

چینه‌نگاری سکانسی زون‌های پایینی سازند آسماری در میدان نفتی مارون با استفاده از آنالیز ریزرخساره‌ها، نقشه‌های هم سنگی و نمودارگاما

احمد میرمراقابی، دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زمین‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

سید رضا موسوی حرمی، استاد گروه زمین‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

اسد الله محبوبی، استاد گروه زمین‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد*

محمد خانه باد، استادیار گروه زمین‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

جلیل جعفری، کارشناس شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب

شهرام آورجانی، کارشناس شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب

چکیده

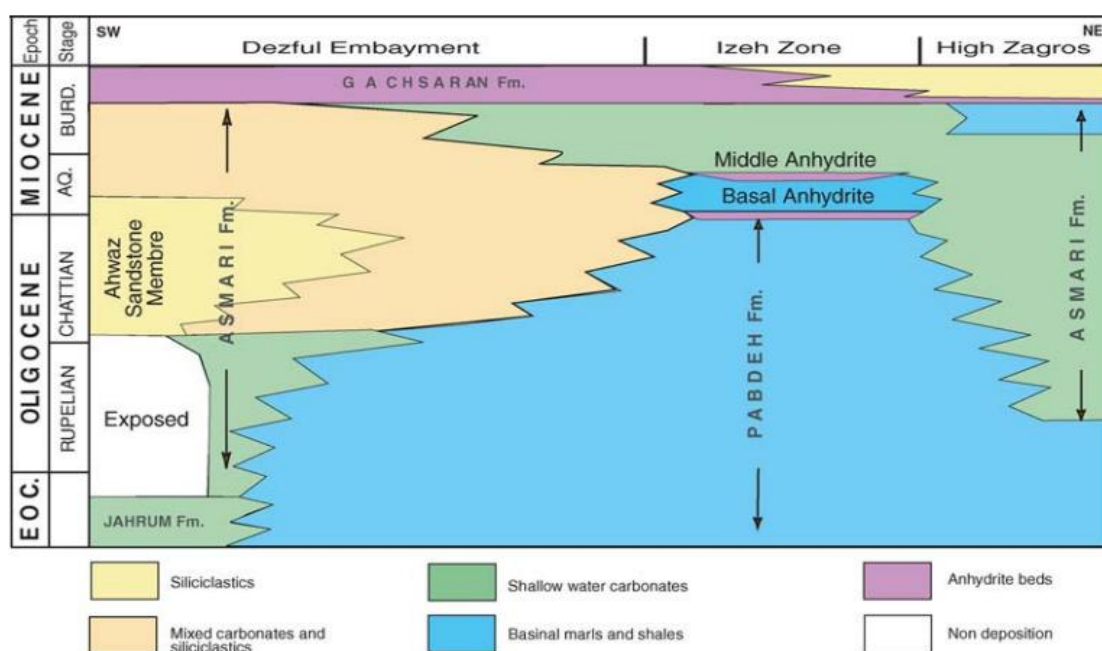
سازند آسماری به سن الیگو-میوسن مهم‌ترین سنگ مخزن میدان نفتی مارون در فروافتادگی دزفول در جنوب غربی ایران بوده که در حوضه فورلندی کمربند کوهزایی زاگرس نهشته شده است. هدف از این مطالعه تفسیر محیط‌رسوبی و چینه‌نگاری سکانسی زون‌های پایینی سازند آسماری در چاه‌های شماره ۲۸۱، ۳۴۲ و ۳۱۲ میدان مارون بر اساس تغییر در روند شکل نمودار گاما، نقشه‌های هم سنگی و تغییرات ریزرخساره‌هاست. بر این اساس در چاه‌های مورد مطالعه ۹ ریز رخساره کربناتی و ۲ پتروفاسیس سیلیسی-آواری که در چهار محیط دریای باز، سد، لاگون و جزرومدی در یک رمپ هموکلینال (شامل رمپ خارجی، میانی و داخلی) نهشته شده‌اند، شناسایی شده است. همچنین، بر مبنای اشکال شناسایی شده بر روی نمودار اشعه گاما، رسوبات مورد مطالعه در محیط دریایی تشکیل شده است. در محیط دریای باز و سدی، نمودارگاما به شکل زنگوله‌ای دنداندار، قارچی دنداندار، قوسی به سمت چپ، دندان‌های و واگنی به سمت راست، در محیط ساحلی به دو صورت سیلندری و قارچی شکل و در محیط جزرومدی و لاگون به صورت قوسی به سمت راست تا سیلندری شکل دیده می‌شود. بر اساس نقشه‌های هم سنگی رسوبات ماسه سنگی زون‌های پایینی سازند آسماری میدان نفتی مارون توسط سیستم دلتایی در طول حاشیه جنوب غربی حوضه گسترش پیدا کرده و دائماً تحت تأثیر تغییرات سطح آب دریا بوده‌اند. آنالیز چینه‌نگاری سکانسی منجر به شناسایی سه سکانس رسوبی رده سوم (DS_1 ، DS_2 و DS_3) در چاه‌های مورد مطالعه شده است.

واژه‌های کلیدی: نمودار چاه‌پیمایی گاما، سازند آسماری، محیط رسوب‌گذاری، میدان نفتی مارون، چینه‌نگاری سکانسی.

مقدمه

بیش از ۶۵ درصد مخازن نفتی و نزدیک به ۳۴ درصد از مخازن گازی جهان در میداین هیدروکربوری بزرگ خاورمیانه واقع شده که بیشتر این میدان‌ها مختص به کمربند چین خورده - رانده زاگرس بوده و تجمع این هیدروکربورها در آن مرتبط با چینه‌شناسی و تکامل ساختمانی آن است (Alavi 2007). بسته شدن حوضه نئوتیس در طی کرتاسه پسین بر اثر همگرایی و فروانش پلیت عربی به زیرپلیت ایران در جهت شمال شرقی باعث جایگزینی قطعات لیتوسفری از اقیانوس نئوتیس (افیولیت) بر روی حاشیه شمال شرقی پلیت آفرو-عربی شده است (Babaie et al. 2006). برخورد پلتهای قاره‌ای عربی و ایران در طی سنوزوئیک منجر به تشکیل کمربند چین خورده- تراستی زاگرس، کوتاه شدگی کوه‌ها، تشکیل حوضه

فورلندی زاگرس و رسوب‌گذاری سازندهای پابده و آسماری در حوضه پیش خشکی کمربند کوهزایی زاگرس شده است (Alavi 2004). سازند آسماری به سن الیگو- میوسن یکی از مهم‌ترین سنگ‌های مخزن میدان نفتی مارون در فروافتادگی دزفول در جنوب غربی ایران است که در طی دو مرحله رسوب‌گذاری نموده است (Ehrenberg et al. 2007). در زمان الیگوسن زیرین رخساره‌های کربناته آب‌های کم عمق این سازند به طور جانبی به شیل و مارن‌های سازند پابده تغییر رخساره داده و در زمان الیگوسن بالایی تا میوسن زیرین با ورود ماسه‌های سیلیسی آواری و رس‌ها از سمت غرب و پیشروی حاشیه پلاتفرم آسماری رسوبات قسمت عمیق حوضه؛ یعنی سازند پابده کاهش پیدا کرده است (Van Buchem et al. 2010) (شکل ۱).



شکل ۱- الگوی شماتیکی از توزیع واحدهای سنگ چینه‌ای الیگو- میوسن در نواحی مختلف زاگرس اقتباس از (Van Buchem et al 2010).

روند نمودارگاما، نقشه‌های هم سنگی و آنالیز ریزرخساره‌هاست. در سال‌های اخیر با مطالعه برش‌های سطح الارضی و تحت الارضی سازند آسماری، چینه‌نگاری سکansı و محیط رسوبی آن مطالعه شده است که می‌توان به

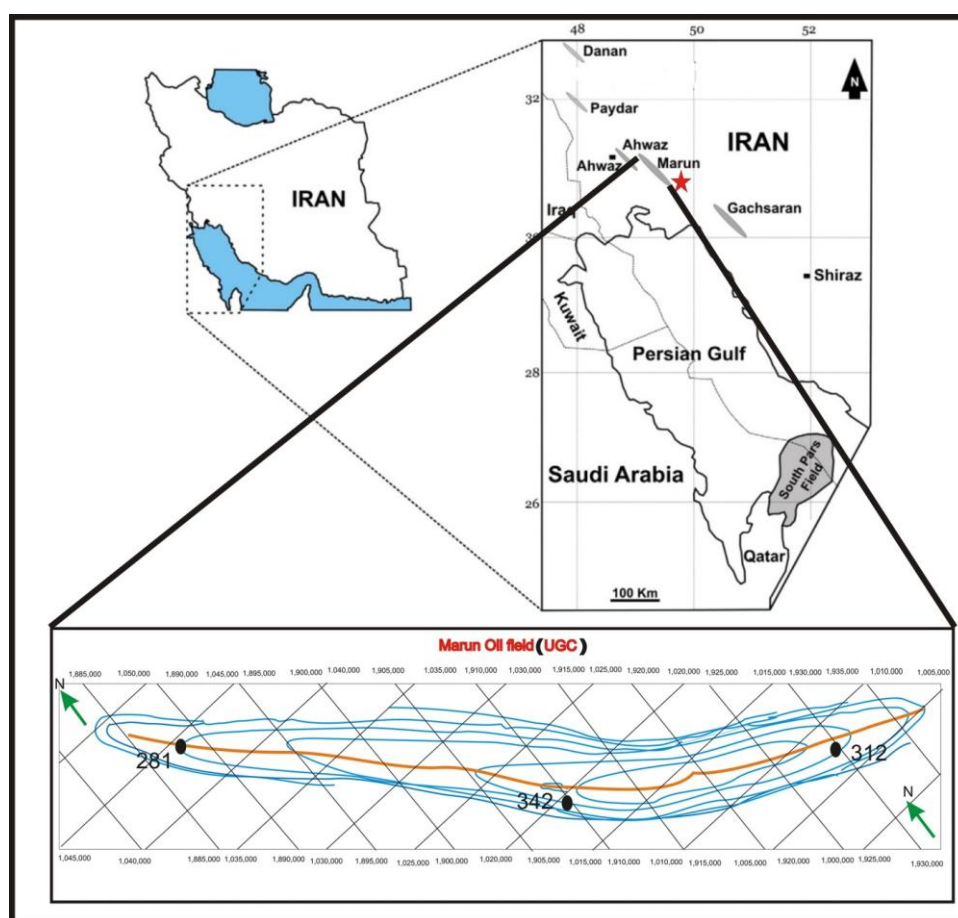
هدف از این مطالعه تفسیرتاریخچه رسوب‌گذاری و چینه‌نگاری سکansı زون‌های پایینی سازند آسماری (بر اساس داده‌های موجود و نیاز شرکت مناطق نفت خیز جنوب به مطالعه این زون‌ها) در میدان مارون بر اساس تغییر در

و روند شمال شرقی - جنوب غربی در قسمت انتهایی شرقی، در شرق و جنوب شرقی اهواز واقع شده و از مهم‌ترین میدان‌های کشف شده جنوب غرب ایران است (عادلزاده و همکاران ۱۳۸۸). این میدان در ناحیه فروافتادگی دزفول قرار دارد که از شمال توسط میدان رامین، از شرق توسط میدان کوپال، از غرب و شمال غرب توسط میادین شادگان و اهواز و از جنوب توسط میدان رامشیر محدود می‌شود (شکل ۲).

(صیرفیان و همکاران ۱۹۹۶)، همدانی و همکاران (۱۹۹۷)، صیرفیان (۲۰۰۰)، شارلند و همکاران (۲۰۰۱)، صیرفیان و همدانی (۲۰۰۴)، شارلند و همکاران (۲۰۰۴)، اهرنبرگ و همکاران (۲۰۰۷)، وزیری مقدم و همکاران (۲۰۱۰) و ون بوخم و همکاران (۲۰۱۰) اشاره کرد.

روش مطالعه و موقعیت میدان مورد مطالعه

میدان مارون با طول و عرض تقریبی ۷۰ و ۷ کیلومتر و با روند شمال غربی - جنوب شرقی در قسمت غربی تا مرکزی



شکل ۲- موقعیت میدان نفتی مارون و چاه‌های مورد مطالعه (۲۸۱، ۳۴۲ و ۳۱۲) بر روی نقشه UGC

ریزرخساره‌ها در میدان مارون تفسیر شده است. برای تعیین محیط رسوبی و چینه‌نگاری سکانسی از ۱۳۰ مقطع نازک میکروسکوپی تهیه شده از مغزه‌های چاه‌های ۲۸۱، ۳۱۲ و ۳۴۲ استفاده شده است. شناسایی ریزرخساره‌های کربناتی و

در این مطالعه پس از فراخوانی اطلاعات در نرم‌افزار 2010 Excel و R2V و رسم نمودار گاما و با استفاده از مطالعات قبلی (Cant 1992; Rider 2002; Siddique et al. 2013)، محیط رسوبی زون‌های مخزنی آسماری پایینی با کمک

رخساره‌های سیلیسی-آواری بر مبنای طبقه‌بندی دانه‌ها (۱۹۶۲) و فولک (۱۹۸۰) انجام شده است. برای تفسیر رخساره‌های کربناته از مدل‌های شلاگر (۲۰۰۲) و فلوگل (۲۰۱۰) استفاده شده است. همچنین، از تغییرات شکل و مقدار نمودار گاما در تعیین محیط‌های رسوبی و چینه‌نگاری سکansı استفاده شده است. به علت نبود مغزه در برخی از قسمت‌های زون‌های ماسه‌سنگی با تهیه نقشه‌های هم‌سنگی و بررسی گسترش آنها (تعداد ۲۱۵ حلقه چاه) در تفسیر محیط رسوبی و در نهایت چینه‌نگاری سکansı استفاده شده است.

در چاه‌های مورد مطالعه، با توجه به داده‌های چینه‌نگاری زیستی (طاهری و اورجانی ۱۳۸۷؛ اورجانی و همکاران ۱۳۹۱) تغییرات سنگ‌شناسی، تفسیر ریز رخساره‌ها و روند تغییرات عمودی آنها در ستون‌های چینه‌ای، چینه‌نگاری سکansı سازند آسماری تحلیل و ۳ سکانس رسوبی رده سوم تفکیک شده است. بر اساس زون تجمعی شناسایی شده (Lepidocyclina- Operculina- Ditrupa Assemblage Zone) (اورجانی و همکاران ۱۳۹۱) سن این سکانس‌ها (زون‌های پایینی) به روپلین-شاتین نسبت داده شده است. این سکانس‌ها از نظر سن و تغییر ریزرخساره‌ها مشابه سکانس‌های رسوبی شناسایی شده توسط ون بوخم و همکاران (۲۰۱۰) هستند.

تحلیل ریز رخساره‌ها و نمودار چاه‌پیمایی گاما

تغییر شکل نمودار گاما در سنگ‌های کربناتی و آواری در ارتباط با محیط رسوب‌گذاری آنهاست (Serra 1989). این نمودار اطلاعات مهمی را در مورد ضخامت و شکل ماسه‌سنگ‌ها، توزیع اندازه دانه‌ها، سنگ‌شناسی، محیط‌رسوبی و تغییرات سطح آب دریا (سکانس و پاراسکانس‌های رسوبی) ارائه می‌کند (Siddiqui et al. 2013). نمودار گاما رابطه نزدیکی با اندازه دانه دارد و رادیواکتیویته طبیعی سازند را اندازه‌گیری می‌کند، لذا قادر به تفکیک زون‌های شیلی (با قرائت بالای گاما) از زون‌های ماسه‌ای (با قرائت پایین نمودار

گاما) است (Javid 2013). از تغییرات شکل نمودار گاما برای تفسیر چرخه‌های رسوبی یا رخساره‌ها استفاده می‌شود (Rider 2002؛ اورجانی و همکاران ۱۳۹۳). نمودار گاما در قسمت‌های پایینی سازند آسماری چاه‌های مورد مطالعه روند افزایشی و به سمت قسمت‌های بالایی روند کاهشی را نشان می‌دهد، که بیانگر درشت شدن اندازه ذرات به سمت بالاست. مقدار گاما در بخش‌هایی ماسه‌سنگی و آهکی کم و در بخش‌های شیلی بالاست که در بعضی قسمت‌ها به حدود ۱۰۰ در واحد API می‌رسد. مقدار بالای گاما در رخساره‌های وکستون و پکستونی حاوی روزنداران پلانکتون و لپیدوسیکلنیده‌ها و مقادیر کمتر آن در رخساره آواری ماسه‌سنگ ساحلی مشاهده می‌شود.

سازند آسماری در چاه‌های مورد مطالعه از ۷ ریزرخساره کربناتی و ۲ رخساره آواری تشکیل شده است.

A: رخساره‌های کربناتی

A1: وکستون/ پکستون حاوی روزنداران پلانکتون: این ریزرخساره در قسمت آسماری پایینی (قاعده سازند آسماری)، مرز تدریجی بین سازندهای آسماری و پابده مشاهده شده است. اجزای اصلی تشکیل‌دهنده آن روزنداران پلانکتون به میزان ۱۵ تا ۲۰ درصد شامل، *Globigerinids*, *Globorotalids*, *Eouvierina* در یک زمینه گل آهکی است (شکل ۳A). به میزان کمتر خرده‌های بریوزتر، اکیونئید و دوکفه‌ای (در مجموع ۵ تا ۱۰ درصد) وجود دارد. اندازه دانه‌ها در حد سیلت تا ماسه ریز تا درشت تغییر می‌کند و جورشدگی متوسطی دارند. شواهدی نظیر دانه‌ریز بودن، حضور پوسته‌های سالم روزنداران پلانکتون و نبود ساختارهای رسوبی بیانگر این است که این رخساره در محیطی آرام، عمیق، با شوری نرمال آب دریا، زیر خط زون نوری و زیر خط اثر امواج نهشته شده است (Amirshahkarami et al. 2007). رخساره‌ای مشابه از رسوبات قاعده سازند آسماری، زون تدریجی سازند آسماری و پابده و رأس سازند

پابده از نواحی مختلف حوضه زاگرس در نهشته‌های رمپ خارجی گزارش شده است (Zabihi-Zoeram et al. 2013; Sahraeyan et al. 2013). این ریزرخساره معادل با رخساره SMF 3 شلاگر (Schlager 2002) و RMF 5 فلوگل (Flügel 2010) است.

A2: وکستون/ پکستون حاوی نومولیتیده و لپیدوسیکیلینیده: اجزای اصلی این ریزرخساره روزنداران کفزی بزرگ (*Neorotalia*, *Miogyopsinoides*, *Lepidocyclina*, *Operculina*, *Heterostegina*) به میزان ۲۰ تا ۲۵ درصد به همراه اکینوئید، مرجان، جلبک قرمز، نرم‌تنان و بریوزوئر در مجموع به میزان ۱۰ درصد است (شکل ۳B). دانه‌ها جورشدگی و گردشدگی ضعیف دارند و اندازه آنها از ماسه درشت تا گرانول تغییر می‌کند که در یک زمینه ریز قرار گرفته‌اند.

حضور روزندارانی از خانواده لپیدوسیکیلینیده و نومولیتیده نشان می‌دهد که رسوب‌گذاری در یک محیط نسبتاً عمیق رخ داده است (Vennin et al. 2003). همچنین حضور این روزنداران شرایط شوری نرمال، قسمت پایین منطقه نوری و شرایط آرام زیر تأثیر اثر امواج را نشان می‌دهد. پهن‌تر شدن و نازک‌تر شدن پوسته این روزنداران با افزایش عمق آب ادامه می‌یابد که نشان از کاهش شرایط نوری و سازگاری جهت انجام تبادلات با محیط است (Vaziri-Moghaddam et al. 2010). این رخساره معادل با RMF 13 فلوگل (Flügel 2010) است.

A3: وکستون/ پکستون حاوی جلبک قرمز و بیوکلاست: این ریزرخساره از اجزای اصلی خرده‌های جلبک قرمز نوع کورالین، لیتوفیلوم و لیتوتامینیوم به میزان ۳۰ تا ۳۵ درصد، به همراه اجزای فرعی شامل خرده‌های اکینودرم، براکیوپود، بریوزوئر و مرجان (در مجموع ۱۰ تا ۱۵ درصد) در زمینه میکریتی که قسمت‌هایی از آن به دولومیت تبدیل شده، تشکیل شده است. روزنداران کفزی نظیر اپرکولینا، لپیدوسیکیلینا، هتروستژینا و میوژپسینوئیدس نیز به میزان کمتر از ۵ درصد در آن وجود دارد. اندازه دانه‌ها از ماسه تا گرانول تغییر می‌کند و جورشدگی ضعیفی دارند (شکل ۳C).

حضور جلبک قرمز و روزنداران نام برده در بالا نشان‌دهنده شرایط دریای باز بوده و خردشدگی دانه‌ها تأثیر شرایط موقت نسبتاً پر انرژی را نشان می‌دهند که احتمالاً در شرایط توفانی ایجاد شده است (Flügel 2010). روزنداران کف-زی بزرگ با دیواره منفذدار همانند اپرکولینا و لپیدوسیکیلینا دارای زندگی همزیست با جلبک‌ها هستند و مجموعاً نشانگر تشکیل آنها در شرایط رمپ میانی است (Allahkarampour Dill et al. 2010). این ریزرخساره معادل با رخساره SMF18 شلاگر (Schlager 2002) و RMF 13 فلوگل (Flügel 2010) است.

A4: فلوئستون/ باندستون حاوی مرجان و جلبک قرمز: دانه‌های اصلی این ریزرخساره شامل خرده‌های مرجان (۲۰ درصد) و جلبک قرمز (۱۵ تا ۲۰ درصد) است که به اشکال مختلف (دایره‌ای، لایه‌ای) وجود دارند (شکل ۳D). بعلاوه روزنداران کفزی کوچک، خرده‌های اکینوئید، صدف نرم‌تنان و بریوزوئر نیز به میزان ۵ تا ۱۰ درصد در این رخساره حضور دارند. اندازه دانه‌ها در حد ماسه متوسط تا درشت تا گرانول تغییر می‌کند و جورشدگی و گردشدگی ضعیفی دارند.

تنوع موجودات مؤید شرایط دریای باز و چرخش خوب اکسیژن است (Sahraeyan et al. 2013). این رخساره به شرایط دریای باز رمپ میانی در بالای سطح تأثیر امواج در شرایط توفانی نسبت داده می‌شود. این ریزرخساره معادل با رخساره SMF7 شلاگر (Schlager 2002) و قابل مقایسه با RMF 12 فلوگل (Flügel 2010) است.

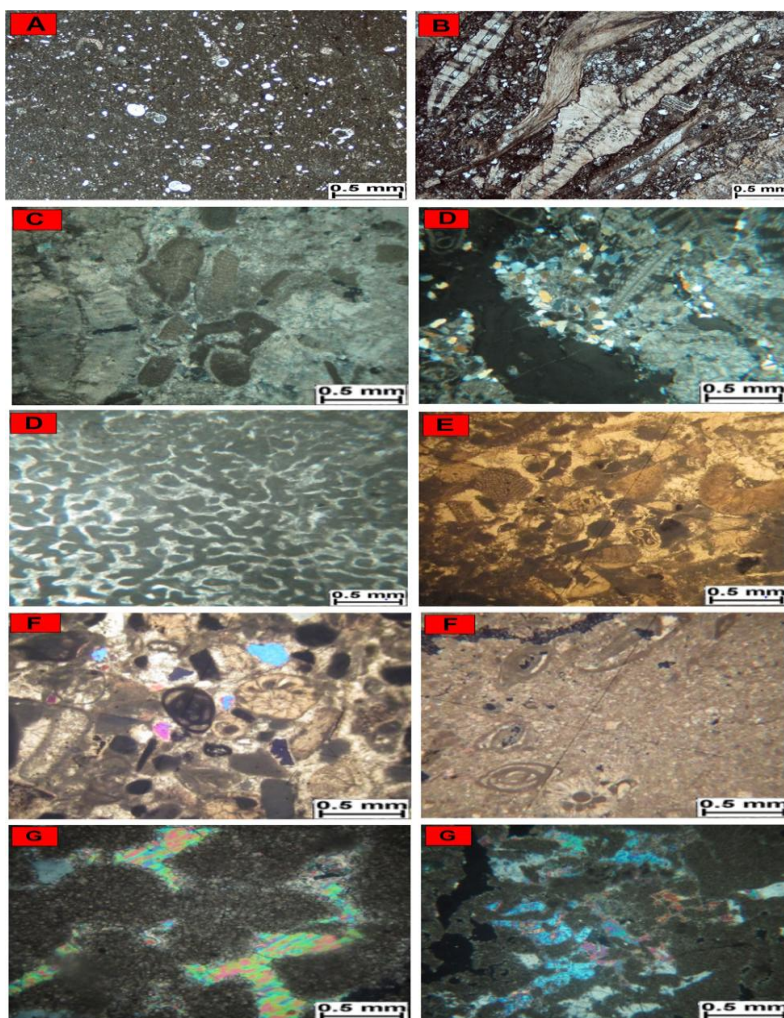
A5: پکستون/ گرینستون حاوی روزنداران منفذدار و بی‌منفذ: دانه‌های اصلی شامل مجموعه‌ای از روزنداران کفزی بدون منفذ نظیر میلیولید (۱۰ تا ۱۵ درصد) و روزنداران منفذدار نظیر *Miogyopsinoides*, *Neorotalia* و *Amphistegina* به میزان ۱۰ درصد به همراه خرده‌های اکینوئید، جلبک قرمز و دو کفه‌ای به میزان کمتر از ۵ درصد است (شکل ۳E). دانه‌های کربناتی در اندازه ماسه متوسط تا خیلی درشت، زاویه‌دار تا نیمه گرد شده با جورشدگی ضعیف دیده شده‌اند. حضور هم‌زمان موجودات لاگونی به همراه موجودات دریایی در این رخساره

دریایی و فراوانی اسکلت‌های موجودات محیط محدود است (Vaziri-Moghaddam et al. 2010; Zabihi Zoeram et al. 2013). این ریزرخساره معادل با رخساره SMF18 شلاگر (Schlager 2002) و RMF 16 فلوگل (Flügel 2010) است.

A7: مادستون/ دولستون دارای فابریک روزنه‌ای: این رخساره از گل آهکی، گل آهکی دولومیتی شده و دولومیت‌های ریز بلور تشکیل شده است. از مشخصات این رخساره عدم حضور خرده‌های فسیلی و توسعه خوب انیدریت در زمینه است (شکل G ۳). نبود فسیل، وجود ندول‌های انیدریت و فابریک روزنه‌ای گواه تشکیل این رخساره در قسمت‌های بالای پهنه جزر و مدی در آب و هوای گرم و خشک است (Flügel 2010; Sahraeyan et al. 2013). حضور انیدریت باقیمانده در برخی از حفرات فنسترال نشان از تشکیل این حفرات در اثر انحلال انیدریت است (آورجانی و همکاران ۱۳۹۰). در مقایسه با محیط‌های کربناتی امروزی نظیر خلیج فارس این رخساره در محیط سبنا و قسمت‌های بالای پهنه جزر و مدی تشکیل شده است. این ریزرخساره معادل با رخساره SMF 23 شلاگر (Schlager 2002) و RMF 22 فلوگل (Flügel 2010) است.

نشان می‌دهد این رخساره در شرایط محیطی لاگون باز در شرایط تقریباً پر انرژی با ارتباط با دریای باز نهشته شده است. در این رخساره تنوع موجودات افزایش می‌یابد که نشان‌دهنده افزایش تدریجی عمق آب، شروع شرایط دریایی و عدم حضور سد پیوسته و مؤثر است (Zabihi Zoeram et al. 2013). این ریز رخساره معادل با رخساره SMF18 شلاگر (Schlager 2002) و RMF 26 فلوگل (Flügel 2010) است.

A6: وکستون/ پکستون حاوی روزن‌داران بی‌منفذ: خصوصیت اصلی این رخساره تنوع و فراوانی روزن‌داران بدون منفذ است. انواع مختلفی از این روزن‌داران نظیر (*Peneroplis*, *Borelis*, *Meandropsina*, *Dendritina*, and *miliolids*) به میزان ۵۰ تا ۶۰ درصد در آن وجود دارند (شکل ۳F). دانه‌های کربناتی (پلت، پلوئید، اینتراکلیست) (کمتر از ۵ درصد) و خرده‌های بیوکلیستی نظیر اکینوئید، روتالیا و جلبک قرمز در آن به میزان کمتر از ۵ درصد دیده می‌شوند. دانه‌های این رخساره در اندازه ماسه ریز تا متوسط، نیمه زاویه‌دار تا نیمه گرد شده هستند و جورشدگی ضعیف تا متوسطی دارند. این رخساره احتمالاً در لاگون محدود نهشته شده است. شرایط محدود به علت حضور نادر یا عدم حضور موجودات شرایط نرمال



شکل ۳- ریزرخساره‌های سازند آسماری در چاه‌های مورد مطالعه: A: وکستون/ پکستون حاوی روزن‌داران پلانکتون (چاه ۳۱۲، عمق ۳۶۳۶ متری): B: وکستون/ پکستون حاوی نومولیتیده و لپیدوسیکلنیده (چاه ۳۱۲، عمق ۳۵۰۸ متری): C: وکستون/ پکستون حاوی جلبک قرمز و بیوکلاست (چاه ۳۱۲، عمق ۳۴۹۴ متری): D: فلوئستون/ باندستون حاوی مرجان و جلبک قرمز (چاه ۳۱۲، عمق ۴۷۸ متری): E: پکستون/ گربنستون حاوی روزن‌داران منفذدار و بی‌منفذ (چاه ۳۱۲، عمق ۳۴۳۵ متری): F: وکستون/ پکستون حاوی روزن‌داران بی‌منفذ: G: مادستون/ دولستون دارای فابریک روزنه‌ای (چاه ۲۸۱، عمق ۳۸۸۸ متری)

(Siddiqui et al. 2013; Cant 1992).

۲- شکل قارچی دنداندار (Serrated funnel shape):

کاهش در میزان پرتو گاما که نتیجه کاهش میزان حجم رس، درشت شدن دانه‌ها و افزایش نسبت تولید کربنات به ورود رسوبات آواری است (Serra 1989; Oyanyan 2012). این شکل را در نمودار گاما ایجاد می‌کند (شکل ۴B). شکل قارچی این نمودار نشان‌دهنده درشت شونده‌گی ذرات به سمت بالا در قسمت انتهایی دلتا در محیط‌های دور از ساحل نواحی عمیق

از مهم‌ترین اشکال نمودار گامای مشاهده شده در محیط

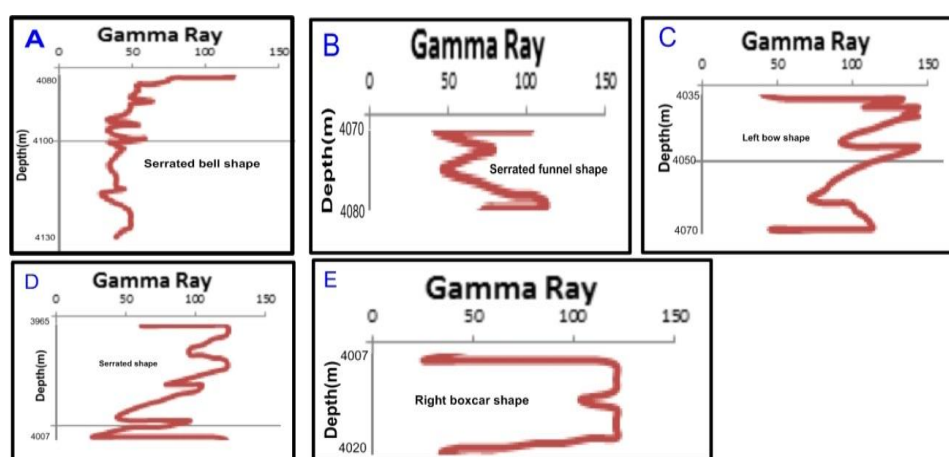
دریای باز، لاگون و جزر و مدی چاه‌های مورد مطالعه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد (شکل‌های ۴، ۹، ۱۰ و ۱۱).

۱- شکل زنگوله‌ای دنداندار (Serrated bell shape): افزایش میزان پرتو گاما به سمت بالا که نتیجه افزایش در میزان حجم رس و کاهش اندازه ذرات به سمت بالا است (Omoboriowo et al. 2012)، این شکل را در نمودار گاما ایجاد می‌کند و نشانگر پیش‌روندگی رسوبات به طرف خشکی است (شکل ۴A)

دریا است (Siddiqui et al. 2013).

۳- شکل قوسی به سمت چپ (Left bow shape): ریز شدن دانه‌ها به سمت بالا و سنگ‌شناسی متفاوت (تناوب شیل و آهک) شکل دندان‌های در نمودار گاما ایجاد می‌کند (شکل ۴C).

۴- دندان‌های شکل (Serrated shape): این نمودار به خاطر تغییر متناوب در سنگ‌شناسی بدین صورت دیده شده و مقدار نمودار گامای متوسط را نشان می‌دهد. نمودار گامای مربوط



شکل ۴- انواع اشکال نمودار گاما سازند آسماری در چاه ۲۸۱: A: شکل زنگوله‌ای دندان‌دار B: شکل قارچی دندان‌دار C: شکل قوسی به سمت چپ D: شکل دندان‌دار E: شکل واگنی به سمت راست

دیگر حوضه هم دیده شده است.

B: رخساره‌های آواری

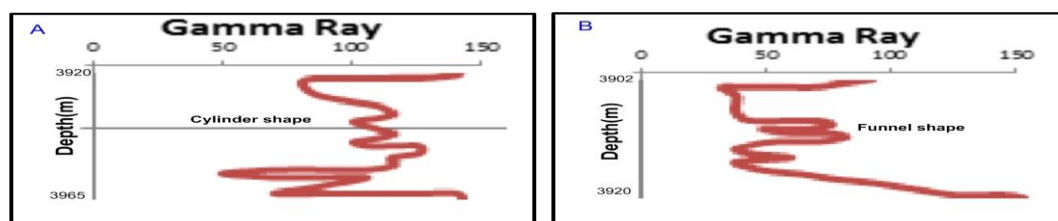
B1: شیل: این پتروفاسیس به رنگ تیره تا سیاه بوده و معمولاً در قسمت پایینی سازند آسماری دیده می‌شود. در این رخساره گلوبیژرینا، دیتروپا و ذرات کوارتز به صورت پراکنده نیز دیده شده است. رنگ تیره این پتروفاسیس به خاطر وجود مواد آلی و نهشته شدن در محیط کم اکسیژنی و احیایی بوده که وجود پیریت به صورت اولیه در زمینه و ثانویه به صورت پراکنده حجرات فسیل‌ها مؤید آن است. وجود گلوبیژرینا و دیتروپا نشان‌دهنده محیط عمیق حوضه و نهشته شدن در قسمت خارجی یک رمپ هموکلینال است (شکل ۶A). این سنگ‌های غنی از مواد آلی به خاطر برخورداری از حجم بالای اورانیوم مقدار گامای بیشتری را در ارتباط با سنگ آهک‌ها نشان می‌دهند. البته این پتروفاسیس در قسمت‌های

به رسوبات ناحیه شیب‌دار پلاتفرم کربناتی تحت تأثیر امواج چنین شکلی دارند (شکل ۴D) (Siddiqui et al. 2013; Serra 1989).
۵- شکل جعبه ماشینی به سمت راست (Right boxcar shape): این حالت دارای مقدار بالا در پرتو گاما، مرزهای مشخص و فاقد بی‌نظمی و تغییرات کم بوده و آن را می‌توان در مادستون‌ها و شیل‌های دریای باز دور از ساحل مشاهده کرد (شکل ۴E) (Siddiqui et al. 2013; Cant 1992).

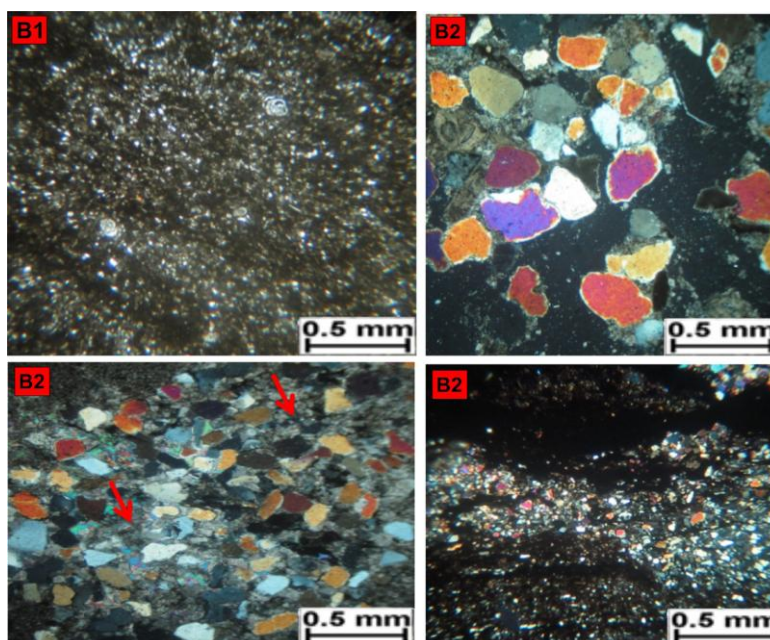
B2: کوارتز آرنایت: کوارتز در این رخساره به میزان ۹۵ درصد در اندازه متوسط تا درشت با جورشدگی خوب است (شکل ۶B). از نظر بافتی و ترکیبی این رخساره مچور بوده و در برخی نمونه‌ها سیمان‌های کربناتی و تبخیری در بین دانه‌ها دیده می‌شود (شکل ۶C). البته در بیشتر نمونه‌ها هیچ سیمانی وجود ندارد. این قسمت در زون بین جزر و مدی آب دریا قرار گرفته و حاوی رسوبات در اندازه ریز تا متوسط و کانی‌های سنگین به صورت تجمعی هستند (Omoboriowo et al. 2012). جورشدگی رسوبات خوب بوده و ساخت رسوبی لامیناسیون موازی و فلاسر (تناوب گل و دانه) هم همراه آنها دیده شده است (شکل ۶D). فرایند آشفستگی زیستی در این قسمت بندرت یافت شده و این رسوبات بر روی نمودار گاما

افتادگی سطح آب دریا بوده است (Eherenberg et al. 2007). این ماسه‌ها به طور کلی به سمت جنوب شرقی میدان مارون، میدان بی‌بی حکیمه و تاقدیس خویز که در قسمت‌های جنوب شرقی حوضه زاگرس قرار دارند حذف و ناپدید می‌شوند ولی در قسمت مرکزی میدان (میدان مارون) بر ضخامت آنها افزوده شده و دوباره به سمت شمال شرقی میدان (میدان مارون) نسبت آنها کاهش می‌یابد. ماسه‌سنگ‌های سازند آسماری از سنگ‌های گرانیتی و گنایسی منشأ گرفته و پس از حمل بر روی یک کراتون پایدار در حاشیه غیر فعال قاره‌ای نهشته شده‌اند (Avarjani et al. 2014).

به حالت سیلندری شکل یا بلوکی و قارچی شکل دیده می‌شوند (شکل‌های A, B, ۵ و ۹، ۱۰ و ۱۱). به طور کلی وجود رخساره ماسه‌های سست که دارای خصوصیتی مانند جورشدگی و گردشدگی نسبتاً "خوب ذرات باشند، می‌تواند نشان‌دهنده یک محیط پر انرژی مانند سد یا حاشیه ساحل باشند. در این محیط سیمان اکسید آهن به مقدار فراوان و کانی سنگین زیرکن هم دیده شده است. به طور کلی با شروع الیگوسن میانی، ورود رسوبات سیلیسی آواری از سمت غرب حوضه باعث ته‌نشینی و رسوب‌گذاری ساختارهای ماسه‌ای در میدان‌های مارون و اهواز شده، که در ارتباط با پایین



شکل ۵- انواع اشکال گاما سازند آسماری در چاه ۲۸۱: A: شکل سیلندری یا بلوکی B: شکل قارچی (نمودارها از چاه ۲۸۱ گرفته شده است).

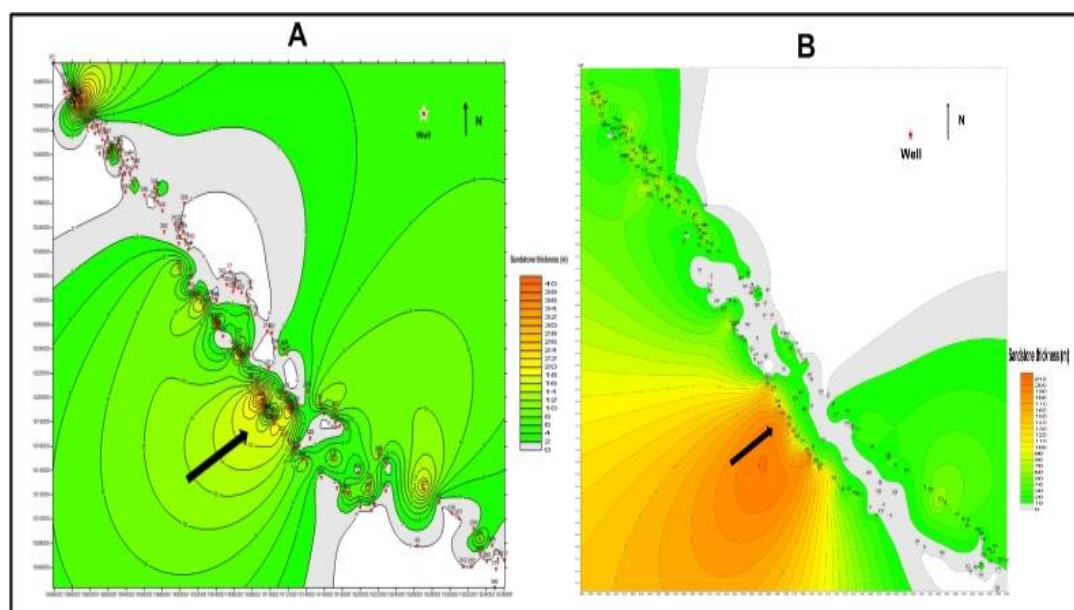


شکل ۶- پتروفاسیس‌های سیلیسی آواری سازند آسماری در چاه‌های مورد مطالعه: A: شیل (چاه ۲۸۱، عمق ۳۹۹۶ متری) B و C: کوارتزآرنایت که در بعضی قسمت‌ها دارای سیمان تبخیری و دولومیتی بوده (با فلش قرمز رنگ مشخص شده است) و در بعضی جاها فاقد سیمان است (چاه ۲۸۱، عمق ۳۹۲۶ متری) D: لامیناسیون موازی و ساخت فلاسر (تناوب گل و دانه) را هم می‌توان مشاهده کرد (چاه ۲۸۱، عمق ۳۹۴۸ متری).

C: نقشه‌های هم‌سنگی

نقشه هم‌سنگی (Isolith map) ضخامت یک لیتولوژی منفرد را نشان داده و بر اساس آن می‌توان به توزیع و پراکندگی رخساره‌های آواری، محیط رسوبی، جهت ورود رسوبات به حوضه و شکل هندسی و گسترش و پراکندگی آنها پی برد (Hamlin 2009). برای ترسیم نقشه‌های هم‌سنگی ماسه سنگ‌های زون‌های پایینی چاه‌های مورد مطالعه از تعداد ۲۱۵ حلقه چاه استفاده گردید. بدین منظور برای هر چاه در هر زون به صورت جداگانه ضخامت ماسه سنگ‌ها تعیین شده و پس از فراخوانی این ضخامت‌ها در سربرگ جدولی (Worksheet) نرم‌افزار Surfer10 و در قسمت پلات (Plot)

نقشه‌های آنها ترسیم گردید. همان طور که بر روی نقشه‌های هم‌سنگی رسم شده مشاهده می‌شود جهت ورود ماسه سنگ‌ها به حوضه از سمت جنوب غربی بوده که یک روند کاهشی را به سمت شمال شرقی حوضه نشان داده و در برخی چاه‌ها به خطوط کانتوری صفر می‌رسند. این ماسه سنگ‌ها از نظر شکل هندسی یک حالت پهن (Lobate) را نشان می‌دهند موید محیط‌های دلتایی (ماسه‌سنگ‌های زون ۴۰/۸۰) و دلتایی- ساحلی (ماسه سنگ‌های قسمت پایینی زون ۴۰) هستند (Hurd 2012; Gani and Bhattacharya 2007) (شکل ۷A، VB).



شکل ۷- نقشه‌های هم‌سنگی زون‌های ماسه‌سنگی و جهت ورود آنها به حوضه: A: ماسه سنگ‌های زون ۴۰/۸۰ که بر اساس شکل هندسی به محیط دلتایی نسبت داده می‌شوند و B: ماسه‌سنگ‌های قسمت پایینی زون ۴۰ که بر اساس شکل هندسی به محیط دلتایی- ساحلی نسبت داده می‌شوند.

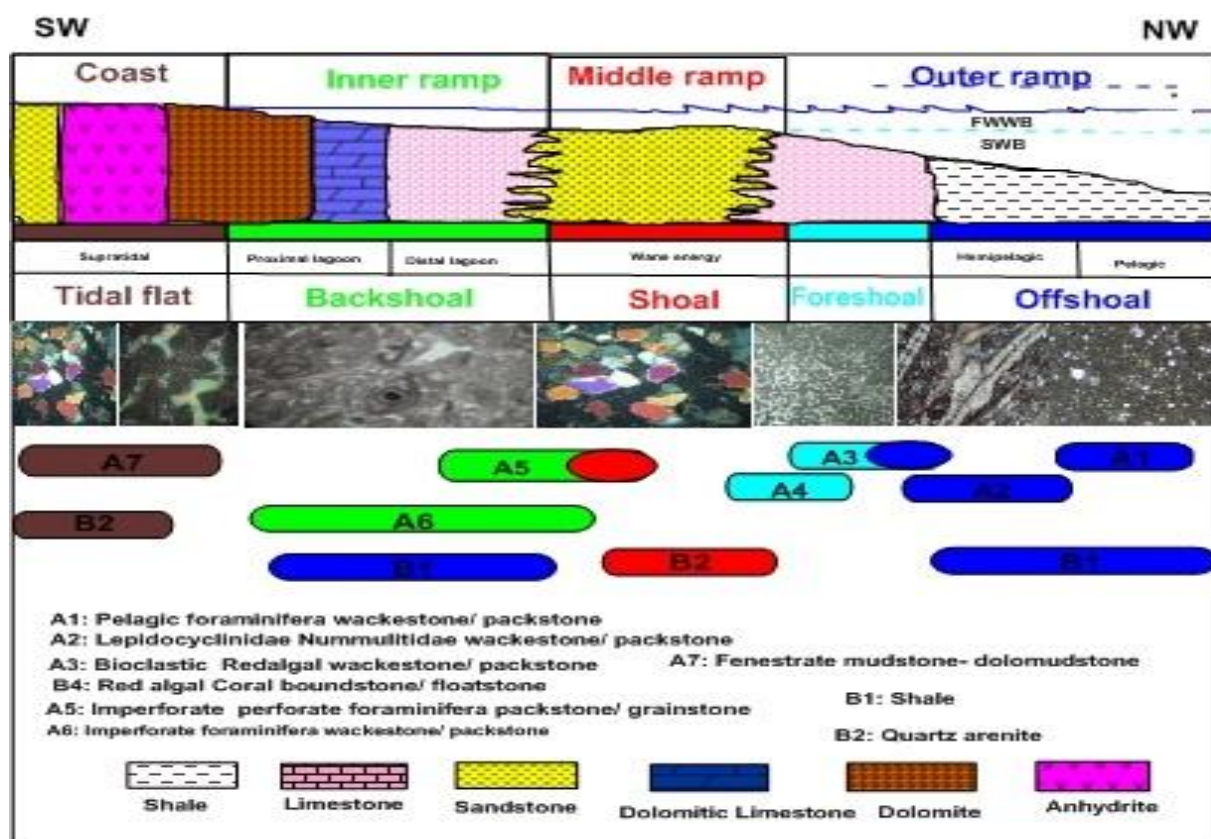
مدل رسوبی

بر اساس توزیع و پراکندگی رخساره‌ها چهار محیط رسوبی شامل قسمت‌های عمیق (رخساره‌های A1، A2 و B1) و کم عمیق (رخساره B1 و A3) دریای باز نزدیک به سد (رخساره‌های A4، A5 و B2)، لاگون (رخساره A6 و B1) و جزرومدی (رخساره A7 و B2) به سن الیگوسن (روپلین-

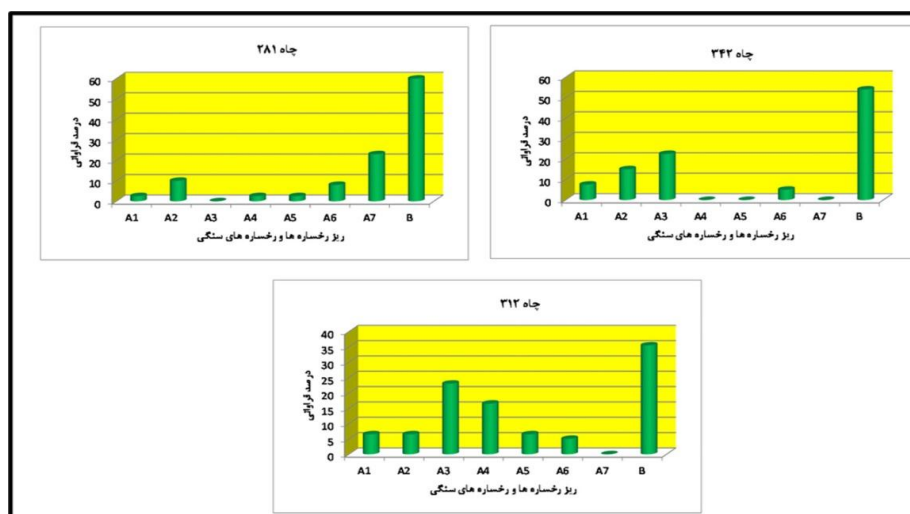
شاتین) برای زون‌های پایینی سازند آسماری میدان نفتی مارون تشخیص داده شده است (شکل ۸). با توجه به تبدیل تدریجی رخساره‌ها به یکدیگر، عدم وجود ساخت‌های ریفی، عدم حضور کورتوئید، آنکوئید، پیزوئید و اگرگات که خاص شلف کربناته بوده و به ندرت در رمپ کربناته یافت می‌شوند (Flügel 2010، آورجانی و همکاران ۱۳۸۶) و همچنین عدم

است. در چاه ۳۴۲ واقع در مرکز میدان مورد مطالعه رخساره‌های آواری به خصوص B2 و دریای باز بیشترین گسترش را داشته و رخساره‌های جزرومدی و لاگون گسترش چندانی ندارند. در چاه ۳۱۲ رخساره‌های دریای باز از گسترش نسبتاً بالایی نسبت به بقیه رخساره‌ها برخوردار هستند. به طور کلی از سمت شمال غربی به سمت مرکز میدان عمق حوضه کاهش و به سمت جنوب شرق عمیق شده است (شکل ۹).

وجود رخساره‌های ریزشی و لغزشی که بیانگر شیب بالای رسوب‌گذاری در هنگام ته‌نشینی می‌باشند مدل رسوب‌گذاری این قسمت از سازند آسماری یک رمپ کربناته هموکلینال تفسیر می‌شود. اگرچه سازند آسماری در میدان مورد مطالعه در قسمت‌های خارجی، میانی و داخلی رمپ رسوب‌گذاری نموده اما بیشترین ضخامت توالی رسوبی این سازند به دریای باز و بخش خارجی و میانی رمپ تعلق دارد. در چاه ۲۸۱ رخساره‌های آواری به خصوص B1 و پهنه جزرومدی بیشترین گسترش و رخساره‌های دریای باز کمترین گسترش را داشته



شکل ۸- مدل پیشنهادی محیط رسوب‌گذاری زون‌های پایینی سازند آسماری در چاه‌های مورد مطالعه



شکل ۹- درصد فراوانی انواع رخساره‌ها در چاه‌های مورد مطالعه میدان مارون (چاه ۲۸۱ در قسمت شمال غربی، چاه ۳۴۲ در مرکز و چاه ۳۱۲ در قسمت جنوب شرقی میدان مارون واقع شده است).

برای مطالعات مدل‌سازی حوضه استفاده می‌شود. به منظور بررسی چینه‌نگاری سکانشی از مقاطع نازک چاه‌های مورد مطالعه، نمودار چاه‌پیمایی گاما، انطباق با سکانشی‌های مطالعه شده در چاه‌های مربوط به میدان‌های مختلف فروافتادگی دزفول و رخنمون‌های سطحی کار شده (برش آسماری، چیدان، ایزه، کتولا) توسط ون بوخم و همکاران (۲۰۱۰) و انطباق با مرزها، سکانشی‌ها و سطوح حداکثر غرقابی شارلند و همکاران (۲۰۰۴)، اهرنبرگ و همکاران (۲۰۰۷) و گرادستین (۲۰۰۴) صورت گرفته است. بر این اساس سه سکانشی رسوبی رده سوم (DS_1 ، DS_2 و DS_3) تشخیص داده شده است که خصوصیات آنها به شرح زیر است (شکل‌های ۱۰، ۱۱ و ۱۲).

سکانشی رسوبی شماره یک (DS_1): براساس مطالعات چینه‌نگاری زیستی (آورجانی و همکاران ۱۳۹۱؛ طاهری و آورجانی ۱۳۸۷) سن این سکانشی روپلین است. این سکانشی از دسته رخساره‌های TST و HST تشکیل شده است. مرز زیرین این سکانشی در چاه‌های مورد مطالعه (۲۸۱، ۳۴۲ و ۳۱۲) مشخص نیست و باید آن را در قسمت‌های پایین‌تر جستجو کرد. مرز بالایی آن در همه چاه‌ها از نوع SB2 (در چاه ۳۴۲ قرارگیری شیل‌های دریایی عمیق بر روی ماسه سنگ‌های

همچنین قرار گرفتن سازند آسماری در محدوده عرض جغرافیایی حدود ۳۰ درجه شمالی (Heydari 2008) نشان‌دهنده یک آب و هوای نیمه حاره‌ای و حاره‌ای با بارندگی زیاد برای این منطقه بوده، که باعث هوازندگی سریع و تجزیه خرده‌های ناپایدار در طی حمل و نقل، رسوب‌گذاری و دیازنز اولیه شده و باعث غنی‌شدگی رسوبات از کوارتز گشته است. از نظر شرایط جغرافیایی و آب و هوایی وجود فرامینفرهای بزرگ و کشیده نشان‌دهنده شرایط تشکیل آنها در محیط‌های معتدل^۱ تا حاره‌ای^۲ و نیمه حاره‌ای^۳ بوده (Vaziri- Moghadam et al. 2010)، که به وفور در زون‌های پایینی سازند آسماری میدان مارون دیده می‌شوند.

چینه‌نگاری سکانشی

چینه‌نگاری سکانشی، نهشته سنگ‌های یک حوضه را به سکانشی‌هایی که میان ناپیوستگی‌ها یا پیوستگی‌های هم‌ارز آنها جای دارند، تقسیم می‌کند (Emery 2009). مدل‌های سکانشی، روش قدرتمندی برای بازسازی تاریخچه پرشدگی حوضه هستند و به همین علت اغلب از چینه‌نگاری سکانشی

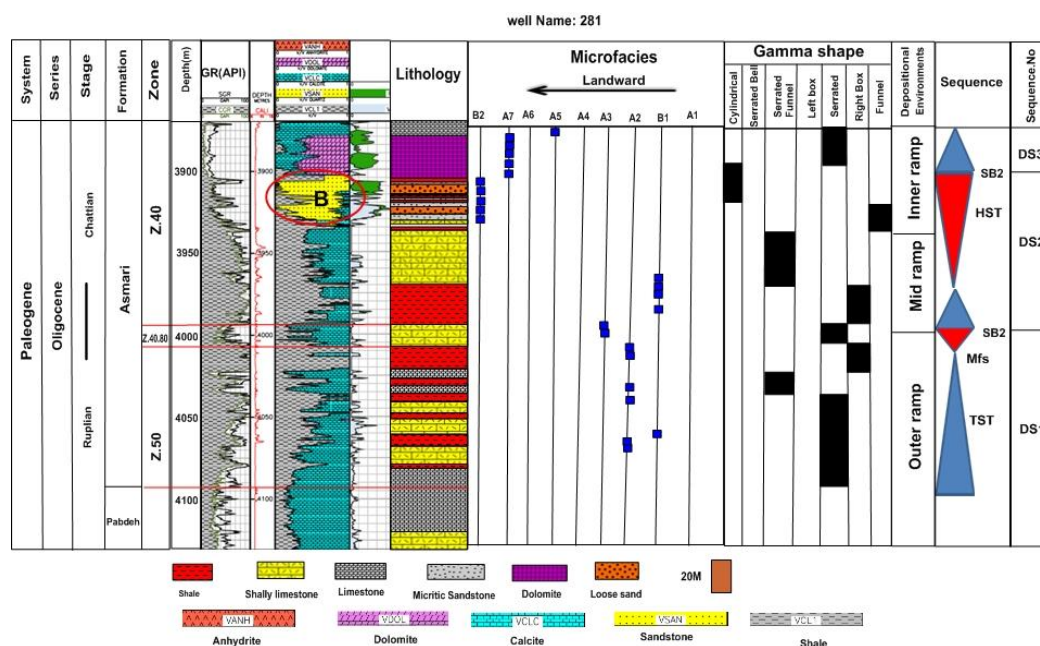
¹ temperate

² tropical

³ subtropical

دلتایی که تا قسمت‌های دور از ساحل (Offshore) گسترش پیدا کرده‌اند، در چاه ۳۱۲ با ریزرخساره فلوئستون/باندستون حاوی مرجان و جلبک قرمز (A4) و در چاه ۲۸۱ با کاهش نمودار گاما و ریزرخساره وکستون-پکستون حاوی جلبک قرمز و بیوکلاست (A3) مشخص می‌گردد) است. دسته رخساره TST این سکانس در چاه ۳۱۲ و ۲۸۱ با سنگ آهک، سنگ آهک شیلی و شیل شروع شده و با افزایش تدریجی نمودار گاما تا عمق حدود ۳۶۶۵ و ۴۰۱۰ متری در چاه‌های مورد نظر به ریز رخساره وکستون/پکستون حاوی روزن‌داران پلانکتون (A1) (چاه ۳۱۲) و وکستون/پکستون حاوی نومولیتیده و لپیدوسیکلینیده (A2) (چاه ۲۸۱) که نشان‌دهنده حداکثر سطح غرقابی (Mfs) می‌باشد، ختم می‌شود. دسته رخساره TST این سکانس در چاه ۳۴۲ حدود ۳۵ متر ضخامت داشته و از شیل‌های تیره حاوی پیریت، وکستون‌های حاوی فسیل‌های لپیدوسیکلینیده و ماسه‌سنگ‌های آهکی تشکیل شده که در نهایت در عمق ۳۴۴۱ متری به شیل‌های حداکثر غرقابی و حاوی بیشترین مقدار نمودار گاما (۱۰۰)

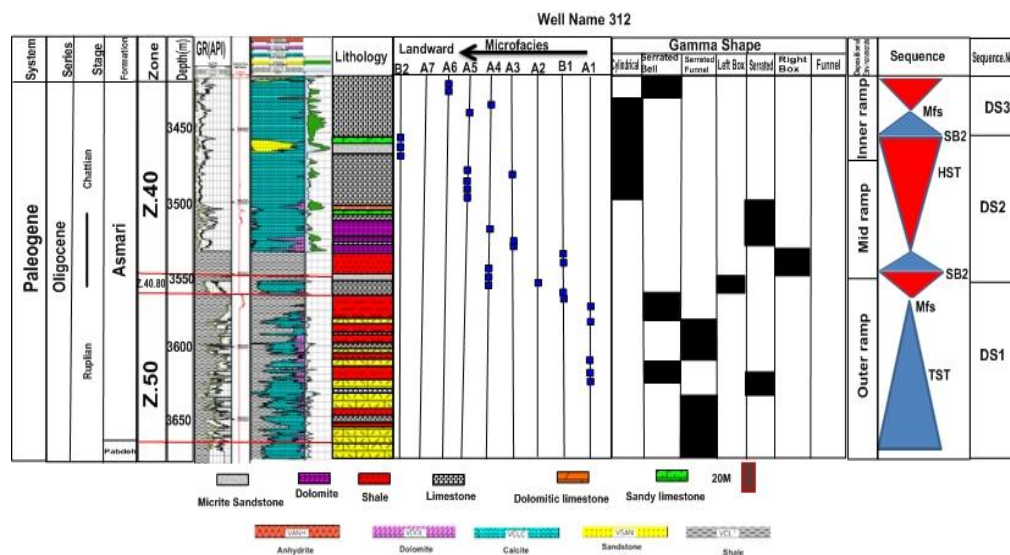
API) ختم می‌شود. دسته رخساره HST این سکانس در چاه ۲۸۱ از سنگ آهک‌های شیلی حاوی ریزرخساره وکستون-پکستون حاوی جلبک قرمز و بیوکلاست (A3)، در چاه ۳۴۲ از ماسه سنگ و در چاه ۳۱۲ از سنگ آهک و ریزرخساره‌های شیلی مربوط به نواحی عمیق دریا (B1)، وکستون/پکستون حاوی نومولیتیده و لپیدوسیکلینیده (A2) تشکیل شده که با کاهش مقدار نمودار گاما همراه است و به مرز سکانسی آن فلوئستون/باندستون حاوی مرجان و جلبک قرمز (A4) در بالا ختم می‌شود. بر اساس اطلاعات رخساره‌ای و فسیل‌های موجود مرز پایینی این سکانس (DS_1) را می‌توان معادل با SB شارلند و همکاران (۲۰۰۴) (Pg 30) و SBI ون بوخم و همکاران (۲۰۱۰) و مرز بالایی آن را معادل با Ru 30/ Ch- 10 اهرنبرگ و همکاران (۲۰۰۷) که تقریباً در شاتین پیشین قرار می‌گیرد، در نظر گرفت. همان‌طور که در شکل ۱۲ دیده می‌شود این سکانس انطباق خوبی را با سکانس گرادستین (۲۰۰۴) نشان می‌دهد.



شکل ۱۰- سکانس‌های شناسایی شده در زون‌های پایینی سازند آسماری در چاه شماره ۲۸۱ میدان نفتی مارون (ماسه‌سنگ‌های دلتایی- ساحلی با حرف B نشان داده شده است).

(A2) نشان می‌دهد. در چاه ۳۱۲ این سکانس از دسته رخساره‌های TST و HST تشکیل شده است. دسته رخساره TST این سکانس (چاه ۳۱۲) حدود ۱۵ متر ضخامت داشته که از ریزرخساره پکستون/ گرینستون حاوی روزن‌داران منفذدار (A5) تشکیل شده و به ریزرخساره فلوئستون-باندستون حاوی مرجان و جلبک قرمز (A4)، که نشان‌دهنده حداکثر سطح غرقابی (Mfs) می‌باشد، ختم می‌شود. دسته رخساره HST این سکانس (چاه ۳۱۲) از ریزرخساره وکستون/ پکستون حاوی روزن‌داران بی‌منفذ (A6) تشکیل شده است.

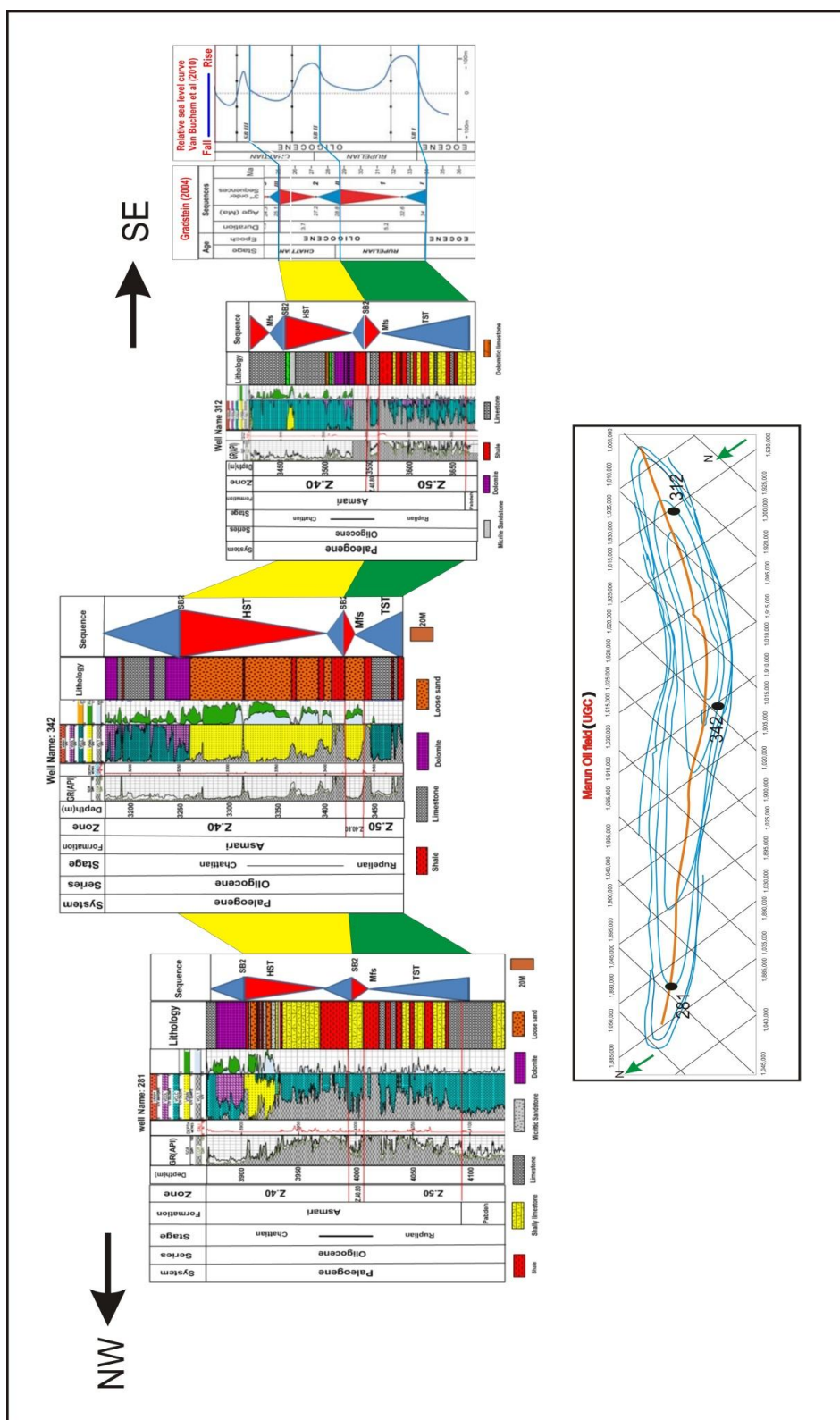
سکانس رسوبی شماره سه (DS₃): این سکانس در چاه ۲۸۱ از دسته رخساره‌های تراز پیشرونده آب (TST) به ضخامت حدود ۳۰ متر تشکیل شده و در برگرنده ریزرخساره‌های مادستون/ دولستون دارای فابریک روزنه‌ای (A7) پهنه جزر و مدی و پکستون/ گرینستون حاوی روزن‌داران منفذدار (A5) مربوط به محیط دریای باز است. همچنین، در چاه ۳۴۲ از دسته رخساره تراز پیشرونده آب (TST) تشکیل شده و یک روند عمیق شونده از سمت ریزرخساره پکستون/ گرینستون حاوی روزن‌داران منفذدار (A5) به وکستون- پکستون حاوی جلبک قرمز و بیوکلاست (A3) و وکستون/ پکستون حاوی نومولیتیده و لپیدوسیکیلینیده



شکل ۱۲- سکانس‌های شناسایی شده در زون‌های پایینی سازند آسماری چاه شماره ۳۱۲ میدان نفتی مارون

آنها کاسته و رسوبات بیشتر حالت کم عمق شوندگی (رسوبات تبخیری و ماسه سنگی) را نشان می‌دهند. همچنین، از سمت شمال غربی (NW) میدان به سمت مرکز حوضه سکانس ۲ (DS₂) که لنزهای ماسه‌ای را در خود جای داده ضخامت بیشتری پیدا می‌کند و دسته رخساره HST آن مقدار بالایی را نشان داده و موید کم عمق شدن حوضه به نسبت بیشتر در مرکز میدان است که به سمت جنوب شرقی با کاهش دوباره ضخامت لنزهای ماسه‌سنگی همراه می‌باشد.

در شکل ۱۳ تطابق چینه‌نگاری سکانسی چاه‌های ۲۸۱، ۳۴۲ و ۳۱۲ و مقایسه آنها با مطالعات گرادستین (۲۰۰۴) و نمودار تغییرات سطح آب دریا ون بوخم و همکاران (۲۰۱۰) در یال جنوبی از سمت شمال غربی میدان (NW) به سمت جنوب شرقی (SE) میدان مورد مطالعه صورت گرفته است. همان طور که دیده می‌شود چاه‌های شمال غربی و جنوب شرقی میدان از رسوبات کربناتی و شیلی بیشتری نسبت به ماسه‌سنگ‌ها برخوردار بوده و موید یک شرایط دریایی حاکم بر حوضه هستند (DS₁)، که به سمت مرکز میدان از مقدار



شکل ۱۳- تطابق چینه‌نگاری سکansı بین زون‌های پایینی چاه‌های مورد مطالعه (۲۸۱، ۳۴۲ و ۳۱۲) در میدان نفتی مارون

نتیجه‌گیری

زون‌های پایینی سازند آسماری در چاه‌های مورد مطالعه عمدتاً از ماسه‌سنگ، آهک و شیل تشکیل شده‌اند. این سازند در میدان مورد مطالعه از ۷ ریزرخساره کربناته و ۲ رخساره سیلیسی-آواری تشکیل شده است. این رخساره‌ها در یک رمپ کربناتی هم شیب بر جای گذاشته شده‌اند و شامل زیر محیط‌های رمپ خارجی (A1, A2, A3, D1)، میانی (A4, A5, B2) و داخلی (A6, A7 و B2) هستند. مطالعه چینه‌نگاری سکانسی با توجه به مشخصات اصلی ریزرخساره‌ها و نمودار گامای تصحیح شده (CGR) و نقشه‌های هم سنگی (Isolith map) صورت گرفته که منجر به شناسایی سه سکانس رسوبی رده سوم (DS_1 , DS_2 و DS_3) و دو مرز سکانسی از نوع دوم (SB_2) در چاه‌های مورد مطالعه شده است. از شکل نمودار گاما به خاطر متغیر بودن و بررسی دقیق جزئیات و پتروگرافی برای بررسی خصوصیات رسوب‌گذاری و تشخیص محیط رسوبی استفاده شده، که بر این اساس نیز چهار محیط رسوبی دریای باز، ساحلی، جزر و مدی و لاگون برای واحدهای شیلی، آهکی، ماسه سنگی و دولومیتی شناسایی شده است که از مهم‌ترین اشکال نمودار گامای مشاهده شده مربوط به دریای باز می‌توان به شکل زنگوله‌ای دنداندار، قارچی دنداندار، قوسی به سمت چپ، دندان‌های واگنی به سمت راست، در محیط ساحلی به دو شکل سیلندری و قارچی شکل و در محیط جزر و مدی و لاگون به شکل قوسی به سمت راست تا سیلندری اشاره کرد. نقشه‌های هم‌سنگی رسم شده برای ماسه‌سنگ‌های موجود نشان می‌دهد که جهت ورود ماسه‌سنگ‌ها به میدان از سمت جنوب غربی بوده، که یک روند کاهشی را به سمت شمال شرقی میدان نشان می‌دهند. شکل هندسی این ماسه‌ها پهن بوده و موید گسترش توسط دلتا هستند. با توجه به نمودارهای رسم شده، بررسی چینه‌نگاری سکانسی چاه‌ها و تطابق آنها با هم و استفاده از ریزرخساره‌ها و لاگ چاه‌پیمایی گاما از سمت شمال غربی میدان به سمت مرکز آن حوضه کم عمق و دوباره به سمت

جنوب شرقی عمیق شده است. همچنین، سازند آسماری در زمان الیگوسن در یک شرایط آب و هوایی معتدل و حاره‌ای نهشته شده است.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند تا از شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب به خاطر همکاری صمیمانه و در اختیار گذاشتن اطلاعات مغزه و نمودار چاه‌پیمایی تقدیر و تشکر کنند.

منابع

- آورجانی، ش.، ا. محبوبی و ر. موسوی حرمی، ۱۳۹۳، چینه‌نگار چرخه‌ای و تطابق مخزنی رسوبات الیگو-میوسن (سازند آسماری) در میدان نفتی مارون: مجله زمین‌شناسی نفت ایران، ص ۲۴ - ۳۷.
- آورجانی، ش.، م. همت، م. طاهری، م. سبکرو و ر. صادقی، ۱۳۹۱، بیواستراتیگرافی، محیط رسوبی، دیاژنز و چینه‌نگاری سکانسی سازند آسماری در میدان نفتی مارون: گزارش داخلی شماره پ-۷۴۷۹، ص ۱۸۰، (منتشر نشده).
- آورجانی، ش.، ا. محبوبی، ر. موسوی حرمی و ح. امیری بختیار، ۱۳۹۰، ریزرخساره، محیط‌های رسوبی و چینه‌نگاری سکانسی رسوبات الیگو-میوسن (سازند آسماری) در میدان نفتی کوپال، فروافتادگی دزفول: فصلنامه زمین‌شناسی ایران، سال پنجم، ش ۱۹، ص ۴۵ - ۶۰.
- آورجانی، ش.، م. طاهری و ح. امیری بختیار، ۱۳۸۶، بیواستراتیگرافی، میکروفاسیس و محیط رسوبی سازند آسماری در چاه‌های شماره ۶ و ۴۴ میدان نفتی کوپال: بیست و پنجمین همایش سازمان زمین‌شناسی، تهران.
- طاهری، م.، و ش. آورجانی، ۱۳۸۷، یافته‌های نوین در زیست

- Embry, A.F., 2009, Practical Sequence Stratigraphy, Canadian Society of Petroleum Geologists: Online at www.cspg.org, 79 p.
- Flügel, E., 2010, Microfacies of Carbonate Rocks, Analysis Interpretation and Application: Berlin- Heidelberg, New York, Springer, 976p.
- Folk, R.L., 1980, Petrology of Sedimentary Rocks: Hemphill Publishing, Austin, Texas, USA, 184p.
- Gani, M. R., and J. P. Bhattacharya, 2007, Basic building blocks and process variability of a Cretaceous delta: internal facies architecture reveals a more dynamic interaction of river, wave and tidal processes than is indicated by external shape: *Journal of Sedimentary Research*, v. 77, p. 284- 302.
- Gradstein, F. M., J. G. Ogg, and A. G. Smith, 2004, Geologic Time Scale 2004- Why, Who, and Where next, *Lethaia*, v. 37.P. 175- 181.
- Hamadani, A., H. Torabi, W. Piller, O. Mandic, F. F. Steininger, U. Wielandt, M. Harzhauser, L. H.Nebelshck, and F. Schuster, 1997, Oligocene- Miocene sections from Zagros Forland basins of central Iran: IAS Regional Meeting of Sedimentology, v. 18, p. 155-156.
- Hamlin, H. S., 2009, Ozona sandstone, Val Verde Basin, Texas: Synorogenic stratigraphy and depositional history in a Permian foredeep basin: *American Association of Petroleum Geologists(AAPG) Bulletin*, v. 93(5), p. 573-594.
- Heydari, E., 2008, Tectonics versus eustatic control on supersequences of the Zagros Mountains of Iran: *Tectonophysics*, v. 451,p. 56- 71.
- Hurd, T. J., 2012, Ichnology, Sedimentology, and Regional Sandstone Body Correlations of the Peay Member (Frontier Formation), Northeast Bighorn Basin, Wyoming, U.S.A: Degree of Master of Science, university of Nebraska, 71p.
- Javid, S., 2013, Petrography and petrophysical well log interpretation for evaluation of sandstone reservoir quality in the Skalle well (Barents Sea): *Petroleum Geosciences*, Norwegian University of Science and Technology, Department of Geology and Mineral Resources Engineering, 87p.
- Omoboriowo1, A.O., K. C. Chiadikobi, and O. I. Chiaghanam, 2012, Depositional Environment and Petrophysical Characteristics of "LEPA" Reservoir, Amma Field, Eastern Niger Delta, Nigeria: *International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology*, v. 10(2), p. 38- 61.
- Oyanyan, R. O., C. G. Soronnadi-Ononiwu, and A. O. Omoboriowo, 2012, Depositional environments of sam-bis oil field reservoir sands, Niger
- چینه‌نگاری سازند آسماری در میدان مارون (چاه شماره ۲۸۱): دوازدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب، اهواز.
- عادلزاده، م.ر.، ه. عمرانی و ف. هاشم‌پور، ۱۳۸۸، تحلیل فنی علل فوران و آتش سوزی چاه ۱۰۴ میدان مارون: شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب، اکتشاف و تولید، ص ۶۵، ۱۳- ۲۰.
- Alavi, M., 2004, Regional Stratigraphy of the Zagros Fold-Thrust belt of Iran and its Proforland evolution: *American Journal of Science*, v. 304, p. 1-20.
- Alavi, M., 2007, Structures of the Zagros fold-thrust belt in Iran: *American Journal of Sciences*, v. 307, p.1064- 1095.
- Allahkarampour Dill, M., A. Seyrafian, and H. Vaziri-Moghaddam, 2010, The Asmari Formation, north of the Gachsaran (Dill anticline), southwest Iran: facies analysis, depositional environments and sequence stratigraphy: *Carbonates and Evaporites*, v. 25, p. 145- 160.
- Amirshahkarami, M., H. Vaziri- Moghaddam, A. Taheri, 2007, Paleoenvironmental model and sequence stratigraphy of the Asmari Formation in southwest Iran: *Historical Biology*, v. 19(2),p. 173-183.
- Avarjani, Sh., A. Mahboubi, R.Moussavi-Harami, and H. Amiri-Bakhtiar, 2014, Provenance, Tectonic setting and Geochemistry of Ahwaz Sandstone Member (Asmari Formation, Oligo-Miocene), Marun oilfield, Zagros Basin, SW Iran: *Acta Geologica Sinica*, v. 88 (3), p. 931- 948.
- Babaie, H.A., A. Babaei, A. M. Ghazi, and M. Arvin, 2006, Geochemical, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age, and isotopic data for crustal rocks of the Neyriz ophiolite, Iran: *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 43(1), p. 57-70.
- Cant, D.J., 1992, Subsurface Facies Analysis. In: R. G. Walker, and N.P. James (Eds.), *Facies Models: Response to Sea level Change: Geological Association of Canada, St., Johns, Nfld*, 409p.
- Dunham, R.J., 1962, Classification of carbonate rocks according to depositional texture: *AAPG Bulletin*, v. 1, p.108- 121.
- Ehrenberg, S. N., N. A. H. Pickard, G. V. Laursen, S. Monibi, Z. K. Mossadegh, T. A. Sva~na, ~ A. A. M. Aqrabi, J. M. McArthur, and M. F. Thirlwall, 2007, Strontium isotope stratigraphy of the Asmari Formation (Oligocene- Lower Miocene), SW Iran: *J Petrol Geol*, v. 30, p.107-128.

- 2013, Depositional Environment of Shallow-Marine Sandstones from Outcrop Gamma- Ray Logs, Belait Formation, Meragang Beach, Brunei Darussalam: Research Journal of Environmental and Earth Sciences, v. 5(6), p. 305- 324.
- Van Buchem, F. S. P., T. L. Allan, G. V. Laursen, M. Lotfipour, A. Moallemi, S. Monibi, H. Motiei, N. A. H. Pickard, A. R. Tahmasbi, V. Vedrenne and B. Vincent, 2010, Regional stratigraphic architecture and reservoir types of the Oligo –Miocene deposits in the Dezful Embayment (Asmari and Pabdeh Formations) SW Iran: Geological Society, London, Special Publications, v. 329, p. 219-263.
- Vaziri- Moghaddam, H., M. Kimiagari, and A. Taheri, 2006, Depositional environment and sequence stratigraphy of the Oligo- Miocene Asmari Formation in SW Iran: Facies, v. 52, p. 41- 51.
- Vaziri-Moghaddam1, H., A. Seyrafian, A. Taheri, and H. Motiei, 2010, Oligocene-Miocene ramp system (Asmari Formation) in the NW of the Zagros basin, Iran, Microfacies, paleoenvironment and depositional sequence: Revista Mexicana de Ciencias Geologicas, v. 27 (1), p. 56- 71.
- Vennin, E., F. S. P. Van Buchem, P. Joseph, F. Gaumet, M. Sonnenfeld, M. Rebelle, H. Fakhfskh- Ben Jemaia, and H. Zijlstra, 2003, A 3D outcrop analogue model of Ypresian nummulitic reservoirs, Jebel Qussalat, northern Tunisia: Petroleum Geoscience, v. 9, p. 145-161.
- Zabihi- Zoeram, F., M. Vahidinia, A. Mahboubi, and H. Amiri Bakhtiar, 2013, Facies Analysis and Sequence Stratigraphy of the Asmari Formation in the Northern Area of Dezful Embayment, South- West Iran: Studia UBB Geologia, v. 58 (1), P. 45- 56.
- Delta, Nigeria: Pelagia Research Library, Advances in Applied Science Research, v. 3 (3), p. 1624-1638.
- Rider, M.H., 2002, Well Geological Interpretation of Well Logs, 2ed edition, Rider- French Consulting Ltd, 280p.
- Sahraeyan, M., M. Bahrami, and S. Arzaghi, 2013, Facies Analysis and Depositional Environments of the Oligocene-Miocene Asmari Formation, Zagros Basin, Iran: Geoscience Frontiers, v. 5(1).P. 103- 112.
- Schlager, M., 2002, Sedimentology and Sequence Stratigraphy of Carbonate Rocks: Amsterdam (Vrije Universiteit/ Earth and Life Sciences), 146p.
- Serra, O., 1989, Sedimentary environments from wire line logs: Schlumberger Publications, 243p.
- Seyrafian, A., H. Vaziri, and H. Torabi, 1996, Biostratigraphy of the Asmari Formation, Burujen area: J. Sci., I. R. Iran, v. 7, No. 1. p. 31-47.
- Seyrafian, A., 2000, Microfacies and depositional environments of Asmari Formation at Dehdez area (a correlation across Central Zagros basin): Carbonates and Evaporates, v. 15, p. 22-48.
- Seyrafian, A., and A. Hamedani, 2004, Microfacies and paleoenvironmental interpretation of the lower Asmari Formation (Oligocene), North-Central Zagros basin Iran: N. Jb. Geol. Palaont. Mh, v. 3, p. 164-167.
- Sharland, P.R., R. Archer, D. M. Casey, R. B Davies, S. H. Hall, A. P. Heward, A. D. Horbury, and M. D. Simmon, 2001, Arabian Plate sequence stratigraphy. GeoArabia Special Publication: v. 2. Oriental Press, Manama Bahrain, 371 pp.
- Sharland, P. R., D. M. Casey, R. B. Davies, M. D. Simmons, and O. E. Sutcliffe, 2004, Arabian plate sequence stratigraphy – revisions to SP2: Geo- Arabia, v. 9, p. 199-214.
- Siddique, A.N., A. M. EL-Ghali, H. A. Bin Abd Rahman, A. Mijinyawa, and J. Ben-Awuah,

