

# محیط رسوبی و چینه‌نگاری سکانسی نهشته‌های آسماری در میدان نفتی هفتکل (چاه ۲۸) واقع در فروفادگی دزفول و مقایسه آن با میدان نفتی مسجدسلیمان (چاه ۱۸۶)، استان خوزستان

محمد لرستانی<sup>۱</sup>، عبدالحسین کنگازیان<sup>۲</sup> و امراله صفری<sup>۳</sup> و محمدرضا نورا<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی دکترا، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زاهدان، زاهدان، ایران  
<sup>۲</sup>استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

<sup>۳</sup>استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

<sup>۴</sup>استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زاهدان، زاهدان، ایران

دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۶/۰۶

## چکیده

سازند آسماری در میدان‌های نفتی هفتکل و مسجدسلیمان عمدتاً از سنگ‌های کربناته همراه با انیدریت و لایه‌های نازک ماسه‌سنگ و شیل تشکیل شده است که به‌طور همیشگی روی سازند پابده و در زیر سازند تبخیری گچساران قرار دارند. در این پژوهش با مطالعه مغزه‌ها و مقاطع نازک این سازند در چاه ۲۸ میدان نفتی هفتکل، محیط رسوبی و چینه‌نگاری سکانسی آن بازسازی و با توالی آن در چاه ۱۸۶ مسجدسلیمان تطابق داده شده است. در این مطالعه ۱۸ ریزرخساره کربناته، ۱ ریزرخساره کربناته/انیدریت و ۲ رخساره میکروسکوپی مخلوط کربناته-آواری، تشخیص داده شد. این ریزرخساره‌ها و رخساره‌های میکروسکوپی در ۶ مجموعه رخساره‌ای (شامل پهنه جزرومدی، لاگون، سد، دریای محصور شده، دریای باز و رمپ میانی/خارجی) دسته‌بندی شدند. مقایسه این مجموعه‌های رخساره‌ای با مدل‌های رخساره‌ای استاندارد نشان داد که نهشته‌های آسماری در یک رمپ کربناته یکنواخت تشکیل شده‌اند. تطابق بین مجموعه‌های رخساره‌ای و فراوانی آنها در این دو میدان نشان داد که میدان نفتی هفتکل در بخش کم‌عمق‌تر و میدان نفتی مسجدسلیمان در بخش عمیق‌تر این رمپ قرار داشته‌اند. یافته‌های چینه‌نگاری سکانسی برای توالی آسماری در چاه ۲۸ میدان نفتی هفتکل، ۶ سکانس رسوبی نشان داد. تلفیق این اطلاعات با پیشینه بیواستراتیگرافی توالی در چاه ۲۸ میدان نفتی هفتکل نشان داد که باید سکانس‌های رسوبی ۱ و ۲ را به آشکوب آکیتانین و سکانس‌های ۳ تا ۶ را به آشکوب بوردیگالین نسبت داد. تطابق این سکانس‌ها با ۴ سکانس چاه ۱۸۶ مسجدسلیمان موجب نسبت دادن آن ۴ سکانس به آشکوب بوردیگالین شد. همچنین نشان داد که شیب نسبی رمپ کربناته، به سمت میدان نفتی مسجدسلیمان بوده است. سکانس‌های بوردیگالین این دو میدان با سکانس‌های منطقه‌ای و جهانی انطباق خوبی نشان می‌دهد که می‌تواند دلیلی بر تشکیل آنها بر اثر پدیده انواستازی باشد.

**کلیدواژه‌ها:** الیگومیوسن، ریزرخساره، چینه‌نگاری سکانسی، محیط رسوبی، سازند آسماری، میدان نفتی هفتکل، میدان نفتی مسجدسلیمان.

E-mail: kangazian@khuisf.ac.ir

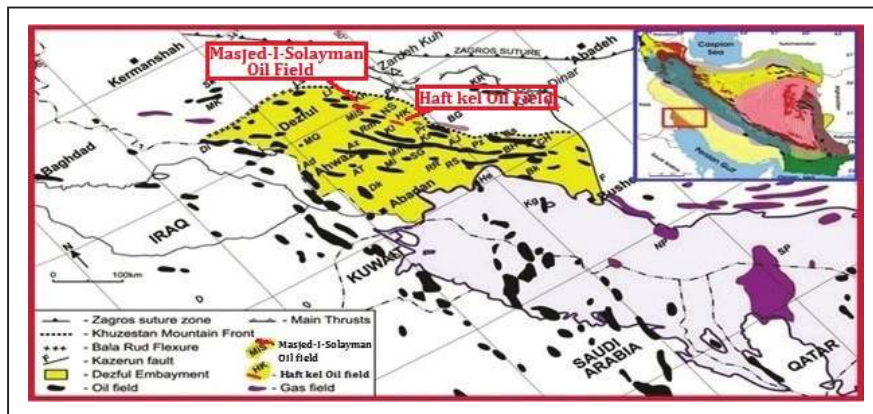
\*نویسنده مسئول: عبدالحسین کنگازیان

## ۱- پیش‌نوشتار

بر روی سازند آسماری - مهم‌ترین سنگ مخزن نفتی ایران در جنوب باختر کشور- مطالعات فراوان زمین‌شناسی صورت پذیرفته است (به عنوان مثال: امین‌رسولی و همکاران ۱۳۹۱؛ Lorestani et al., 2016; Vaziri Moghaddam et al., 2010; Seyrafi et al., 2011; Zabihi Zoeram et al., 2013; Kangazian and Pasandideh, 2016; Lorestani et al., 2016). اما به دلیل تغییرات لیتولوژیکی و وسعت زیاد، هنوز نیاز است تا مطالعاتی از این دست بر روی آن انجام شود. لذا این تحقیق با هدف بازسازی محیط رسوبی و شناسایی سکانس‌های رسوبی توالی آسماری در میدان نفتی هفتکل و تطابق آن با میدان نفتی مسجدسلیمان (Lorestani et al., 2016) صورت پذیرفته است.

## ۲- موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی میدانی نفتی هفتکل و مسجدسلیمان

میدان نفتی هفتکل در فاصله ۷۵ کیلومتری خاور شهر اهواز قرار دارد و از شمال به میدان‌های پرسپاه و مسجدسلیمان، از شمال باختر به میدان نفت سفید، از جنوب خاور به میدان ماماتین و از جنوب باختر به میدان کوبال منتهی می‌شود. این میدان نفتی تقریباً در حوالی محور حداکثر فرونشست فروفادگی دزفول قرار دارد. ابعاد این میدان حدود ۳۵×۵ کیلومتر است. میدان نفتی مسجدسلیمان در ۱۳۵ کیلومتری شمال شهر اهواز و در قسمت شمال فروفادگی دزفول واقع شده است. وجود دو گسل بزرگ باعث جابه‌جایی آن به سمت بالا نسبت به میدانی نفتی همجوار، همچون کارون، پرسپاه و نفت سفید شده است. این میدان به علت وضعیت خاص خود موقعیت زمین‌شناسی پیچیده‌ای دارد (مطبعی، ۱۳۷۴؛ شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و وضعیت میدانی نفتی هفتکل و مسجدسلیمان نسبت به میدانی همجوار در فروفادگی دزفول (قتباس از Bordenave and Hegre, 2005 با کمی تغییرات).

## ۳- روش مطالعه

در این پژوهش مطالعه بر روی مغزه‌ها و مقاطع نازک بخش آرشو شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب ایران صورت پذیرفت. مغزه‌ها بر اساس روش Bates and Jackson (1980) و مقاطع نازک بر اساس Flugel (2010) بررسی و Dunham (1962) نام‌گذاری شدند. برای طبقه‌بندی نمونه‌های مخلوط آواری-کربناته از Pettijohn (1975) استفاده شد. ریزرخساره‌ها نیز با روش Lasemi and Carozzi (1981) تعیین و با رخصاره‌های استاندارد Wilson (1975) و رخصاره‌های رمپ Flugel (2010) مقایسه شدند. برای ارزیابی محیط رسوبی قدیمی ابتدا از روش Selley (2000) و قانون والتر، چینش ریزرخساره‌ها و مجموعه‌های رخصاره‌ای تعیین شد و سپس با مقایسه آنها با کمربندهای رخصاره‌ای مدل‌های رخصاره‌ای استاندارد Wilson (1975)، Flugel (2010) و Buxton and pedley (1989) مدل رسوبی سازند آسماری در محدوده میدان نفتی مورد پژوهش پیشنهاد شد. برای معرفی اصطلاحات چینه‌نگاری سکانسی از منابعی چون Emery and Myers (1996)، Catuneanu et al. (2011)، Catuneanu (2006) و Embry (2009) استفاده شد. سکانس‌های رسوبی توالی آسماری در این تحقیق با رسم نمودارهای تغییرات رخصاره‌ای و تغییرات عمق شناسایی شده‌اند.

## ۴- ریزرخساره‌های سازند آسماری در میدان نفتی هفتکل

ریزرخساره‌ها و رخصاره‌های میکروسکوپی شناسایی شده در این میدان و میدان نفتی مسجدسلیمان (Lorestani et al., 2016) را می‌توان در ۶ مجموعه رخصاره‌ای به شرح زیر دسته‌بندی کرد:

### ۴-۱. مجموعه رخصاره‌ای پهنه جزرومدی (FAT)

این مجموعه از دو ریزرخساره T1 و T2 ساخته شده است. ریزرخساره T1 (انیدریت) که عمدتاً از بلورهای انیدریت و تا حدودی ژپیس با زمینه دولومیکرایت تشکیل شده (شکل ۲- a)، فاقد لامیناسیون و فسیل است و در بعضی موارد ساخت توری مرغی از خود نشان می‌دهد. Shearman (1985) و Rouchy et al. (1995) انیدریت‌های ندولی (ساخت توری مرغی) را به انیدریتیزاسیون همزمان با رسوب‌گذاری در محیط سبخایی یا حاشیه پلتفرم نسبت داده‌اند. این ریزرخساره تقریباً معادل RMF شماره ۲۵ Flugel (2010) و SMF شماره ۲۵ Wilson (1975) است. آنها این رخصاره را به محیط فوق مدی/سبخایی نسبت داده‌اند. ریزرخساره T2 (باندستون استروماتولیتی) را که از لایه‌های استروماتولیتی حاصل رشد و نمو رشته‌های جلبک‌های سبز-آبی (سیانوفیته) تشکیل شده و دارای ساختمان نواری و لایه لایه است (شکل ۲- b)، می‌توان تقریباً مشابه RMF شماره ۲۳ Flugel (2010) و SMF شماره ۲۱ Wilson (1975) دانست و به کمر بند رخصاره‌ای شماره یک Buxton and pedley (1989) نسبت داد. آنها نیز مانند Tucker (2001) این ریزرخساره را به نواحی بین جزرومدی تا زیرجزری نسبت داده‌اند. مشابه ریزرخساره T1 از توالی آسماری میدان‌های نفتی منصور (کاویانپور سنگنو و همکاران، ۱۳۹۲) و نفت سفید (سلطانی و همکاران، ۱۳۹۶) و مشابه ریزرخساره T2 نیز از توالی آسماری در مناطق استهبان، کبیرکوه دره‌شهر و لرستان (ابوالقاسمی و همکاران، ۱۳۹۰؛ Vaziri-Moghaddam et al., 2010) شناسایی و به محیط فوق مدی نسبت داده شده است. این ریزرخساره‌ها از چاه ۱۸۶ میدان نفتی مسجدسلیمان گزارش نشده‌اند (Lorestani et al., 2016).

### ۴-۲. مجموعه رخصاره‌ای لاگون (FAL)

این مجموعه از یک ریزرخساره مادستونی (L1)، یک ریزرخساره پکستونی (L2) و یک رخصاره میکروسکوپی غیرکربناته (شیل و مارن Mrl/Sh) به وجود آمده است. فراوانی ذرات گلی آهکی یا آواری، عدم تنوع فسیلی و یا وجود روزن‌بران کف‌زی بدون منفذ (نظیر میلیولیدها) در ریزرخساره‌های این مجموعه نشان از تشکیل آنها در شرایط آرام تا پراثری با چرخش محدود آب و شوری کم تا زیاد دارد (آزادبخت و همکاران، ۱۳۸۹؛ Geel, 2000). ریزرخساره L1 (مادستون آهکی) فاقد هر گونه لامیناسیون و به میزان کم دارای آشفستگی زیستی (شکل ۲- c) و تقریباً معادل

RMF شماره ۱۹ Flugle (2010) است. وی مانند Alsharhan and Kendall (2003) این ریزرخساره را به لاگون نسبت داده است. مشابه این ریزرخساره از میدانی نفتی لالون و کارون نیز گزارش شده است (دهقان‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵). در ریزرخساره L2 (پکستون دارای پلویید، خرده فسیل دار) پلویید و خرده‌های اسکلتی به وفور و خرده‌های جلبک قرمز، روتالیا و روزن‌بر (میلیولید)، قطعات نرم‌تان و خارپوستان گه‌گاه مشاهده می‌شوند (شکل ۲- d). این ریزرخساره معادل SMF شماره ۱۶ Wilson (1975) و تا حدودی معادل RMF شماره ۲۰ Flugle (2010) است. حضور روزن‌بران کف‌زی با دیواره پرسلانز (میلیولیدها) مؤید تشکیل این ریزرخساره در یک محیط آرام، با چرخش محدود آب، کم‌عمق و با انرژی پایین است (Palma et al., 2007). Amirshahkarami (2013) ریزرخساره نسبتاً مشابهی را از توالی آسماری میدان نفتی رگ سفید معرفی کرده است. Lorestani et al. (2016) مشابه ریزرخساره L1 را از چاه ۱۸۶ میدان نفتی مسجدسلیمان، گزارش کرده ولی مشابه ریزرخساره L2 را مشاهده نکرده‌اند. در رخصاره میکروسکوپی مخلوط آواری-کربناته شیل تا مارن (Mrl/Sh) ذرات گلی و سیلتی کربناته و آواری به همراه کانی‌های تیره، بیتومین، مواد آلی و خرده‌های فسیلی مشاهده می‌شود (شکل ۲- e). این رخصاره دانه‌ریز می‌تواند در شرایط آرام تشکیل شود. به دلیل عدم وجود فسیل‌های روزن‌بران پلاژیک در این رخصاره میکروسکوپی نمی‌توان آن را به محیط‌های عمیق نسبت داد. چون در نواحی کم‌عمق پلتفرم به دلیل تأثیر امواج، جزرومد و جریان‌های دریایی بر روی بستر دریا تنها در بخش‌های محصور آن (مانند لاگون) دانه‌های ریز گلی می‌توانند ته‌نشست یابند (Potter et al., 2005). تشکیل این رخصاره را می‌توان به شرایط آرام لاگون (و گه‌گاه دریای محصور) نسبت داد. تناوب و همبستگی آن در توالی با دیگر ریزرخساره‌های لاگونی نیز شاهد این مدعاست. مشابه این رخصاره را آورجانی و همکاران (۱۳۹۰) از توالی آسماری میدان نفتی کوبال گزارش کرده‌اند. آنها نیز به دلایل فوق تشکیل آن را به نواحی لاگونی نسبت داده‌اند.

### ۴-۳. مجموعه رخصاره‌های سدی و تپه‌های ماسه‌ای زیر آبی (FAB)

این مجموعه رخصاره‌ای از ۳ ریزرخساره گرین‌ستونی (B1 تا B3) و یک ریزرخساره باندستونی (B4) تشکیل شده است. عدم وجود گل آهکی و نیز ایجاد باندستون نشانه تشکیل ریزرخساره‌های این مجموعه در شرایطی پراثری است (Selley et al., 2005). ریزرخساره B1 (گرینستون دارای روزن‌بران کف‌زی و خرده فسیل) عمدتاً از روزن‌بران کف‌زی و خرده‌های دوکفه‌ای و به میزان کمتر از خارپوست، جلبک قرمز و شکم‌پا در زمینه‌ای از سیمان کلسیتی تشکیل (شکل ۲- f) و معادل RMF شماره ۲۷ Flugle (2010) گرفته شده و به سدهای ماسه‌ای (Shoal) نسبت داده شده است. سدهای ماسه‌ای در نواحی پراثری محیط‌های عهد حاضر تشکیل می‌شوند. هر چند گرینستون‌های خرده‌فسیل دار می‌توانند در بخش‌های مختلف رمپ (خارجی، میانی و داخلی) تشکیل شوند (Dumoulin et al., 2006). اما نوع فسیل‌های این ریزرخساره و تناوب آن با ریزرخساره‌های لاگون و دریای محصور در توالی، نشانگر تشکیل آن در سدهای ماسه‌ای بخش داخلی رمپ است. (Teso vic et al., 2001) برای تشکیل چنین ریزرخساره‌هایی تلاطم بالای آب را لازم دانسته‌اند. مشابه این رخصاره از توالی آسماری در نقاط دیگر زاگرس گزارش شده است (Amirshahkarami et al., 2007). در ریزرخساره B2 (گرینستون دارای آئید و اینترکلاست) آلوکم‌های اصلی، آئید و اینترکلاست است. ولی گاهی مقدار کمی آلوکم‌های فرعی دیگر مانند روزن‌بران کف‌زی، خرده‌های شکم‌پایان، خرده‌فسیل‌های میکربیتی شده و پلویید نیز در آن مشاهده می‌شود (شکل ۲- g). این ریزرخساره معادل RMF شماره ۲۹ Flugle (2010) در نظر گرفته شده و به سدهای ماسه‌ای (Shoal) آئیدی جدا کننده بخش کم‌عمق ناحیه داخل رمپ از بخش عمیق آن و کاهنده انرژی امواج نسبت داده شده است (Aghaei et al., 2013). آئیدهای با جورشدگی خوب این ریزرخساره تماماً میکربیتی شده‌اند و هسته آنها تحت تأثیر



تشکیل شده‌اند. اجزای اصلی ریزرخساره O1 (و کستون دارای خارپوست) قطعات خارپوستان و اجزای فرعی آن قطعات جلبک‌های قرمز و پوسته‌های روزن‌بران کفزی منفذدار است (شکل ۲-۱). زمینه این ریزرخساره را گل آهکی اشغال کرده که باعث ایجاد بافت گل‌پشتیبان شده است. در ریزرخساره O2 (و کستون دارای اینترکست) اینترکست آلوکم اصلی و ذرات پلویید و روزن‌بر آلوکم فرعی محسوب می‌شوند (شکل ۲-۲). هر چند اینترکست‌ها میکربیتی هستند ولی به دلیل برخی از آثار باقیمانده احتمالاً می‌توان آنها را قطعات جلبکی میکربیتی شده دانست و آنها را اینترکست جلبکی نامید (Flugle, 2010). اینترکست‌های جلبکی از تخریب و جابه‌جایی بانداستون‌های جلبکی - مرجانی (Alonzo and Atteiga, 1986) حاصل شده‌اند. فضای بین این قطعات را گل آهکی و گاه سیمان کلیستی پر کرده است. این ریزرخساره تقریباً معادل RMF شماره ۸ (Flugle (2010) است. وی تشکیل آن را به محیط‌هایی با چرخش آزاد آب نسبت داده است. ریزرخساره O1 از چاه ۱۸۶ میدان نفتی مسجدسلیمان (Lorestani et al., 2016) و چاه شماره ۱۹ میدان نفتی پارس (رحمانی، ۱۳۹۰) گزارش شده ولی ریزرخساره O2، از این دو میدان گزارش نشده است. با این وجود دهقان‌زاده و همکاران (۱۳۹۵) مشابه این دو ریزرخساره را از میداندین نفتی لالی، کارون و مسجدسلیمان گزارش کرده و به محیط دریای باز نسبت داده‌اند. ریزرخساره O3 (و کستون دارای جلبک قرمز) اغلب از قطعات جلبک‌های قرمز با زمینه گل آهکی تشکیل شده است. گاه در زمینه گلی آن قطعات خارپوستان و مقدار کمی خرده‌های نرم‌تان و پوسته‌های روزن‌بران کفزی و نیز دانه‌های غیراسکلتی (پلت و اینترکست) همراه با آشفستگی زیستی مشاهده می‌شود (شکل ۲-۳). این ریزرخساره تقریباً معادل RMF شماره ۱۵ (Flugle (2010) و SMF شماره ۶ (Wilson (1975) است. وجود خرده‌های جلبک قرمز به عنوان آلوکم اصلی در این ریزرخساره نشان می‌دهد که این ریزرخساره در اطراف ریف‌ها و از خرد شدن آنها تشکیل شده است. Friedman (1965) حضور جلبک قرمز را نشان‌دهنده وجود شرایط دریای باز می‌داند. ریزرخساره مشابه آن از توالی‌های دیگر سازند آسماری گزارش شده است (آورجانی و همکاران، ۱۳۹۰). اجزای اصلی ریزرخساره O4 (پکستون دارای خارپوست) را قطعات خارپوست و اجزای فرعی آن را روزن‌بران کفزی تشکیل می‌دهند. زمینه آن گل آهکی و بافتش دانه‌پشتیبان است (شکل ۲-۴). این ریزرخساره و ریزرخساره O1 را می‌توان با RMF شماره ۷ (Flugle (2010) و SMF شماره ۱۰ (Wilson (1975) مقایسه کرد. آنها تشکیل این ریزرخساره‌ها را به محیط‌هایی با چرخش آزاد آب نسبت داده‌اند. هر چند امروزه خارپوستان در نواحی عمیق دریا زیست می‌کنند و از رمپ میانی تا رمپ داخلی گزارش شده‌اند، ولی خارپوستان فسیل در بخش دریای باز و با شوری نرمال دریا زندگی می‌کرده‌اند (Scholle and Ulmer-Scholle, 2003; Insalaco et al., 2006). همراهی آنان با روزن‌بران منفذدار (Geel, 2000) در این دو ریزرخساره (O4 و O1) نشان‌دهنده تشکیل آنها در این شرایط است. ریزرخساره مشابه آن از میدان نفتی سفید (سلطانی و همکاران، ۱۳۹۶) نیز گزارش و به محیط دریای باز نسبت داده شده است. اجزای تشکیل‌دهنده ریزرخساره O5 (پکستون دارای اینترکلاست، جلبک‌دار) اینترکلاست‌ها و جلبک‌های قرمز هستند که در زمینه‌ای از گل آهکی قرار دارند (شکل ۲-۵). اجزای فرعی دیگری شامل پوسته‌های روزن‌بران کفزی و خرده‌های خارپوستان نیز در آن دیده می‌شوند. با توجه به وجود جلبک‌های قرمز، خارپوست و روزن‌داران کفزی که مربوط به محیط دریای باز و بالاتر از سطح اساس امواج طوفانی هستند، این ریزرخساره به قسمت کم‌عمق (پرانرژی‌تر) دریای باز نسبت داده می‌شود (Friedman, 1965; Geel, 2000; Flugle, 2010). وجود جلبک قرمز می‌تواند شاهد ارتباط آن با بانداستون‌های جلبکی (B4) این مجموعه نیز باشد. این ریزرخساره را می‌توان تقریباً معادل RMF شماره ۱۴ و ۱۵ (Flugle (2010) دانست. وی تشکیل این ریزرخساره‌ها را به محیط‌هایی با چرخش آزاد آب نسبت داده است. افراد زیادی این ریزرخساره را در توالی آسماری در حوضه زاگرس معرفی کرده و به دریای باز یا به رمپ میانی نسبت داده‌اند (آورجانی و همکاران، ۱۳۹۰؛

انحلال قرار گرفته و فضای بین آنها توسط سیمان کلیستی پر شده است. ریزرخساره نسبتاً مشابهی را آورجانی و همکاران (۱۳۹۰) از توالی آسماری میدان نفتی کوپال و (Kangazian and Pasandideh (2016) از طاق‌دیس خاییز گزارش کرده‌اند. دانه‌های اصلی ریزرخساره B3 (گرینستون دارای پلویید) را پلوییدها و دانه‌های فرعی آن را روزن‌بران کفزی، قطعات خارپوستان و کمی آئید تشکیل می‌دهند (شکل ۲-۶). فضای خالی بین این آلوکم‌ها را سیمان اسپاریتی پر کرده است. این ریزرخساره قابل مقایسه با RMF شماره ۳۰ (Flugle (2010) و SMF شماره ۱۶ (Wilson (1975) است. آنها تولید چنین ریزرخساره‌ای را به سدهای ماسه‌ای (Shoal) - که حاصل شرایط پرانرژی و حتی ناگهانی (Aghaei et al., 2013) هستند - نسبت داده‌اند. (Vaziri Moghaddam et al. (2010) ریزرخساره مشابهی را در سازند آسماری در رمپ داخلی گزارش کرده‌اند. مشابه ریزرخساره‌های فوق از چاه ۱۸۶ میدان نفتی مسجدسلیمان گزارش نشده است (Lorestani et al., 2016). ریزرخساره B4 (بانداستون مرجانی جلبکی) که از قطعات مرجان و جلبک قرمز (و گاه قطعات خارپوستان و خرده‌های بریوزوئ) تشکیل شده (شکل ۲-۷) معادل RMF شماره ۱۲ (Flugle (2010) و SMF شماره ۷ (Wilson (1975) بوده و حضور جلبک قرمز در آن نشان‌دهنده ایجاد ساختار ریفی پایدار در مقابل امواج و تشکیل در شرایط پرانرژی است (Scholle and Ulmer-Scholle, 2003; Koeshidayatullah et al., 2013). گسترش ریف در این توالی در میدان‌های نفتی گچساران (Edgell, 1997)، لالی، کارون و مسجدسلیمان (دهقان‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵؛ Lorestani et al., 2016) و در طاق‌دیس خاییز (Kangazian and Pasandideh, 2016) نیز گزارش شده است.

#### ۴-۴. مجموعه رخساره‌های دریای محصور شده (FAR)

این مجموعه از ریزرخساره‌های پکستونی R1 و وکستونی R2 تشکیل شده است. فراوانی روزن‌بران کفزی بدون منفذ و گل آهکی در این ریزرخساره‌ها دلیلی بر تشکیل آنها در محیطی محصور و با انرژی کم تا متوسط است (Geel, 2000). در ریزرخساره R1 (پکستون دارای روزن‌بران کفزی بدون منفذ) اجزای اصلی تشکیل‌دهنده روزن‌بران کفزی بدون منفذ و اجزای فرعی روزن‌بران دیگر، خرده‌های نرم‌تان، بریوزوئرها، قطعات خارپوستان، جلبک‌های قرمز و پلویید هستند (شکل ۲-۸). اجزای تشکیل‌دهنده ریزرخساره R2 (و کستون دارای روزن‌بران کفزی بدون منفذ) مشابه اجزای تشکیل‌دهنده ریزرخساره R1 ولی بر خلاف آن دارای فابریک گل‌پشتیبان است و گاه آثاری از آشفستگی زیستی در آن دیده می‌شود (شکل ۲-۹). این ریزرخساره‌ها قابل مقایسه با RMF شماره ۱۶ (Flugle (2010) و SMF شماره ۱۸ (Wilson (1975) هستند. این محققین تشکیل چنین ریزرخساره‌هایی را به محیط‌های محصور بدون چرخش آزاد آب نسبت داده‌اند. حضور روزن‌بران کفزی بدون منفذ به محصور بودن محیط (Geel, 2000) و تناوب آن با مجموعه‌های رخساره‌های دریای باز و سد، به مجاورت محیط این دو مجموعه در زمان تشکیل دلالت دارد. با این وجود فابریک دانه‌پشتیبان در ریزرخساره R1 تشکیل آن را به بخش‌های با انرژی متوسط و فابریک گل‌پشتیبان در ریزرخساره R2 تشکیل آن را به بخش‌های کم‌انرژی (Dunham, 1962) زیرمحیط دریای محصور نسبت می‌دهد. مشابه این ریزرخساره‌ها از توالی میداندین نفتی لالی، کارون و مسجدسلیمان (دهقان‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵؛ Lorestani et al., 2016) گزارش و به محیط دریای محصور نسبت داده شده است.

#### ۴-۵. مجموعه رخساره‌های دریای باز (FAO)

این مجموعه رخساره‌ای از ۳ ریزرخساره و کستونی (O1 تا O3) و ۲ ریزرخساره پکستونی (O4 و O5) ساخته شده است. رخساره بانداستونی B4 نیز در این مجموعه حضور دارد. عدم وجود (یا فراوانی کم) روزن‌بران کفزی بدون منفذ و وجود تنوع فسیلی (Geel, 2000) از جمله دلایل تشکیل ریزرخساره‌های این مجموعه در شرایط چرخش آزاد آب است. با این وجود از نظر انرژی شرایط تشکیل هر کدام از این ریزرخساره‌ها متفاوت است. به‌طوری که ریزرخساره‌های پکستونی و بانداستونی در شرایط پرانرژی‌تر و ریزرخساره‌های وکستونی در شرایط کم‌انرژی‌تر

Zabihi Zoeram et al., 2013). در چاه ۱۸۶ میدان نفتی مسجدسلیمان ریزرخساره‌های O1، O3 و O4 مشاهده شده ولی ریزرخساره‌های O2 و O5 دیده نشده است (Lorestani et al., 2016).

#### ۴-۶. مجموعه رخساره‌های رمپ میانی / خارجی (FAM)

این مجموعه رخساره‌ای از یک ریزرخساره مادستونی (M1)، ۲ ریزرخساره و کستونی (M2 و M3)، یک ریزرخساره پکستونی (M4) و یک رخساره میکروسکوپی غیر کربناته (پلاژیک شیل Plg/Sh) تشکیل شده است. حضور موجودات پلاژیک و وفور گل آهکی در اکثر ریزرخساره‌های این مجموعه تشکیل آنها را به محیط‌های زیر خط اثر امواج عادی نسبت می‌دهد. با این وجود فابریک متفاوت ریزرخساره‌های این مجموعه نشان از متغیر بودن انرژی در محیط تشکیل آنها دارد. زمینه اصلی تشکیل‌دهنده ریزرخساره M1 (مادستون دارای فسیل‌های پلاژیک) گل آهکی است که روزن‌بران پلاژیک و خرده‌های آنها در آن قرار دارند (شکل ۲-۲). از دیگر اجزای این ریزرخساره می‌توان به خرده‌های بریوزوتر و خرده‌های جلبک‌های قرمز اشاره کرد که می‌توان آنها را قطعات آلوکونوس آورده شده از محیط‌های کم‌عمق‌تر دانست (Tucker and Wright, 1990). مشابه این ریزرخساره را کیمیاگری و همکاران (۱۳۸۵) از توالی آسماری ناحیه لالی گزارش کرده‌اند. در ریزرخساره M2 (ریزرخساره و کستون دارای خرده فسیل، پلویدار) دانه‌های پلوید و خرده‌های اسکلتی آلوکم اصلی و در زمینه‌ای از گل آهکی شناور هستند (شکل ۲-۲). گاه در این ریزرخساره ذرات خرد شده جلبک قرمز و روزن‌بران کفزی و پلاژیک به مقدار بسیار اندک به همراه آشفنگی زیستی مشاهده می‌شوند. Flugle (2010) متنوع بودن محتوای فسیلی، آثار آشفنگی زیستی و وجود پلوید را دلیل تشکیل این ریزرخساره در زیر خط اثر امواج دانسته و آن را به محیط رمپ میانی تا خارجی نسبت داده است. این ریزرخساره معادل RMF شماره ۳ (Flugle (2010) و معادل SMF شماره ۸ (Wilson (1975) است. ریزرخساره M3 (وکستون دارای روزن‌بران پلاژیک، خرده‌فسیل‌دار) دارای روزن‌بران پلاژیک به همراه روزن‌بران کفزی و استراکداس (شکل ۲-۲). مشابه این ریزرخساره از میادین پارس (رحمانی، ۱۳۹۰) و لالی (کیمیاگری و همکاران، ۱۳۸۵) گزارش شده است. زمینه اصلی تشکیل‌دهنده ریزرخساره M4 (پکستون دارای روزن‌بران پلاژیک و پلویدی) گل آهکی و آلوکم اصلی آن روزن‌بران پلاژیک و خرده‌های آن است (شکل ۲-۲). این ریزرخساره بر خلاف دیگر ریزرخساره‌های این مجموعه فابریک دانه‌پشتیبان دارد. اجزای فرعی تشکیل‌دهنده آن شامل قطعات کوچک خارپوست، خرده‌های نرم‌تان، بریوزوتر و استراکداس است. گاهی آلوکم‌های این ریزرخساره بر اثر میکربیتی شدن به پلوید تبدیل شده‌اند. این ریزرخساره و ریزرخساره‌های M1 و M3 را می‌توان تقریباً معادل RMF شماره ۵ (Flugle (2010) و SMF شماره ۳ (Wilson (1975) در نظر گرفت. آنها تشکیل این ریزرخساره‌ها را به محیط‌های زیر خط اثر امواج نسبت داده‌اند. ابوالقاسمی و همکاران (۱۳۹۰) نیز مشابه این ریزرخساره را از توالی آسماری در استهبان گزارش کرده‌اند. رخساره میکروسکوپی Plg/Sh (پلاژیک شیل) یک رخساره میکروسکوپی مخلوط کربناته-آواری است. این رخساره میکروسکوپی عمدتاً به صورت شیل آهکی تا مارن با مقدار کمی روزن‌بران پلاژیک در زمینه آن دیده می‌شود (شکل ۲-۲). حضور روزن‌بران پلاژیک در این رخساره و ریزرخساره‌های M1 و M4 دلیل بر تشکیل آنها در بخش‌های عمیق‌تر است (Tucker and Wright, 1990; Geel, 2000; Flugle, 2010). آورجانی و همکاران (۱۳۹۰) مشابه این رخساره را از توالی آسماری میدان نفتی کوپال گزارش کرده‌اند. به جز این رخساره و ریزرخساره‌های M1 و M3، بقیه ریزرخساره‌های این مجموعه توسط Lorestani et al. (2016) از میدان نفتی مسجدسلیمان نیز گزارش شده‌اند.

آسماری در چاه ۲۸ میدان نفتی هفتکل و چاه ۱۸۶ میدان نفتی مسجدسلیمان با ویژگی‌های رسوبات محیط‌های رسوب‌گذاری عهد حاضر -مانند خلیج فارس- (Tucker and Wright, 1990) و با مدل‌های رخساره‌ای کربناته پذیرفته شده (Wilson, 1975; Buxton and Pedley, 1989; Flugle, 2010) می‌توان یک مدل رمپ کربناته یکنواخت (Homoelinal) برای آنها پیشنهاد کرد (شکل ۳). عدم وجود رخساره‌های توریدایتی و ریف‌های سدی وسیع و پراکندگی آلوکم‌ها در کل ریزرخساره‌ها و رخساره‌های میکروسکوپی این نهشته‌ها در این میدان نفتی، این نتیجه‌گیری را تقویت می‌کند. بنا به نظر Flugle (2010) این رمپ را می‌توان به بخش‌های رمپ داخلی (Inner Ramp)، رمپ میانی (Mid Ramp) و رمپ خارجی (Outer Ramp) تقسیم‌بندی کرد. بر اساس شرح و تفسیر ریزرخساره‌ها، رخساره‌های میکروسکوپی و مجموعه‌های رخساره‌ای می‌توان نتیجه گرفت که ریزرخساره‌ها و رخساره‌های میکروسکوپی مجموعه‌های پهنه جزرومدی (FAT)، لاگون (FAL)، سدی/ته‌های ماسه‌ای زیرآبی (FAB)، دریای محصور شده (FAR) و دریای باز (FAO) در بخش رمپ داخلی؛ و ریزرخساره‌ها و رخساره‌های میکروسکوپی مجموعه رمپ میانی و خارجی (FAM) در بخش‌های رمپ میانی و خارجی نهشته می‌شده‌اند. (Lorestani et al. (2016) نیز مدل رسوبی حوضه تشکیل نهشته‌های آسماری در میدان نفتی مسجدسلیمان را یک رمپ کربناته هموکینال معرفی کرده‌اند. مقایسه آماری مجموعه‌های رخساره‌ای میدان هفتکل در این مطالعه با مجموعه‌های رخساره‌ای میدان نفتی مسجدسلیمان (Lorestani et al., 2016) نشان می‌دهد که مجموعه‌های رخساره‌ای پهنه جزرومدی (FAT)، لاگون (FAL) و سدی/ته‌های ماسه‌ای زیرآبی (FAB) در توالی آسماری میدان هفتکل فراوانی بیشتری دارند. در حالی که مجموعه رخساره‌ای پهنه جزرومدی (FAT)، در میدان نفتی مسجدسلیمان دیده نمی‌شود (Lorestani et al., 2016) و مجموعه‌های رخساره‌ای دریای محصور شده (FAR)، دریای باز (FAO) و رمپ میانی/خارجی (FAM) نیز در توالی آسماری فراوان‌تر هستند. بنابراین نهشته‌های آسماری در میدان نفتی هفتکل به‌طور نسبی در بخش کم‌عمق‌تر و رو به ساحل و نهشته‌های آسماری میدان نفتی مسجدسلیمان در بخش عمیق‌تر و رو به دریای این رمپ تشکیل شده‌اند و شیب نسبی رمپ رو به میدان نفتی مسجدسلیمان بوده است (شکل ۳).

#### ۵-۲. چینه‌نگاری سکانسی توالی آسماری در میدان نفتی هفتکل (چاه ۲۸)

مطالعه پاراسکانس‌ها و سری‌های پاراسکانسی و تغییرات روند آنها بر روی نمودار تغییرات عمق که بر اساس مدل رسوبی پیشنهادی و ستون رخساره‌ای ترسیم شد، مبنای تشخیص سکانس‌های رسوبی در طول توالی آسماری در چاه ۲۸ میدان نفتی هفتکل است. در این توالی بر مبنای نظر Embry (2009) ۵ سطح سکانسی از نوع حداکثر پسروری (MRS) تشخیص داده شد. این سطوح با تغییر روند رسوب‌گذاری از حالت کم‌عمق شونده ( $S > A$ ) به روند رسوب‌گذاری عمیق شونده ( $S < A$ ) شناخته می‌شوند (Embry, 2009). سطوح شناخته شده مذکور (که در این تحقیق معادل سطوح سکانسی درجه دوم SBII نیز در نظر گرفته شده است) باعث جدا شدن ۶ سکانس رسوبی (Sq1 تا Sq6) شد. البته مرز سکانسی سکانس آخر (Sq6) -که با مرز لیتولوژیکی سازند آسماری و سازند گچسازان یکسان است- بر اساس نظر Embry (2009) از نوع SU یا مرز چینه‌ای فرسایشی است (که در این تحقیق معادل مرز سکانسی نوع اول SBI نیز در نظر گرفته شد). با توجه به زیست‌چینه‌نگاری به عمل آمده بر روی این چاه توسط نادریپور و همکاران (۱۳۸۶) می‌توان سکانس‌های Sq1 و Sq2 این توالی را به اشکوب آکیتانین و سکانس‌های Sq3 تا Sq6 آن را به زمان بوردیگالین نسبت داد.

#### ۵-۳. شرح سکانس‌های رسوبی درجه سوم توالی آسماری در میدان نفتی

##### هفتکل (چاه ۲۸)

سکانس‌های رسوبی ۱ (Sq1)، ۲ (Sq2) و ۳ (Sq3) مربوط به بخشی از توالی است می‌توان که به آن سنی معادل اشکوب آکیتانین نسبت داد (نادریپور و همکاران، ۱۳۸۶). با توجه به عمق حفاری شده چاه، تنها سیستم تراکت HST این سکانس در دسترس

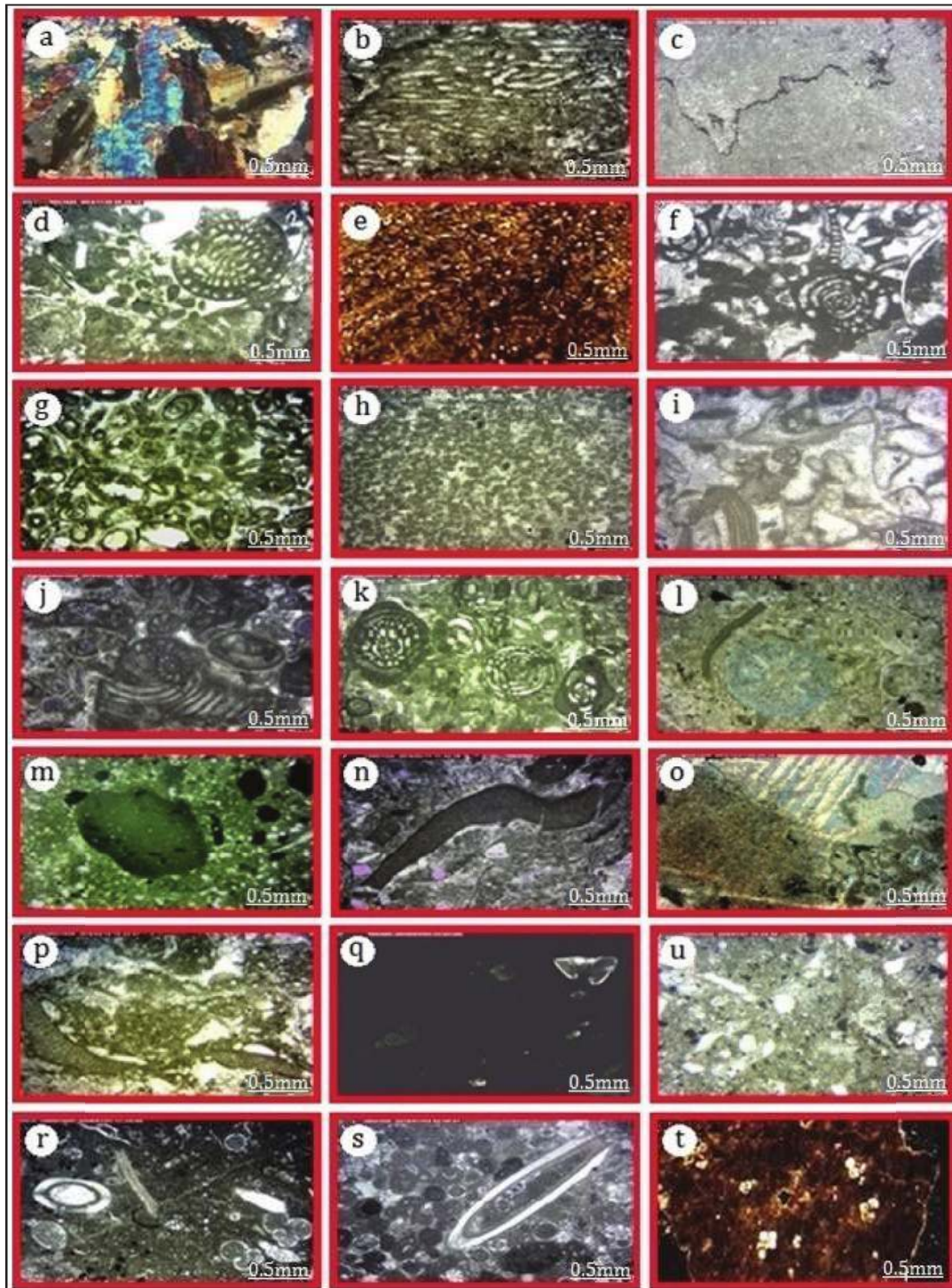
#### ۵- بحث

#### ۵-۱. مدل رسوب‌گذاری و تطابق آن

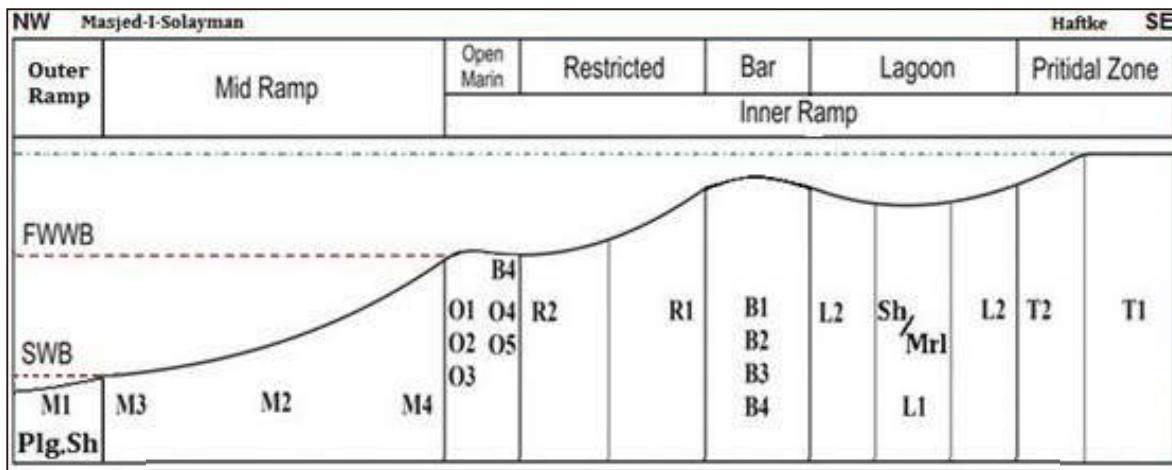
با مقایسه ویژگی‌های ریزرخساره‌ها و رخساره‌های میکروسکوپی نهشته‌های



است. این سیستم شامل ۶ پاراسکانس (در قالب ۳ سری پاراسکانسی پیشرونده) است که در مجموع روندی کم عمق شونده ( $S > A$ ) ایجاد کرده‌اند (جدول ۱).



شکل ۲- تصاویر میکروسکوپی ریزرخساره‌های سازند آسماری: (a) اندریت (T1)؛ (b) باندستون استروماتولیتی (T2)؛ (c) مادستون آهکی (L1)؛ (d) پکستون دارای پلویید، خرده فسیل دار (L2)؛ (e) رخساره میکروسکوپی مخلوط آواری- کربناته شیل تا مارن (M1 / Sh)؛ (f) گرینستون دارای روزن‌بران کف‌زی و خرده فسیل (B1)؛ (g) گرینستون دارای آئید و اینتر کلاست (B2)؛ (h) گرینستون دارای پلویید (B3)؛ (i) باندستون مرجانی جلبیکی (B4)؛ (j) پکستون دارای روزن‌بران کف‌زی بدون منفذ (R1)؛ (k) وکستون دارای روزن‌بران کف‌زی بدون منفذ (R2)؛ (l) وکستون دارای خارپوست (O1)؛ (m) وکستون دارای اینتر کلاست (O2)؛ (n) کستون دارای جلبک قرمز (O3)؛ (o) پکستون دارای خارپوست (O4)؛ (p) پکستون دارای اینتر کلاست، جلبک دار (O5)؛ (q) مادستون دارای فسیل‌های پلاژیک (M1)؛ (r) ریزرخساره وکستون دارای خرده فسیل، پلویید دار (M2)؛ (s) وکستون دارای روزن‌بران پلاژیک، خرده فسیل دار (M3)؛ (t) پکستون دارای روزن‌بران پلاژیک و پلوییدی (M4)؛ (u) رخساره میکروسکوپی پلاژیک شیل (PIg/Sh).



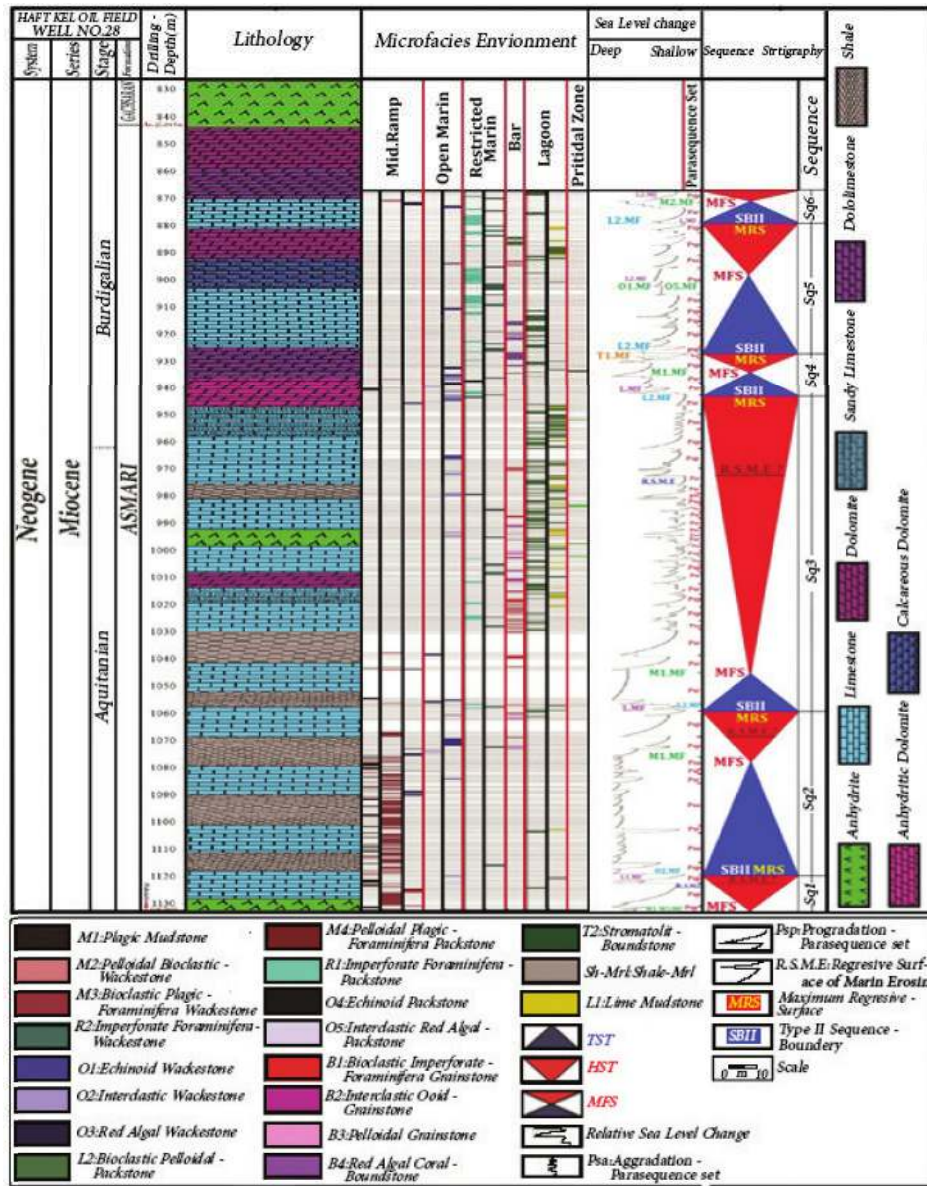
شکل ۳- مدل رسوبی سازند آسماری در محدوده زمانی آکیتاین- بوردیگالین در میدان نفتی مسجدسلیمان و هفتکل (بر اساس مدل Flugel, 2010 با اندکی تغییر).

سری ۱۸ به بعد) و سکانس‌های رسوبی ۴ (Sq4)، ۵ (Sq5) و ۶ (Sq6) مربوط به بخش بوردیگالین توالی هستند (نادرپور و همکاران، ۱۳۸۶). TST سکانس رسوبی ۴ از ۵ پاراسکانس به وجود آمده است. این پاراسکانس‌ها دو سری پاراسکانسی پسرونده را نظام داده‌اند (جدول ۱ و شکل ۴). این سیستم با ریزرخساره‌های لاگونی (L2) آغاز می‌شود و با ریزرخساره‌های رمپ میانی/خارجی (M1)، که معرف سطح حداکثر غرقابی یا MFS است) پایان می‌پذیرد. در مجموع روند کلی این سیستم تراکت، عمیق شونده ( $S < A$ ) است. سیستم HST این سکانس نیز از ۵ پاراسکانس تشکیل شده است که سازنده دو سری پاراسکانسی با روندی پیشرونده هستند و در مجموع روندی کم‌عمق شونده ( $S > A$ ) دارد. همچنین با ریزرخساره‌های رمپ میانی (M1) شروع می‌شود و با ریزرخساره‌های پهنه جزرومدی (T1) پایان می‌پذیرد. ریزرخساره T1 معرف سطح حداکثر پسروری (MRS) نیز است. سکانس رسوبی ۵ (Sq5) نیز از سیستم تراکت‌های TST و HST تشکیل شده است (Embry, 2009). TST آن از ۱۱ پاراسکانس ساخته شده است که در ۵ سری پاراسکانسی نظام یافته‌اند. به طوری که سری‌های پاراسکانسی اول تا چهارم روندی پیشرونده و سری پنجم روندی تجمعی یافته‌اند (جدول ۱ و شکل ۴). در مجموع این سری‌ها روندی عمیق شونده ( $S < A$ ) با تجمعی زیاد ( $S \approx A$ ) ایجاد کرده‌اند. این سیستم با ریزرخساره‌های لاگونی (L2) آغاز می‌شود و با شروع نهشته شدن ریز رخساره‌های دریای باز (O1) - که معرف حداکثر سطح غرقابی (MFS) هستند- پایان می‌پذیرد. در این سطح روند رسوب گذاری از روند عمیق شونده تا تجمعی به رسوب گذاری با روند کم‌عمق شونده ( $S > A$ ) تبدیل می‌شود (Embry and Myers, 1996; Catuneanu, 2006; Embry, 2009). سیستم HST آن نیز از ۹ پاراسکانس ساخته شده است که ۴ سری پاراسکانسی را به وجود آورده‌اند. به طوری که سری‌های اول تا چهارم روندی پیشرونده یافته‌اند. در مجموع این سری‌ها روندی کم‌عمق شونده ( $S > A$ ) برای این سیستم ایجاد کرده‌اند. این سیستم با ریزرخساره‌های دریای باز (O1) شروع می‌شود و با ریزرخساره‌های لاگونی (L2) - که معرف بیشترین پسروری (MRS) هستند (Embry, 2009) - پایان می‌پذیرد (جدول ۱ و شکل ۴). سیستم تراکت TST سکانس رسوبی ۶ (Sq6) از ۳ پاراسکانس ساخته شده است که تولید کننده یک سری پاراسکانسی با روند پسرونده سریع هستند و به آن روندی عمیق شونده ( $S < A$ ) بخشیده‌اند (جدول ۱ و شکل ۴). این سیستم با ریزرخساره‌های لاگونی (L2) آغاز می‌شود و با ریزرخساره‌های رمپ میانی/خارجی (M2) - که معرف حداکثر سطح غرقابی (MFS) هستند- پایان می‌پذیرد. از سیستم تراکت HST این سکانس، مغزه و مقاطع میکروسکوپی به طور کامل وجود ندارد و به همین خاطر تنها ۲ پاراسکانس آن شناسایی شده که باعث ایجاد یک سری پاراسکانسی با روند پیشرونده شده است. این بخش از سیستم با ریزرخساره‌های

مرز سری پاراسکانسی دوم و سوم با یک عمیق‌شدگی ناگهان مشخص می‌شود که در زیر و روی آن، روند رسوب گذاری کم‌عمق شونده است (شکل ۴). رسوبات زیر این مرز عمدتاً مربوط به ناحیه رمپ میانی/خارجی یا Offshore هستند. بنابراین می‌توان این مرز را به عنوان سطح پسروری فرسایش دریایی (RSME) نیز پیشنهاد کرد (Embry, 2009). این سیستم با ریزرخساره رمپ میانی/خارجی (M1 تا M3) شروع می‌شود و با ریزرخساره‌های لاگونی (L1) پایان می‌پذیرد. ریز رخساره‌های لاگونی معرف سطح حداکثر پسروری (MRS) این سکانس هستند، زیرا بعد از آن روند رسوب گذاری عمیق شونده ( $S < A$ ) تا تجمعی ( $S = A$ ) می‌شود (Embry and Myers, 1996; Catuneanu, 2006; Embry, 2009; Catuneanu et al., 2011). TST سکانس رسوبی ۲ (Sq2) از ۲۵ پاراسکانس در قالب ۷ سری پاراسکانسی تشکیل شده (سری اول دارای روندی پیشرونده، سری‌های دوم، چهارم و هفتم دارای روندی همسان و سری‌های سوم، پنجم و ششم دارای روندی پسرونده) و در کل، روندی عمیق شونده ( $S < A$ ) و تجمعی ( $S = A$ ) یافته است. این سیستم با ریزرخساره‌های دریای باز (O2) شروع می‌شود و با ریزرخساره‌های رمپ میانی/خارجی (M1) که معرف سطح حداکثر غرقابی (MFS) است (Embry and Myers, 1996; Catuneanu, 2006; Embry, 2009; Catuneanu et al., 2011) پایان می‌یابد. بعد از این سطح روند رسوب گذاری از عمیق‌شدگی ( $S < A$ ) و تجمعی ( $S = A$ )، به کم‌عمق شونده ( $S > A$ ) تبدیل می‌شود. HST این سکانس نیز با همین ریزرخساره (که نشانه سطح MRS و مرز بالایی سکانس (SBII) است) آغاز و با ریزرخساره لاگونی (L2) تمام می‌شود. این سیستم را دو سری پاراسکانسی پیشرونده ساخته‌اند. به دلیل افزایش ناگهانی عمق و ایجاد روند پیشروندگی مجدد در مرز این دو سری، می‌توان این مرز را سطح پسروری فرسایش دریایی یا RSME (Embry, 2009) دانست. TST سکانس رسوبی ۳ (Sq3) ۵ پاراسکانس (در قالب یک سری پاراسکانسی پسرونده) دارد و روند عمیق‌شوندگی ( $S < A$ ) نشان می‌دهد (جدول ۱ و شکل ۴). این سیستم با ریزرخساره‌های لاگونی (L2) شروع و با ریزرخساره‌های رمپ میانی/خارجی (M1)، که معرف سطح MFS است) تمام می‌شود. سیستم HST این سکانس از ۶۱ پاراسکانس در قالب ۲۵ سری پاراسکانسی ساخته شده است. از این میان ۹ سری روندی پیشرونده، ۱۳ سری روندی پسرونده و ۳ سری روندی همسان دارند (شکل ۴) که در مجموع روندی کم‌عمق شونده ( $S > A$ ) تا تجمعی ( $S = A$ ) برای سیستم ایجاد کرده‌اند. مرز بین سری‌های پاراسکانسی هیجدهم و نوزدهم را احتمالاً می‌توان معرف سطح پسروری فرسایش دریایی (RSME) دانست (Embry, 2009). این سیستم با ریزرخساره‌های رمپ میانی/خارجی (M1) آغاز می‌شود و با ریزرخساره‌های لاگونی (L2) که معرف سطح حداکثر پسروری یا MRS است) پایان می‌پذیرد. بخش انتهایی HST این سیستم



رپ میانی/خارجی (M2) آغاز و با ریزرخساره‌های لاگونی (L2) تمام می‌شود (جدول ۱ و شکل ۴).



شکل ۴- چینه‌نگاری سکانسی، تغییرات نسبی سطح آب دریا، ریز رخساره‌ها و چینه‌نگاری سنگی سازند آسماری در چاه ۲۸ هفتکل.

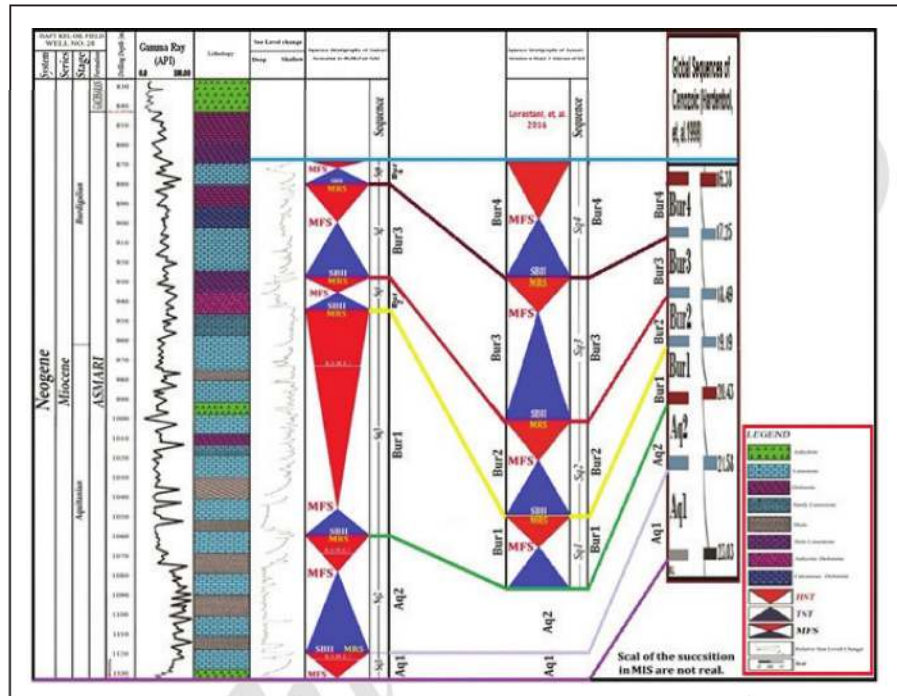
جدول ۱- ویژگی‌های چینه‌نگاری سکانسی سازند آسماری در میدان نفتی هفتکل.

نوع ریز رخساره	تعداد سری پاراسکانس	تعداد پاراسکانس	ضخایات سیستم تراکت	سیستم تراکت	ضخایات سکانس	نماد سکانس
Microfacies Type	Parasequence Series No.	Parasequence No.	System tracts thickness	System tracts	Sequence thickness	Sequence Symbol
M2-R2-R1-L1	1	2	4m	HST	11.75m	Sq6
R2-R1-L2-M2-O1-O3	1	3	7.75m	TST	47.75m	Sq5
O5-R1-R2-L1-L2	4	9	20m	HST		
L1-O4-O5-B4-L2-R1-R2	5	11	27.75m	TST	17.25m	Sq4
M1-M2-O5-O4-O1-L2-B4-T2	2	5	7.50m	HST		
L2-O3-O5-O1-B3-O4-R1	2	5	9.75m	TST	115.25m	Sq3
M1-M2-B1-O3-L2-R2-R1-B3-B2-O1-O2-O4-O5	25	61	101.50	HST		
L2-R1-R2-M2-B3-O3	1	5	13.75m	TST	60m	Sq2
M1-O3-O5-B2-O4-O1-M2-M3-B3-L2	2	5	18.50m	HST		
M2-M3-R2-M1-L2-O3-O1-O5-B2-O4-Sh-Mrl	7	25	41.50m	TST	13.25	Sq1
M3-O2-O1-M2-M1-M4-L2-L1	3	6	13.25m	HST		
-	-	-	-	TST	-	-

## ۵-۴. تطابق چینه‌نگاری سکانسی توالی آسماری در میدانی نفتی هفتکل (چاه ۲۸) و مسجدسلیمان (چاه ۱۸۶)

نیز مطابق با سکانس‌های Sq3 تا Sq6 این پژوهش متعلق به بوردیگالین دانست. از طرف دیگر تطابق این ۴ سکانس رسوبی متعلق به بوردیگالین با سکانس‌های اروپایی (Hardenbol et al., 1998) و منطقه‌ای (Haq and Al-Qahtani, 2005) نشان می‌دهد که این سکانس‌ها با سکانس‌های متعلق به بوردیگالین آنها (Bur4 تا Bur1) قابل انطباق هستند. همچنین سکانس‌های رسوبی متعلق به آکتیانین توالی آسماری در میدان نفتی هفتکل (Sq1 و Sq2) با سکانس‌های آکتیانین آنها (Aq1 و Aq2) قابل تطبیق هستند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که سکانس‌های رسوبی توالی آسماری در میدان‌های نفتی هفتکل و مسجدسلیمان در اثر پدیده انوستازی تشکیل شده‌اند (شکل ۵).

(Lorestani et al. (2016) برای توالی آسماری در چاه ۱۸۶ میدان نفتی مسجدسلیمان ۴ سکانس رسوبی پیشنهاد کردند. با توجه به فاصله نه چندان زیاد این میدان و میدان نفتی هفتکل می‌توان مرز لیتولوژیکی سازند آسماری و گچساران در هر دو میدان را تقریباً همزمان (Isochronous) دانست. بر این اساس می‌توان سکانس‌های Sq3 تا Sq6 میدان نفتی هفتکل شناسایی شده در این تحقیق را، به ترتیب مطابق با سکانس‌های Sq1 تا Sq4 میدان نفتی مسجدسلیمان گزارش شده توسط (Lorestani et al. (2016) دانست. در نتیجه این تطابق می‌توان توالی آسماری در چاه ۱۸۶ مسجدسلیمان را



شکل ۵- تطابق چینه‌نگاری سکانسی میدان نفتی هفتکل (چاه ۲۸) و مسجدسلیمان (چاه ۱۸۶) با ۴ سکانس رسوبی درجه سوم حوضه اروپادر زمان بوردیگالین (Hardenbol et al., 1998).

## ۶- نتیجه‌گیری

توصیف ماکروسکوپی (بررسی مغزه‌ها) و میکروسکوپی (بررسی مقاطع نازک) توالی سازند آسماری در میدان نفتی هفتکل منجر به شناسایی ۱۸ ریزرخساره کربناته شامل ۲ ریزرخساره مادستونی، ۶ ریزرخساره وکستونی، ۵ ریزرخساره پکستونی، ۳ ریزرخساره گرینستونی، ۲ ریزرخساره بانداستونی و ۲ رخساره میکروسکوپی غیر کربناته (انیدریت و شیل) شده است.

میکروفاسیس‌ها و رخساره‌های میکروسکوپی شناسایی شده در ۶ مجموعه رخساره‌ای شامل پهنه جزرومدی، لاگون، سدی/تپه‌های ماسه‌ای زیر آبی، دریای محصور، دریای باز و رمپ میانی/خارجی قرار می‌گیرند که ته‌نشین شدن سازند آسماری را این مناطق در یک رمپ کربناته با شیب یکنواخت نشان می‌دهند. عدم گسترش مجموعه رخساره‌های بانداستونی سدساز و نبود مجموعه رخساره‌های توریدیتی، تأیید کننده این نتیجه‌گیری است.

تطابق سیکلواستراتیگرافی نشان می‌دهد که ۴ سکانس انتهایی میدان نفتی هفتکل با ۴ سکانس رسوبی میدان نفتی مسجدسلیمان انطباق دارد. بنابراین می‌توان توالی آسماری مسجدسلیمان در چاه ۱۸۶ را به بوردیگالین نسبت داد.

میکروفاسیس‌ها و رخساره‌های میکروسکوپی شناسایی شده در ۶ مجموعه رخساره‌ای شامل پهنه جزرومدی، لاگون، سدی/تپه‌های ماسه‌ای زیر آبی، دریای محصور، دریای باز و رمپ میانی/خارجی قرار می‌گیرند که ته‌نشین شدن سازند آسماری را این مناطق در یک رمپ کربناته با شیب یکنواخت نشان می‌دهند. عدم گسترش مجموعه رخساره‌های بانداستونی سدساز و نبود مجموعه رخساره‌های توریدیتی، تأیید کننده این نتیجه‌گیری است.

۴ سکانس بوردیگالین این پژوهش با ۴ سکانس رسوبی بوردیگالین نقاط دیگر منطقه و جهان و ۲ سکانس آکتیانین این تحقیق با ۲ سکانس انتهایی آکتیانین آن مناطق کاملاً قابل انطباق است. این انطباق نشان می‌دهد که سکانس‌های رسوبی تشخیص داده شده در این تحقیق بر اثر پدیده انوستازی ایجاد شده‌اند.

تطابق بین فراوانی مجموعه‌های رخساره‌ای توالی آسماری در میدان



## کتابنگاری

- ابوالقاسمی، ل.، میرزایی محمودآبادی، ر. و گرگیج، م. ن.، ۱۳۹۰- ریزرخساره‌ها و محیط‌های رسوبی سازند های جهرم و آسماری در منطقه استهبان، اولین همایش ملی زمین‌شناسی ایران، شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز.
- آزادبخت، ر.، وزیرمقدم، ح.، طاهری، ع. و امیری‌بختیار، ح.، ۱۳۸۹- زیست‌چینه‌نگاری و پالئوآکولوژی سازند رازک در جنوب خاوری جهرم (برش الگو). فصلنامه زمین‌شناسی ایران، شماره ۱۴، سال ۴، ص. ۱۰۱ تا ۱۱۵.
- امین‌رسولی، ه.، لاسمی، ی.، قماش‌ی، م. و طاهری، ش.، ۱۳۹۱- رخصاره‌های مرز سازندهای پایده و آسماری در برش کوه آسماری: گواهی بر ناپوستگی مرز روپلین- شاتین در ایران. فصلنامه علوم زمین، شماره ۸۳، سال ۲۱، ص. ۵۹ تا ۶۶.
- آورجانی، ش.، محبوبی، ا. و موسوی حرمی، س. س.، ۱۳۹۰- ریزرخساره‌ها، محیط رسوبی و چینه‌نگاری سکانسی رسوبات الگو-میوسن (سازند آسماری) در میدان کویال، فروفادگی دزفول. فصلنامه زمین‌شناسی ایران، شماره ۱۹، سال ۵، ص. ۴۵ تا ۶۰.
- دهقان‌زاده، م.، موسوی، م.، ر.، آدابی، م. ح. و صادقی، ع.، ۱۳۹۵- مطالعه محیط رسوبی و چینه‌نگاری سکانسی سازند آسماری در میدانی نفتی لالی، کارون و مسجدسلیمان. مجله زمین‌شناسی کاربردی پیشرفته، شماره ۱۹، ص. ۹۸ تا ۱۱۳.
- رحمانی، ع.، ۱۳۹۰- چینه‌شناسی سازند آسماری در تاقدیس‌های بنگستان و خویز و میدانی نفتی پارس، پایان‌نامه دکتر، زمین‌شناسی دانشگاه اصفهان، ۲۱۰ ص.
- سلطانی، ب.، رحیم‌پور بناب، ح.، رحمانی، ع. و سفیداری، ا.، ۱۳۹۶- ارتباط بین دیاژنز و چینه‌نگاری سکانسی و تأثیر آن بر روی کیفیت مخزنی سازند آسماری در میدان نفت سفید. سومین همایش انجمن رسوب‌شناسی ایران، مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران، تهران.
- کاوایانپور سنگو، م.، نامداریان، ا.، موسوی حرمی، س. س.، ر.، محبوبی، ا.، امیدپور، ا. و کدخدایی ایلخچی، ع.، ۱۳۹۲- شناسایی و تفکیک بافت بلور انیدریت در رخصاره‌های رسوبی سازند آسماری، میدان منصوری، فروفادگی دزفول. مجله بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران، شماره ۲، سال ۲۱، صص. ۳۴۳ تا ۳۵۴.
- کیمیاگری، س. م.، وزیرمقدم، ح.، طاهری، ع. و امیری‌بختیار، ح.، ۱۳۸۵- رخصاره‌های زیستی میکروسکوپی و محیط‌های رسوبی سازند آسماری در ناحیه لالی (شمال مسجد سلیمان). مجله پژوهشی علوم پایه دانشگاه اصفهان (ویژه‌نامه زمین‌شناسی)، شماره ۱، سال ۲۳، صص. ۲۱۰ تا ۲۲۳.
- مطبعی، ه.، ۱۳۷۴- چینه‌نگاری زاگرس. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۳۶ ص.
- نادرپور، ز.، محسنی، ح.، حیدری، خ. و خدابخش، س.، ۱۳۸۶- میکرو فاسیس، بیواستراتیگرافی و محیط رسوبی سازند آسماری میدان نفتی هفتکل (جنوب باختری ایران)، سازمان زمین‌شناسی و اکتشاف معدنی کشور، بیست و ششمین گردهمایی علوم زمین.

## References

- Aghaei, A., Mahboubi A. and Moussavi-Harami, R., 2013- Facies analysis and sequence stratigraphy of an Upper Jurassic carbonate ramp in the Eastern Alborz range and Binalud Mountains, NE Iran. *Facies*, V. 59, No.4, pp 883-889.
- Alonzo, D. and Atteiga, J. A., 1986- Deposition, Diagenesis, and Porosity Relationships Within Noodle Creek Limestone (Wolfcampian), Rough Draw Field, Fisher County, Texas. *AAPG Bulletin*.
- Alsharhan, A. S. and Kendall, C. G. St. C., 2003- Holocene coastal carbonates and evaporates of the southern Arabian Gulf and their ancient analogues: *Earth Science Review*, V. 61, p. 191-243.
- Amirshahkarami, M., 2013- Microfacies correlation analysis of the Oligocene-Miocene Asmari Formation, in the central part of the Rag-e-Safid anticlinal oil field, Zagros Basin, south-west Iran. *Turkish Journal of Earth Sciences*, V. 22, p 204-219.
- Amirshahkarami, M., Vaziri-Moghaddam, H. and Taheri, A., 2007- Sedimentary facies and sequence stratigraphy of the Asmari Formation at Chaman-Bolbol, Zagros Basin, Iran. *Journal of Asian Earth Science*, V. 29, p 947-959.
- Bates, R. L. and Jackson, J. A., 1980- Glossary of Geology, 2nd. Ed. Am. Geol., Institute, pp. 751.
- Bordenave, M. L. and Hegre, J. A., 2005- The influence of tectonics on the entrapment of oil in the Dezful Embayment, Zagros fold belt, Iran. *Journal of Petroleum Geology* 28(4):339-368.
- Buxton, M. W. N. and Pedley, H. M., 1989- A standardized model for Tethyan Tertiary Carbonates ramps. *Journal of the Geological Society*, London, V.146, p 746- 748.
- Catuneanu, O., 2006- Principles of Sequence Stratigraphy. Elsevier, New York.
- Catuneanu, O., Galloway, W. E., Kendall, C. G., Miall, A. D., Posamentier, H. W., Strasser, A. and Tucker, M. E., 2011- Sequence Stratigraphy: Methodology and Nomenclature. *News of Stratigraphy*, V.44, p 173-245.
- Dumoulin, J. A., Whalen, M. T. and Harris, A. G., 2006- Lithofacies, Age, and Sequence Stratigraphy of the Carboniferous Lisburne Group in the Skimo Creek Area, Central Brook Range: U.S. Geological Survey Professional Paper 1739-B. U.S. Geological Survey in Alaska, pp:64.
- Dunham, R. J., 1962- Classification of Carbonate Rocks According to depositional Texture, in: Classification of Carbonate Rocks, a symposium ed. W. Ham. AAPG, Mem.I, p108-121.
- Edgell, H. S., 1997- Significance of reef limestones as oil and gas reservoirs in the Middle East and North Africa. 10th Edgeworth David Symposium, University of Sydney.
- Embry, A. F., 2009- Practical Sequence Stratigraphy. Canadian Society of Petroleum Geologists, Online at [www.cspg.org](http://www.cspg.org), 79 p.
- Emery, D. and Myers, K. J., 1996- Sequence Stratigraphy: Blackwell, Science, Oxford, 297 p.

- Flugel, E., 2010- *Microfacies of carbonate Rocks Analysis, interpretation and Application*. Springer-Verlag, New York, pp.976.
- Friedman, G. M., 1965- Terminology of crystallization textures and fabrics in sedimentary rocks. *Journal of Sedimentary Petrology*, V. 35, p 643 – 655.
- Geel, T., 2000- Recognition of Stratigraphic Sequence in Carbonat Platform and Slop: Empirical Models Based on Microfacies Analysis of Palaeogene Deposits in Southeastern Spain. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 155, 211-238.
- Haq, B. U. and Al-Qahtani, A. M., 2005- Phanerozoic cycles of sea-level change on the Arabian Platform. *GeoArabia*, vol. 10 (2), p. 127-160.
- Hardenbol, J., Thierry, J., Farley, M. B., Jacquin, T., de Graciansky, P. C. and Vail, P., 1998- Mesozoic and Cenozoic sequence chronostratigraphic framework of European basins, in Graciansky, P. C. et al (eds.), *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins*, SEPM Special Pub. #60, pp. 3-13, charts 1-8.
- Insalaco, E., Virgone, A., Courme, B., Gaillot, J., Kamali, M., Moallemi, A., Lotfpour, M., Monibi, S., 2006- Upper Dalan Member and Kangan Formation between the Zagros Mountains and Offshore Fars, Iran: Depositional System, Biostratigraphy and Stratigraphic Architecture. *GeoArabia*, V.11, p 74-176.
- Kangazian A. and Pasandideh M., 2016- Sedimentary Environment and Sequence Stratigraphy of the Asmari Formation at Khaviz Anticline, Zagros Mountains, Southwest Iran. *Open Journal of Geology*, 6, 87-102.
- Koeshidayatullah, A., Al-Ramadan, K., Cantrell, D. L., 2013- Miocene Carbonate Microfacies Distribution of Tendehantu Formation, Mangkalahat Peninsula: Approach of Reservoir Potential using Outcrop Analogue. in: AAPG Annual Convention and Exhibition, Pittsburgh, Pennsylvania.
- Lasemi, Y. and Carozzi, A. V., 1981- Carbonate microfacies and deposition environment of the kinkaid formation (Upper Mississippian) of the illinois basin, USA, VIII Congreso Geol. Argentino, Sanluis, Actas II.3357-384.
- Lorestani, M., Kangazian, A., Safari, A., Noura, M. R. and Nasehi, E., 2016- Microfacies, Sedimentary Environment and Sequence Stratigraphy of the Asmari Formation in Masjed-I-Soleyman Oil Field, Khuzestan Province, Southwest Iran. *Open Journal of Geology*, 6, 840-851, <http://dx.doi.org/10.4236/ojg.2016.68064>.
- Palma, R., Lopez-Gomez, J. and Piethe, R., 2007- Oxfordian ramp system (La Manga Formation) in the Bardas Blancas area (Mendoza Province) Neuquen Basin, Argentina, Facies and depositional sequence, *Sedimentary Geology*, Vol: 195, p: 113-134.
- Pettijohn, F. J., 1975- *Sedimentary rocks*, Harper and Row. New York, pp. 628.
- Potter, P. E., Maynard, J. B. and Depetris, P. J., 2005- *Mud and Mudstones introduction an overview*. Springer, pp 304.
- Rouchy, J. M., Noël, D., Wali, A. M. A. and Aref, M. A. M., 1995- Evaporitic and biosiliceous cyclic sedimentation in the Miocene of the Gulf of Suez Depositional And diagenetic aspects. *Sedimentary Geology*, V.94, p 277-297.
- Scholle, P. A. and Ulmer-Scholle, D. S., 2003- *A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, textures, porosity, diagenesis*. The American Association of Petroleum Geologists, pp 470.
- Selley, R. E. 2000- *Applied Sedimentology*. Academic press, pp.523.
- Selley, R. E., Cocks, L. M., Plimer, I. R., 2005- *Encyclopedia of Geology*. Elsevier Academic Press, pp3345.
- Seyrafian, A., Vaziri-Moghaddam, H., Arzani, N., Taheri, A., 2011- Facies analysis of the Asmari Formation in central and north-central Zagros basin, southwest Iran: Biostratigraphy, paleoecology and diagenesis. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 28 (3): 439-458.
- Shearman, D. J., 1985- Syndepositional and late diagenetic alteration of primary Gypsum to anhydrite.", In: Schreiber, B.C. and Harner, H. L. (eds.), *Sixth International Symposium on Salt*, Salt Institute, Alexandria, Virginia 1, p 41-50.
- Tesovic, B. C., Gusic, I., Jelaska, V. and Buckovic, D., 2001- Stratigraphy and microfacies of the Upper Cretaceous Pucisc a Formation, Island of Brac Croatia. *Cretaceous Research*, V. 22, N. 5, p 591-613.
- Tucker, M. E. and Wright, V. P., 1990- *Carbonate Sedimentolog*. Willy-Blackwell, pp496.
- Tucker, M. E., 2001- *Sedimentary Petrology: an intruduction to the origin of Sedimentary rocks*, 2nd edition. Blackwell, Scientific Publication, London, 262p.
- Vaziri-Moghaddam, H., Seyrafian, A., Taheri, A. and Motiei, H., 2010- Oligocene-Miocene ramp system (Asmari Formation) in the NW of the Zagros basin, Iran: microfacies, paleoenvironment and depositional sequence. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 27(1): 56–71.
- Wilson, J. L. 1975- *Carbonate facies in geologic history*. Springer- Verlag, New York. 471 p.
- Zabihi Zoeram, F., Vahidinia, M., Mahboubi, A. and Amiri bakhtiar, H., 2013- Facies analysis and sequence stratigraphy of the Asmari Formation in the northern area of Dezful Embayment, south-west Iran. *Studia UBB Geologia*, 58 (1), 45 – 56.



# Sedimentary environment and sequence stratigraphy of Asmari Formation in Haftkel oilfield, (well no. 28), Dezfool embaymen, and comparing it whit Asmari Formation in Masjed-I-Soleiman oilfield (well no. 186), Khuzestan Province

M. Lorstani<sup>1</sup>, A. Kangazian<sup>2\*</sup> and A. Safari<sup>3</sup>& M.R. Noura<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Ph.D. Student, Department of Geology, Islamic Azad University, Zahedan Branch, Zahedan, Iran

<sup>2</sup>Assistance Professor, Department of Geology, Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) Branch, Isfahan, Iran

<sup>3</sup>Assistance Professor, Department of Geology, University of Isfahan, Isfahan, Iran

<sup>4</sup>Assistance Professor, Department of Geology, Islamic Azad University, Zahedan Branch, Zahedan, Iran

Received: 2017 March 14

Accepted: 2017 August 28

## Abstract

Haftkel and Masjed-I-Soleiman oilfields, setting in Dezfool embayment at Zagros Basin, are the most important oilfields in south-western Iran. Asmari Formation, the most famous reservoir in the Middle East, is reservoir of these oilfields. In order to palaeoenvironments and sequence stratigraphy correlation, the subsurface sedimentary successions of the Asmari Formation have been studied using cores and thin sections obtained from the well no. 28 of Haftkel and well no. 186 of Masjed-I-Soleiman oilfields. 18 carbonate and 1 carbonate/evaporate microfacies and 2 noncarbonated microscopic facies were recognized, based on petrographic study. These microfacies and microscopic facies were grouped in 6 facies associations (include: Tidal Flat, Lagoon, Bar, Restricted marine, Open marine, and Mid ramp). Obtained facies associations, comparing them with standard facies models and statistical analyses, indicate that Asmari Formation was deposited in the inner and middle of a homoclinal carbonate ramp. Correlating Asmari association facies in Haftkel and Masjed-I-Soleiman oilfields showed that Haftkel oilfield has been in the shore-ward and Masjed-I-Soleiman oilfield has been in sea-ward of that ramp. Sequence stratigraphy studies express that the succession of Haftkel oilfield could be discriminated to six third order deposition sequences (Sq1- Sq6). Incorporation of the sequence stratigraphy criteria of Asmari successions in this oilfield with its previous biostratigraphy data reveals that Sq1 and Sq2 occurred during Aquitanian time and Sq3 to Sq6 during Burdigalian age. Correlating of Asmari sequences of this oilfield with the Asmari sequences of Masjed-I-Soleiman, based on cyclostratigraphy data, show the sequences of Masjed-I-Soleiman occurred in Burdigalian time. Also the correlation expresses the steep of proposed ramp was toward Masjed-I-Soleiman area. The sequence correlation with global sea level fluctuations shows Burdigalian depositional sequences occurred based on eustasy in these oilfields.

**Keywords:** Oligo-Miocen, Microfacies, Sequence stratigraphy, Sedimentary Environment, Asmari Formation, Haftkel oilfield, Masjed-I-Soleiman oilfields.

For Persian Version see 79 to 88

\*Corresponding author: A. Kangazian; E-mail: kangazian@khuisf.ac.ir

Archive

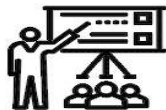
# SID



ابزارهای  
پژوهش



سرویس ترجمه  
تخصصی



کارگاه های  
آموزشی



بلاگ  
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری  
STES



فیلم های  
آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



کارگاه آموزشی  
آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت های کاربردی  
در تدوین و چاپ مقالات ISI



کارگاه آموزشی  
روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



کارگاه آموزشی  
آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word  
برای پژوهشگران