

بررسی تغییرات سطح نسبی آب دریا بر اساس تحولات رخساره‌ای پرمین پایانی، مثالی از عضو دالان بالایی در میدان گازی پارس جنوبی

لیلا امیربهادر^۱، حسین رحیم‌پور بناب^۲ و مهران آرین^۳

^۱ دانشجوی دکترا، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

^۲ استاد، گروه زمین‌شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران

^۳ دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۶/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۱۵

چکیده

در این مطالعه رخساره‌های میکروسکوپی و مجموعه‌های آنها بر اساس مطالعات دقیق سنگ‌نگاری در ستبرای حدود ۵۴۰ متری توالی‌های مخزنی پرمین پایانی است و ۱۵ رخساره شناسایی شده‌اند که در چهار گروه رخساره‌ای پری‌تایدال، لاگون، شول و دور از شول قرار می‌گیرند. به‌واسطه فراوانی چشمگیر رخساره‌های شول در دالان بالایی سعی شد تا این رخساره‌ها تحت تقسیم‌بندی و مطالعه دقیق‌تری قرار گیرند. به‌منظور بررسی تغییرات سطح نسبی آب دریا، طی نهشته‌شدن توالی دالان بالایی، ستون‌های رخساره‌ای رسم شده‌اند و تغییرات رخساره‌ها و مجموعه‌های آنها در توالی قائم مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. آنالیز فراوانی رخساره‌ها نشان می‌دهد که در نیمه پایینی (واحد مخزنی K4) و نیمه بالایی (واحد مخزنی K3) توالی دالان بالایی، افت قابل ملاحظه‌ای در سطح نسبی آب دریا طی دوره پرمین پایانی رخ داده است. به‌طوری که تغییر از شرایط چیرگی شول‌های گسترده آئیدی-بایوکلستی به توالی‌های متناوب شول-لاگون-پری‌تایدال و عوارضی مانند نهشته‌شدن انیدریت و دولومیتی شدن شدید دیده می‌شود که می‌تواند بیانگر تغییر اقلیم نیز باشد. پس از شناسایی رخساره‌ها در توالی دالان بالایی از آنها به‌عنوان نشانگرهایی در بررسی تغییرات سطح نسبی آب دریا طی نهشته‌شدن این توالی‌ها در میدان پارس جنوبی استفاده شده است. بر این اساس توالی دالان بالایی آثار و عوارض مربوط به دو و نیم سیکل رده سوم و ۱۲ سیکل رده چهارم از تغییرات سطح نسبی آب دریاها را در خود ثبت نموده است.

کلیدواژه‌ها: دالان بالایی، رخساره، مدل رخساره‌ای، تغییرات سطح نسبی آب دریا، پرمین پایانی، پارس جنوبی.

*نویسنده مسئول: لیلا امیربهادر

E-mail: L.amirbahador@yahoo.com

۱- پیش‌نوشتار

و بخش قطری آن را میدان شمالی می‌نامند (شکل ۱) که در بخش شمالی-خاوری صفحه عربی در خلیج فارس واقع شده است. از زمان پرکامبرین، این صفحه دست‌خوش وقایع زمین‌ساختی متعدد و متنوعی شده است که موجب تغییر رژیم‌ها و محیط‌های رسوبی موجود در آن شده است به‌طوری که در تشکیل سیستم‌های هیدروکربوری فعلی موجود در این صفحه (صفحه عربی) و نواحی مجاور آن تأثیرات مستقیم یا غیرمستقیمی داشته‌اند (شکل ۱). رسوب‌گذاری پرمین پایانی-تریاس و ژوراسیک در پلیت عربی عموماً به‌صورت کربنات-تبخیری بوده است (Sharland et al., 2001). به‌طور کلی طی رسوب‌گذاری توالی دالان پلاتفرم عربی در عرض‌های جنوبی ۳۰-۱۵ درجه قرار داشته است. فراوانی آلوکم‌های آراگونیتی به‌ویژه آئیدها (که عموماً دولومیتی شده یا انحلال یافته هستند) و فراوانی تبخیری‌های سابخیایی و غلبه فرایندهای دیاژنزی مرتبط با حوضه‌های تبخیری (مانند دولومیتی شدن سابخیایی) نیز بیانگر وجود اقلیمی گرم‌وخشک و شاهدهی بر عرض‌های جغرافیایی خشک پایین (نزدیک به استوا) هستند (Esfrafil-Dizaji & Rahimpour-Bonab, 2009). بر اساس منحنی‌های رده بالای تغییرات سطحی نسبی آب دریاها طی فائوزوییک، دوره پرمین و خصوصاً پرمین پایانی با پایین‌ترین سطح نسبی آب دریا در مقیاس جهانی مشخص می‌شود. در این دوره زمانی در قسمت شمالی صفحه عربی (محل نهشته‌شدن توالی‌های کربنات-تبخیری دالان بالایی) وضعیت زمین‌ساخت نسبتاً آرامی به‌دلیل یک حاشیه غیرفعال حکمفرما بوده است (Kashfi, 1992; Alsharhan & Nairn, 1994). احتمالاً نهشته‌های کم‌ژرفا شامل شول‌های آئیدی-بایوکلستی گسترده و توالی‌های تبخیری متعدد نهشته‌شده در محیط سابخا، از نتایج وضعیت سطح نسبی آب دریاها بر روی پلنفرمی کم‌شیب بوده است. سازندهای فراقان، دالان و کنگان با عنوان گروه دهرم معرفی می‌شوند که نخستین بار توسط Szabo & Kheradpir (1978) معرفی شده‌اند. سازند دالان را می‌توان به سه عضو تقسیم نمود که عضوهای بالایی و پایینی کربنات‌ها بوده و

مطالعات رخساره‌ای و تعیین محیط رسوبی و ارائه مدل مربوطه در بررسی‌های مخزنی و اکتشاف ذخایر هیدروکربوری اهمیت زیادی دارند. درک مدل‌های پلاتفرم کربنات برای شناخت نحوه توزیع و الگوی رخساره‌های کربنات‌ها و به‌میزان کمتری در شناسایی نحوه توزیع تخلخل اولیه به‌کار می‌روند. رخساره‌های رسوبی در پاسخ به تغییرات سطح نسبی آب دریا و نوع پلاتفرم کربنات‌ها الگوهای خاصی را در توالی عمودی نشان می‌دهند. با توجه به اینکه هندسه کلی مخازن هیدروکربوری و روندهای کلی کیفیت مخزنی تحت کنترل آرایش عمودی-افقی رخساره‌ها می‌باشد، ضمن بررسی تغییرات سطح نسبی آب دریا و کاربرد آنها در مطالعات سکansı می‌توان تأثیر تغییرات را نیز بر کیفیت مخزنی توالی‌های مخزنی ارزیابی نمود. در این مطالعه ضمن تعیین و بررسی رخساره‌ها و مجموعه‌های رخساره‌ای و پتانسیل مخزنی- غیرمخزنی آنها در عضو دالان بالایی میدان گازی پارس جنوبی تغییرات آنها در توالی عمودی بررسی شده و همچنین از آنها در ارزیابی تغییرات سطح نسبی آب دریا در دوره پرمین پایانی (Wuchiapingian-Changhsingian) این قسمت از خلیج فارس و تکامل مخزنی دالان بالایی استفاده شده است. (Insalaco et al. (2006) توالی‌های خوف بالایی (معادل عضو دالان بالایی و سازند کنگان) را از نواحی جنوبی خلیج فارس تا زون فرورانش زاگرس (کوه دنا) در برش‌های مختلف سطحی و زیرسطحی از منظر تغییرات مجموعه‌های رخساره‌ای و چرخه‌های رسوب‌گذاری در افق‌های مختلف مورد بررسی قرار داده‌اند. در اینجا نیز قسمتی از توالی مورد مطالعه آنها در مقیاس کوچک‌تری (میدان پارس جنوبی) مورد ارزیابی و تطابق قرار گرفته است.

۲- زمین‌شناسی و چینه‌شناسی

بزرگ‌ترین مخزن گازی جهان در ناحیه مرکزی خلیج فارس قرار دارد که بین دو کشور ایران و قطر مشترک است. قسمت ایرانی آن میدان گازی پارس جنوبی

دلیل لیتولوژی‌های مشابه) و این در حالی است که محتوی آلومینی آن‌ها (به ویژه بایوکستی) به دنبال انقراض پرمین - تریاس متفاوت است (Insalaco et al., 2006). ثانیاً در بیشتر موارد رخساره‌های شول به صورت کلی بحث و تقسیم‌بندی شده‌اند، این در حالی است که شول‌ها قسمت عمده‌ای از توالی دالان بالایی و زون‌های مخزنی را تشکیل داده‌اند و از نظر نوع، سایز و مقدار آلومین، قابل تقسیم به رخساره‌های مختلفی می‌باشند.

این رخساره‌ها به چهار نوع تفکیک شده‌اند تا ضمن قابلیت تطابق و بررسی آنها در سایر چاه‌ها و نقاط میدان به‌رغم تغییرات ریز مقیاس رخساره‌ها بتوان ارزیابی بهتری از محیط رسوب‌گذاری توالی دالان بالایی در چاه‌های مورد مطالعه به‌عمل آورد و همچنین درک بهتری از روندهای موجود در تغییرات سطح نسبی آب دریا طی دوره پرمین پایانی داشت. رخساره‌های شناسایی شده در دو چاه از توالی دالان بالایی به‌شرح زیر می‌باشند که در قالب چهار (گروه) رخساره معرفی می‌شوند (شکل ۲).

۴-۱. رخساره پری‌تایدال

MF1: Massive-Nodular Anhydrite (ندولار) - گرهکی

این رخساره به‌صورت توالی‌های غنی از انیدریت است. انیدریت‌ها به شکل لایه‌ای (مستقیم یا موج)، توده‌ای و یا گرهک‌های (ندول) بسیار درشت (فابریک قفس مرغی) تا ریز هستند (شکل ۲). تجمعات انیدریتی به‌صورت همگن (هموزن) (عدم جهت‌یافتگی بلورها) یا شعاعی هستند و سایز آنها از میلی‌متر تا سانتی‌متر متغیر است. این رخساره مربوط به محیط‌های سابخایی گرم و خشک و بالای جزرومدی (Supratidal) می‌باشد و به‌طور کلی به‌صورت متناوب همراه با رخساره‌های مادستونی، دولومادستونی و استروماتولیتی بخش‌های بالای پهنه بین جزرومدی و گاهی در کنار لاگون‌های هایپر سالین دیده می‌شود. مجموعه‌ای از مادستون دولومیتی و گرهک‌های انیدریتی نشان‌دهنده تشکیل در محیط کم‌انرژی با شوری زیاد، تحت اقلیم گرم و خشک (سابخا) است (Flügel, 2004).

MF2: Fenestral Limestone/Dolo Mudstone فنسترال

این رخساره به‌صورت مادستون دولومیتی - آهکی دارای حفرات نوع فنسترال و به‌مقدار خیلی اندک آلومین‌های بایوکستی، پلوییدی و رشته‌های جلبکی است (شکل ۲). دولومیت‌های موجود مربوط به زمان رسوب‌گذاری هستند و بنا به عقیده برخی از پژوهشگران محصول دیاژنز اولیه است که در محیط‌های سوپراتایدال و اینترتایدال تشکیل می‌شود (Gregg & Shelton, 1990). بلورهای انیدریتی و در برخی موارد بلورهای ژپس نیز به‌چشم می‌خورند که اغلب به محیط و فرایندهای دیاژنزی اولیه مربوط هستند. وجود ساخت فنسترال از ویژگی‌های مهم محیط رسوب‌گذاری بین و بالای جزرومدی است (Shinn, 1983; Wright, 1986). در برخی از نمونه‌ها حفراتی با شکل نامنظم تا کشیده، ناشی از خشک‌شدگی دیده می‌شود که بیانگر رخنمون و تبخیر آب داخل رسوبات است و در بعضی از موارد لامیناسیون ضعیفی نیز دیده می‌شود. با توجه به‌وجود عوارض مینی بر خروج از آب دوره‌ای، دولومیتی شدن اولیه و نبود یا کمبود آثار فسیلی و زیستی این رخساره مربوط به محیط بین جزرومدی (خروج دوره‌ای از زیر آب) می‌باشد. بر اساس مدل فلوگل نیز این رخساره به محیط بین جزرومدی تعلق دارد.

MF3: Stromatolite Boundstone استروماتولیتی

این رخساره به‌صورت بانداستون استروماتولیتی با سنگ‌شناسی دولومیتی - آهکی دیده می‌شود که گاه‌آدارای حفرات پر شده با انیدریت نیز می‌باشد. همچنین در آن آلومین‌هایی مانند استراکدا، روزن‌بر و پلویید نیز دیده می‌شود. از ساخت‌های رسوبی موجود در این رخساره می‌توان به لامیناسیون‌های ظریف، ترک‌های ناشی از خشک‌شدگی و حفرات فنسترال اشاره نمود (شکل ۲). لامیناسیون‌ها از مشخصات مهمی هستند که در نمونه‌های استروماتولیتی دیده می‌شود. با این توصیفات رخساره یاد شده در محیطی بین جزرومدی نهشته شده است و دارای فراوانی بسیار کمی نسبت به سایر رخساره‌ها است.

توسط عضو انیدریتی نار از هم جدا شده‌اند (Edgell, 1977). معادل این دو سازند در کشورهای عربی به ویژه کشورهای جنوب خلیج فارس، سازند خوف است (Alsharhan, 2006). سازند کنگان معادل عضو A و قسمت بالایی عضو B از سازند خوف در نواحی جنوبی خلیج فارس می‌باشد. بخش بالایی سازند دالان معادل با عضو C و قسمت پایینی عضو B، انیدریت نار معادل قسمتی از انیدریت عضو D (انیدریت میانی) بوده و دالان پایینی نیز هم‌ردیف با قسمت میانی و پایینی عضو D است (Strohmeier et al., 2002). در بیشتر کشورهای حوضه خلیج فارس، توالی دالان - کنگان یا سازند خوف به ۵ زون مخزنی تقسیم می‌شود که معمولاً مخازن گازی این کشورها در توالی‌های بالایی انیدریت نار قرار دارند (Strohmeier et al., 2002). متخلخل‌ترین قسمت توالی‌های بالایی انیدریت نار، به عضو K4 تعلق دارد که متشکل از توالی‌های ستر شول (به ویژه میدان گازی پارس جنوبی (Insalaco et al., 2006) است و از نظر مخزنی دارای پتانسیل بالایی از حیث تجمع هیدروکربور می‌باشد به‌طوری که مهم‌ترین افق تولیدی میدان گازی پارس جنوبی به‌شمار می‌رود. به دنبال رخداد انقراضی مرز Guadalupian-Lopingian (بین واحدهای K4 و K5) تغییر شدیدی در محتوای آلومینی توالی‌های نهشته‌شده در این دوره‌ها به‌صورت تبدیل از نهشته‌های خرده‌های بایوکستی به نهشته‌های غنی از آئید رخ داده است (Kolodka et al., 2012). دلایل مختلفی برای ایجاد چنین انقراضی مطرح شده است که از این میان می‌توان به پایین‌افتادگی جهانی سطح آب دریاها اشاره نمود (Bond & Wignall, 2009). نهشته‌شدن چنین توده‌هایی از شول‌های آئیدی با کانی‌شناسی ناپایدار (آراگونیتی)، به ایجاد شرایط بسیار مناسبی برای توسعه افق مخزنی دارای حجم بالایی از حفرات انحلالی - بین‌دانه‌ای انجامیده است. بنابراین آگاهی از تغییرات سطح آب دریاها به‌دلیل تأثیر آنها بر وضعیت مخزنی توالی‌ها اهمیت بسیار زیادی دارد.

۳- روش مطالعه

در این مطالعه به‌منظور تعیین رخساره‌های رسوبی توالی‌های مخزنی دالان بالایی در میدان گازی پارس جنوبی مطالعات پتروگرافی بر روی ۶۰۰ مقطع نازک تهیه شده از مغزه‌ها و خرده‌های حفاری از ستر برای حدود ۵۴۰ متری توالی دالان بالایی در ۲ چاه از این میدان (SP#01 و SP#02) صورت گرفت. به‌منظور تعیین رخساره‌ها، مطالعات سنگ‌نگاری (شامل مشاهده میکروسکوپی و آنالیز تصاویر میکروسکوپی) برای بررسی بافت رسوبی، سایز و نوع ذرات، محتوای فسیلی و عوارض مربوط به زمان رسوب‌گذاری بررسی شده‌اند. همچنین نامگذاری سنگ‌های کربناته بر اساس رده‌بندی (Dunham (1962 و Embry & Klovan (1971 انجام شده است. رخساره‌های تعیین شده با رخساره‌های استاندارد (Flügel (2004 و Wilson (1975)، به‌منظور ارزیابی نسبی محیط رسوب‌گذاری نمونه‌ها مطابقت داده شده‌اند. طی مطالعات سنگ‌نگاری و توصیف مقاطع نازک و برش‌های مغزه‌ای با نادیده گرفتن اثرات دیاژنزی ثانویه (که بر وضعیت اولیه بافت و اجزای رسوبی تأثیر گذار هستند) و همچنین بافت‌های رسوبی، محتوای گلی، آلومین‌های زیستی (بایوکست‌ها و فسیل‌ها) و غیرزیستی، عوارض رسوبی مربوط به زمان رسوب‌گذاری، تغییر سایز، فراوانی و نوع آلومین‌ها، ساخت‌های رسوبی زیستی و غیرزیستی، ۱۵ رخساره شناسایی شده است.

۴- رخساره‌های رسوبی عضو دالان بالایی در میدان گازی پارس جنوبی

به‌دلیل اینکه توالی‌های پرمین - تریاس به‌عنوان مخازن گازی در خاورمیانه به‌شمار می‌روند، تاکنون مطالعات رخساره‌ای مختلفی در مورد این توالی‌ها صورت گرفته است. در اینجا نیز به دو دلیل نیاز به مطالعه رخساره‌ای مجدد برای توالی دالان بالایی احساس می‌شود: اولاً در بیشتر مطالعات رخساره‌ای، سازند کنگان و عضو دالان بالایی با هم مطالعه شده و رخساره‌ها برای هر دوی آنها تعریف شده‌اند (شاید به

قطعات خارپوست و دوکفه‌ای است (شکل ۲). این اجزا جورشدگی ضعیف تا متوسطی را نشان می‌دهند. بیشتر آلوکم‌ها میکرایتی شده هستند که می‌تواند ناشی از مجاورت با لاگون باشد. این رخساره مخلوطی از ویژگی‌های لاگون و شول را دارا است به طوری که نه مانند رخساره لاگونی گل‌غالب بوده و نه مانند رخساره شولی دارای سیمان‌شدگی (دریایی) گسترده است و در قسمت پشتی شول و انتهای رو به دریای باز لاگون نهشته شده است. تنوع بایوکست‌ها نشان‌دهنده محیط دریایی باز کم‌ژرفا می‌باشد (Marquis & Laury, 1989).

• **پگستون - گرینستون دارای پلویدهای درشت و بایوکست**

MF9: Coarse Peloid-Bioclast Packstone to Grainstone

این رخساره در مقایسه با رخساره پیشین (MF8)، دارای آلوکم‌های درشت‌تر و فابریک رسوبی عمدتاً پگستونی تا گرینستونی است که گویای شرایط پراثری است. دلیل اصلی جدایش این دو رخساره (MF9 و MF8) از یکدیگر تفاوت قابل‌ملاحظه در اندازه آلوکم‌ها در آنها می‌باشد که حاکی از تشکیل شدنشان در شرایط محیطی متفاوت از یکدیگر است. وجود اینتراکلاست‌های گرد شده حاوی بایوکلاست‌های لاگونی (روزن‌بران کفزی کوچک و جلبک‌ها) بیانگر مجاورت با لاگون و حمل قطعاتی از رخساره‌های این محیط، تحت شرایط پراثری به قسمت پشتی شول می‌باشد (شکل ۲). عموماً سائز آلوکم‌ها در حد کالک‌آرنایت بوده و ناشی از نزدیکی آن به هسته مرکزی شول (MF10) است. در برخی موارد آئیدها نیز حضور دارند ولی غالباً میکرایتی شده هستند که مشابهت زیادی با پلویدها پیدا کرده‌اند. در صورتی که تحت نفوذ سیالات دولومیت‌ساز نشسته یافته از توالی‌های بالایی قرار نگرفته باشند دارای لیتولوژی آهکی هستند. ولی در بیشتر موارد از دولومیتی شدن در امان نمانده‌اند.

– **رخساره شول مرکزی**

• **گرینستون آئیدی MF10: Ooid Grainstone**

این رخساره با فراوانی آئیدها و به مقدار کمتر بایوکست‌های متنوع شامل خرده‌های جلبک، خارپوست، خرده‌های بریوزوئر و دوکفه‌ای مشخص می‌شود (شکل ۲). آئیدها عموماً تحت تأثیر انحلال، میکرایتی شدن یا دولومیتی شدن قرار گرفته‌اند و ساختمان داخلی خوب حفظ شده یا مشخصی ندارند. آئیدها معمولاً به صورت متحدالمرکز هستند و هسته‌هایی از قطعات بایوکستی و روزن‌بران کفزی را دارا هستند (شکل ۲). از ساخت‌های رسوبی شاخص این رخساره می‌توان به لایه‌بندی متقاطع، دانه‌بندی تدریجی و جهت‌یافتگی دانه‌ها اشاره نمود. سائز دانه‌های تشکیل دهنده در اندازه کالک‌آرنایت بوده و دارای جورشدگی خوبی می‌باشند. فراوانی بالای آئید و بافت بدون گل از ویژگی‌های محیط‌های پراثری کم‌پلکس شول است (Tucker & Wright, 1990). این رخساره معمولاً در آب‌های کم‌ژرفا آشفته شده توسط امواج و جریان‌ها تشکیل می‌شود و نشان‌دهنده رسوب‌گذاری در بالای ژرفای استهلاک امواج (FWWB) است (Aurell et al., 1998; Kastner et al., 2007). این رخساره را می‌توان بخش مرکزی شول‌های آئیدی بایوکستی دانست و در رخساره‌های شولی توالی مورد مطالعه با فراوانی آئیدها شاخص است که تحت تأثیر فرایندهای دیاژنزی مختلف وضعیت‌های مختلفی را دارا می‌باشد. به عنوان مثال در برخی قسمت‌ها به دلیل انحلال افقی‌های بسیار متخلخل و غنی از قالب آئیدی را تشکیل داده‌اند که در واحد مخزنی K4 به خوبی قابل مشاهده هستند. گاهاً همین قالب‌ها توسط سیمان‌های انیدریتی کاملاً پر شده‌اند.

– **رخساره شول رو به دریا**

• **گرینستون - پگستون آئیدی - بایوکستی**

MF11: Ooid-Bioclast Grainstone to Packstone

در مقایسه با MF10، این رخساره دارای آئیدهای کوچک‌تر، بایوکست‌های بیشتر و اینتراکلاست‌های گلی است و اغلب آئیدها میکرایتی شده‌اند (شکل ۲). بایوکست‌ها

– **پگستون تا گرینستون پلوییدی MF4: Peloidal Packstone to Grainstone**

این رخساره به صورت مجموعه‌ای غنی از پلویدهای بسیار ریزدانه بوده که عموماً دارای فابریک دانه غالب است (شکل ۲). پلویدها شامل انواع مدفوعی و بایوکست‌های ریز میکرایتی شده است. کانی‌شناسی غالب در این رخساره کلسیت بوده و انواع دولومیتی آن نیز دیده می‌شود. خرده‌های استراکدی و برخی روزن‌بران ریز و آثاری از زیست آشفته‌گی نیز وجود دارد. با توجه به همراهی این رخساره با MF3، محتوای آلوکمی و آثار زیست‌آشفته‌گی، محیط نهشته شدن آن را می‌توان محدوده بین تازیر جزرومدی مجاور لاگون دانست.

– **۲-۴. رخساره لاگون**

– **وکستون تا پگستون بایوکستی MF5: Bioclastic Wackestone to Packstone**

این رخساره به صورت وکستون تا پگستون غنی از بایوکست‌های ریز است. سنگ‌شناسی آن آهکی و در برخی موارد دولومیتی است. آلوکم‌های موجود در این رخساره شامل جلبک سبز، پلویید، بایوکست، گاستروپودا و میلیولیدا می‌باشد (شکل ۲). سائز دانه‌ها در حد کلسی‌لوتایت تا کالک‌آرنایت بوده و جورشدگی ضعیفی دارند. بایوکست‌ها و حتی خرده‌های جلبکی، میکرایتی شده‌اند. با توجه به فابریک گل‌غالب، محتوای آلوکمی و جورشدگی ضعیف، محیط نهشته شدن این رخساره قسمت زیر جزرومدی لاگون بوده است. همچنین به دلیل مجاورت با سابخا مقداری تحت تأثیر شورابه‌های سابخی قرار گرفته و در برخی موارد دولومیتی شده است. به علاوه آثاری از انیدریت نیز مشاهده می‌شود که از اولیه تا ثانویه متغیر هستند.

– **وکستون تا پگستون بایوکستی - پلوییدی**

MF6: Bioclastic-Peloidal Wackestone to Packstone

بافت این رخساره از وکستون تا پگستون متغیر می‌باشد. سنگ‌شناسی آن عمدتاً آهکی است. همچنین آلوکم‌هایی مانند پلویید، بایوکست، گاستروپودا، جلبک سبز و میلیولیدا را شامل می‌شود (شکل ۲). سائز دانه‌ها در حد کلسی‌لوتایت تا کالک‌آرنایت بوده و جورشدگی متوسط تا ضعیفی را نشان می‌دهد. از دیگر عوارض این رخساره می‌توان به میکرایتی شدن بایوکست‌ها و زیست‌آشفته‌گی اشاره نمود. وجود فابریک گل‌غالب، جلبک سبز، میلیولیدا، گاستروپودا و جورشدگی متوسط تا ضعیف اجزا، نشان‌دهنده محیطی محدود شده و کم‌انرژی است که در اینجا از آن به عنوان لاگون یاد می‌شود (Flügel, 2004; Tucker & Wright, 1990). در برخی موارد اندکی تحت تأثیر شورابه‌های سابخی قرار گرفته و دارای سنگ‌شناسی دولومیتی شده است. به علاوه مقادیر اندکی از انیدریت نیز دیده می‌شود که برخی اولیه و برخی ثانویه هستند.

– **مادستون فسیل‌دار MF7: Fossiliferous Mudstone**

این رخساره به صورت مادستونی با خرده‌های بایوکستی ریز و پراکنده و پلویدهای ریز می‌باشد (شکل ۲). اجزای بایوکستی شامل خرده‌های روزن‌پر، جلبک و اسپیکول‌های اسفنج است. لیتولوژی این رخساره آهکی بوده و آثار ضعیفی از زیای (فونا) لاگونی دارد. در برخی موارد نیز حالتی لامینه‌ای داشته که نشان‌دهنده شرایط آرام و کم‌انرژی است. با تبلور مجدد ماتریکس میکرایتی، شناسایی اجزا و حالت لامینه‌ای دشوار است. بر اساس توصیفات ارائه شده این رخساره به قسمت خیلی کم انرژی لاگون (حوالی قسمت پشتی شول‌ها) تعلق دارد.

– **۳-۴. رخساره شول**

– **رخساره شول پشت به دریا**

• **گرینستون - پگستون دارای پلویدهای ریز و بایوکست**

MF8: Fine Peloid-Bioclast Grainstone to Packstone

این رخساره به صورت گرینستون/پگستون آهکی و توده‌ای است. سائز دانه‌ها در حد کالک‌آرنایت بوده و شامل آلوکم‌هایی از قبیل پلویید، بایوکست و اینتراکلاست است. بایوکست‌ها شامل روزن‌بران کفزی، خرده‌های جلبک سبز، گاستروپودا،

شده در چاه‌های مورد مطالعه نشان داده شده است. با توجه به تغییرات ریز مقیاس رخساره‌ها، در چهار گروه رخساره‌ای تقسیم شده‌اند تا در تعیین روندهای موجود در نوسانات سطح نسبی آب دریا و مطالعات میدانی قابل کاربرد باشند.

۵- محیط رسوب گذاری سازند دالان بالایی

به‌طور کلی پلاتفرم‌های کربناته در جایگاه‌های زمین‌ساختی وسیعی گسترش می‌یابند اما به‌ویژه در پرمین در طول حواشی قاره‌ای غیرفعال (همانند آنچه در مورد این میدان دیده شده است) (Sharland et al., 2001)، در حوضه‌های بین کراتونی، کافت‌های (ریفت) غیرفعال و حوضه‌های پیش‌بوم (فورلند) تشکیل شده‌اند (Tucker, 1994). به‌منظور تعیین محیط یا محیط‌هایی که توالی مورد مطالعه در آن نهشته شده‌اند بایستی رخساره‌ها شناسایی شوند و با مدل‌های دیرینه و عهدحاضر مقایسه گردند. بر این اساس پس از تعیین رخساره‌های رسوبی در توالی پرمین پایانی میدان پارس جنوبی، محیط رسوب گذاری و مدلی مفهومی ارائه شده است. سیستم رسوب گذاری توالی دالان بالایی در میدان پارس جنوبی را می‌توان یک رمپ هموکلینال یا بخشی از یک پلاتفرم اپیریک (Insalaco et al., 2006) دانست که فراوانی رخساره‌های نزدیک به خشکی و کمبود رخساره‌های دور از شول (بخش‌های ژرف رمپ‌میدانی و رمپ‌خارجی) نشان‌دهنده رسوب گذاری دالان بالایی در بخش‌های کم‌ژرفا و نزدیک به خط ساحلی آنها بوده است. از دلایل تأییدکننده محیط رسوب گذاری رمپ هموکلینال، گوناگونی و تغییرات رخساره‌ای کم، مشخصات رخساره‌های موجود و ارتباط‌های جانبی و عمودی و حضور توالی ستبری از نهشته‌های کم‌ژرفا، نبود ریفت و نهشته‌های مربوط به جریان‌های توده‌ای و نبود شکست در شیب محیط رسوب گذاری است (Ahr, 1973; Read, 1985; Burchette & Wright, 1992). سواحل جنوبی خلیج فارس را می‌توان تا حدی مشابه با محیط رسوب گذاری توالی دالان بالایی دانست (Alsharhan & Kendall, 2003). همچنین این توالی از نظر رخساره‌های تشکیل‌دهنده و محیط رسوبی با پلاتفرم‌های کربناته عهدحاضر همانند تخت‌گاه باهاما، شارک‌بی و سواحل جنوبی خلیج فارس (Purser 1973) و Coe (2003) قابل مقایسه است. مدلی مفهومی برای محیط رسوب گذاری توالی دالان بالایی بخش‌های مختلف آن، پراکنش رخساره‌ها و فراوانی نسبی رخساره‌ها در شکل ۴ نشان داده شده است. در میان رخساره‌های شناسایی شده، رخساره (مرکزی) شول دارای بیشترین فراوانی می‌باشد و پس از آن به ترتیب رخساره‌های لاگون، شول پست به دریا، پری‌تابدل، دور از شول و شول رو به دریا دارای فراوانی کمتری هستند.

۶- تغییرات رخساره‌ای و سطح نسبی آب دریا در عضو دالان بالایی

نمودارهای مختلف رسم شده برای بررسی تغییرات سطح نسبی آب دریاها طی فانروزویک نشان می‌دهند که پایین‌ترین سطح آب دریاها در مقیاس‌های رده اول و دوم تغییرات سطح نسبی آب دریاها مربوط به دوره پرمین پایانی می‌باشد (شکل ۵). از سوی دیگر کافتی شدن و بازشدن اقیانوس نئوتیس در این زمان که با افزایش حجم پشته‌های میان اقیانوسی همراه بوده سبب شده است تا آب دریا بر روی حاشیه غیرفعال کم‌شیب در قسمت‌های شمالی و شمال‌خاوری صفحه عربی پیشروی کند (Sharland et al., 2001) و شرایط مناسبی را برای ایجاد پلاتفرم بسیار گسترده و یکنواخت خوف به‌وجود آورد. تغییرات رخساره‌ای در توالی عمودی می‌تواند معیار مناسبی برای بررسی تغییرات نسبی سطح آب دریا در زمان نهشته شدن توالی‌ها باشد. مدل رسوبی ارائه شده برای توالی دالان بالایی در بخش پیشین تنها به‌منظور تشریح زیر محیط‌ها و آرایش نسبی آنها بود. مسلماً طی نهشته شدن این توالی‌ها به‌واسطه تغییرات سطح آب دریا (در مقیاس جهانی یا محلی)، گسترش بخش‌های مختلف محیط رسوبی نیز تغییر می‌کند به‌طوری که غلبه بخش‌های خاصی از محیط در هر بخشی از توالی عمودی دیده می‌شود. (Insalaco et al., 2006)

شامل دو کفه‌ای، خرده‌های روزن‌بر و زیای دریای باز هستند. در مقایسه با رخساره متعلق به مرکز شول، جورشدگی آلوکم‌ها ضعیف‌تر شده است و اجزای خردشده بیشتر دیده می‌شوند. محیط تشکیل آن را می‌توان بخش رو به دریای شول‌ها دانست که فقیر از آثار لاگونی هستند.

• گریستون اینتراکلاستی - بایوکلستی - آئیدی

MF12: Intraclast- Bioclast-Ooid Grainstone

در این رخساره آلوکم‌هایی مانند اینتراکلاست، بایوکلست‌های متنوع و آئیدهای میکرایتی‌شده حضور دارند. جورشدگی متوسطی داشته و حالتی آشفته و پراثری دارد (شکل ۲) و دارای مخلوطی از مشخصات MF11 و MF13 است و محل تبدیل این دو رخساره به یکدیگر است. آئیدها با فراوانی اندک در این رخساره مشاهده می‌شوند.

• گریستون اینتراکلاستی MF13: Intraclast Grainstone

این رخساره به‌صورت گریستون آهکی دارای آلوکم‌های اینتراکلاست، بایوکلست، آئید و پلویید می‌باشد. بایوکلست‌ها عمدتاً شامل خرده‌های بریوزوئر، خارپوست، روزن‌بران کف‌زی و دو کفه‌ای است (شکل ۲). از عوارض رسوبی می‌توان به لایه‌بندی متقاطع (در مقیاس مغزه)، دانه‌بندی تدریجی و جهت‌یافتگی دانه‌ها اشاره نمود. سایز دانه‌ها در حد کالک آرنایت تا کلسی رودایت بوده و جورشدگی خوب تا متوسطی دارند. از ویژگی‌های مهم این رخساره وجود اینتراکلاست‌های درشت است. اینتراکلاست‌ها را می‌توان به دو گروه تقسیم نمود، به‌طوری که برخی دارای بایوکلست‌های لاگون و انواع دیگر دارای بایوکلست‌های مربوط به محیط دریای باز یا بدون هیچ‌گونه بایوکلستی هستند. گروه اول معمولاً محصول حمل از محیط لاگون توسط مجاری کانال مانند هستند که از میان شول‌ها عبور می‌کنند. گروه دوم نیز ناشی از تلاطم زیاد ناحیه مجاور ژرفای استهلاک امواج است. سایز درشت اجزای رسوبی، تنوع در نوع، سایز آلوکم‌ها و وجود بافت گریستونی همگی بیانگر محیطی بسیار پراثری هستند. همچنین قرارگیری این رخساره در مجاورت رخساره‌های مرکزی شول و دور از شول بیانگر نهشته شدن در مجاورت سطحی پراثری یا ژرفای استهلاک امواج بوده و به‌عنوان رخساره جلو شول به‌شمار می‌رود (Flugel, 2004).

– رخساره دور از شول

• وکستون تا پکستون بایوکلستی MF14: Bioclast Wackstone to Packstone

این رخساره به‌صورت وکستون/پکستون آهکی توده‌ای و دارای لایه‌بندی ضعیف دیده می‌شود. حاوی بایوکلست‌های ریز، روزن‌بران کف‌زی کوچک، پلویید و به مقدار بسیار ناچیز آئید (میکرایتی‌شده) است (شکل ۲). سایز دانه‌ها در حد کالک آرنایت تا کلسی‌لوتایت بوده و دارای جورشدگی ضعیف هستند. وجود آئیدهای اندک و میکرایتی‌شده، نبود زیای شاخص لاگون (میلیولید+گاستروپود+جلبک سبز) و همچنین فابریک گل‌غالب بیانگر نهشته شدن این رخساره در محیطی آرام و دور از شول (زیر ژرفای استهلاک امواج) است.

• وکستون تا مادستون حاوی بایوکلست های ریز

MF15: (Fine) Bioclast Wackstone to Mudstone

ژرف‌ترین رخساره موجود در توالی مورد مطالعه، شامل وکستون تا مادستون‌های آهکی دارای بایوکلست‌های ریز و پراکنده، کانی‌های کدر و روزن‌بران بسیار ریز و اندک است (شکل ۲). این رخساره گاه‌آه دارای لامیناسیون بوده و به‌رنگ قهوه‌ای تیره (ناشی از حضور مواد آلی) می‌باشد. دانه‌ها در اندازه کلسی‌لوتایت و جورشدگی ضعیفی نشان می‌دهند. تبلور مجدد سبب نامشخص‌تر شدن بافت و اجزای رسوبی شده است. همراهی این رخساره با رخساره‌های حوالی شول، عدم ارتباط و همراهی با رخساره‌های تخیری، وجود لامیناسیون و عدم حضور زیای لاگون نشان می‌دهد که این رخساره در محیطی آرام و دور از ساحل (زیر سطح اثر امواج) رسوب گذاری کرده است. در شکل ۳، توالی رخساره‌ای و مجموعه‌های رخساره‌ای شناسایی

همچون نهشته‌شدن انیدریت و دولومیتی شدن شدید دیده می‌شود. توجه به اینکه آرایش رخساره‌ها در توالی عمودی در پاسخ به تغییرات سطح نسبی آب دریاها تغییر می‌کند، از این رو، پس از شناسایی رخساره‌ها در توالی دالان بالایی از آنها به‌عنوان شاخص‌هایی در بررسی تغییرات سطح نسبی آب دریا طی نهشته‌شدن این توالی‌ها در میدان پارس جنوبی استفاده شده است. اهمیت بررسی تغییرات سطح نسبی آب دریاها می‌تواند ناشی از کاربرد آنها در مطالعات چینه‌نگاری سکانسی و تعیین سکانس رسوبی و پی‌جویی روندهای موجود در تغییرات جانبی رخساره‌های رسوبی باشد. در پاسخ به تغییرات سطح آب دریاها، مجموعه‌های رخساره‌ای به‌سوی حوضه و یا به‌سمت خشکی جابه‌جا می‌شوند. بنابراین شناسایی روندهای افت‌وخیزی در سطح نسبی آب دریا می‌تواند به‌درک تداوم جانبی و گسترش فضایی رخساره‌ها کمک نماید. همان‌طور که در شکل ۷ مشاهده می‌شود در توالی دالان بالایی می‌توان دو رده از تغییرات سطح نسبی آب دریا را شناسایی نمود، هرچند تغییرات کوچک مقیاس‌تر نیز در مقیاس رخساره‌ها مشاهده می‌شود ولی این دو رده که احتمالاً همان سیکل‌های رده سوم و رده چهارم شناسایی شده توسط (Insalaco et al., 2006) در حوضه پرمین - تریاس خوف می‌باشد از جنبه مقایسه‌های بین ناحیه‌ای کاربردی‌تر هستند. بر این اساس تغییرات رخساره‌ای در توالی عمودی، شامل دو سیکل کامل و بخشی از یک سیکل رده سوم می‌باشند. همچنین در هر سیکل رده سوم نیز تعدادی سیکل‌های رده چهارم نهفته هستند. معمولاً هر سیکل در ادامه افت سطح نسبی آب دریای مرتبط با سیکل قبلی با ایجاد روندی ژرف‌شونده در رخساره‌های رسوبی آغاز می‌شود که شامل تغییر از غلبه رخساره‌های لاگون - پری‌تایدال به رخساره‌های شولی و رخساره‌های دور از شول (بیشینه بالاآمدگی سطح نسبی آب دریا) است. در نهایت با افت تدریجی سطح نسبی آب دریا تغییر رخساره‌ای از غلبه رخساره‌های شول به رخساره‌های لاگون و پری‌تایدال دیده می‌شود. با این اوصاف توالی دالان بالایی شامل دو و نیم سیکل رده سوم و ۱۲ سیکل رده چهارم از تغییرات سطح نسبی آب دریاها می‌باشد. در مقیاس منحنی‌های رده دوم تغییرات سطح نسبی آب دریا (شکل ۵) (Golanka, 2002) طی دوره پرمین پسین دو افت دیده می‌شود که تنها آثار یکی از آنها را می‌توان به‌صورت گسترش آثار رخنمون و رخساره‌های پری‌تایدال و لاگون در قسمت رأسی K4 و قاعده K3 مشاهده نمود.

۸- نتیجه‌گیری

مطالعات انجام شده بر روی توالی‌های مخزنی پرمین پایانی دو چاه از میدان گازی پارس جنوبی (عضو دالان بالایی) به ارائه رخساره‌های تشکیل‌دهنده این توالی‌ها در چاه‌های مورد نظر انجامید. طی مطالعات سنگ‌نگاری و توصیف مقاطع نازک و برش‌های مغزه، ۱۵ رخساره شناسایی شده است که با به‌کارگیری مدل‌های رخساره‌ای استاندارد در ۴ مجموعه رخساره‌ای قرار گرفته‌اند. با توجه به اینکه شاخصه رسوبی توالی دالان بالایی فراوانی چشمگیر رخساره‌های شول می‌باشد در این مطالعه این فرصت به‌وجود آمد تا به‌رغم مطالعات پیشین رخساره‌های شول به‌طور دقیق‌تری آنالیز و تقسیم‌بندی شوند.

۱- رخساره‌های پری‌تایدال شامل: رخساره انیدریت توده‌ای - گرهکی (ندولار)، سنگ آهک دولومیتی فنسترال، باندستون استروماتولیتی و پکستون تا گرینستون پلوییدی.

۲- رخساره‌های لاگون شامل: وکستون تا پکستون بایو کلاستی، وکستون بایو کلاستی - پلوییدی و مادستون حاوی فسفیل.

۳- رخساره‌های شول که خود قابل تقسیم به سه بخش مجزا بودند:

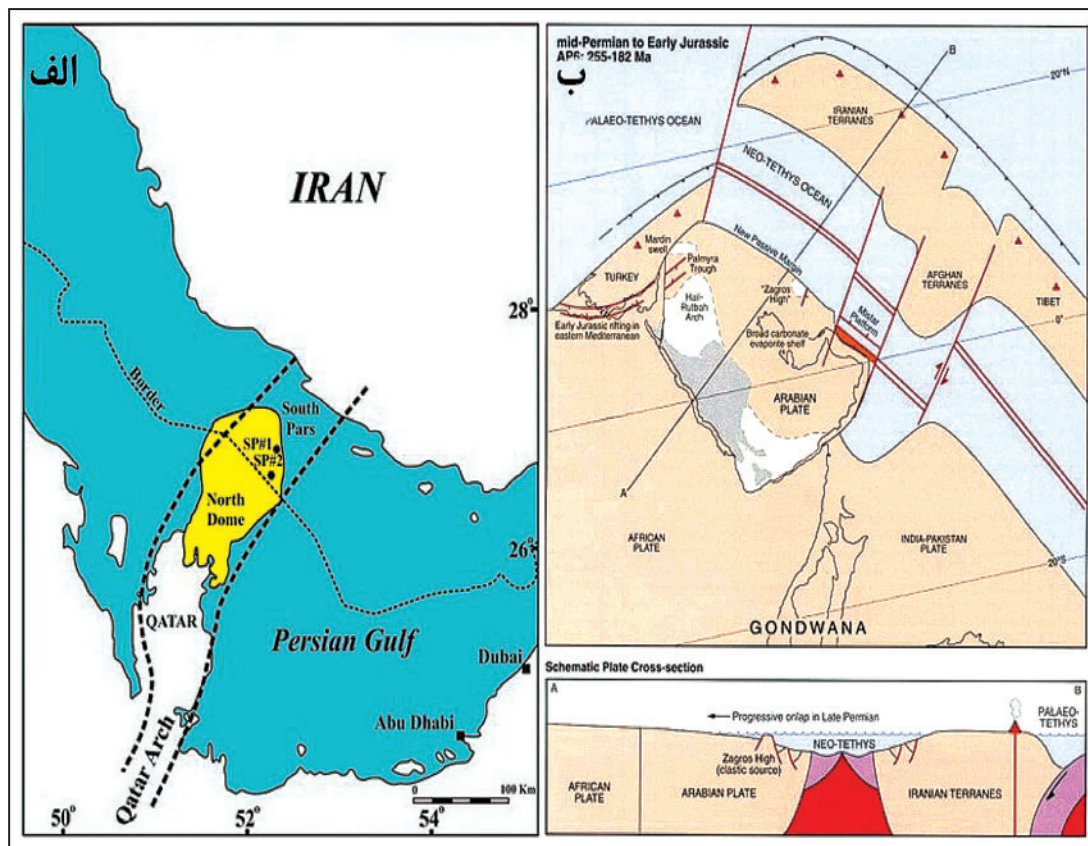
۳-۱. رخساره شول پشت به دریا شامل گرینستون تا پکستون دارای پلوییدهای ریز و بایو کلاست و گرینستون حاوی پلوییدهای درشت و بایو کلاست.

۳-۲. رخساره شول مرکزی شامل رخساره گرینستون آئیدی.

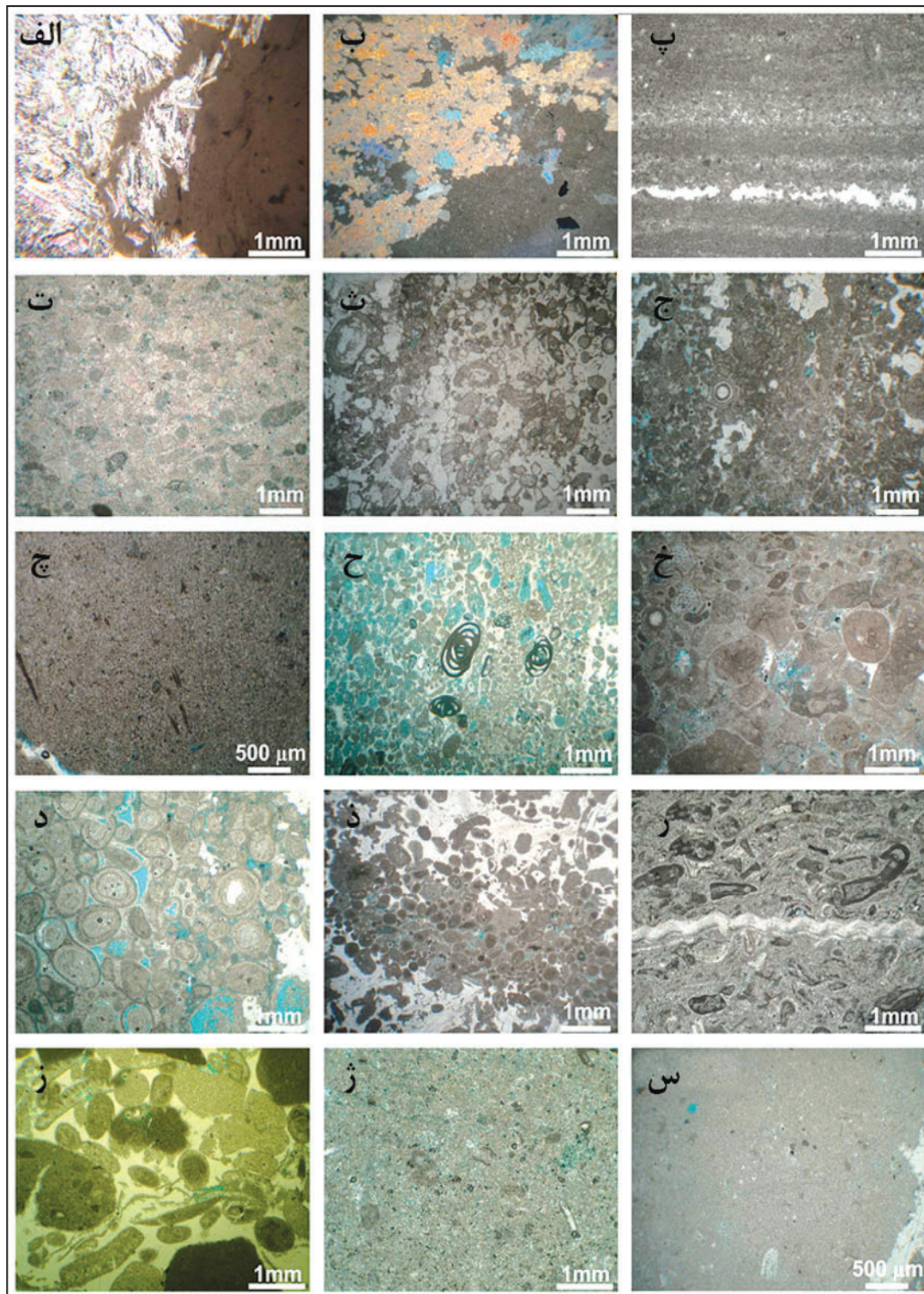
توجه به تغییرات رخساره‌ای و محتوای زیستی آنها و سطوح نشان‌دهنده کمینه سطح اساس و پتانسیل فضای رسوب‌گذاری (Accommodation)، توالی دالان بالایی و کنگان از قطر تا دنا را به چهار سیکل رسوبی بزرگ (Cycles I, II, III and IV) تقسیم نموده‌اند. بر این اساس توالی دالان بالایی به دو سیکل کامل و بخشی از یک سیکل رسوبی تقسیم شده است. تغییرات مشخصی در نوع هندسه پلاتفرم پرمین خوف، آرایش رخساره‌ها و اقلیم از سیکل ۴ به سیکل ۲ (دالان بالایی) دیده می‌شود. الگوی تغییرات رخساره‌ها در توالی عمودی برای عضو دالان بالایی در چاه‌های مورد مطالعه نشان‌دهنده فراوانی قابل توجه رخساره‌های شول در واحد K4 است، در حالی که در واحد K3 فراوانی رخساره‌های شول کاهش یافته و رخساره‌های لاگون چیره می‌شود. این تغییرات رخساره‌ای همراه با مقادیر بالای انیدریت واحد K3 و محتوای انیدریتی پایین واحد K4 بیانگر تغییر شرایط محیطی از وضعیت پراترزی و مستعد تشکیل شول‌های آئیدی - بایو کلاستی (واحد K4) به محیط‌های محدودتر و کم‌انرژی (واحد K3) است. بر این اساس در پلاتفرم عظیم خوف طی دوره نهشته‌شدن سیکل چهارم، قسمت‌های داخلی پلاتفرم شامل کمپلکس‌های امواج ماسه‌ای (Sand wave) جزرومدی، شول‌های آئیدی، مگاریپل‌های بایو کلاستی، شول‌های پلوییدی پشت به دریا، لاگون‌ها، ماسه‌های بین جزرومدی و پهنه‌های تبخیری بالای جزرومدی بوده است. در نواحی میدان شمالی (قطر) و پارس جنوبی (همان‌طور که در این مطالعه مشخص شده است) بخش‌های میانی و بالایی واحد مخزنی K4 غنی از کمپلکس‌های امواج ماسه‌ای و شول‌های پیش‌رونده با لاگون‌های محلی می‌باشد. در این نواحی نیز واحد K3 شامل سیستمی از لاگون‌های ساحلی تبخیری و گلی کم‌ژرفا است که فروافتادگی‌هایی در آب‌های کم‌ژرفا با اکسیژن‌رسانی اندک و نهشته‌های انیدریتی است. همین نهشته‌های گلی تشکیل شده در قسمت‌های کم‌اکسیژن دارای پتانسیل تشکیل سنگ‌های منشأ محلی هستند که توسط (Warren 1999) با عنوان سنگ منشأهای تبخیری معرفی شده‌اند. در برخی موارد میزان TOC آنها از ۱۰ درصد هم فراتر رفته است (Insalaco et al., 2006). قسمت بالایی واحد مخزنی K3 بخش پایینی سیکل دوم را شامل می‌شود که در این حالت پلاتفرم خوف شامل مجموعه‌ای از گل‌های پری‌تایدال، سبخاها، لاگون‌های دارای آثار ریشه و حفاری‌های عمودی و لاگون‌های هیبرسالیین در ناحیه گنبد شمالی و میدان پارس جنوبی است. مقایسه نتایج مطالعات ناحیه‌ای (Insalaco et al., 2006) و نتایج رخساره‌ای حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که در بیشتر نقاط پلاتفرم خوف در هر محدوده زمانی خاص تشابه‌های رخساره‌ای از نظر روند تغییرات و نوع رخساره بیانگر تأثیر شدید تغییرات سطح نسبی آب دریا بر آرایش فضایی رخساره‌ها می‌باشد. با توجه به اینکه مجموعه رخساره‌های تجمع یافته بر روی هم در محیط‌های رسوبی مجاور هم رسوب یافته‌اند (اصل والثر)، بنابراین با بررسی تغییرات سطح آب دریاها می‌توان روندها و جابه‌جایی رخساره‌ها را در جهات مختلف تعقیب نمود. همان‌طور که یاد شد، توالی دالان بالایی به دو واحد مخزنی K3 و K4 تقسیم می‌شود که ناشی از تفاوت خواص مخزنی این دو واحد می‌باشد. علت این تفاوت را می‌توان در ویژگی‌های رخساره‌ای این دو واحد مخزنی جست‌وجو نمود. با توجه به ستون‌های رخساره‌ای ارائه شده برای دالان بالایی مهم‌ترین تفاوت بین واحدهای K3 و K4 فراوانی بسیار زیاد رخساره‌های شول در واحد K4 (نزدیک به ۸۰ درصد) نسبت به واحد K3 است. طی نهشته‌شدن واحد K4 بیشینه فضای انباشت برای نهشته‌شدن رخساره‌های شول وجود داشته است (شکل ۶) که منطبق بر بالاآمدگی سطح نسبی آب دریا می‌باشد (شکل ۷). همچنین در واحد K3 بیشترین فراوانی مربوط به رخساره‌های لاگون و شول است. مقایسه فراوانی چهار گروه رخساره‌ای شناسایی شده در نیمه پایینی (واحد مخزنی K4) و نیمه بالایی (واحد مخزنی K3) توالی دالان بالایی نشان‌دهنده افت قابل‌ملاحظه سطح نسبی آب دریا طی دوره پرمین پایانی است. به‌طوری که تغییر از شرایط غلبه شول‌های گسترده آئیدی - بایو کلاستی به توالی‌های متناوب شول - لاگون - پری‌تایدال و عوارضی

محیط‌های محدودتر و کم‌انرژی (واحد K3) می‌باشد. مقایسه نتایج مطالعات ناحیه‌ای Insalaco et al. (2006) و نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که در بیشتر نقاط پلاتفرم خوف در هر محدوده زمانی خاص تشابه‌های رخساره‌ای از نظر روند تغییرات و نوع رخساره بیانگر تأثیر شدید تغییرات سطح نسبی آب دریا بر آرایش فضایی رخساره‌ها می‌باشد. بنابراین با بررسی این تغییرات می‌توان روندها و جابه‌جایی رخساره‌ها را در جهات مختلف تعقیب نمود. در توالی دالان بالایی دو رده از تغییرات سطح نسبی آب دریا شناسایی شده است. به علاوه تغییرات کوچک مقیاس تر نیز شناسایی شده ولی این دو رده احتمالاً همان سیکل‌های رده سوم و رده چهارم شناسایی شده توسط Insalaco et al. (2006) در حوضه پرمین - تریاس خوف هستند و از جنبه مقایسه و تطابق‌های بین ناحیه‌ای کاربردی تر هستند. تحولات رخساره‌ای کلی مشاهده شده در هر رده از سیکل‌های شناسایی شده را می‌توان به صورت تغییر از غلبه رخساره‌های لاگون - پری تایدال به رخساره‌های شول و رخساره‌های دور از شول (بیشینه بالا آمدگی سطح نسبی آب دریا) و تغییر رخساره‌ای از غلبه رخساره‌های شول به رخساره‌های لاگون و پری تایدال توصیف نمود. توالی دالان بالایی آثار و عوارض مربوط به دو و نیم سیکل رده سوم و ۱۲ سیکل رده چهارم از تغییرات سطح نسبی آب دریاها را در خود ثبت نموده است.

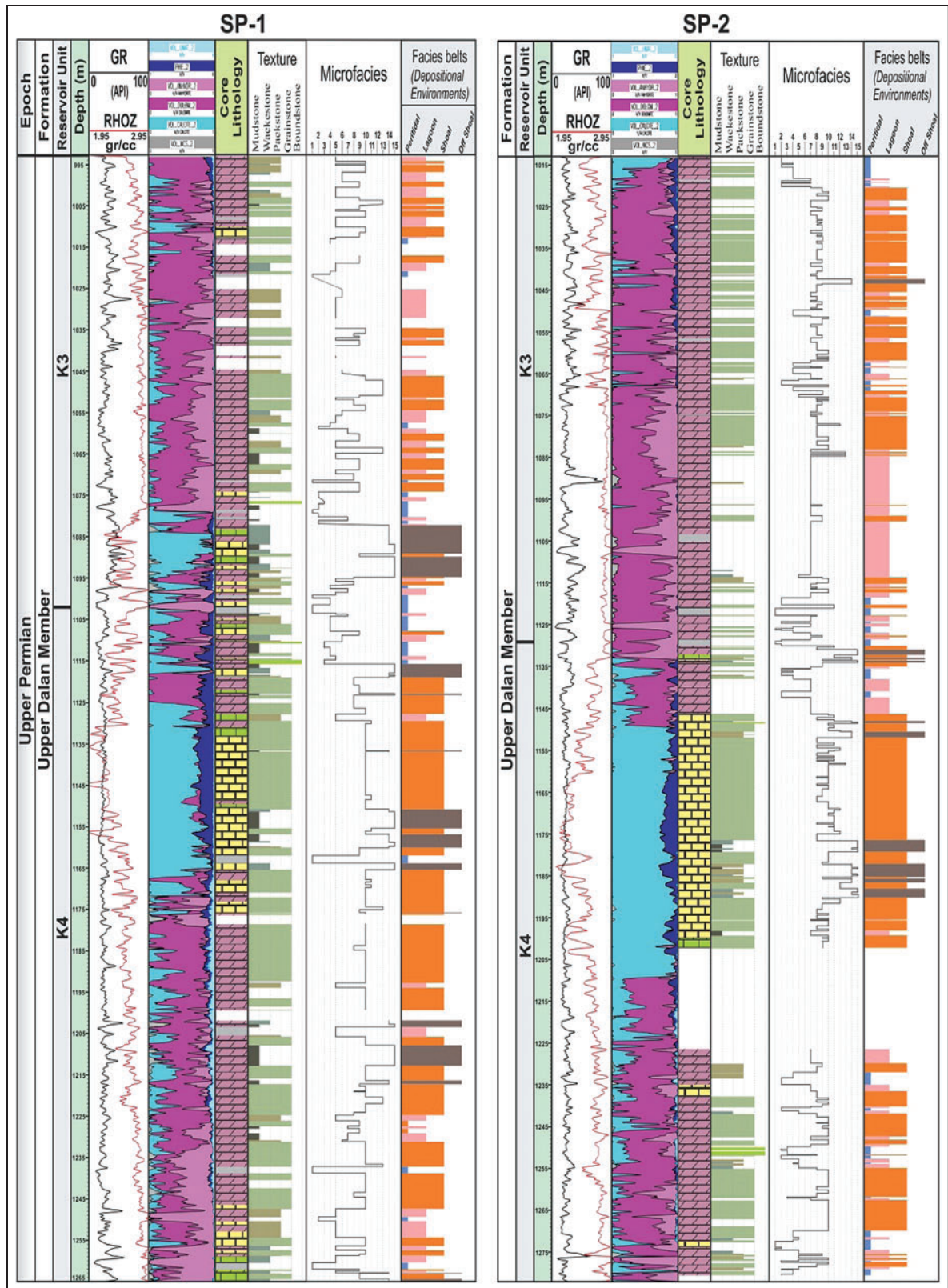
۳-۳. رخساره شول رو به دریا شامل رخساره‌های گریستون آئیدی - بایوکلستی، گریستون اینتراکلستی - بایوکلستی - آئیدی و گریستون اینتراکلستی.
 ۴- رخساره‌های دور از شول شامل: وکستون تا پکستون بایوکلستی و وکستون تا مادستون حاوی بایوکلست‌های ریز.
 بررسی فراوانی این رخساره‌ها در قالب مجموعه‌های رخساره‌ای با رسم نمودار فراوانی نشان می‌دهد در توالی‌های مخزنی دالان بالایی در چاه‌های مورد مطالعه، رخساره‌های متعلق به بخش‌های مختلف شول (شامل بخش رو به دریای شول، شول مرکزی و بخش رو به خشکی آن) با فراوانی حدود ۵۳ درصد از بیشترین فراوانی برخوردار هستند. پس از آن رخساره‌های لاگون با فراوانی حدود ۲۰ درصد، رخساره‌های پری تایدال با فراوانی حدود ۱۸ درصد و رخساره‌های دور از شول با فراوانی ۹ درصد قرار دارند. با توجه به این که معمولاً بر اساس ویژگی‌های مخزنی دالان بالایی به دو زون مخزنی K3 و K4 تقسیم می‌شود. فراوانی رخساره‌های این دو زون مخزنی نیز بسیار متفاوت است به طوری که در واحد K4 فراوانی رخساره‌های رخساره‌های شول با فراوانی حدود ۸۰ درصد می‌باشند. در واحد K3 رخساره‌های لاگون دارای بیشترین فراوانی هستند. این تغییرات رخساره‌ای همراه با مقادیر بالای انیدریت واحد K3 و محتوای انیدریتی پایین واحد K4، بیانگر تغییر شرایط محیطی از وضعیت پارانرژی و مستعد تشکیل شول‌های آئیدی - بایوکلستی (واحد K4) به



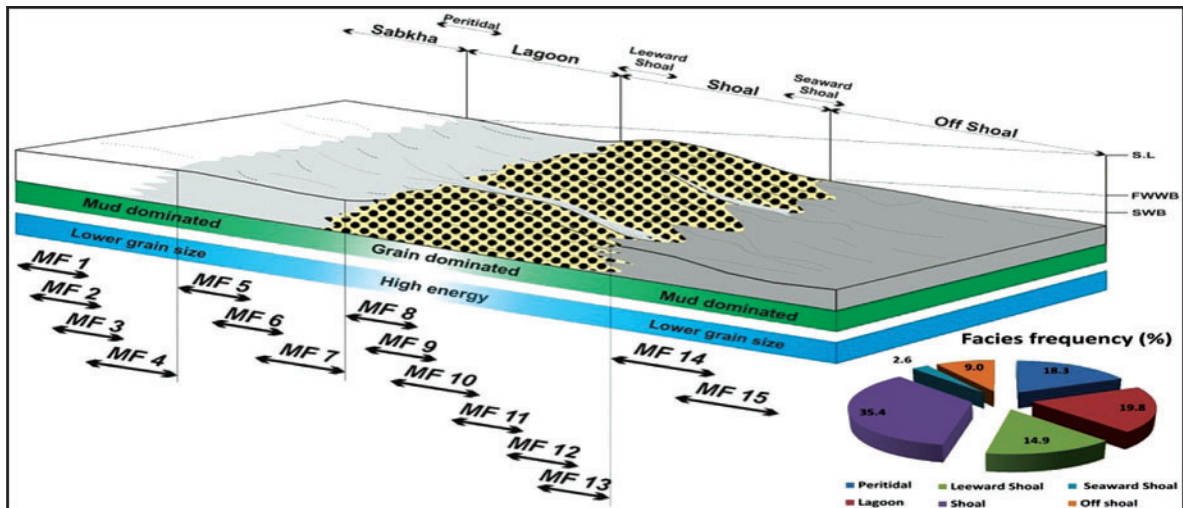
شکل ۱- الف) موقعیت میدان گازی پارس جنوبی، گنبد شمالی، کمان قطر و چاه‌های مورد مطالعه؛ ب) وضعیت زمین‌ساختی و موقعیت جغرافیایی دیرینه صفحه عربی و منطقه خلیج فارس در زمان نهشته شدن توالی‌های دالان و کنگان (Sharland et al., 2001).



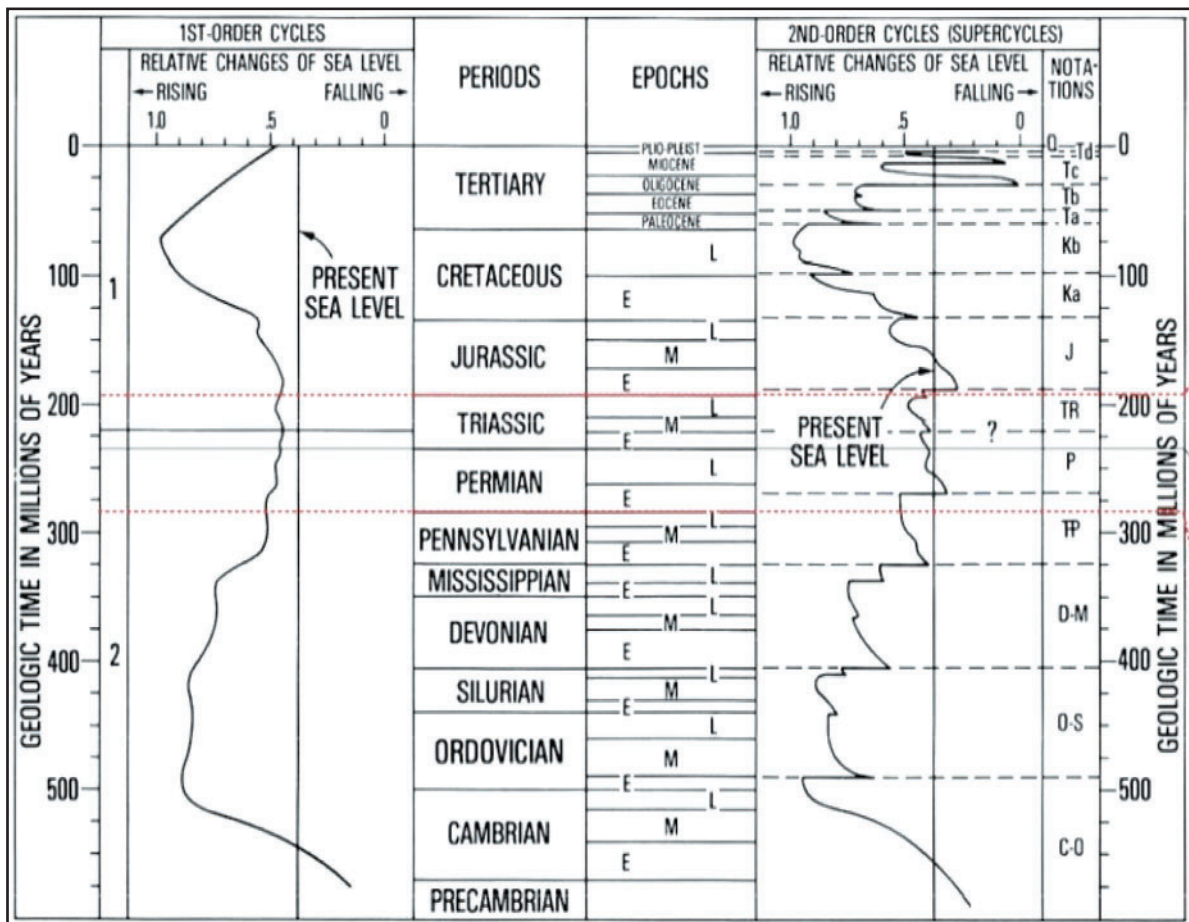
شکل ۲- رخساره‌های شناسایی شده در عضو دالان بالایی بر اساس مطالعات سنگ‌نگاری عبارتند از: الف) انیدریت توده‌ای- گرهکی (ندولار)؛ ب) سنگ آهک دولومیتی فسترال؛ پ) باندستون استرومانولیتی؛ ت) پکستون تا گرینستون پلوییدی؛ ث) وکستون تا پکستون بایوکلستی؛ ج) وکستون تا پکستون بایوکلستی- پلوییدی؛ چ) مادستون فسیل‌دار؛ ح) گرینستون- پکستون دارای پلویدهای ریز و بایوکلست؛ خ) پکستون- گرینستون دارای پلویدهای درشت و بایوکلست؛ د) گرینستون آئیدی؛ ذ) گرینستون- پکستون آئیدی- بایوکلستی؛ ر) گرینستون اینتراکلستی- بایوکلستی- آئیدی؛ ز) گرینستون اینتراکلستی؛ ژ) وکستون تا پکستون بایوکلستی؛ س) وکستون تا مادستون حاوی بایوکلست‌های ریز.



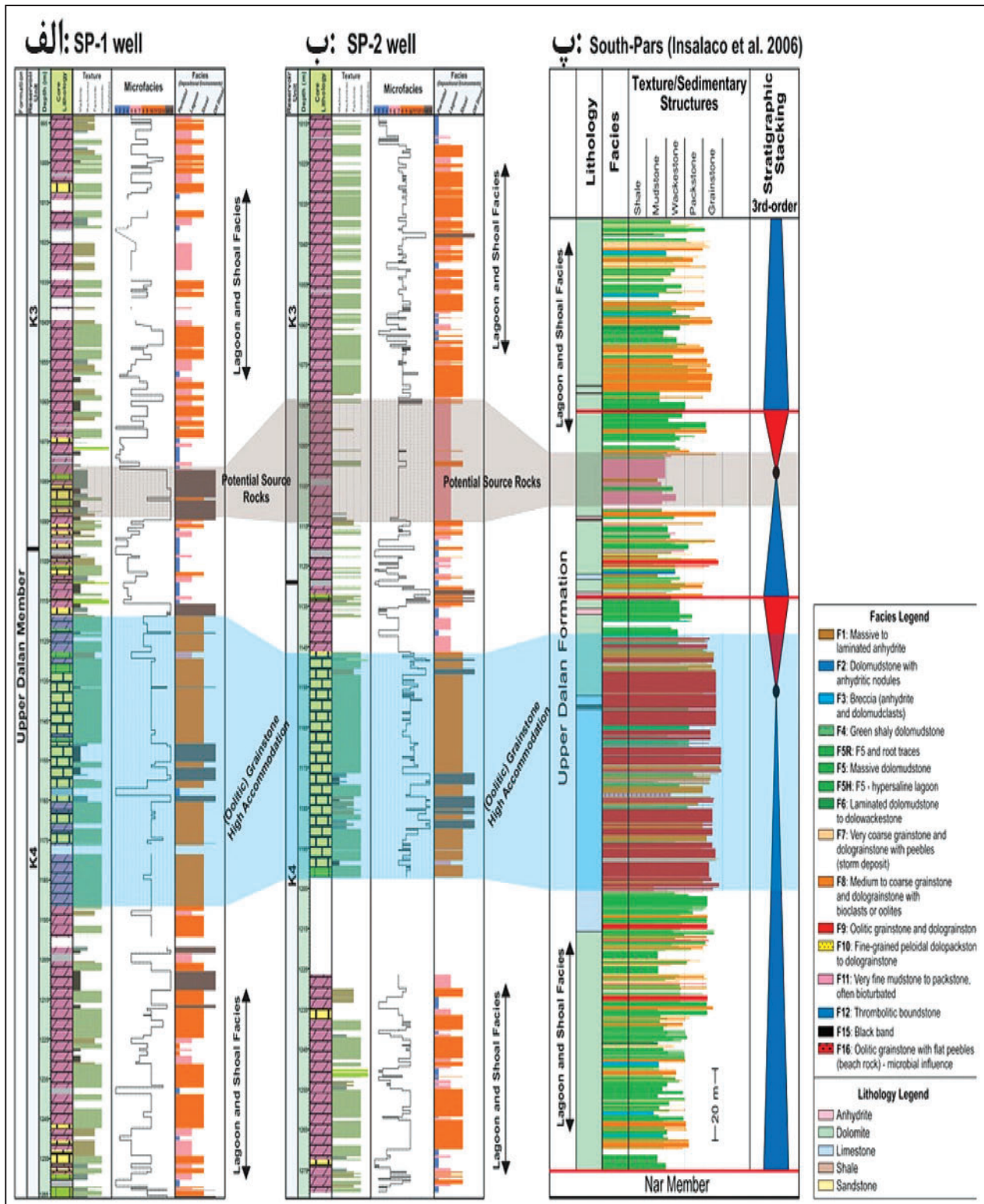
شکل ۳- توالی‌های رخساره‌ای و مجموعه‌های رخساره‌ای شناسایی شده سازند دالان بالایی در جاه‌های مطالعه شده.



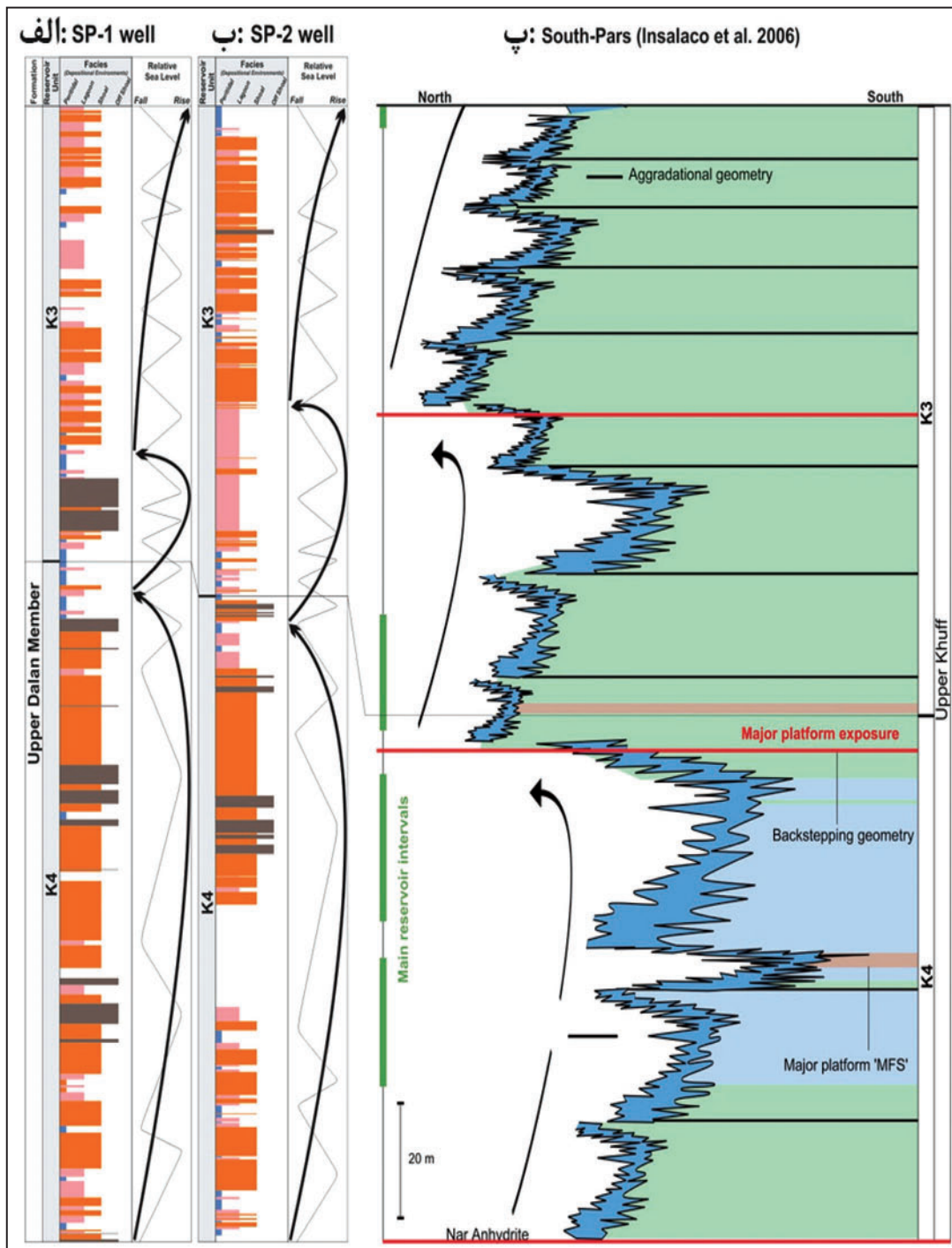
شکل ۴- مدل مفهومی پیشنهادی برای رسوب گذاری توالی دالان بالایی. موقعیت نسبی رخساره‌ها، اجزای سیستم رمپی و فراوانی نسبی رخساره‌های شناسایی شده در چاه‌های مورد مطالعه.



شکل ۵- منحنی‌های جهانی تغییرات سطح نسبی آب دریاها طی فانروزوییک، نشان می‌دهد که طی دوره زمانی پرمین پایانی (نهشته شدن عضو دالان بالایی)، سطح آب دریاها در پایین‌ترین حد خود بوده‌اند (با تغییرات از Vail et al., 1977; Golonka, 2002).



شکل ۶- مقایسه توالی‌های رخساره‌ای شناسایی شده در چاه‌های مورد مطالعه (الف و ب)؛ با توالی‌های رخساره‌ای تعریف شده توسط (Insalaco et al. 2006) در پلاتفرم خوف پرمین پایانی (پ)؛ تغییرات و روندهای رخساره‌ای مشابه، نشان‌دهنده نهشته شدن توالی دالان بالایی در پلاتفرمی بسیار کم شیب و یکنواخت با تأثیرپذیری شدید از تغییرات سطح نسبی آب دریا است.



شکل ۷- تغییرات سطح نسبی آب دریا به صورت روندها و چرخه‌های افت و خیزی کوچک (احتمالاً رده چهارم) و بزرگ (احتمالاً رده سوم) در توالی رخشاره‌ای دالان بالایی در چاه‌های مورد مطالعه (الف و ب) دیده می‌شود که با سیکل‌های هم‌ارز شناسایی شده در حوضه پرمین پایانی خوف (واحدهای مخزنی K3 و K4) (Insalaco et al., 2006) قابل مقایسه هستند.

References

- Ahr, W. M., 1973- The Carbonate Ramp an alternative to the shelf model, Gulf Coast. Association of Geological Societies Transactions, v. 23, p. 221-225.
- Alsharhan, A. S. & Kendall, C. G. St. C., 2003- Holocene coastal carbonates and evaporites of the southern Arabian Gulf and their ancient analogues. Earth-Science Reviews, v. 61, p. 191-243.
- Alsharhan, A. S. & Nairn, A. E. M., 1994- The Late Permian carbonates (Khuff Formation) in the western Arabian Gulf: its hydrocarbon parameters and paleogeographical aspects. Carbonates and Evaporites, U.S.A., v.9, n. 2, pp. 132-142.

- Alsharhan, A. S., 2006- Sedimentological character and hydrocarbon parameters of the Middle Permian to Early Triassic Khuff Formation, United Arab Emirates. *GeoArabia*, v. 11, no. 3, p. 121-158.
- Aurell, M., Ba'denas, B., Bosence, D. W. J. & Waltham, D. A., 1998- Carbonate production and offshore transport on a Late Jurassic carbonate ramp (Kimmeridgian, Iberian basin, NE Spain): evidence from outcrops and computer modeling. In: *Carbonate Ramps* (Eds V.P. Wright and T.P. Bur-chette), *Geol. Soc. London Spec. Publ.*, 149, 137-161.
- Bond, D. G. P. & Wignall, P. B., 2009- Latitudinal selectivity of foraminifer extinctions during the Late Guadalupian crisis. *Paleobiology*, 35.
- Burchett, T. P. & Wright, V. P., 1992- carbonate ramp depositional system, *Sed. Geology*, v.79, p. 3-57.
- Coe, A. L., 2003- *The Sedimentary Record of Sea-Level Change*. Cambridge University Press, New York, 288.
- Dunham, R. J. 1962- Classification of carbonate rocks according to depositional texture. *Amer Assoc Petrol Geol, Mem 1*: 108-121.
- Edgell, H. S., 1977- The Permian system as an oil and gas reservoir in Iran. *Iraq and Arabia: 2nd Iranian Geological Symposium*, Tehran, 161-195.
- Embry, A. F. & Klovan, J. E., 1971- A Late Devonian reef tract on northeastern Banks Island, Northwest territories. *Bull Can Petrol Geol* 19: 730-781.
- Esfafil-Dizaji, B. & Rahimpour-Bonab, H., 2009- Effects of depositional and diagenetic characteristics on carbonate reservoir quality: a case study from the South Pars gas field in the Persian Gulf. *Pet. Geosci.* 15, 1-22.
- Flügel, E., 2004- *Microfacies of carbonate rocks analysis, interpretation and application*. Berlin, Heidelberg, New York, Springer-Verlag, p. 712-723.
- Golonka, J., 2002 -Phanerozoic time Scale and definition slices. *SEPM Spec publ.*, 72, p. 11-20.
- Gregg, J. M. & Shelton, K. L., 1990- Dolomitization and dolomite neomorphism in the back reef facies of the Bonnetterre and Davis Formations (Cambrian), Southeastern Missouri. *Journal of Sedimentary Petrology*, 60, 549- 562.
- Insalaco, E., Virgone, A., Courme, B., Gaillot, J., Kamali, M., Moallemi, A., Lotfipour, 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*. 11, 75- 176.
- Kashfi, M. S., 1992- Geology of the Permian 'supergiant' gas reservoirs in the greater Persian Gulf area. *Journ. Petrol. Geol.*, 15, 465-480.
- Kastner, S., DeSimone, K., Konen, C. S., Szczepanski, S. M., Weiner, K. S. & Schneider, K. A., 2007- Topographic maps in human frontal cortex revealed in memory-guided saccade and spatial working-memory tasks. *J Neurophysiol* 97, 3494-3507.
- Kolodka, C., Vennin, E., Vachard, D., Trocme, V. & Goodarzi, M. H., 2012- Timing and progression of the end-Guadalupian crisis in the Fars province (Dalan Formation, Kuh-e Gakhum, Iran) constrained by foraminifers and other carbonate microfossils. *Facies*, 58.
- Marquis, S. A. & Laury, R. L., 1989- Glacio-eustasy, depositional environments, diagenesis and reservoir character of Geon Limestone Cyclothem (Desmoinesian), Concho platform, central Texas. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 73, 166-181.
- Purser, B. H., 1973- *The Persian Gulf; Holocene Carbonate Sedimentation and Diagenesis in a Shallow Epicontinental Sea*: Berlin, Springer-Verlag, 471 pp.
- Rahimpour-Bonab, H., Esfafil-Dizaji, B. & Tavakoli, V., 2010- Dolomitization and anhydrite precipitation in Permo-Triassic carbonates at the South Pars gasfield, Offshore Iran: controls on reservoir quality. *Journ. Petrol. Geol.*, 33, 43-66.
- Read, J. F., 1985- Carbonate platform facies models. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v. 69, no. 1, p. 1-21.
- Sharland, P. R. Archer, R., Casey, D. M., Davies, R. B., Hall, S. H., Heward, A. P., Horbury, A. D. & Simmons, M. D., 2001- Arabian Plate sequence stratigraphy. *GeoArabia Special Publication*, vol. 2. Gulf PetroLink, Bahrain. 371 pp.
- Shinn, E. A., 1983- Tidal flat environment, in P.A. Scholle., Bebout, D.G., Moore, C. H., eds., *Carbonate Depositional Environments*, Tulsa, OK, American Association of Petroleum Geologists Memoir 33, 171-210.
- Strohmenger, C. J., Always, R. H. S., Broomhall, R.W., Hulstrand, R. F., Al-Mansouri, A., Abdalla, A. A. & Al-Aidarous, A., 2002- Sequence stratigraphy of the Khuff Formation comparing subsurface and outcrop data (Arabian Plate, UAE). Paper presented at the 10th Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference. Society of Petroleum Engineers, SPE paper no. 78535, 558-568.
- Szabo, F. & Kheradpir, A., 1978- Permian and Triassic stratigraphy, Zagros basin, south-west Iran. *Journal of Petroleum Geology*, v. 1, no. 2, p. 57-82.
- Tucker, M. E. & Wright, V. P., 1990- *Carbonate Sedimentology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 482 p.
- Tucker, M. E., 1994- *Sedimentary petrology: an introduction to the origin of sedimentary rocks*. Blackwell Scientific Publication, 260 pp.
- Vail, P. R. Todd, R.G. & Sangree, J. B., 1977- Seismic stratigraphy and Global Changes of Sea Level: Part 5. Chronostratigraphic Significance of Seismic Reflection :Section 2. Application of Seismic Reflection Configuration to Stratigraphic Interpretation Memoir, 26 p. 99-116.
- Warren, J., 1999- *Evaporites: their evolution and economics*. Oxford; Malden, MA: Blackwell Science. 438 pp.
- Wilson, J. L., 1975- *Carbonate Facies in Geological History*. Springer, Berlin-Heidelberg, New York, 471pp.
- Wright, V. P., 1986- Facies sequences on a carbonate ramp: the Carboniferous Limestone of South Wales. *Sedimentology* 33, 221-241.