران کفزی (ر)	پلوئید (ر)	بالا	شول-بایوستروم	
۹	گرینستون بایوکلاستی ریزدانه	لوتایت	خوب	میلیولید (ف)، روزن‌داران کفزی کوچک (ف)، روزن‌داران کفزی بزرگ (ن)	پلوئید (ف)	بالا	شول-بایوستروم	
لاگون	۱۰	پکستون بایوکلاستی آلوتولین‌دار	آرنایت	متوسط	آلوتولین‌ها (ف)، کریزالیدین (ر)، اوربیتولین (ر)، میلیولید (ر)، گاستروپود (ر)، دایسیکلینا (ر)، جلبک (ر)	پلوئید (ر)	متوسط	لاگون باز
	۱۱	پکستون-وکستون بایوکلاستی دارای جلبک و مرجان	آرنایت-رودایت	ضعیف	آلوتولین‌ها (ف)، مرجان (ف)، خرده‌های رودیست و دوکفهای (ف)، کریزالیدین (ر)، شکم‌پایان (ر)، جلبک (ر)، نزازاتا (ن)، میلیولید (ن)	پلوئید (ن)	متوسط	لاگون باز
	۱۲	وکستون-فلوتستون بایوکلاستی دارای روزن‌داران کفزی	آرنایت	متوسط	روزن‌داران کفزی کوچک (ف)، شکم‌پایان (ف)، مرجان (ر)، خرده‌های رودیست و دوکفهای (ر)، روزن‌داران کفزی بزرگ (ر)	-	متوسط	لاگون باز
	۱۳	باندستون رودیستی	رودایت-آرنایت	ضعیف	رودیست (ف)، خرده‌های رودیست و دوکفهای (ر)، روزن‌داران کفزی (ر)، شکم‌پایان (ر)، جلبک سبز (ر)	پلوئید (ر)	بالا	ریف‌های پراکنده
	۱۴	وکستون دارای روزن‌داران کفزی کوچک	لوتایت	ضعیف	میلیولید (ف)، تکستولاریا (ر)، شکم‌پایان (ر)، دایسیکلینا (ر)، روزن‌داران کفزی بزرگ (ر)، خرده‌های رودیست (ر)، دوکفهای (ن)	پلوئید (ر)	پایین	لاگون محدود
	۱۵	مادستون میلیولیدار	لوتایت	متوسط	میلیولید (ف)، تکستولاریا (ر)، سوزن اسفنج (ر)، استراکود (ر)، روزن‌داران کفزی بزرگ (ن)، خرده‌های رودیست (ن)	-	خیلی پایین	لاگون محدود

ساخت رسوبی این ریز رخساره می‌باشند. این ریزرخساره به توالی سنومانین محدود می‌شود.

تفسیر: فراوانی خرده‌های خارپوستان عموماً به صورت قطعات زاویه‌دار و نبود اجزای متعلق به ریزرخساره‌های لاگونی نشان دهنده شرایط رسوب گذاری این ریز رخساره در بخش کم عمق دریای باز می‌باشد (Flugel, 2010).

زیومحیط شیب

ریزرخساره ۵: وکستون - پکستون دارای رودیست و خارپوستان

در این ریزرخساره خرده‌های رودیست، خارپوستان و دوکفه‌ای فراوانی حدود ۳۰ درصدی نشان می‌دهند. این اجزای اسکلتی همراه با اجزای غیر اسکلتی از قبیل پلونید و ایتراکلس در یک زمینه میکرایتی قرار گرفته‌اند (شکل ۲۵). روزن‌داران کفزی فراوانی اندکی دارند. خرده‌های رودیستی تقریباً گرد شده و حاشیه میکرایتی دارند. این خرده‌های رودیستی از بخش شول - بایوستروم حمل شده و آثار حمل شدگی در پتروگرافی مقاطع نازک و توصیف مغزه‌ها قابل شناسایی است. برخی رودیست‌ها به صورت قطعات تقریباً سالم مشاهده می‌شوند. اندازه دانه‌ها در محدوده رودایت و جورشدگی ضعیف می‌باشد. این ریزرخساره محدود به توالی سنومانین است و بخشی از پهنه‌های واریزه رودیستی سازند سروک را تشکیل می‌دهد.

تفسیر: خصوصیات بافتی و رسوبی که توسط حمل شدگی اجزای شول - بایوستروم مشخص می‌شود نشان می‌دهد که این رخساره در شیب حوضه و در زیر سطح امواج عادی دریا نهشته شده است (Flugel, 2010). مشابه این ریزرخساره در سازند سروک در مطالعات گذشته معرفی شده است (Rahimpour-Ghabeishavi et al., 2010). Bonab et al., 2012.

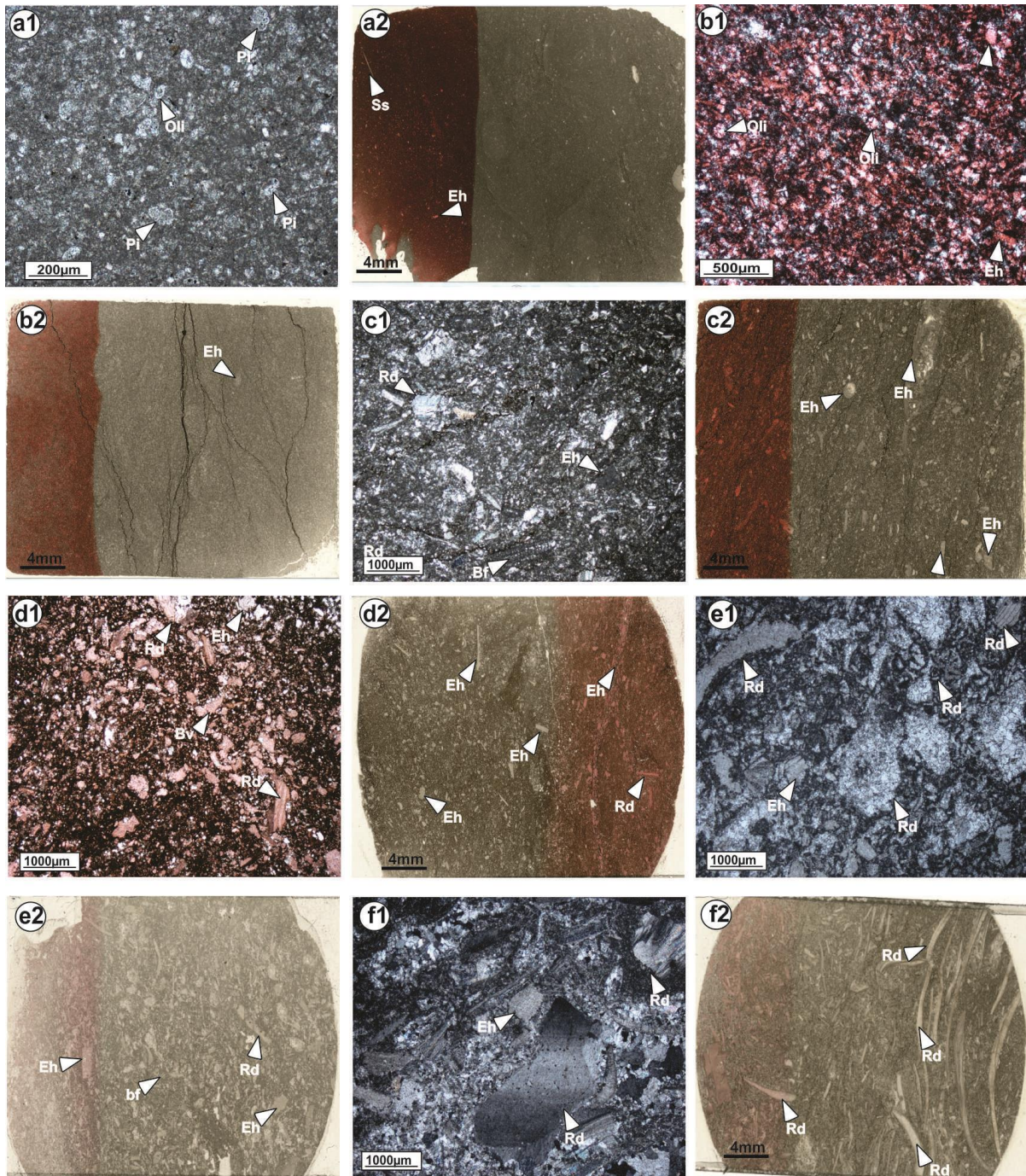
زیومحیط رخساره‌ای بخش کم عمق دریای باز

ریزرخساره ۳: وکستون دارای فسیل‌های کفزی و شناور توصیف: این ریزرخساره دارای روزن‌داران کفزی مختلف از قبیل *Nezzazata*, *Textularia*, *Dicyclina* و *Rotalia* با فراوانی حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد و روزن‌داران شناور به ویژه *Oligostegina* با فراوانی حدود ۵ درصد می‌باشد. خارپوستان و خرده‌های رودیست و دوکفه‌ای سایر اجزای تشکیل دهنده این ریزرخساره می‌باشند که فراوانی حدود ۷ درصد نشان می‌دهند و در یک بافت گل غالب و کستونی پراکنده‌اند. (شکل ۲۶). اندازه دانه‌ها در محدوده آرنایت، جورشدگی متوسط و زمینه سنگ از میکرایت تشکیل شده است. پلونیدها مهم‌ترین اجزای غیربایو کلاستی مشاهده شده می‌باشند که فراوانی ۵ درصدی نشان می‌دهند. خرده‌های خارپوستان به دلیل تأثیر فرآیندهای تراکم شیمیایی جهت یافتگی نشان می‌دهند. این ریز رخساره در هر دو بخش تورونین و سنومانین سازند سروک گسترش دارد.

تفسیر: همراهی فسیل‌های کفزی و شناور، خرده‌های خارپوستان و رودیست نشان دهنده نهشت این ریزرخساره در بخش کم عمق دریای باز و در بالای سطح امواج طوفانی دریا می‌باشد (Flugel, 2010). مشابه این ریز رخساره در مطالعات گذشته در سازند سروک گزارش شده است (Rahimpour-Bonab et al., 2012).

ریزرخساره ۴: وکستون - پکستون دارای رودیست و خارپوستان

توصیف: از اجزای اصلی این ریزرخساره، خرده‌های خارپوستان با فراوانی ۱۵ درصد و خرده‌های رودیست و دوکفه‌ای همراه با بریوزوئرها با فراوانی ۵ تا ۱۰ درصد می‌باشد. (شکل ۲۷). اندازه دانه‌ها در حد آرنایت، جورشدگی متوسط و شواهد زیست آشفستگی مهم‌ترین



شکل ۲: تصویر مقاطع نازک و اسکن آن‌ها از ریزرخساره‌های شناسایی شده. (a1, a2) ریزرخساره مادستون - وکستون حاوی روزن‌داران شناور، (b1, b2) ریزرخساره وکستون - پکستون دارای *Oligostegina* (c1, c2) ریزرخساره وکستون دارای فسیل‌های کفزی و شناور؛ (d1, d2) ریزرخساره وکستون - پکستون دارای رودیست و خارپوستان؛ (e1, e2) وکستون - پکستون دارای رودیست و خارپوستان؛ (f1, f2) رودستون - فلوتستون واریزه رودیستی. (تصاویر a1, b1, f1 در نور ppl و تصاویر c1, d1, e1 در نور xpl تهیه شده است. *Oligostegina* (Oli)؛ روزن‌داران شناور (Pi)؛ سوزن اسفنج (Ss)؛ خارپوستان (Eh)؛ رودیست (Rd)؛ دوکفای (Bv)؛ روزن‌داران کفزی (Bf).

ریزرخساره ۶: رودستون - فلوتستون واریزه رودیستی

توصیف: خرده‌های رودیست فراوانی ۲۰ درصدی در این ریزرخساره نشان می‌دهند. قطعات اسکلتی دیگر شامل

خرده‌های دوکفای و خارپوستان فراوانی ۱۰ درصدی دارند (شکل ۲f). زمینه سنگ عموماً میکرایت می‌باشد و شواهد وارونگی بافتی مشاهده می‌شود. برخی رودیست‌ها

نسبت داده شده است (Burchette & Britton., 1995)؛ این ریزرخساره می‌تواند در محدوده عمقی بین ۲ تا ۱۰ متر نهشته شده باشد (Scott, 1990).

ریزرخساره ۸: گریستون بایوکلاستی دارای خارپوستان

توصیف: خارپوستان اجزای اسکلتی اصلی این ریز رخساره با فراوانی ۳۰ درصد می‌باشند. خرده‌های رودیست، دوکفه‌ای و روزن‌داران کفزی نیز در این ریز رخساره با فراوانی ۱۰ تا ۱۵ درصد مشاهده می‌شوند. پلوئیدها مهم‌ترین اجزای غیر اسکلتی این ریز رخساره با فراوانی ۵ درصد می‌باشند (شکل ۳b). اندازه ذرات در حد آرنایت و جورشدگی به دلیل انرژی بالای محیط خوب می‌باشد. این ریز رخساره در توالی سنوماین قابل شناسایی است.

تفسیر: بافت گریستونی و تنوع اجزای اسکلتی مختلف و جورشدگی بالا نشان می‌دهد که این ریزرخساره در بخش حاشیه رو به دریای شول - بایوستروم نهشته شده است (Flugel, 2010).

ریزرخساره ۹: گریستون بایوکلاستی ریزدانه

توصیف: مهم‌ترین ویژگی این ریز رخساره فراوانی بالای روزن‌داران کفزی از قبیل *Miliolids*، *Dicyclina*، *Nezzazata*، *Textularia* می‌باشد که فراوانی ۳۵ درصدی نشان می‌دهد. *Alveolinids* و پلوئیدها فراوانی حدود ۱۰ درصدی دارند (شکل ۳c). اندازه دانه‌ها در حد لوتایت و جورشدگی بالا می‌باشد. این جورشدگی بالا به دلیل انرژی بالای محیط است. این ریزرخساره در توالی سنوماین قابل شناسایی می‌باشد.

تفسیر: بر اساس فراوانی اجزای مختلف لاگونی، انرژی بالای محیط، جورشدگی بالا و سیمانی شدن گسترده این ریزرخساره می‌تواند به بخش‌های مختلف لاگونی، شول و رو به خشکی شول نسبت داده شود (Flugel, 2010).

به صورت قطعات تقریباً سالم مشاهده می‌شوند. اندازه دانه‌ها در محدوده رودایت و جورشدگی ضعیف است. شواهد حمل شدگی رودیست‌ها، توسط حالت خرد شده و زاویه‌دار قطعات بر روی مغزه‌ها مشخص می‌شود. این ریزرخساره محدود به توالی سنوماین و بخشی از پهنه‌های واریزه رودیستی سازند سروک را تشکیل می‌دهد.

تفسیر: خصوصیات بافتی و رسوبی که توسط حمل شدگی اجزای شول - بایوستروم مشخص می‌شود، نشان می‌دهد که این رخساره در شیب حوضه نهشته شده است (Flugel, 2010). مهم‌ترین تفاوت این ریزرخساره با ریزرخساره وکستون - پکستون دارای رودیست و خارپوستان، بافت و نبود اجزای غیر اسکلتی از قبیل اینتراکلیست و پلوئید می‌باشد. این ریزرخساره را می‌توان معادل با SMF5 (برش - فلوئستون - پکستون - رودستون - گریستون بایوکلاستی نابرجا) در نظر گرفت (Flugel, 2010).

زیر محیط شول - بایوستروم

ریزرخساره ۷: گریستون - رودستون رودیستی

توصیف: رودیست‌ها به صورت قطعات سالم و خرد شده حدود ۳۵ درصد اجزای اسکلتی این ریزرخساره را تشکیل می‌دهند. دیگر اجزای اسکلتی روزن‌داران کفزی و خارپوستان هستند که فراوانی حدود ۱۰ درصد نشان می‌دهند (شکل ۳a). اندازه ذرات در حد آرنایت و رودایت و دارای جورشدگی ضعیف است. این ریزرخساره در توصیف مغزه‌ها نفت آغشتگی بالایی نشان می‌دهد. این ریزرخساره در توالی سنوماین مشاهده می‌شود.

تفسیر: گسترش رودیست‌ها به اشکال مختلف سالم و خورد شده نشان می‌دهد که این ریزرخساره تقریباً در بخش لبه پلاتفرم نهشته شده است (Wilson, 1975؛ Flugel, 2010). این ریزرخساره در توالی سازند میشریف در مطالعات گذشته به زیر محیط بایوستروم یا شول - بایوستروم

رودیست و دوکفه‌ای با فراوانی ۲۰ درصدی از اجزای اصلی این ریزرخساره می‌باشند (شکل ۳ و ۴). اندازه ذرات در حد آرنایت تا رودایت تغییر می‌کند و جورشدگی ضعیف است. زیست آشفته‌گی مهم‌ترین ساخت رسوبی مشاهده شده در توصیف مغزه‌ها می‌باشد. این ریزرخساره نیز محدود به توالی سنومانین سازند سروک است.

تفسیر: وجود روزن‌داران کفزی متنوع شامل *Alveolina*، *Chrysalidina* همراه با جلبک سبز و مرجان نشان دهنده نهشت این ریزرخساره در یک لاگون غیر محدود با گردش آزاد سیال و شوری نرمال می‌باشد (Ghabeishavi et al., 2010). مشابه این ریزرخساره در سازند سروک معرفی شده است (Ghabeishavi et al., 2010).

ریزرخساره ۱۲: وکستون - فلوتستون بایوکلاستی دارای روزن‌داران کفزی

توصیف: این ریزرخساره دارای روزن‌داران کفزی از قبیل میلیولید، نزازاتا و تکستولاریا با فراوانی ۱۰ درصد و روزن‌داران کفزی بزرگ از قبیل *Alveolina* فراوانی ۵ درصد می‌باشد. شکم‌پایان و خرده‌های رودیست و دوکفه‌ای همراه با مرجان فراوانی ۵ تا ۷ درصدی نشان می‌دهند (شکل ۴a2-b1). زیست آشفته‌گی همراه با ساخت ژئوپتال به ویژه در شکم‌پایان به فراوانی دیده می‌شود. اندازه ذرات در حد آرنایت و جورشدگی متوسط می‌باشد. گسترش این ریزرخساره به توالی سنومانین محدود است.

تفسیر: همراهی روزن‌داران کوچک از قبیل *Miliolid*، *Nezzazata*، *Textularia* همراه با روزن‌داران کفزی بزرگ مانند *Alveolina* و *Chrysalidina* نشان‌گر نهشت این ریزرخساره در محیط لاگون نیمه محصور شده با چرخش آزاد آب است (Flugel, 2010).

با توجه به همراهی این ریزرخساره با ریزرخساره‌های زیرمحیط شول و بایوستروم و اجزای اسکلتی آن که عمدتاً در زیرمحیط‌های لاگون دیده می‌شود این رخساره به بخش روبه خشکی شول - بایوستروم مربوط می‌شود (Flugel, 2010).

زیرمحیط لاگون

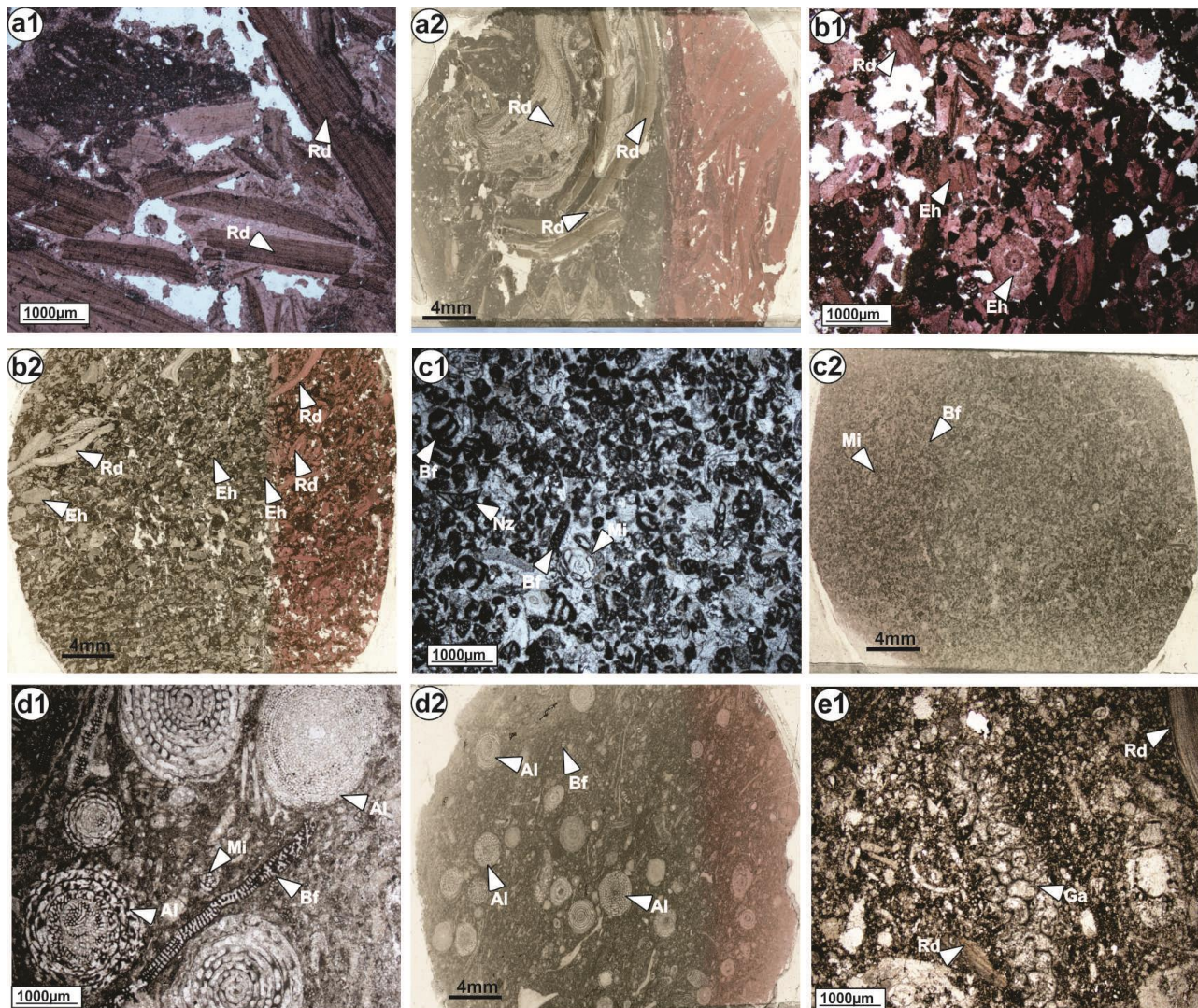
۱- لاگون باز

ریزرخساره ۱۰: پکستون - بایوکلاستی دارای *Alveolina*
توصیف: روزن‌داران کفزی بزرگ از قبیل *Alveolinids*، *Chrysalidina*، *Dicyclina* و *Orbitolina* همراه با شکم‌پایان و جلبک سبز اجزای اصلی این ریزرخساره را تشکیل می‌دهند. فراوان‌ترین اجزای اسکلتی *Alveolinids* می‌باشند که فراوانی ۱۵ درصدی نشان می‌دهند (شکل ۳d). پلوئید مهم‌ترین اجزای غیر اسکلتی این ریزرخساره با فراوانی ۵ درصد است. حفظ شدگی فسیل‌ها نسبتاً بالاست. اندازه ذرات در محدوده آرنایت و جورشدگی متوسط می‌باشد. زمینه سنگ بیشتر میکرایت می‌باشد. این ریزرخساره نیز در توالی سنومانین سازند سروک قابل شناسایی است.

تفسیر: تنوع بالای روزن‌داران کفزی همراه با سایر اجزای بایوکلاستی متنوع به ویژه نرم‌تنان نشان دهنده چرخش بالای آب و شوری نرمال محیط و نهشت این ریزرخساره در محیط لاگون باز می‌باشد (Flugel, 2010)؛ (Ghabeishavi et al., 2010). بنابراین این رخساره در زیر سطح امواج آرام نهشته شده است (Flugel, 2010).

ریزرخساره ۱۱: پکستون - وکستون بایوکلاستی دارای جلبک و مرجان

توصیف: روزن‌داران کفزی بزرگ شامل *Alveolinids* و *Chrysalidina*، جلبک سبز و مرجان و خرده‌های



شکل ۳: تصویر مقاطع نازک و اسکن آن‌ها از ریزرخساره‌های شناسایی شده. (a1, a2) ریزرخساره گریستون - رودستون رودیستی، (b1, b2) ریزرخساره گریستون بایوکلاستی اکینودرم‌دار؛ (c1, c2) ریزرخساره گریستون بایوکلاستی ریز دانه؛ (d1, d2) ریزرخساره پکستون - بایوکلاستی دارای *Alveolina*؛ (e1) ریزرخساره پکستون - وکستون بایوکلاستی دارای جلبک و مرجان؛ تمام تصاویر مقاطع نازک در نور ppl تهیه شده است. *(Nz) Nezzazata*؛ *(Mi) Miliolid*؛ *(Al) Alveolina*؛ *(Ga)* شکم‌پایان.

۲- ریف‌های پراکنده

ریز رخساره ۱۳: باندستون رودیستی

توصیف: فراوان‌ترین اجزای این ریزرخساره قطعات رودیستی تقریباً سالم در یک بافت باندستونی است که فراوانی ۲۰ درصدی دارد. رودیست‌ها عمدتاً از نوع *Radiolitid* بوده و در موقعیت برجا در مغزه‌ها همراه با اجزای مختلف لاگونی مشاهده می‌شوند. سایر اجزای این ریز رخساره روزن‌داران کفزی، جلبک سبز و شکم‌پایان است که فراوانی حدود ۱۰ درصد نشان می‌دهد

(شکل c1-c2). زمینه سنگ میکرایت می‌باشد. برخی

قطعات رودیستی حالت خردشدگی نشان می‌دهند. این ریزرخساره در توالی سنومانین سازند سروک و همراه با ریزرخساره‌های لاگونی مشاهده می‌شود.

تفسیر: وجود قطعات رودیستی تقریباً سالم همراه با اجزای اسکلتی متعلق به لاگون می‌تواند از شواهد وجود ریف‌های پراکنده در محیط لاگون باشد (Mahdi et al., 2013). ضخامت اندک و ریزرخساره‌های همراه آن نشان می‌دهد که این رودیست‌ها به صورت پراکنده در زیر محیط لاگون

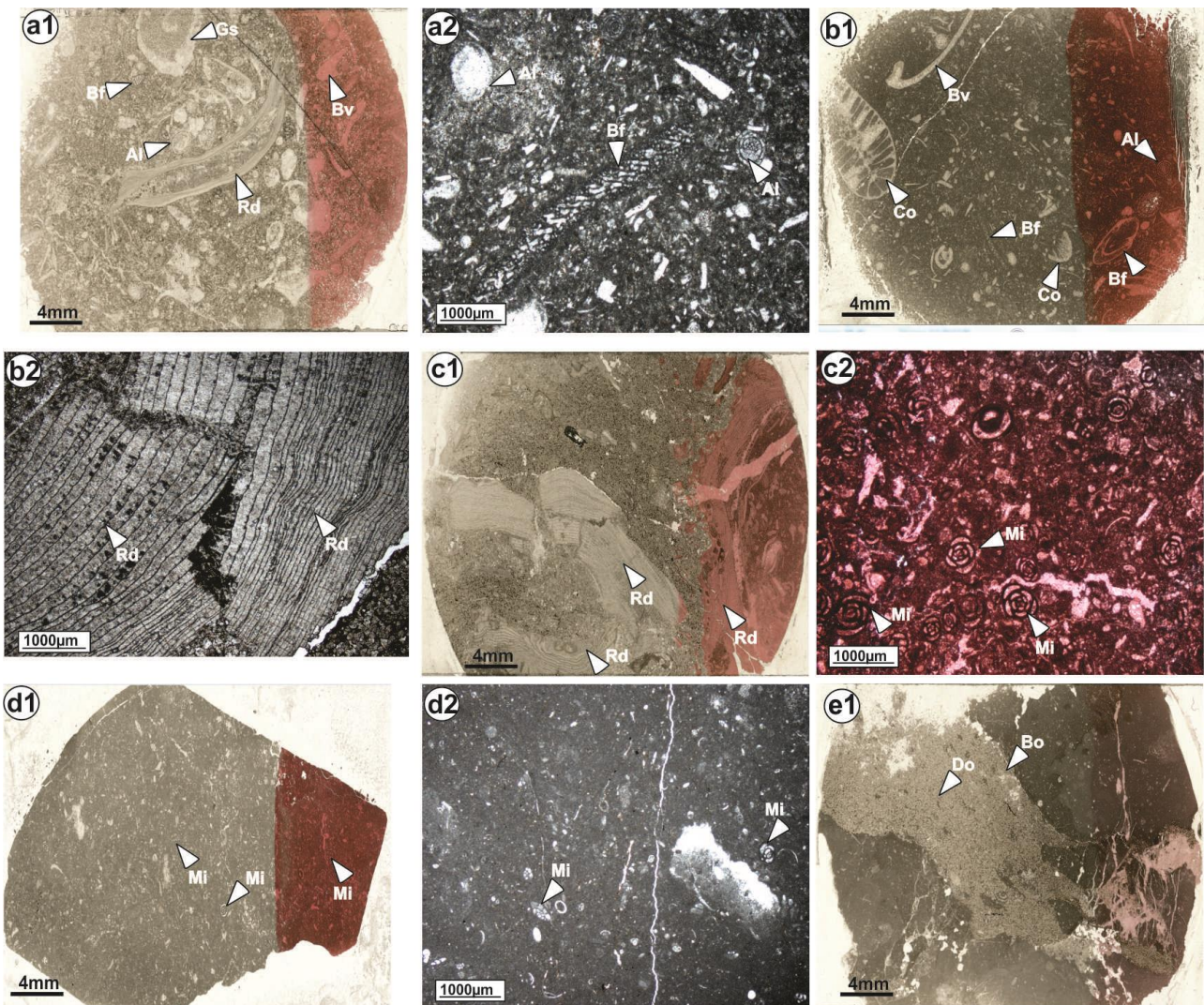
اندازه ذرات در محدوده لو تایت و جورشدگی ضعیف است. پلوئیدها مهم ترین اجزای غیر اسکلتی این ریزرخساره می باشد. زیست آشفتهگی مهم ترین ساخت رسوبی مشاهده شده می باشد. این ریز رخساره در هر دو توالی سنومانین و تورونین مشاهده می شود.

تفسیر: تنوع فسیلی اندک و بافت گل غالب این ریزرخساره نشان دهنده شرایط محیطی با انرژی پایین و شوری بالا و نهشت آن در زیر محیط لاگون محدود شده است (Flugel, 2010).

گسترش داشته اند. محل تشکیل ریف های پراکنده می تواند پشت سد و لاگون باشد (Flugel, 2010).

۳- لاگون محدود

ریزرخساره ۱۴: وکستون دارای روزن داران کفزی کوچک
توصیف: این ریزرخساره توسط فراوانی *Miliolid*، *Nezzazata*، *Textularia*، سوزن اسفنج، شکم پایان و به میزان کمتر Alveolinids با فراوانی حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد در یک بافت وکستونی مشخص می شود (شکل c2-d1). خرده های رودیستی نیز به صورت پراکنده دیده می شوند.



شکل ۴: تصویر مقاطع نازک و اسکن آن ها از ریزرخساره های شناسایی شده. (a1) ریزرخساره پکستون - وکستون بایوکلاستی دارای جلبک و مرجان؛ (a2, b1) ریزرخساره وکستون - فلوکستون بایوکلاستی دارای روزن داران کفزی؛ (b2, c1) ریزرخساره باندستون رودیستی؛ (c2, d1) ریزرخساره وکستون دارای روزن داران کفزی کوچک؛ (d2, d1) ریزرخساره مادستون دارای *Miliolid*؛ (تمام تصاویر مقاطع نازک در نور ppl تهیه شده است). مرجان (Co)؛ حفاری در رسوبات (Bo)؛ دولومیت (Do).

ریز رخساره ۱۵: مادستون دارای Miliolid

توصیف: این ریز رخساره توسط روزن‌داران کفزی کوچک از قبیل Miliolid، Nezzazata و سوزن اسفنج و استراکود با فراوانی کمتر از ۸ درصد مشخص می‌شود. سوزن‌های اسفنج همراه با خرده‌های رودیست به صورت پراکنده مشاهده می‌شوند. بافت گل غالب است و میکرایت زمینه سنگ را تشکیل می‌دهد. اندازه اجزای در این ریز رخساره در محدوده لوتایت و جورشدگی متوسط است. زیست آشفستگی مهم‌ترین ساخت رسوبی مشاهده شده در مغزه‌ها می‌باشد که در امتداد آن‌ها دولومیتی شدن رخ داده است (شکل e-1، Fd2). این ریز رخساره در هر دو توالی سنومانین و تورونین مشاهده می‌شود.

تفسیر: تنوع اندک فسیلی همراه با بافت گل غالب این ریز رخساره نشان می‌دهد که در یک لاگون محدود شده و در شرایط با استرس بالای محیطی نهشته شده است (Flugel, 2010؛ Ghabeishavi et al., 2010). در این شرایط محیطی موجودات کمی می‌توانند شرایط بالا را تحمل کنند. مشابه این ریز رخساره در مطالعات گذشته در سازند سروک معرفی شده است (Ghabeishavi et al., 2010). پس از توصیف جامع ریز رخساره‌های شناسایی شده به منظور شناخت بهتر ویژگی‌های رسوب‌شناسی هر کدام از زیرمحیط‌ها، تصاویر برش مغزه نشان داده شده است (شکل ۵).



شکل ۵: تصویر برش مغزه از انواع زیرمحیط‌های شناسایی شده. (a) دریای باز عمیق؛ (b) دریای باز کم عمق؛ (c) شیب؛ (d) شول - بایوستروم؛ (e) لاگون باز؛ (f) ریف‌های پراکنده؛ (g) لاگون محدود شده. استیلولیتی شدن (St)؛ نفت آغستگی (Os)؛ رودیست (Rd)؛ Alveolina (Al)؛ زیست آشفستگی (Bi).

رخساره‌های شیب حوضه و دریای باز عمیق گسترش دارند. در نهایت در مرز بالا و پایین ناپیوستگی سنومانین میانی رخساره‌های لاگونی مشاهده می‌شود و ما تغییرات رخساره‌ای مشاهده نمی‌کنیم.

فراوانی زیرمحیطها و مدل رسوبی سازند سروک

فراوانی هر کدام از زیرمحیطهای شناسایی شده در دو چاه کلیدی نشان داده شده است. نمودار فراوانی توزیع زیرمحیطها نشان می‌دهد که فراوانی ریز رخساره‌های لاگونی نسبت به سایر زیرمحیطها گسترش بیشتری در بخش مخزنی سازند سروک دارد (شکل ۶a).

پس از زیرمحیط لاگون، زیرمحیط شیب حوضه و شول - بایوستروم فراوانی بالایی دارند. کمترین فراوانی متعلق به دریای باز کم عمق و عمیق است و نشان می‌دهد که توالی مخزنی سازند سروک عمدتاً در بخش‌های کم عمق پلاتفرم نهشته شده است. این الگوی رخساره‌ای با نقشه جغرافیای دیرینه که توسط مطالعات گذشته در حوضه مزوپوتامین عراق ارائه شده است، همخوانی دارد (Aqrawi Mahdi et al., Sadooni, 2005 et al., 1998, 2010) در این نقشه نشان داده شده است که در بخش شرقی این حوضه که مجاورت با ناحیه دشت آبادان دارد توزیع رخساره‌های پشت شول و لاگون غالب می‌باشد (شکل ۶b). این تغییرات رخساره‌ای با نتایج این مطالعه همخوانی دارد.

گسترش رودیست‌ها همراه با فراوانی روزن‌داران کف‌زی متنوع از عوامل مهم در تفسیر شکل و هندسه پلاتفرم سازند سروک در بخش بالایی آن است. گسترش زیرمحیطهای مختلف، نوع ریزرخساره‌های شناسایی شده و وجود یا نبود موجودات ریف‌ساز از عوامل مهم شناسایی هندسه پلاتفرم‌های کربناته می‌باشد (Flugel, 2010).

زیست آشفستگی مهم‌ترین ساخت رسوبی مشاهده شده در بیشتر ریزرخساره‌های شناسایی شده در زیرمحیطهای دریای باز و لاگون است. بالاترین میزان نفت آغشتگی در زیرمحیط شیب حوضه و شول - بایوستروم و دریای باز کم عمق مشاهده می‌شود.

ناپیوستگی‌ها

شناسایی ناپیوستگی‌ها به عنوان یکی از عوامل مهم ایجاد ناهمگنی در مخازن کربناته، نقش مهمی در شناسایی پهنه‌های مخزنی، تعیین واحدهای جریان، توزیع سیالات مخزنی، توزیع رخساره‌ها و فرآیندهای دیاژنزی، تخلخل - تراوایی و سیستم منافذ و سایر ویژگی‌های زمین‌شناسی - پتروفیزیکی مخزن دارد (Budd et al., 1995). بحث درباره سطوح ناپیوستگی خارج از اهداف این مطالعه است و تنها شواهد رخداد سه سطح ناپیوستگی مهم در توالی سازند سروک در چاه A بر روی مغزه‌ها نشان داده شده است (شکل ۴). این سطوح بر روی مغزه‌ها توسط شواهدی از قبیل توسط برشی شدن، تشکیل خاک قدیمه و افق‌های لاتریتی و کارستی شدن قابل شناسایی است. بر اساس مطالعات فسیل‌شناسی و نیز مقایسه با مطالعات جامع صورت گرفته در این زمینه در بخش‌های مختلف زاگرس، خلیج فارس و صفحه عربی (Razin et al., 2010; Hajkazemi et al., 2010; 2012; Grelaud et al., 2010; Vincent et al., 2012; 2013; Rahimpour-Bonab et al., 2012; 2013) این سطوح از قدیم به جدید به سن سنومانین میانی، مرز سنومانین - تورونین و تورونین میانی دانسته شده است. در این مطالعه تغییرات رخساره‌ای در چاه کلیدی مورد مطالعه در ارتباط با سطوح ناپیوستگی معرفی شده است. در چاه مورد مطالعه در زیر سطح ناپیوستگی تورونین میانی رخساره‌های لاگونی گسترش دارد. در زیر و بالای سطح ناپیوستگی مرز سنومانین - تورونین به ترتیب

قرار داده است و سنگ‌شناسی تقریباً آهکی می‌باشد. بالاترین میزان نفت آغشتگی در زیرمحیط‌های شیب حوضه و شول - بایوستروم مشاهده می‌شود که نشان می‌دهد ریزرخساره‌های متعلق به این زیرمحیط‌ها بالاترین میزان تخلخل و کیفیت مخزنی را دارند.

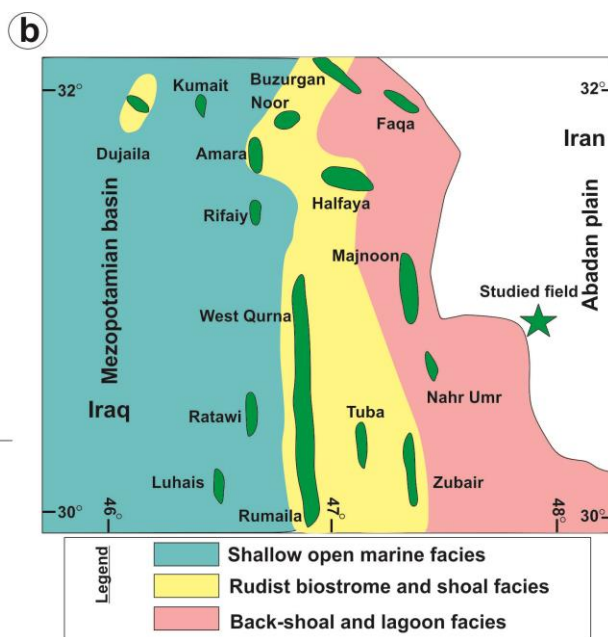
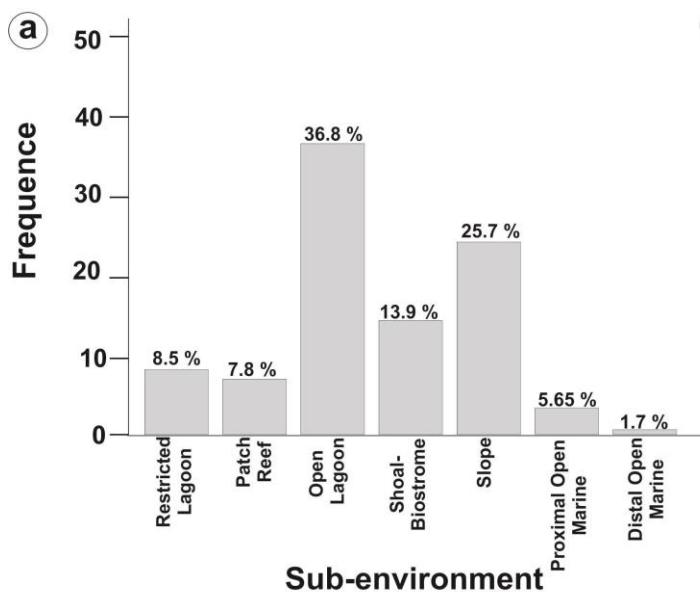
نتیجه‌گیری

بر اساس تلفیق مطالعات پتروگرافی و توصیف مغزه‌های دو چاه کلیدی با ۴۳۵ متر مغزه و ۱۱۱۶ مقطع نازک از بخش مخزنی سازند سروک در یکی از میداین هیدروکربنی ناحیه دشت آبادان نتایج زیر حاصل گردید.

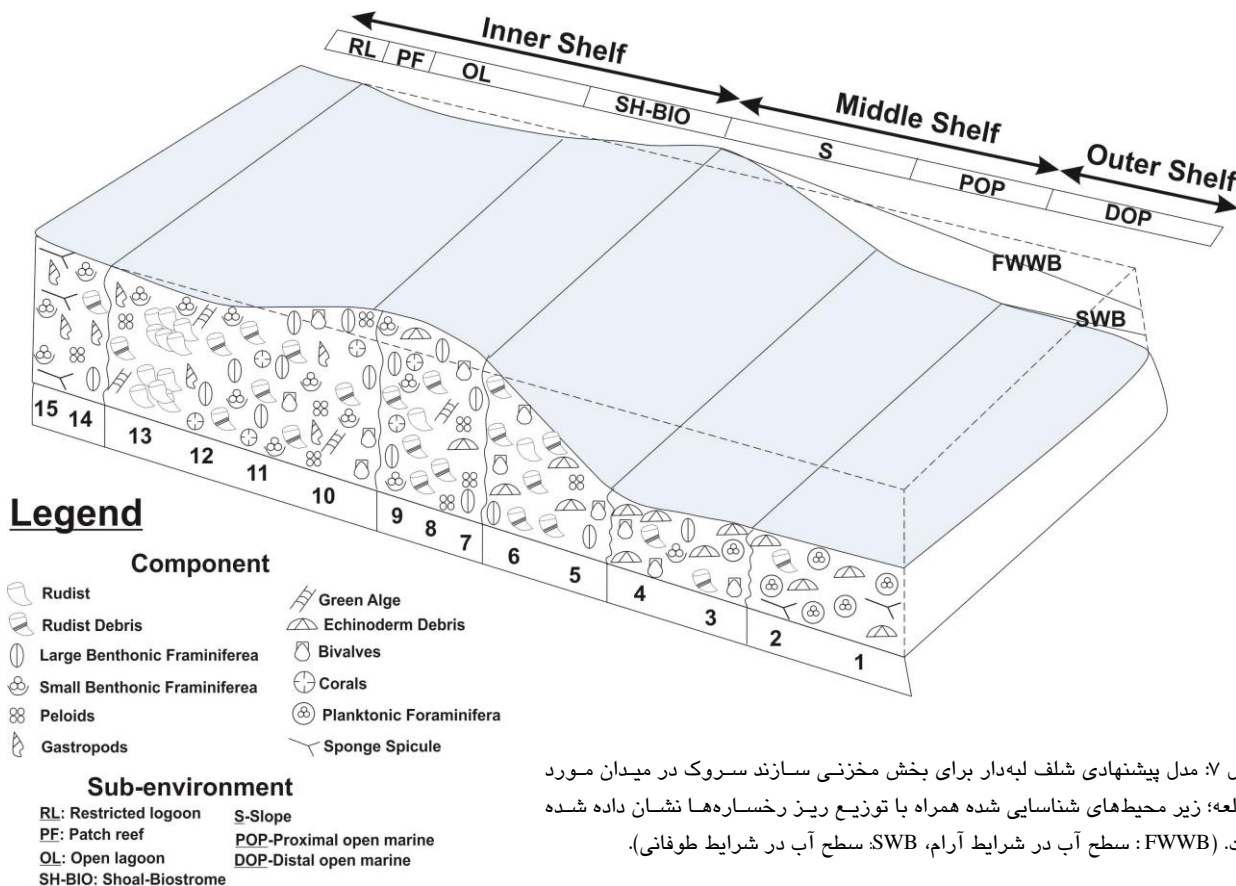
آنالیزهای رخساره‌ای به شناسایی ۱۵ ریز رخساره منجر گردید. این ریز رخساره‌ها بر اساس بافت، اندازه دانه‌ها و جورشدگی، اجزای اسکلتی و غیر اسکلتی، انرژی محیط و مقایسه با مدل‌های استاندارد رخساره‌ای، در پنج زیرمحیط اصلی شامل لاگون، شول - بایوستروم، شیب، دریای باز کم عمق و دریای باز عمیق و در چارچوب یک پلاتفرم کربناته شلف لبه‌دار تفسیر گردید.

فراوانی رودیست‌ها به صورت اجزای سالم تا خرد شده، توسعه فراوان رخساره‌های لاگونی، وجود رخساره‌های واریزه‌ای متعلق به شیب حوضه و نیز مقایسه با مدل‌های رخساره‌ای ارائه شده برای توالی‌های رسوبی معادل در نواحی مختلف صفحه عربی به ویژه حوضه مزوپوتامین عراق (Burchette & Britton., 1993؛ Burchette, 1993؛ Mahdi *et al.*, 1998؛ Aqrabi *et al.*, 1998؛ 1995؛ Mahdi & Aqrabi, 2014) نشان می‌دهد که بخش بالایی سازند سروک در میدان مورد مطالعه در ناحیه دشت آبادان در یک پلاتفرم شلف لبه‌دار نهشته شده است. با توجه به ریز رخساره‌ها و زیرمحیط‌های شناسایی شده این شلف کربناته می‌تواند به سه بخش داخلی، میانی و خارجی تقسیم می‌شود که بخش شلف داخلی بیشترین ضخامت رسوبات را به خود اختصاص می‌دهد (شکل ۷).

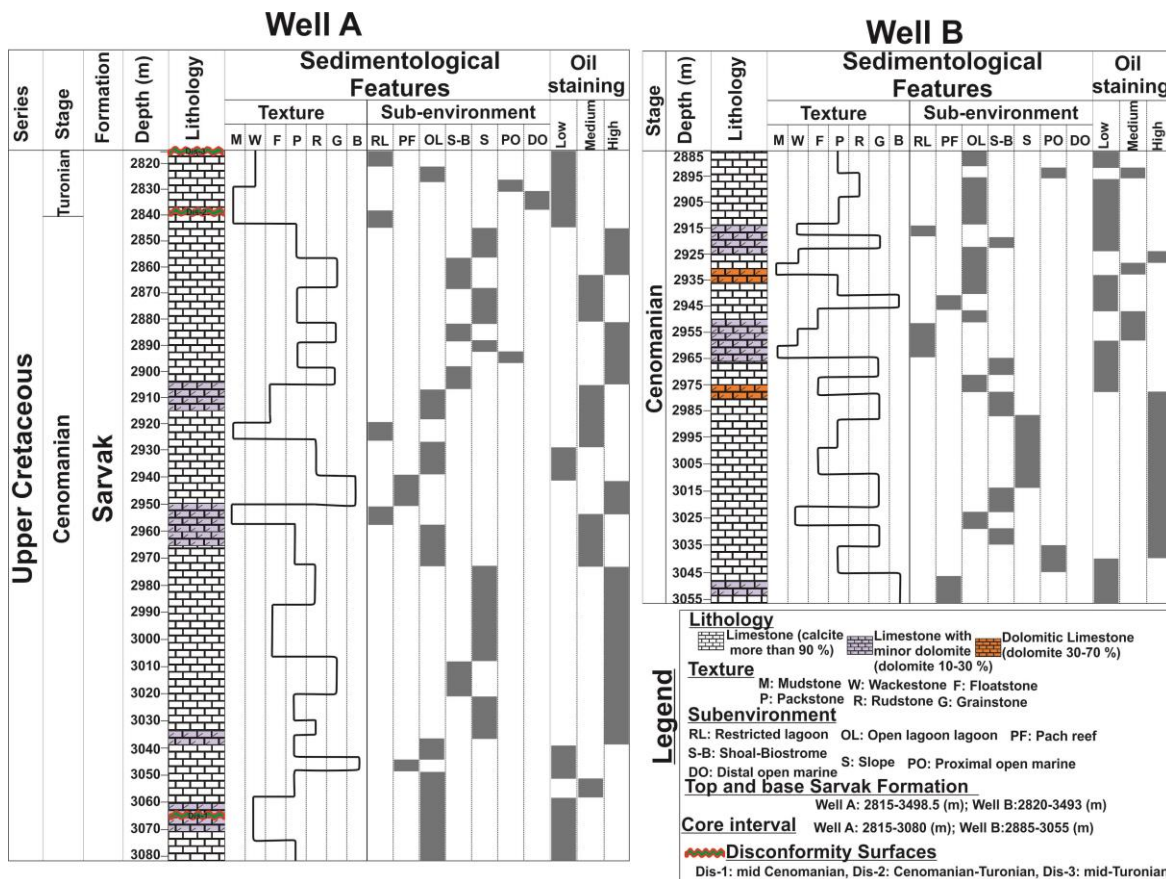
نتایج مطالعات پتروگرافی و توصیف مغزه‌ها در دو چاه مورد مطالعه نشان داده شده است (شکل ۸). سنگ‌شناسی عمده بخش مخزنی سازند سروک نشان می‌دهد که دولومیتی شدن به میزان کمی ریزرخساره‌ها را تحت تأثیر



شکل ۶: (a) فراوانی زیرمحیط‌های شناسایی شده در توالی سازند سروک در میدان مورد مطالعه؛ (b) نقشه دیرینه جغرافیایی توزیع سازند میشریف در حوضه مزوپوتامین عراق (Mahdi *et al.*, 2013).



شکل ۷: مدل پیشنهادی شلف لبه‌دار برای بخش مخزنی سازند سروک در میدان مورد مطالعه؛ زیر محیط‌های شناسایی شده همراه با توزیع ریز رخساره‌ها نشان داده شده است. (FWWB: سطح آب در شرایط آرام، SWB: سطح آب در شرایط طوفانی).



شکل ۸: سنگ‌شناسی، بافت، توزیع زیر محیط‌های شناسایی شده و میزان نفت آغشتگی در دو چاه A و B نشان داده شده است. موقعیت سطوح ناپیوستگی در چاه A مشخص گردیده است.

بر اساس مطالعه فراوانی زیرمحیط‌های شناسایی شده، زیرمحیط لاگون و دریای باز عمیق به ترتیب بیشترین و کمترین فراوانی را نشان می‌دهند. زیرمحیط شیب حوضه که عمدتاً از رسوبات بخش لبه پلاتفرم منشأ گرفته است فراوانی بالایی نشان می‌دهد. توزیع زیرمحیط‌ها نشان می‌دهد که بخش مخزنی سارند سروک عمدتاً در بخش شلف داخلی نهشته شده است. زیرمحیط‌های شیب حوضه و شول - بایوستروم بیشترین میزان نفت آغشتگی را در توصیف مغزه‌ها نشان می‌دهند که می‌تواند به دلیل وجود تخلخل بالا و کیفیت مخزنی مناسب آن‌ها باشد. توسعه رودیست‌ها و ریزرخساره‌های شناسایی شده، نشان می‌دهد که بخش مخزنی سازند سروک در میدان مورد مطالعه در ناحیه دشت آبادان انطباق بالایی با سازند میشریف در حوضه مزوپوتامین عراق نشان می‌دهد.

زیرمحیط لاگون بر اساس بافت و اجزای اسکلتی و غیراسکلتی شناسایی شده به سه بخش لاگون محدود شده، ریف‌های پراکنده و لاگون باز تقسیم شده است.

مدل شلف لبه‌دار در توالی مورد مطالعه بر اساس ضخامت زیاد و تنوع رخساره‌های لاگونی، توسعه رخساره‌های شیب حوضه، گسترش رودیست‌ها و ارتباط رخساره‌ای فراوان ناحیه دشت آبادان با حوضه مزوپوتامین عراق که عمده توده‌های رودیستی چارچوب‌ساز در آن نهشته شده‌اند ارائه گردیده است.

سه سطح ناپیوستگی از قدیم به جدید با سن سنوماین میانی، مرز سنوماین - تورونین و تورونین میانی در توالی سازند سروک شناسایی شده است که از نظر ویژگی‌های مختلف به ویژه توزیع رخساره‌ها در ارتباط این سطوح می‌تواند تفسیر گردد.

منابع

مطیعی، ه.، ۱۳۷۲. زمین شناسی ایران - زمین شناسی نفت زاگرس - ۱. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۷۲ ص. هنرمند، ج.، مداحی، ا.، ۱۳۹۰. ارتباط رخساره‌های رسوبی با گسترش فرآیندهای دیاژنزی و کیفیت مخزنی بخش بالایی سازند سروک در یکی از میداین بزرگ نفتی جنوب غرب ایران. مجله پژوهش‌های چینه نگاری و رسوب شناسی اصفهان، ۴۲: ۹۷-۱۱۴.

- Abdollahie-Fard, I.A., Braathen, A., Mokhtari, M., & Alavi, S.A., 2006. Interaction of the Zagros Fold-Thrust Belt and the Arabian-type, deep-seated folds in the Abadan Plain and the Dezful Embayment, SW Iran. *Petroleum Geoscience*, 12: 347-362.
- Abdollahie-Fard, I.A., Mokhtari, M., & Alavi, S.A., 2007. The main structural elements of the Abadan Plain (SW Iran) and the N. Persian Gulf based on the integrated geophysical data. *Geophysical Research Abstracts*, 9: 111-146.
- Ahr, W.M., 2008. Geology of carbonate reservoirs. John Wiley and Sons, Chichester, 296 p.
- Alavi, M., 2007. Structures of the Zagros fold-thrust belt in Iran. *American Journal of Sciences*, 307:1064-1095.
- Aqrabi, 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.
- Beiranvand, B., Ahmadi, A., & Sharafodin, M., 2007. Mapping and classifying flow units in the Upper part of the Mid-Cretaceous Sarvak formation (western Dezful Embayment, SW Iran) based on a determination of reservoir rock types. *Journal of Petroleum Geology*, 30: 357-373.
- Budd, D.A., Saller, A.H., & Harris, P.M. 1995. Unconformities and Porosity in Carbonate Strata. *American Association Petroleum Geologists*, Special Publication, 63: 319 p.
- Burchette, T., 1993. Mishrif Formation (Cenomanian-Turonian), Southern Arabian Gulf: carbonate platform growth along a cratonic basin margin. In: Simo, J.A.T., Scott, R.W., & Masse, J.P. (eds.), Cretaceous Carbonate Platforms, Memoir 56. *American Association of Petroleum Geologists*, p. 185-199.

- Burchette, T.P., & Britton, S.R., 1985. Carbonate facies analysis in the exploration for hydrocarbons: a case study from the Cretaceous of the Middle East. *In: Brenchley, P.J., & Williams, B.P.J. (eds.), Sedimentology: Recent Developments and Applied Aspects. Geological Society, London, Special Publications, 18: 311-338.*
- Christian, L., 1997. Cretaceous Subsurface Geology of the Middle East Region. *GeoArabia, 2: 239-256.*
- Dercourt, J., Zonenshain, L.P., Ricou, L.E., Kazmin, V.G., Le Pichon, X., Knipper, A.L., Grandjacquet, C., Sbotshikov, I.M., Geysant, J., Lepvrier, C., Pechersky, D.H., Boulin, J., Sibuet, J.C., Savostin, L.A., Sorokhtin, O., Westphal, M., Lauer, J.P., & Biju-Duval, B., 1986. Geological evolution of the Tethys belt from the Atlantic to the Pamirs since the Lias. *Tectonophysics, 123: 241-315.*
- Dickson, J.A.D., 1966. Carbonate identification and genesis as revealed by staining. *Journal of Sedimentary Research, 36: 491-505.*
- Ehrenberg, S.N., Aqrawi, A.A., & Nadeau, P. H. 2008. An overview of reservoir quality in producing Cretaceous strata of the Middle East. *Petroleum Geoscience, 14: 307-318.*
- Esfarili-Dizaji, B., Rahimpour-Bonab, H., Mehrabi, H., Afshin, S., Harchegani, F.K., & Shahverdi, N., 2015. Characterization of rudist-dominated units as potential reservoirs in the middle Cretaceous Sarvak Formation, SW Iran. *Facies, 61: 1-25.*
- Flügel, E., 2010. Microfacies of Carbonate Rocks, Analysis Interpretation and Application. *Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. 976 p.*
- Ghabeishavi, A., Vaziri-Moghaddam, H., Taheri, A., & Taati, F., 2010. Microfacies and depositional environment of the Cenomanian of the Bangestan anticline, SW Iran. *Journal of Asian Earth Sciences, 37: 275-285.*
- Grelaud, C., Razin, P., & Homewood, P., 2010. Channelized systems in an inner carbonate platform setting: differentiation between incisions and tidal channels (Natih Formation, Late Cretaceous, Oman). *In: Van Buchem, F.S.P., Gerdes, K.D. & Esteban, M. (Eds.), Mesozoic and Cenozoic Carbonate Systems of the Mediterranean and the Middle East: Stratigraphic and Diagenetic Reference Models. Geological Society, London, Special Publications, 329: 163-186.*
- Hajikazemi, E., Al-Aasm, I.S., & Coniglio, M., 2010. Subaerial exposure and meteoric diagenesis of the Cenomanian-Turonian Upper Sarvak Formation, southwestern Iran. *In: Leturmy, P., & Robin, C. (eds.), Tectonic and Stratigraphic Evolution of Zagros and Makran during the Mesozoic-Cenozoic. Geological Society, London, Special Publications, 330: 253-272.*
- Hajikazemi, E., Al-Aasm, I.S., & Coniglio, M., 2012. Chemostratigraphy of Cenomanian-Turonian carbonates of the Sarvak Formation, Southern Iran. *Journal of Petroleum Geology, 35 (2):187-205.*
- Hollis, C. 2011., Diagenetic controls on reservoir properties of carbonate successions within the Albian-Turonian of the Arabian Plate. *Petroleum Geoscience, 17: 223-241.*
- James, G.A., Wynd, J.G., 1965. Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium agreement area. *American Association Petroleum Geologists, 49: 2182-2245.*
- Kent, P.E., 1979. The emergent Hormuz Salt diapirs of southern Iran. *Journal of Petroleum Geology, 2: 117-144.*
- Lucia, F.J., 2007. Carbonate Reservoir Characterization: an Integrated Approach. *Springer, Berlin, New York, 336 p.*
- Mahdi, T.A., & Aqrawi, A.A.M., 2014. Sequence stratigraphic analysis of the Mid-Cretaceous Mishrif Formation, Southern Mesopotamian basin, Iraq. *Journal of Petroleum Geology, 37: 287-312.*
- Mahdi, T.A., Aqrawi, A. A., Horbury, A., & Sherwani, G.H. 2013. Sedimentological characterization of the mid-Cretaceous Mishrif reservoir in southern Mesopotamian Basin, Iraq. *GeoArabia, 18: 139-174.*
- Mazzullo, S., 1994. Diagenesis in a sequence-stratigraphic setting: porosity evolution in peri-platform carbonate reservoirs, Permian basin, Texas and New Mexico. *Journal of Petroleum Science and Engineering, 11: 311-322.*
- Asadi-Mehmandosti, E., Adabi, M.H., & Woods., A.D., 2017. Microfacies and geochemistry of the Middle Cretaceous Sarvak Formation in Zagros Basin, Izeh Zone, SW Iran. *Sedimentary Geology, 293: 9-20.*
- Mehrabi, H., & Rahimpour-Bonab, H., 2014. Paleoclimate and tectonic controls on the depositional and diagenetic history of the Cenomanian-early Turonian carbonate reservoirs, Dezful Embayment, SW Iran. *Facies, 60: 147-167.*

- Mehrabi, H., Rahimpour-Bonab, H., Enayati-Bidgoli, A.H., & Esrafil-Dizaji, B., 2015. Impact of contrasting paleoclimate on carbonate reservoir architecture: Cases from arid Permo-Triassic and humid Cretaceous platforms in the south and southwestern Iran. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 126: 262-283.
- Moore, C.H., & Wade, W.J., 2013. Carbonate reservoirs: porosity, evolution and diagenesis in a sequence stratigraphic framework: Porosity Evolution and Diagenesis in a Sequence Stratigraphic Framework. Second edition, *Elsevier*, 369 p.
- Murris, R.J., 1980. Middle East: stratigraphic evolution and oil habitat. *American Association of Petroleum Geologists*, 64: 597-618.
- Rahimpour-Bonab, H., Mehrabi, H., Enayati-Bidgoli, A.H., & Omidvar, M., 2012. Coupled imprints of tropical climate and recurring emergence on reservoir evolution of a mid-Cretaceous carbonate ramp, Zagros Basin, southwest Iran. *Cretaceous Research*, 37: 15-34.
- Rahimpour-Bonab, H., Mehrabi, H., Navidtalab, A., Omidvar, M., Enayati-Bidgoli, A. H., Sonei, R., & Izadi-Mazidi, E., 2013. Palaeo-exposure surfaces in Cenomanian-Santonian carbonate reservoirs in the Dezful embayment, SW Iran. *Journal of Petroleum Geology*, 36: 335-362.
- Razin, P., Taati, F., & Van Buchem, F.S.P., 2010. Sequence stratigraphy of Cenomanian-Turonian carbonate platform margins (Sarvak Formation) in the High Zagros, SW Iran: an outcrop reference model for the Arabian Plate. In: van Buchem, F.S.P., Gerdes, K.D., & Esteban, M. (eds.), *Mesozoic and Cenozoic Carbonate Systems of the Mediterranean and the Middle East: Stratigraphic and Diagenetic Reference Models*. *Geological Society*, London, Special Publications, 329: 187-218.
- Sadooni, F.N., 2005. The nature and origin of Upper Cretaceous basin-margin rudist buildups of the Mesopotamian Basin, southern Iraq, with consideration of possible hydrocarbon stratigraphic entrapment. *Cretaceous Research*, 26: 213-224.
- Sattarzadeh, Y., Cosgrove, J., Vita-Finzi, C., 1999. The interplay of faulting and folding during the evolution of the Zagros deformation belt. In: Cosgrove, J.W. & Ameen, M.S. (eds.), *Forced Folds and Fractures*. *Geological Society*, London, Special Publications, 169: 187-196.
- Schlager, W., 2005. Carbonate sedimentology and sequence stratigraphy. *Concepts in Sedimentology and Paleontology*, 8: 200 p.
- Scott, R.W., 1990. Chronostratigraphy of the Cretaceous carbonate shelf, southeastern Arabia. In: Robertson, A.H.F., Searle, M.P., & Ries, A.C. (eds.), *The Geology and Tectonics of the Oman Region*. *Geological Society*, London, Special Publication 49: 89-108.
- Setudehnia, A., 1978, The Mesozoic sequence in southwest Iran and adjacent areas. *Journal of Petroleum Geology*, 1: 3-42.
- Sharland, P.R., Archer, R., Casey, D.M., Davies, R.B., Hall, S.H., Heyward, A.P., Horbury, A.D., & Simmons, M.D., 2001. Arabian plate sequence stratigraphy. *GeoArabia*, Special Publication, 2: 371 p.
- 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. In: Van Buchem, F.S.P., Gerdes, K.D. & Esteban, M. (eds.), *Mesozoic and Cenozoic Carbonate Systems of the Mediterranean and the Middle East: Stratigraphic and Diagenetic Reference Models*. *Geological Society*, London, Special Publications, 329: 333-396.
- Taghavi, A.A., Mork, A., & Emadi, M.A., 2006. Sequence stratigraphically controlled diagenesis governs reservoir quality in the carbonate Dehluran field, SW Iran. *Petroleum Geoscience*, 12: 115-126.
- van Buchem, F.S.P., Simmons, M.D., Droste, H.J., & Davies, R.B., 2011. Late Aptian to Turonian stratigraphy of the eastern Arabian Plate—depositional sequences and lithostratigraphic nomenclature. *Petroleum Geoscience*, 17: 211-222.
- Vincent, B., van Buchem, F.S., Bulot, L.G., Jalali, M., Swennen, R., Hosseini, A.S., & Baghbani, D., 2015. Depositional sequences, diagenesis and structural control of the Albian to Turonian carbonate platform systems in coastal Fars (SW Iran). *Marine and Petroleum Geology*, 63: 46-67.
- Wilson, J.L., 1975. Carbonate Facies in Geologic History. *Springer-Verlag*, New York, 471 p.
- Wynd, J.G., 1965. Biofacies of the Iranian consortium-agreement area. *Iranian Offshore Oil Company*, Tehran, Report 1082.

Microfacies analysis and sedimentary environment of the Sarvak Formation in one of the oil fields in SW Iran

Honarmand, J.^{1*}, Assadi, A.², Moallemi, S.A.³, Abdollahie-Fard, I.⁴, Monibi, S.⁵

1- Assistant Professor of Research Institute of Petroleum Industry, Tehran, Iran

2- Ph.D. student in Petroleum geology, Research Institute of Petroleum Industry, Tehran, Iran

3- Assistant Professor of Enhance Oil Recovery Institute, Tehran, Iran

4- Assistant Professor, National Iranian Oil Company, Exploration Directorate, Tehran, Iran

5- Research Institute of Petroleum Industry, Tehran, Iran

*E-mail: honarmandj@ripi.ir

Introduction

Generally, sedimentary facies is a primary factor controlling framework and geometry of pores in reservoir rocks. However, in carbonate reservoirs, many of primary properties are changed due to the effect of diagenesis (Mazzullo 1994; Lucia, 2007; Ahr, 2008; Moore and Wade 2013). Microfacies and sedimentary environment of the Sarvak Formation have been vastly studied in different parts of the Zagros and Persian Gulf (Taghavi et al. 2006; Razin et al., 2010; Ghabeishavi et al. 2010; Mehmandosti et al. 2013; Rahimpour-Bonab et al. 2012;). Nevertheless, there is less information about facies architecture and paleo-environment of the formation in the Abadan Plain, as one of the important exploration regions of SW Iran. The main parts of this paper is related to Facies description and depositional environment interpretation of the Sarvak Formation in two key wells of one of the giant oil field in the Abadan Plain region.

Materials and Methods

The data used in this study includes a collection of information derived from cores and thin sections belonging to two key wells of one of the giant oil field in the Abadan Plain (430 m core and 1116 thin sections). The results from core description and thin section study were used for facies analysis. In this regard, some sedimentary properties such as lithology, texture, sedimentary structure and types of skeletal and non-skeletal grains were taken into account. Also, to reach a better understanding of sedimentary characteristics in thin sections, all of them were scanned using a CREO-IQSMART3 scanner at the Research Institute of Petroleum Industry (RIPI). The apparatus is a powerful scanner, which can be used for achieving high resolution images up to 10000 DPI.

Result and discussion

Based on the results from the core descriptions and petrographic studies, the sedimentary texture, grain size, type and frequency of allochems, fossil content and other sedimentary parameters for the Sarvak Formation in the key wells were identified. Then, using this information and comparison with previous studies (Razin et al., 2010; Hollis, 2011; Mehmandosti et al., 2013; Rahimpour-Bonab et al., 2012, 2013) and standard models (Wilson 1975; Flugel 2010), 15 facies were recognized. The defined facies are representative of five facies belts including distal open marine, proximal open marine, slope, rudist biostrome-shoal and lagoon. The lagoon facies belt based on diversity of components and texture can be subdivided into open and restricted lagoon. On the basis of such evidences as facies association, rudist distribution as well as tectonic setting a shelf carbonate platform for deposition of reservoir part of the Sarvak Formation in an oil field in the Abadan plain (equivalent of Mishrif Formation in Mesopotamian Basin) has been proposed. With regard to reservoir potential of the area, the findings from facies analysis is thought to be valuable for better reservoir characterization and development.

Keywords: Abadan Plain; reservoir part of Sarvak formation; microfacies analysis; depositional environment; Shelf carbonate platform.

Reference

- Ahr, W.M., 2008. Geology of carbonate reservoirs. John Wiley and Sons, Chichester, 296 p.
- Asadi Mehmandosti, E., Adabi, M.H., & Woods, A.D., 2013. Microfacies and geochemistry of the Middle Cretaceous Sarvak Formation in Zagros Basin, Izeh Zone, SW Iran. *Sedimentary Geology*, 293: 9-20.
- Flügel, E., 2010. Microfacies of carbonate rocks. *Springer-Verlag*, Berlin, 976 p.
- Ghabeishavi, A., Vaziri-Moghaddam, H., Taheri, A., & Taati, F., 2010. Microfacies and depositional environment of the Cenomanian of the Bangestan anticline, SW Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 37: 275-285.
- Hollis, C. 2011. Diagenetic controls on reservoir properties of carbonate successions within the Albian–Turonian of the Arabian Plate. *Petroleum Geoscience*, 17: 223-241.
- Lucia, F.J., 2007. Carbonate Reservoir Characterization: an Integrated Approach. *Springer*, Berlin, New York, 336 p.
- Mazzullo, S., 1994. Diagenesis in a sequence-stratigraphic setting: porosity evolution in peri-platform carbonate reservoirs, Permian basin, Texas and New Mexico. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 11: 311-322.
- Rahimpour-Bonab, H., Mehrabi, H., Enayati-Bidgoli, A.H., & Omidvar, M., 2012. Coupled imprints of tropical climate and recurring emergence on reservoir evolution of a mid-Cretaceous carbonate ramp, Zagros Basin, southwest Iran. *Cretaceous Research*, 37: 15-34.
- Rahimpour-Bonab, H., Mehrabi, H., Navidtalab, A., Omidvar, M., Enayati-Bidgoli, A. H., Sonei, R., & Izadi-Mazidi, E., 2013. Palaeo-exposure surfaces in Cenomanian-Santonian carbonate reservoirs in the Dezful embayment, SW Iran. *Journal of Petroleum Geology*, 36: 335-362.
- Razin, P., Taati, F., & Van Buchem, F.S.P., 2010. Sequence stratigraphy of Cenomanian-Turonian carbonate platform margins (Sarvak Formation) in the High Zagros, SW Iran: an outcrop reference model for the Arabian Plate. In: van Buchem, F.S.P., Gerdes, K.D., & Esteban, M. (eds.), *Mesozoic and Cenozoic Carbonate Systems of the Mediterranean and the Middle East: Stratigraphic and Diagenetic Reference Models*. *Geological Society*, London, Special Publications, 329: 187-218.
- Taghavi, A.A., Mork, A., & Emadi, M.A., 2006. Sequence stratigraphically controlled diagenesis governs reservoir quality in the carbonate Dehluran field, SW Iran. *Petroleum Geoscience*, 12: 115-126.
- Wilson, J.L., 1975. Carbonate Facies in Geologic History. *Springer-Verlag*, New York, 471 p.