

ریزرخساره‌ها، محیط رسوبی و دیاژنز سازند ایلام در یکی از میدان‌های نفتی دشت آبادان

الهام اسدی مهماندوستی^{۱*}، سهیلا عبدالملکی^۲ و هرمز قلاوند^۳

۱ و ۲- دانشکده علوم‌زمین، دانشگاه خوارزمی، تهران

۳- وزارت نفت، خیابان رودسر، ساختمان مرکزی وزارت، بخش مشاورین

نویسنده مسئول: e.asadi@khu.ac.ir

دریافت: ۹۵/۴/۲۶ پذیرش: ۹۶/۲/۲۷

چکیده

سازند ایلام به سن کنیاسین- سانتونین یکی از سنگ مخزن‌های نفتی در حوضه زاگرس به شمار می‌آید، که به‌طور غالب از سنگ‌های کربناته تشکیل شده است. در این پژوهش سازند ایلام در سه برش زیرسطحی در مجموع با ستبرای ۲۷۴ متر در یکی از میدان‌های نفتی جنوب باختری ایران مورد بررسی قرار گرفت. لیتولوژی این سازند در چاه‌های مورد مطالعه از سنگ‌آهک با میان لایه‌هایی از شیل و سنگ آهک‌رسی تشکیل شده است. مطالعات رسوب‌شناسی و بررسی‌های رخساره‌ای ۲۳۰ برش نازک تهیه شده از خرده‌سنگ‌های حفاری منجر به شناسایی ۱۱ ریزرخساره و یک پتروفاسیس شیلی در ۳ کمر بند رخساره‌ای شد. این ریزرخساره‌ها در کمر بندهای رخساره‌ای لاگون، سد و دریایی باز نهشته شده‌اند. با توجه به ریزرخساره‌های شناسایی شده و مقایسه آن‌ها با نهشته‌های کربناته همانند در نقاط دیگر، نبود ساختارهای ریفی و رخساره‌های ریزشی و لغزشی، محیط رسوبی این توالی کربناته رمپ هموکلینال شناخته شد که مشتمل بر رمپ بیرونی، میانی و داخلی است. مهم‌ترین فرآیندهای دیاژنزی سازند ایلام در میدان نفتی مورد بررسی، آشفستگی زیستی، میکرایتی شدن، سیمانی شدن، انحلال و تخلخل، دولومیتی شدن، استیلولیتی شدن، پیریتی شدن و شکستگی‌ها است. مهم‌ترین سیمان‌های دیده شده در این سازند سیمان هم‌بعد، سیمان دروزی، سیمان بلوکی، سیمان هم‌محور و پرکننده رگه است که در سه محیط دیاژنزی دریایی، جوی و دفنی تشکیل شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: زاگرس، سازند ایلام، کرتاسه بالایی، محیط رسوبی، دیاژنز

۱- مقدمه

مطالعه می‌باشد. اگر چه پژوهشگران متعددی بر روی ویژگی‌های مختلف رسوب‌گذاری سازند ایلام مطالعه کرده‌اند (آدابی و اسدی مهماندوستی، ۲۰۰۸؛ غبیشاوی و همکاران، ۲۰۱۰؛ مهربانی و همکاران، ۲۰۱۳) اما با توجه به راهبردی بودن میدان مورد بررسی و با توجه به اینکه تاکنون پژوهش جامعی بر روی این میدان انجام نگرفته است و همچنین با توجه به گسترش زمانی و مکانی سازند ایلام در حوضه زاگرس، این سازند محیط رسوبی یکسانی نداشته و نیازمند بحث و بررسی بیشتری است.

۲- زمین‌شناسی عمومی

سه برش چینه‌شناسی مورد مطالعه به صورت زیرسطحی در یکی از میدان‌های جنوب‌باختری ایران در ۸۰ کیلومتری باختر اهواز در دشت خوزستان واقع شده‌اند (شکل ۱). دشت خوزستان در شمال خاوری پلت‌فرم عربستان و جنوب‌باختری کمر بند چین‌خورده زاگرس قرار دارد که دارای سه روند ساختمانی شمال خاوری-جنوب

حوضه رسوبی زاگرس با دارا بودن ذخیره ۸۱ میلیارد بشکه نفت در بخش ایرانی، یکی از کمر بندهای کوهزایی با ارزش جهان و یکی از مهم‌ترین حوضه‌های نفتی خاورمیانه است (موریس، ۱۹۸۰؛ استانلی، ۱۹۹۰). رسوبات کرتاسه در حوضه رسوبی زاگرس و پلاتفرم عربی به دلیل وجود مخازن نفتی عظیم همواره مورد توجه ویژه‌ای بوده است. بخش بزرگی از این منابع هیدروکربنی در گروه بنگستان از جمله سازندهای سروک و ایلام در زاگرس و پلاتفرم عربی جای گرفته است (مطیعی، ۱۳۷۲). گروه بنگستان از پایین به بالا شامل سازندهای کژدمی، سروک، سورگه و سنگ‌آهک‌های ایلام می‌باشد. این گروه اولین بار توسط جیمز و واینند (جیمز و واینند، ۱۹۶۵) معرفی شد و از نظر زمان زمین‌شناسی متعلق به آلبین تا سانتونین از سیستم کرتاسه می‌باشد. هدف از مطالعه حاضر بررسی رخساره‌ها، شناسایی محیط رسوبی و چینه‌نگاری سکانسی سازند ایلام در میدان نفتی مورد

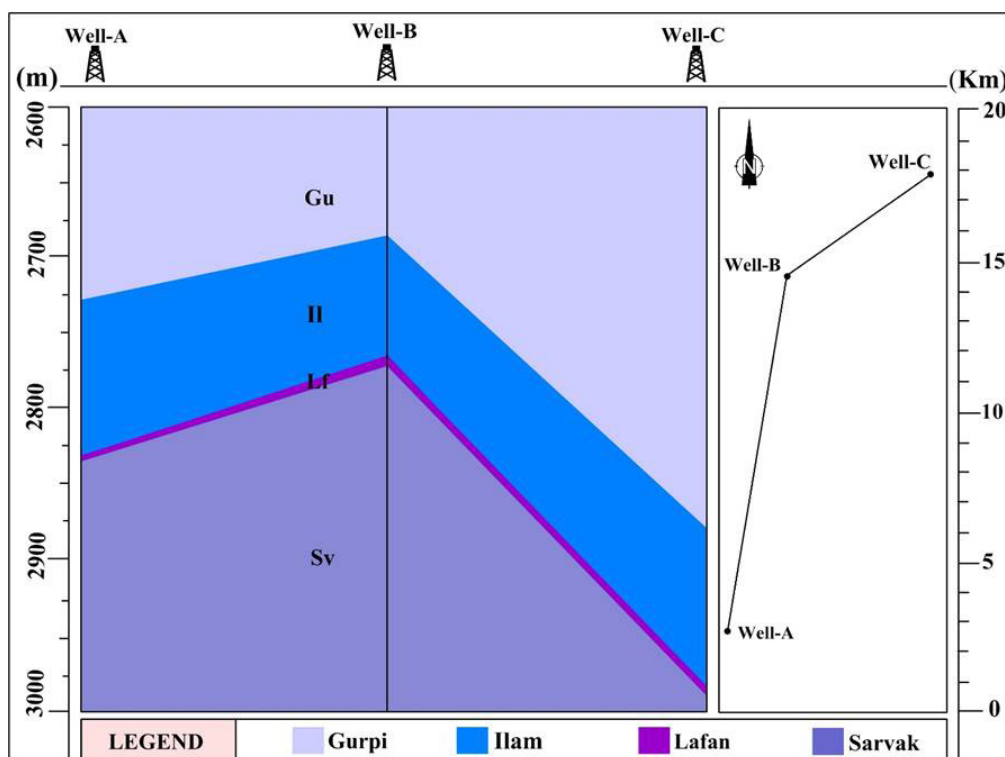
است. بخش نریک شامل سنگ‌آهک‌های کم ژرفای دارای روزن‌داران کفزی مانند میلیولید، تکستولارید و روتالیا و بخش پلاژیک از سنگ‌آهک‌های ژرف دارای روزن‌داران پلانکتونیک مانند گونه‌های متعدد الیگوستژینید، هتروهلکس و هدبرگلا تشکیل شده است. مرز بالایی آن با سازند گورپی به صورت ناپیوسته و مرز پایینی آن با سازند لافان به صورت هم‌ساز است که بر روی سنگ‌آهک‌های سازند مخزنی سروک قرار گرفته‌اند. در این میدان نفتی، سازند ایلام متشکل از بایوزون ۳۰ و ۲۶ (وایند، ۱۹۶۵) می‌باشد.

باختری، شمال باختری-جنوب خاوری و شمالی - جنوبی می‌باشد.

توالی کربناته سازند ایلام در چاه A، ۱۰۰ متر، در چاه B، ۷۴ متر و در چاه C، ۱۰۰ متر ستبراً داشته (شکل ۲) و شامل تناوبی از سنگ‌آهک همراه با بلورهای دولومیت و میان لایه‌هایی از سنگ‌آهک رسی است. در دو چاه A و B چند متر بالایی سازند ایلام دارای میان لایه‌های شیلی نازک لایه به رنگ تیره می‌باشد. توالی کربناته سازند ایلام با سن کنیاسین- سانتونین (کرتاسه بالایی) در ناحیه مورد بررسی عمدتاً دارای دو رخساره نریتیک و پلاژیک



شکل ۱. نقشه‌ی زمین‌شناسی ساختاری که زیر پهنه‌های زاگرس را نشان می‌دهد. میدان نفتی مورد مطالعه در دشت آبادان واقع شده که با خط قرمز نمایش داده شده است (اقتباس از هابر، ۱۹۷۷؛ بربریان، ۱۹۹۵؛ جهانی و همکاران، ۲۰۰۹).



شکل ۲. تطابق چاه‌های مورد ارزیابی و فاصله این چاه‌ها از یکدیگر در میدان نفتی مورد بررسی

۳- روش پژوهش

در این پژوهش علاوه بر بررسی لاگ گاما و صوتی، ۲۳۰ مقطع نازک تهیه شده از خرده‌های حفاری مربوط به ۳ برش زیرسطحی در یکی از میدان‌های جنوب باختری ایران بررسی شد و نوع، اندازه و درصد دانه‌ها و زمینه در این مقاطع شناسایی گردید. برای نام‌گذاری سنگ‌های کربناتی از رده‌بندی دانهام (۱۹۶۲) و برای توصیف ریزرخساره‌ها و ارائه مدل رسوبی از روش ویلسون (۱۹۷۵) و فلوگل (۲۰۱۰) استفاده شد. سپس فرآیندهای دیاژنتیکی تاثیرگذار بر روی این نهشته‌ها در برش‌های میکروسکوپی شناسایی و تاریخچه دیاژنتزی سازند ایلام در این میدان نفتی تعیین گردید.

۴- ریزرخساره‌ها

بررسی مقاطع نازک سازند ایلام، منجر به شناسایی ۱۱ ریزرخساره و یک پتروفاسیس شیلی در سه کمر بند رخصاره‌ای دریای باز، سد و لاگون شده است که از بخش ژرف به کم ژرفا عبارتند از:

۴-۱ ریز رخصاره‌های کمر بند رخصاره‌ای دریای باز

- ریزرخساره ۱: مادستون آرژیلی دارای روزن‌داران پلانکتونیک

MF1: Planktonic Foraminifera Argillaceous Mudstone

این ریزرخساره دارای زمینه‌ای گلی می‌باشد. میکروفسیل‌های پلانکتونی موجود در این ریزرخساره شامل هدبرگلا، هتروهلکس و الیگوسترینید به میزان کمتر از ۱۰ درصد می‌باشند. در این ریزرخساره خرده‌های اکیونئید با پوسته هیالین با درصد بسیار پایین دیده می‌شود (شکل ۳-A). این ریزرخساره در چاه C دیده شده است. بررسی ژئوشیمیایی انجام گرفته بر روی این ریزرخساره نشانگر بالابودن میزان آلومینیوم، آهن، پتاسیم، کبالت و کرم و کم بودن میزان کلسیم نسبت به سایر ریزرخساره‌ها و در نتیجه حضور کانی‌های رسی در آن می‌باشد (عبدالملکی، ۱۳۹۵).

تفسیر: فراوانی زمینه‌ای گلی و حضور روزن‌داران پلانکتونیک، نشانگر تشکیل این ریزرخساره در بخش عمیق حوضه با انرژی بسیار کم در زیر قاعده اثر امواج توفانی^۱ و دارای آب‌های ساکن بوده که در کمر بند

رخساره‌ای شماره ۱ ویلسون نهشته شده است (ویلسون، ۱۹۷۵). همانند این ریزرخساره توسط قلاوند (۱۳۸۸) در شمال‌خاوری فروافتادگی دزفول و صفاری (۱۳۹۱) در یکی از میدان‌های جنوب‌باختری ایران معرفی شده است. این ریزرخساره برابر ریزرخساره RMF-2 معرفی شده توسط فلوگل (۲۰۱۰) است و به محیط رمپ بیرونی وابسته است.

- ریزرخساره ۲: وکستون تا پکستون دارای روزن‌داران پلانکتونیک

MF2: Planktonic Foraminifera Wackestone to Packstone

این ریزرخساره در سنگ‌آهک‌های سازند ایلام در بخش قاعده‌ای در هر سه چاه A، B و C حضور دارد و حاوی روزن‌داران پلانکتونی (مورفوتایپ نوع ۱) به میزان ۳۰ درصد است. اجزای اسکلتی اصلی تشکیل‌دهنده این ریزرخساره شامل گونه‌های متعدد الیگوسترینید از جمله کلسیسفر (*Calcisphaerula innominate*), *Stomiosphaera Sphaerica*، پیتونلا (*Pithonella Ovalis*) و روزن‌داران پلانکتونیک دیگر مانند هدبرگلا و هتروهلکس می‌باشد که در زمینه‌ای از میکرایت قرار دارند (شکل ۳-B).

تفسیر: دلایلی مانند نبود آثار و شواهد توفانی و هرگونه فونای آب‌های کم ژرف مانند دانه‌های آواری، فراوانی گل و محتوی فسیلی (پلانکتونیک) نشانگر تشکیل این ریزرخساره در زیر سطح اثر امواج توفانی با انرژی کم می‌باشد. حضور *Pithonella Ovalis* با روزن‌داران پلانکتونیک نشان‌دهنده محیطی سرشار از کربنات کلسیم، آب و هوای گرم می‌باشد که در رمپ‌های بیرونی تا مناطق کم ژرفای باتیال گسترش دارند (ویلان، ۱۹۷۵؛ استراسر و همکاران، ۲۰۰۱) و در کمر بند رخصاره‌ای شماره ۲ ویلسون قرار می‌گیرد. همانند این ریزرخساره در میدان نفتی ماله کوه توسط سپیانی و همکاران (۱۳۸۹) برای سازند ایلام معرفی شده است. این ریزرخساره هم‌ارز ریزرخساره RMF-3 معرفی شده توسط فلوگل (۲۰۱۰) است و به محیط رمپ بیرونی وابسته است.

- ریزرخساره ۳: وکستون تا پکستون دارای الیگوسترینید

MF3: Oligosteginid Wackestone to Packstone

^۱ Storm Wave Base

- ریزرخساره ۵: مادستون

MF5: Mudstone

اجزای اسکلتی این رخساره مادستونی روزن‌داران کوچکی مانند روتالیا و پلاک‌های اکینوئید به مقدار کمتر از ۵ درصد است. فشردگی باعث ایجاد رگچه‌های انحلالی و استیلولیت شده، به طوری که حالت لایه‌بندی در زمینه ایجاد کرده است. گاهی دانه‌های خارپوست در میان این رگچه‌ها قرار گرفته‌اند و دچار شکستگی و انحلال شده‌اند (شکل ۳- E).

تفسیر: نبود ارتباط و همراهی با رخساره‌های تبخیری، وجود لامیناسیون و نبود زیبای لاگون و حضور حجم گل بالا در این رخساره میکروسکوپی نشان می‌دهد که در محیطی آرام و دور از ساحل (زیر سطح اثر امواج) رسوب‌گذاری کرده است. اما در نواحی عمیق‌تر الیگوستژینید نیز در کنار روتالیاها دیده می‌شود که نشان از این است که این ریزرخساره در نواحی رمپ بیرونی با ژرفای متوسط قرار دارد. همانند این ریزرخساره توسط غبیشاوی (۱۳۸۷) برای سازند ایلام معرفی گشته است. این ریزرخساره برابر ریزرخساره RMF-5 معرفی شده توسط فلوگل (۲۰۱۰) است و به ناحیه رمپ بیرونی در چاه C وابسته است.

- ریزرخساره ۶: وکستون تا پکستون بایوکستی دارای اکینوئید

MF6: Echinoids Bioclast Wackestone to Packstone

اجزای اصلی این ریزرخساره خرده‌های اکینوئید در حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد است. از دانه‌های اسکلتی دیگر می‌توان به بریوزوئر، استراکود و گاهی روزن‌دارانی مانند روتالیا و روزن‌داران پلانکتونیک که در مجموع دارای درصد پایینی در حدود ۱۰ درصد می‌باشند، اشاره کرد، که در زمینه میکرایتی قرار دارند. دانه‌های غیراسکلتی که در این ریزرخساره دیده می‌شوند، پلوئید و دانه‌های پوشش‌دار هستند که مقدار آن‌ها در مجموع کمتر از ۵ درصد است. بافت وکستونی در این ریزرخساره چیره است (شکل ۳- F). این ریزرخساره در چاه A دیده شده است.

تفسیر: وجود میزان بالای خرده‌های زیستی و میکرایت نشان‌دهنده کاهش انرژی است. هم‌چنین حضور روزن‌داران پلانکتونیک همانند الیگوستژینید نشانه تشکیل این ریزرخساره در یک محیط حدواسط از نظر ژرفا پس از محیط سد در ابتدای رمپ بیرونی است. این

در این رخساره گونه‌های متعدد الیگوستژینید همانند کلسیسفر (*Calcisphaerula*)، *Stomiosphaera* و *Sphaerica* و پیتونلا (*Pithonella ovalis*) با فراوانی ۳۵ تا ۴۰ درصد جزء اصلی و روزن‌داران پلانکتونی دیگر همانند هدبرگلا و هتروهلکس با فراوانی کم از اجزای فرعی هستند. از اجزای دیگر این ریزرخساره می‌توان به خرده‌های از اکینوئید به مقدار ناچیزی اشاره کرد (شکل ۳- C).

تفسیر: با توجه به وجود میکروفسیل‌های پلانکتون و بافت گل‌پشتیان تا دانه‌پشتیان، این ریزرخساره در محیطی نیمه عمیق با انرژی کم تا متوسط زیر سطح اثر امواج نهشته شده است (شول و آلر شول، ۲۰۰۳؛ فلوگل، ۲۰۱۰) این رخساره در کمربند رخساره‌ای شماره ۱ ویلسون نهشته شده است (ویلسون، ۱۹۷۵) و در هر سه چاه دیده شده است. غبیشاوی (۱۳۸۷) در تاق‌دیس بنگستان و قلاوند (۱۳۸۸) در فروافتادگی دزفول همانند این ریزرخساره را از سازند ایلام معرفی نموده‌اند. این ریزرخساره برابر ریزرخساره RMF-3 معرفی شده توسط فلوگل (۲۰۱۰) است و به محیط رمپ بیرونی وابسته است.

- ریزرخساره ۴: وکستون تا پکستون دارای الیگوستژینید / پلوئید

MF4: Peloidal / Oligosteginid Wackestone to Packstone

گونه‌های الیگوستژینید اجزاء اصلی تشکیل‌دهنده این ریزرخساره می‌باشند که مقدار آن‌ها ۳۰ درصد است. از اجزای غیر اسکلتی این ریزرخساره می‌توان به دانه‌های پلوئید به میزان ۱۵ درصد اشاره کرد. پلاک‌های اکینوئید در این ریزرخساره به مقدار کمی دیده شده است (شکل ۳- D). این ریزرخساره تنها در چاه C دیده شده است.

تفسیر: با توجه به حضور الیگوستژینیدها، محیط تشکیل این ریزرخساره محیط کم انرژی و نیمه عمیق دریای باز و زیر خط امواج توفانی و در بخش‌هایی با ژرفای متوسط می‌باشد (فلوگل، ۲۰۱۰). مانند این ریزرخساره توسط غبیشاوی (۱۳۸۷) در ناحیه خوزستان، قلاوند (۱۳۸۸) و مهربابی و همکاران (۲۰۱۳) در فروافتادگی دزفول از سازند ایلام معرفی شده است. این ریزرخساره هم‌ارز ریزرخساره RMF-4 معرفی شده توسط فلوگل (۲۰۱۰) است و به محیط رمپ بیرونی وابسته است.

لیتوکلاست محسوب می‌شوند (فلوگل، ۲۰۱۰). از جمله بایوکلاست‌هایی که در این رخساره دیده می‌شود خرده‌های اکیئوئید و جلبک قرمز می‌باشند که این اجزا نیز تا حدودی میکرایتی شده‌اند. لیتوکلاست‌ها و دانه‌های پوشش‌دار در این ریزرخساره در زمینه میکرایت و گاهی سیمان اسپاری قرار دارند. روزن‌داران مانند روتالیا نیز به ندرت در این ریزرخساره دیده می‌شود (شکل ۳-H). این ریزرخساره نیز در چاه‌های A و C دیده شده است.

تفسیر: وجود پلوئید با فابریک دانه‌پشتیبان و لیتوکلاست‌های گرد شده در زمینه‌ی سیمان نشان از شرایط محیط پر انرژی سد دارد. همچنین وجود روتالیا در رخساره گرینستونی می‌تواند تاییدی بر این موضوع باشد (گیل، ۲۰۰۰). با توجه به حضور جلبک‌های قرمز و برخی موجودات مربوط به محیط لاگون در هسته برخی ائیدها می‌توان گفت که این ریزرخساره در بخش پشتی سد به سمت لاگون نهشته شده است. همانند این ریزرخساره را صفاری (۱۳۹۱) برای سازند ایلام در یکی از میدان‌های نفتی دشت آبادان و همچنین مهرابی و همکاران (۲۰۱۳) در منطقه فروافتادگی دزفول معرفی نموده‌اند. این ریزرخساره برابر ریزرخساره RMF-30 معرفی شده توسط فلوگل (۲۰۱۰) است و به محیط پر انرژی سد از رمپ میانی وابسته است.

۳-۴ ریز رخساره‌های کمر بند رخساره‌ای لاگونی - ریزرخساره ۹: پکستون تا گرینستون دارای پلوئید / روزنداران بنتیک

MF9: Benthic Foraminifera/ Peloid Packstone to Grainstone
اجزای اصلی این ریزرخساره دانه‌های غیر اسکلتی پلوئید به میزان ۲۵ تا ۳۰ درصد و اجزای اسکلتی مانند روزن‌داران بنتیک مانند سودولیتونلا با پوسته آگلوتینه و روتالیا (*Rotalia Spp.*) به مقدار کمتر است. همچنین قطعات اکیئوئید، در این ریزرخساره دیده شده‌اند که در زمینه سیمانی تا میکرایتی قرار گرفته‌اند (شکل ۳-I).

تفسیر: با توجه به اینکه پلوئیدها با فابریک دانه‌پشتیبان در رخساره گرینستونی قرار گرفته‌اند می‌توانند نشانه جابه‌جایی آن‌ها از یک محیط کم انرژی به یک محیط پر انرژی باشد. بنابراین می‌توان گفت این ریزرخساره در

ریزرخساره در کمر بند شماره ۲ یا ۳ ویلسون (۱۹۷۵) قرار می‌گیرد. همانند با این ریزرخساره برای سازند ایلام توسط مهرابی و همکاران (۲۰۱۳) در فروافتادگی دزفول و خانجانی و همکاران (۱۳۹۲) در میدان نفتی سیری الوند معرفی شده است. این ریزرخساره برابر ریزرخساره RMF-7 معرفی شده توسط فلوگل (۲۰۱۰) است و به بخش انتهایی از رمپ میانی و بخش ابتدایی از رمپ بیرونی وابسته است.

۲-۴ ریزرخساره‌های کمر بند رخساره‌ای سدی

- ریزرخساره ۷: پکستون تا گرینستون دارای ائید MF7: Ooid Packstone to Grainstone

ائیدهای تیره رنگ با فابریک شعاعی و مماسی با جورشدگی خوب در زمینه‌ای از کلسیت اسپاری و گاهی زمینه میکرایتی قرار دارند و سرشار از اکسید آهن هستند. ائیدها در این ریزرخساره بیش‌تر شکسته شده و در بین رگچه‌های انحلالی دیده می‌شوند. اجزای اسکلتی به ندرت در این ریزرخساره قابل شناسایی بوده و تنها گاهی قطعاتی از اکیئوئید را می‌توان دید. کورتوئید از دیگر اجزای غیر اسکلتی این ریزرخساره است (شکل ۳-G). این ریزرخساره در چاه‌های A و C دیده شد.

تفسیر: تشکیل انواع گرینستون‌ها نشان‌دهنده آب‌های کم ژرفای آشفته شده توسط امواج و جریان‌ها است (اورل و همکاران، ۱۹۹۸؛ کاستنر و همکاران، ۲۰۰۷). همانند این ریزرخساره توسط مهرابی و همکاران (۲۰۱۳) و همچنین آدابی و اسدی‌مهماندوستی (۲۰۰۸) از سازند ایلام معرفی شده است. این ریزرخساره برابر ریزرخساره RMF-29 معرفی شده توسط فلوگل (۲۰۱۰) است و به محیط پر انرژی سد^۲ از رمپ میانی وابسته است.

- ریزرخساره ۸: پکستون تا گرینستون دارای لیتوکلاست / پلوئید

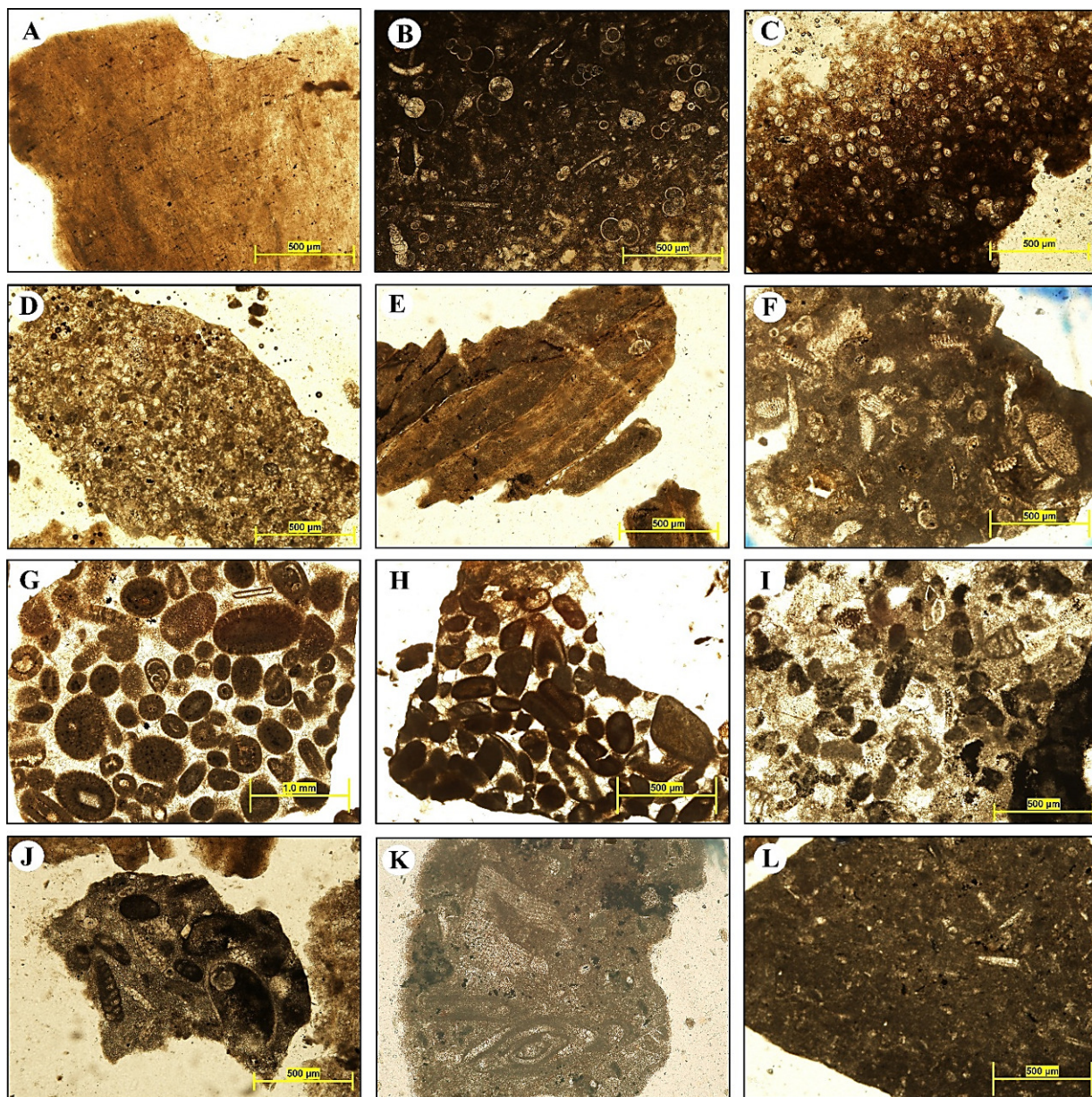
MF8: Peloidal / Lithoclast Packstone to Grainstone

این ریزرخساره دارای مقدار زیادی پلوئید است که از میکرایتی شدن اجزای اسکلتی و ائیدها پدید آمده‌اند که در برخی موارد ساختمان نخستین آن‌ها قابل شناسایی است. زمانی که این دانه‌ها دارای اندازه‌ی کمتر از ۰/۲ میلی‌متر باشند پلوئیدها را تشکیل می‌دهند در غیر این

² Shoal

(۲۰۱۳) از سازند ایلام گزارش شده است. این ریزرخساره برابر ریزرخساره RMF-14 معرفی شده توسط فلوجل (۲۰۱۰) است و به محیط دریای باز از رمپ داخلی نسبت داده شده است.

انتهای لاگون و به سمت دریای باز نهشته شده است چرا که این ریزرخساره مخلوطی از ویژگی‌های لاگون و محیط پیرانرژی را دارا است. همانند این ریزرخساره توسط غیباشوی (۱۳۸۷) در میدان نفتی آب تیمور، قلاوند (۱۳۸۸) در تاق‌دیس منگشت و مهرابی و همکاران



شکل ۳. A) ریزرخساره شماره ۱ (مادستون آرزلی دارای روزنداران پلانکتونیک)، چاه C، ژرفای ۲۹۷۶ متری - B) ریزرخساره شماره ۲ (وکستون تا پکستون دارای روزنداران پلانکتونیک)، چاه A، ژرفای ۲۸۰۴ متری - C) ریزرخساره شماره ۳ (وکستون تا پکستون دارای الیگوسترژینید)، چاه A، ژرفای ۲۷۸۰ متری - D) ریزرخساره شماره ۴ (وکستون تا پکستون دارای الیگوسترژینید / پلوئید)، چاه C، ژرفای ۲۹۳۲ متری - E) ریزرخساره شماره ۵ (مادستون)، چاه C، ژرفای ۲۹۰۸ متری - F) ریزرخساره شماره ۶ (وکستون تا پکستون بایوکستی دارای اکینوئید)، چاه A، ژرفای ۲۷۶۸ متری - G) ریزرخساره شماره ۷ (پکستون تا گرینستون دارای الئید)، چاه A، ژرفای ۲۷۵۶ متری - H) ریزرخساره شماره ۸ (پکستون تا گرینستون دارای لیتوکلیست / پلوئید)، چاه C، ژرفای ۲۸۹۴ متری - I) ریزرخساره شماره ۹ (پکستون تا گرینستون دارای پلوئید / روزنداران بنتیک)، چاه B، ژرفای ۲۷۰۰ متری - J) ریزرخساره شماره ۱۰ (وکستون تا پکستون بایوکستی دارای روزنداران بنتیک)، چاه B، ژرفای ۲۶۹۸ متری - K) ریزرخساره شماره ۱۱ (وکستون بایوکستی دارای روزنداران بنتیک / پلوئید)، چاه B، ژرفای ۲۶۹۵ متری - L) پتروفاسیس شیلی، چاه A، ژرفای ۲۷۳۰ متری.

اکیئوئید، قطعاتی از بریوزوئر و جلبک سبز و قرمز بایوکلست‌های این ریزرخساره را تشکیل می‌دهند. بایوکلست‌ها و حتی خرده‌های جلبکی، میکرایتی شده‌اند (شکل ۳- K).

تفسیر: وجود میلیولید با پوسته پورسلانوز و درصد بالای میکرایت در زمینه و هم‌چنین وجود پلوئید در این ریزرخساره یک محیط نسبتاً شور، محدود آرام و کم انرژی در بالای فوتیک زون را تداعی می‌کند (گیل، ۲۰۰۰). قلاوند (۱۳۸۸) همانند این ریزرخساره را در فروافتادگی دزفول معرفی نمود. این ریزرخساره برابر ریزرخساره RMF-20 معرفی شده توسط فلوگل (۲۰۱۰) است و به محیط لاگون از رمپ داخلی وابسته است.

- پتروفاسیس: رخساره شیلی

PF: Shale

در ابتدای دو برش زیرسطحی A و B (مرز میان سازند ایلام و گورپی) رخساره‌ی شیلی به رنگ خاکستری تیره دیده می‌شود. نمودار گاما و صوتی در این بخش افزایش بالایی را نشان می‌دهند (شکل ۶). بالا بودن پرتوی گاما می‌تواند به دلیل حضور لایه‌های شیل، گلوکونیت و یا حضور اکسیدهای آهن در این رخساره باشد. این رخساره شیلی دارای دانه‌های اسکلتی مانند پلاک‌های اکیئوئید، میلیولید، بریوزوئر در مجموع ۱۰ تا ۱۵ درصد و دانه‌های غیراسکلتی پلوئید در حدود ۱۰ درصد می‌باشد که محیط لاگون را تداعی می‌کند. این لایه‌ی شیلی دارای ستبرای ۸ متر در چاه A و ۳ متر در چاه B است (شکل ۶). افزون بر این در بخش‌های میانی از چاه نیز نهشته‌های شیلی به فراوانی به صورت میان لایه‌هایی نازک در لایه‌های سازند ایلام یافت می‌شوند. اجزای اسکلتی در این میان‌لایه‌ها بسیار کم بوده و گاهی خرده‌های اکیئوئیدها را می‌توان دیده کرد.

۴- تفسیر محیط رسوبی

ریزرخساره‌های شناسایی شده سنگ‌های آهکی سازند ایلام در چاه‌های میدان مورد بررسی در دشت آبادان نشان می‌دهند که این سنگ‌ها در یک محیط دریایی که به طور پیوسته و دوره‌ای، ژرفا و انرژی آن تغییر کرده است تشکیل شده‌اند. لذا در هر سه چاه، هر دو رخساره‌ی ژرف و کم ژرف قابل شناسایی است. با توجه به نبود

- ریزرخساره ۱۰: وکستون تا پکستون بایوکلستی

دارای روزن‌داران بنتیک

MF10: Benthic Foraminifera Bioclast Wackestone to Packstone

از اجزای بایوکلستی که در این ریزرخساره دیده شده است می‌توان به خرده‌های اکیئوئید، جلبک، گاستروپود و بریوزوئر اشاره نمود. میلیولید، تکستولارید و روتالیا (*Rotalia Skourrensis*, *Rotalia* Spp.) روزن‌داران بنتیک موجود در این ریزرخساره هستند که فراوانی در حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد را به خود اختصاص می‌دهند. دانه‌های غیراسکلتی مانند پلوئید و دانه‌های ائید میکرایتی شده (حمل شده) در این ریزرخساره پایین و در حدود کمتر از ۵ درصد می‌باشد که در زمینه میکرایتی قرار دارند. از جمله دانه‌های غیرکربناته‌ای که در این ریزرخساره وجود دارد می‌توان گلوکونیت و دانه‌های کوارتز را نام برد. اکسیدهای آهن به صورت لکه‌ای (قرمز تا قهوه‌ای رنگ) در نقاط مختلف زمینه به خوبی قابل شناسایی است (شکل ۳- J).

تفسیر: این ریزرخساره دارای بافت زمینه‌پشتیبان دانه‌پشتیبان (به نسبت کمتر) می‌باشد. وجود میلیولید با پوسته پورسلانوز تنوع کم فونا و غالب بودن زمینه میکرایتی در بیش‌تر نقاط می‌تواند نشانه محیط محصور با گردش آب محدود باشد (فلوگل، ۲۰۱۰). هم‌چنین در برخی نقاط، دانه‌های اسکلتی با بافت پکستونی تشکیل این ریزرخساره در حد فاصل محیط‌های لاگون و سد را تایید می‌کند. خانجانی و همکاران (۱۳۹۲) در میدان نفتی سیری الوند همانند این ریزرخساره را برای سازند ایلام معرفی نموده است. این ریزرخساره برابر ریزرخساره RMF-13 معرفی شده توسط فلوگل (۲۰۱۰) است و به محیط بسته از رمپ داخلی وابسته است.

- ریزرخساره ۱۱: وکستون بایوکلستی دارای

روزن‌داران بنتیک / پلوئید

MF11: Peloidal / Benthic Foraminifera Bioclast Wackestone

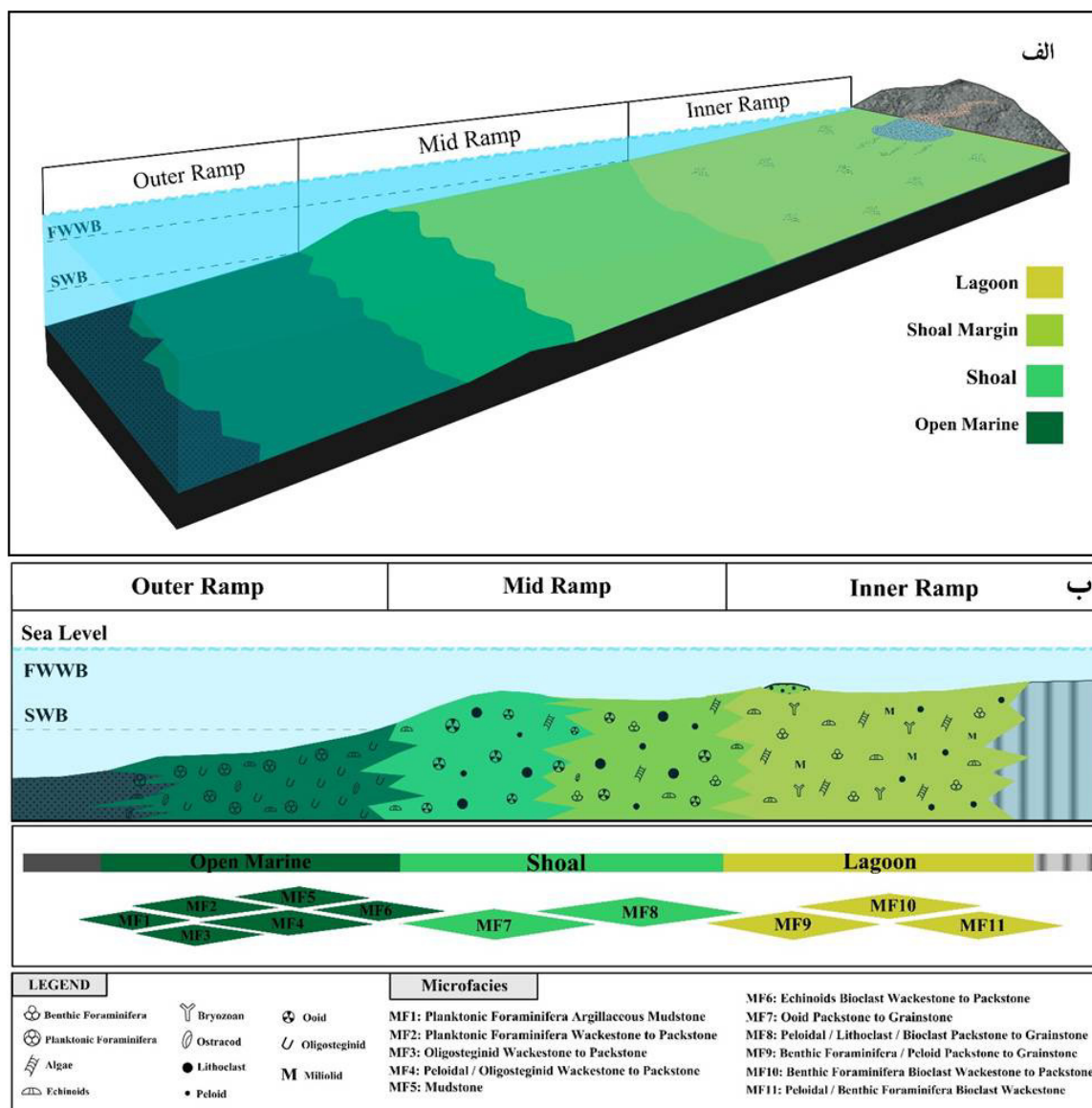
اجزای تشکیل‌دهنده این ریزرخساره میلیولید، تکستولارید و روتالیاهای کوچک (*Rotalia* Spp, *Rotalia Skourensis*) به میزان ۱۰ تا ۱۵ درصد هستند که در زمینه میکرایتی قرار گرفته‌اند و منحصراً در بخش بالایی سازند ایلام قرار دارد. هم‌چنین دانه‌های پلوئید غیراسکلتی به میزان ۱۵ درصد دیده شد. خرده‌های

نشان‌دهنده تشکیل در محیط کم ژرفا و کم انرژی لاگون و بخش درونی رمپ است. وانت لند (۱۹۷۵) همه مجموعه‌های میلیولیدی را از کمربند رخساره‌ای لاگون گزارش نمود.

در بخش سد از رمپ میانی کاهش تدریجی ژرفا و افزایش انرژی محیط، مقدار گل آهکی کاهش یافته و میزان سیمان کلسیت اسپاری افزایش می‌یابد و رخساره‌های گرینستونی را ایجاد می‌کند. انرژی زیاد سبب می‌شود که دانه‌های درشت در این بخش ته‌نشست شوند و گل کربناته از محیط شسته و خارج شود. این بخش در دو چاه A و C دیده شد. در حالی که در چاه B این بخش دیده نشده و تنها رخساره پارانرژی مربوط به بخش پایانی لاگون است.

ساخت‌های ریفی، نبود آنکوئیدها، پیروئیدها و دانه‌های آگرگات خاص شلف‌های لبه‌دار و کربنات‌های دوباره نهشته شده، هم‌چنین نبود ساخت‌های ریزشی و لغزشی که نشانگر شیب بالای محیط رسوبی در هنگام رسوب‌گذاری می‌باشند همگی مربوط به شلف کربناته هستند (فلوگل، ۲۰۱۰)، مدل رسوب‌گذاری سازند ایلام، پلاتفرم کربناته از نوع رمپ تک شیب شناسایی شد که مشتمل بر رمپ داخلی، میانی و بیرونی است (شکل ۴).

در هر سه چاه مورد مطالعه در رمپ درونی بخش لاگون شناسایی شد و رخساره‌های ساحلی و پهنه کشندی دیده نشده است. حضور روزن‌داران بدون منفذ با پوسته پورسلانوز مانند میلیولید (بران‌دو، ۲۰۰۸)، پلوئید، لیتوکلسستاها و وجود گل آهکی در بین دانه‌ها،



شکل ۴. الف) شکل شماتیک محیط رسوبی در منطقه مورد بررسی ب) نیمرخ محیط رسوبی و محل ته‌نشست ریزر رخساره‌ها

A به سمت شمال میدان فراوانی رخساره‌های مربوط به دریای باز افزایش یافته و زرفای حوضه بیش‌تر می‌شود (شکل ۵).

۵- دیاژنز

فرآیندهای دیاژنز از هنگام رسوب‌گذاری آغاز شده و تا مرحله بالآمدگی و دفن ادامه دارد. انواع فرآیندها دیاژنزی که در بُرش‌های بررسی شده از سازند ایلام در میدان نفتی مورد مطالعه دیده شده‌اند به شرح زیر هستند:

- **میکرایتی شدن:** فرآیند میکرایتی شدن یکی از نخستین فرآیندهای دیاژنتیکی است که در محیط فریاتیکی دریایی و در نزدیکی سطح تماس آب و رسوب اتفاق می‌افتد. این فرآیند به وسیله تکرار فعالیت‌های میکروارگانسیم‌ها از جمله سیانوباکتری‌ها، جلبک‌ها و قارچ‌ها بر سطح آلوکم‌ها ایجاد می‌شود و بافت‌های درشت را از بین می‌برد (گاریسا- پیچل، ۲۰۰۶).

در نمونه‌های مورد بررسی از سازند ایلام، پوشش میکرایتی در پیرامون برخی از دانه‌های اسکلتی ایجاد شده و دانه‌های پوشش‌دار از قبیل کورتوئید به وجود آمده است. اما در برخی دیگر میکرایتی شدن بر روی کل دانه‌های اسکلتی و غیراسکلتی مانند جلبک‌ها و ائیدها ایجاد شده و تا حدودی باعث از بین رفتن ساختار اولیه آن‌ها شده است و پلوئیدها و لیتوکلست‌ها را ایجاد کرده است (شکل ۷- A).

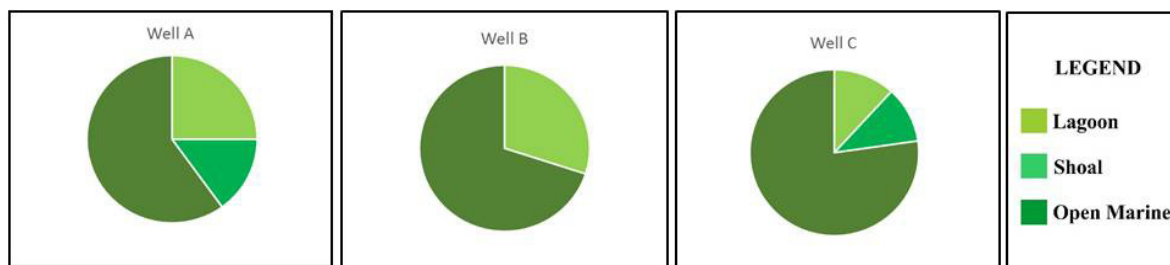
- **سیمانی شدن:** سیمان‌ها در سازند ایلام به صورت تیغه‌ای، سوزنی، هم‌بعد، دروزی، هم‌محور، بلوکی و پرکننده رگه دیده می‌شوند.

۱) **سیمان تیغه‌ای:** بلورهای سیمان تیغه‌ای با ترکیب کانی‌شناسی کلسیت پُر منیزیم (تاگر و رایت، ۱۹۹۰؛ الشرحان و وایتل، ۱۹۹۵). طولی بین ۲۰ تا ۱۰۰ میکرون و پهنای کمتر از ۱۰ میکرون دارد. این سیمان به صورت حاشیه‌ای از بلورهای تیغه‌ای در پیرامون ائیدها، خرده‌های اسکلتی و پلوئیدها و در مواردی درون تخلخل‌های درون دانه‌ای تشکیل شده است (شکل ۷- A). این سیمان در محیط مخلوط آب دریا و آب شیرین تشکیل می‌شود (تاگر، ۲۰۰۱).

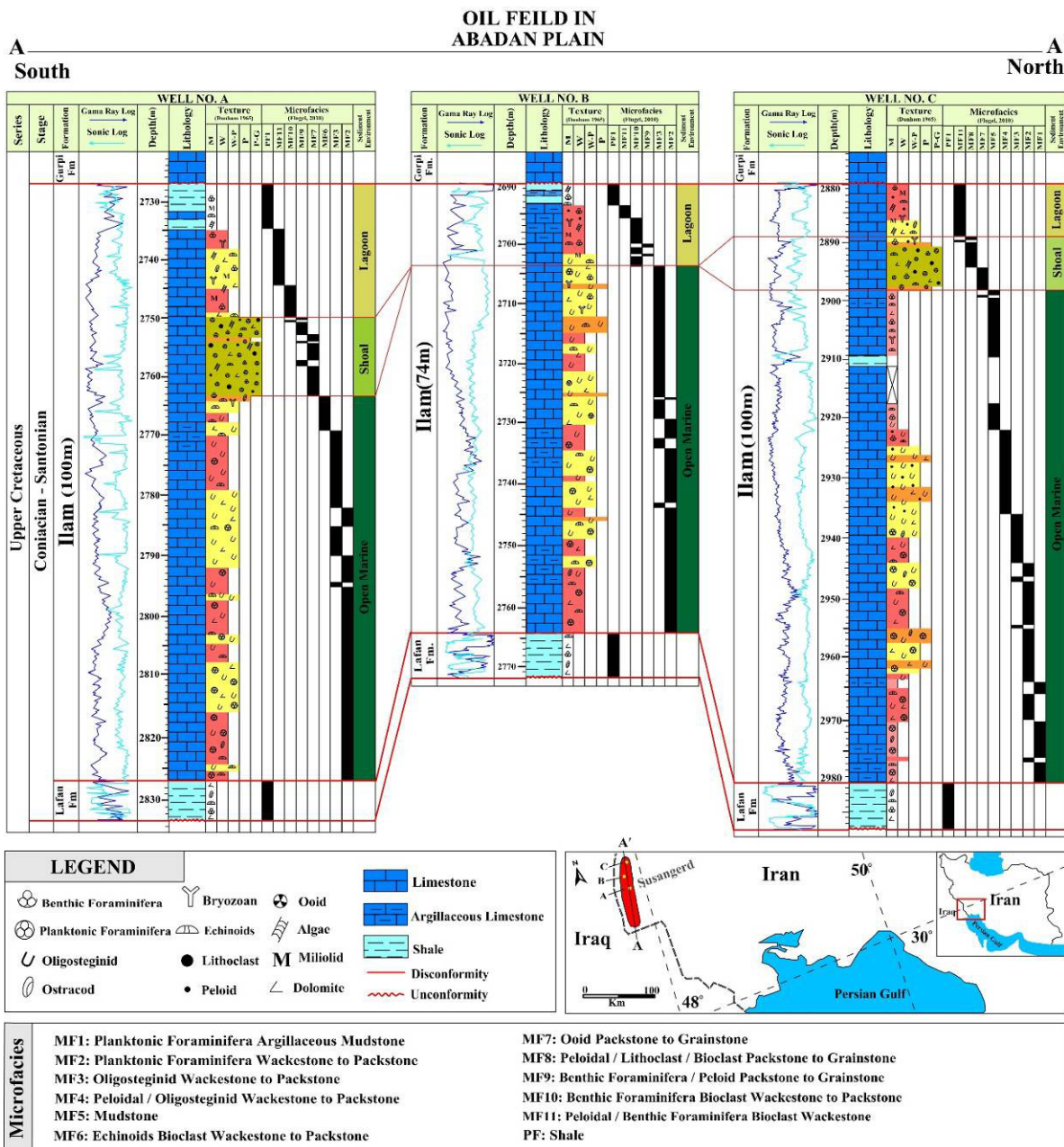
در نمونه‌های بررسی شده از هر سه چاه، هم‌چنین رخساره‌های مربوط به ناحیه ژرف دریای باز واقع در رمپ بیرونی که مشخصه آن است، فرامینیفراهای پلانکتونیک دیده شد. با توجه به حضور روزن‌داران الیگوستژینید و بافت دانه‌پشتیبان تا گل‌پشتیبان ته‌نشست ریزرخساره‌های MF3 و MF4 را در محیطی نسبتاً کم انرژی و زیر خط اثر امواج می‌توان در نظر گرفت (ویلسون، ۱۹۷۵؛ گیل، ۲۰۰۰؛ فلوگل، ۲۰۱۰). هم‌چنین حضور گونه‌های *Pit. Ovalis* و کلسیسفرها با روزن‌داران پلانکتونیک نشان‌دهنده محیطی سرشار از کربنات کلسیم، آب و هوای گرم و شوری بالا هستند که در رمپ‌های بیرونی تا مناطق کم ژرفای باتیال ممکن است گسترش یابند (ویلان، ۱۹۷۵؛ استراسر و همکاران، ۲۰۰۱). در واقع حضور الیگوستژینیدها وابسته به جریان‌های عمودی آب هستند (دیاس بریتو، ۲۰۰۰). با افزایش ژرفای فون‌های دیگر پلانکتونی مانند هتروهلکس و هدبرگلا افزایش و گونه‌های الیگوستژینیدها کاهش می‌یابند که احتمالاً به ناتوانی آن‌ها در رقابت با روزن‌داران پلانکتون مربوط می‌شود.

با توجه به تنوع بالا و فعالیت شدید تکتونیک در منطقه دشت آبادان طی کرتاسه پسین این امکان وجود دارد که این تغییرات وابسته به توپوگرافی محیط رسوبی دیرینه باشند (عبداللهی‌فرد و همکاران، ۲۰۰۶). در این زمان بلندی‌های قدیمه در بخش‌های مختلف خوزستان گسترش داشته‌اند و حضور آن‌ها سبب تنوع و تغییرات شدید رخساره‌ای و حتی تغییرات ستبرای سازندهای سروک و ایلام شده است (عبداللهی‌فرد و همکاران، ۲۰۰۶) (شکل ۶).

بنابراین با توجه به بررسی‌های انجام شده بر روی مقاطع نازک در سه برش زیرسطحی و همبستگی ستون چینه‌شناسی آن‌ها به صورت شمالی-جنوبی می‌توان نتیجه گرفت که چاه‌های A و C وضعیت همانندی داشته و هر دو در دامنه تاقدیس قرار دارند اما با توجه به افزایش ژرفای حوضه از سمت خوزستان به سمت لرستان ژرف‌تر بودن چاه C از چاه A قابل توجیه است. این در حالیست که چاه B در راس تاقدیس قرار داشته و دارای ستبرای کمتری نسبت به دو چاه دیگر است. مقایسه درصد هر یک از کمربندهای رخساره‌ای در چاه‌های مورد مطالعه با توجه به ستبرای آن‌ها نشان می‌دهد که از چاه



شکل ۵. درصد فراوانی کمربندهای رخساره‌ای در سه برش زیرسطحی مورد مطالعه



شکل ۶. همبستگی ستون چینه‌شناسی در سه چاه مورد بررسی

سیمان نشانگر تشکیل در محیط‌های دیاژنزی اولیه دریائی بوده و جزء سیمان‌های نسل اول محسوب می‌گردند (ژانگ، ۲۰۰۶؛ سندر، ۲۰۰۱). در نمونه‌های سازند ایلام، سیمان حاشیه‌ای در رخساره‌های گرینستون

(۲) سیمان سوزنی یا فیبری هم‌ستبراً: این سیمان معمولاً سوزنی و رشته‌ای است و به صورت متقارن یک یا چند ردیفی با ستبرای یکسان در پیرامون دانه‌ها و فضاهای خالی تشکیل می‌شود (ژانگ، ۲۰۰۶). این

نظر می‌رسد در محیط جوی تشکیل شده است (شکل ۷-۷).
(E).

۶) سیمان بلوکی: سیمان بلوکی به صورت بلورهای درشت با حاشیه نسبتاً مشخص فضای بین ذرات را پر می‌کند. این نوع سیمان علاوه بر محیط‌های آب شیرین (متائوریک)، در محیط‌های دفنی نیز تشکیل می‌شود (تاکر، ۲۰۰۱؛ فلوگل، ۲۰۱۰) و به عنوان سیمان نسل دوم و یا سوم محسوب می‌گردد. کانی‌شناسی به صورت کلسیت کم منیزیم و زیاد منیزیم است. سیمان بلوکی با توجه به ویژگی‌های بیان شده در توالی مورد بررسی سازند ایلام به عنوان پر کننده فضای خالی بین دانه‌ها و همچنین حجرات اجزای اسکلتی و گاهی رگه‌ها است (شکل ۷-۷). (B).

۷) سیمان رگه‌ای: این سیمان در مراحل مختلف دیاژنز تشکیل می‌شود و اغلب به صورت سیمان‌های هم‌بعد و دروزی شکستگی‌ها را پر می‌کند (تاکر، ۲۰۰۱). شکستگی و پر شدن آن‌ها با کلسیت، در شرایط اکسیدی نشانگر تشکیل آن‌ها پس از مرحله بالآمدگی و توسعه شکستگی‌ها و ورود سیلات آب شیرین است. در سازند ایلام این سیمان اغلب شکستگی‌ها و تخلخل‌های کانالی را پر کرده است (شکل ۷-۷). (F).

فشردگی: به طور کلی فشردگی فرآیندی است که در هنگام و پس از رسوب‌گذاری بر روی رسوبات اعمال می‌شود و یکی از نتایج اصلی این فرآیند کاهش ستبرای توالی رسوبی است (تاکر و رایت، ۱۹۹۰). فشردگی در کل شامل دو نوع فرآیند می‌باشد، فرآیند فشردگی مکانیکی و فرآیند فشردگی شیمیایی (شکل ۷-۷ H و G).
۱) فشردگی مکانیکی: فشردگی یکی از فرآیندهای مهم دیاژنزی است که بر روی توالی رسوبی سازند ایلام تأثیر گذاشته اما اثرات فشردگی مکانیکی به دلیل گل‌پشتیبان بودن چندان مشخص نیست. وجود آرایش نزدیک و فشردگی دانه‌ها در محل تماس‌شان به ویژه در مورد پلوئیدها، لیتوکلس‌ها و ائیدها و همچنین شکستگی و تغییر شکل آن‌ها، نشان‌دهنده فشردگی فیزیکی در تاریخچه دیاژنزی سازند ایلام می‌باشد.

۲) فشردگی شیمیایی: این نوع فشردگی نسبت به فشردگی مکانیکی در ژرفای بیش‌تر و دمای بالاتر به وجود می‌آید. در طی تدفین، انحلال دانه‌ها در نقاط برخورد افزایش می‌یابد. در کل فشردگی شیمیایی سبب

ائیدی در محیط سدی به خوبی در پیرامون ائیدها گسترش یافته‌اند که این نوع سیمان در چاه B و C بیش‌ترین گسترش را دارد (شکل ۷-۷). (B).

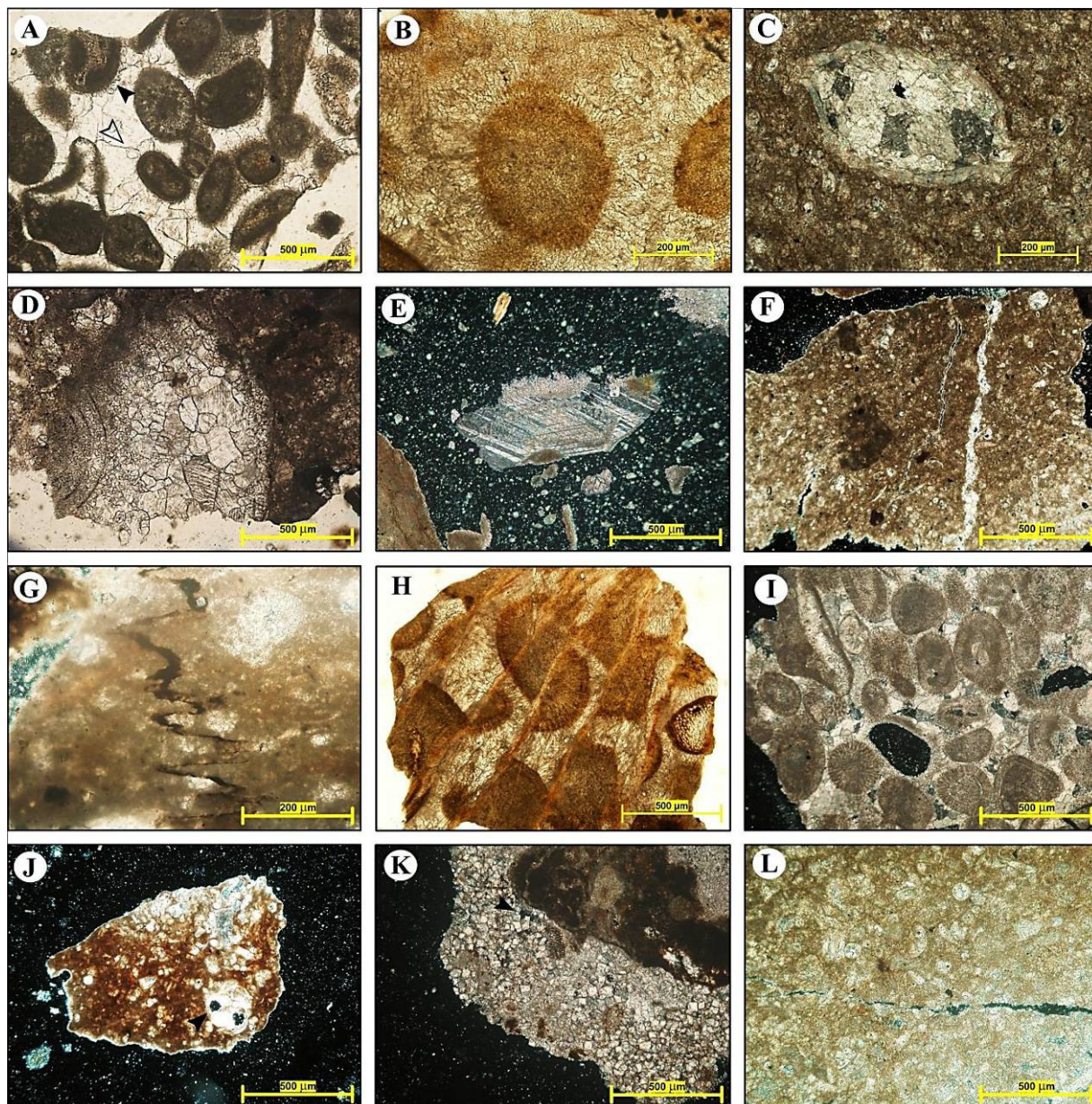
۳) سیمان کلسیت هم‌بعد: این سیمان در حفرات بین دانه‌ها معمول هستند. این نوع سیمان بدون جهت‌یابی ترجیحی به شکل موزاییک‌هایی از بلورهای درشت کلسیت است که شکل هندسی خاصی ندارد. بلورهای سیمان هم‌بعد با اندازه نزدیک ۶۰ میکرون (تاکر، ۲۰۰۱) تا ۱۰۰ میکرون (هاردوود، ۱۹۸۸) در محیط‌های دریایی، هوازی (فرا تیک جوی) و یا تدفینی تشکیل می‌شود (تاکر، ۲۰۰۱). ترکیب کانی‌شناسی این سیمان کلسیت کم منیزیم است. در توالی مورد مطالعه سیمان یاد شده از فراوانی بالایی در رخساره‌های دریای باز کم ژرفا و دریای محدود برخوردار است به طوری که بیش‌تر فضاهای خالی بین دانه‌ها و همچنین تخلخل‌های میان دانه‌ای و قالبی در ارتباط با انحلال آلوک‌ها توسط این سیمان نسل دوم پر شده‌اند (پلیت ۲-C).

۴) سیمان کلسیت دروزی: به صورت پرکننده حفره در فضای بین دانه‌ای و درون حجره‌های دانه‌های اسکلتی، در تخلخل‌های قالبی حاصل از انحلال و نیز در طول شکستگی‌ها تشکیل می‌شود. از ویژگی‌های آشکار این سیمان افزایش اندازه بلور به سمت مرکز حجره است (فلوگل، ۲۰۱۰) که با توجه به این ویژگی بارز در رخساره‌ها به خوبی قابل شناسایی است. ترکیب کانی‌شناسی این سیمان کلسیت کم‌منیزیم است (تاکر و رایت، ۱۹۹۰). در نمونه‌های مورد بررسی سازند ایلام، این سیمان پرکننده حفرات انحلالی و حفرات ناشی از حفاری توسط موجودات زنده درون رسوبات در رخساره‌های دریای باز و محدود است و به طور کمیاب در رخساره مربوط به رمپ میانی هم یافت می‌شود (شکل ۷-۷). (D).

۵) سیمان هم‌محور: سیمان‌های هم‌محور یا رورشدی اغلب به عنوان سیمان‌های آب شیرین و محیط‌های جوی (لانگمن، ۱۹۸۰؛ فلوگل، ۲۰۱۰) محسوب شده اما در شرایط دریایی (سندرز، ۲۰۰۱) و تدفینی نیز دیده می‌شود (احمد، ۲۰۰۶). این سیمان بیشتر به صورت شفاف تا نیمه شفاف دیده می‌شود و دارای ترکیب کانی‌شناسی کلسیت زیاد منیزیم است. این سیمان در رخساره‌های سازند ایلام در نقاط مختلف در بر روی دانه‌های اکیونئید به صورت شفاف دیده می‌شود که به

است مانع از شکسته شدن فسیل‌ها در طی تدفین کم ژرف شود. از آنجایی که استیلولیت‌ها و رگچه‌ها در رخساره‌های گلی به آسانی تشکیل می‌شوند بنابراین یکی دیگر از دلایل گسترش زیاد آن‌ها در سازند ایلام، افزون بر فشار زیاد روباره‌ای و تکتونیک، می‌تواند حضور گل باشد.

تشکیل سه نوع بافت شامل رگچه‌های انحلالی و استیلولیت و فابریک درهم می‌شود. تشکیل استیلولیت و رگچه‌های انحلالی فراوان نشان‌دهنده فشردگی زیاد در رخساره‌های سازند ایلام است ولی با این حال پرشدگی حجره‌های فسیلی توسط سیمان کلسیتی نیز توانسته



شکل ۷. تصاویر فرآیندهای دیاژنزی برش‌های مورد بررسی (A- میکرایتی شدن دانه‌های آئید و سیمان به دور آن. سیمان تیغه‌ای با فلش توپر و سیمان بلوکی با فلش توخالی نشان داده شده است، چاه A، ژرفای ۲۷۵۸ متری - B) سیمان سوزنی یا فیبری هم‌ستبراً به دور دانه، چاه C، ژرفای ۲۸۹۸ متری - C) سیمان کلسیت هم‌بعد، چاه C، ژرفای ۲۹۴۰ متری - D) سیمان کلسیت دروزی، چاه A، ژرفای ۲۷۶۲ متری - E) سیمان هم محور بر روی پلاکی از اکیونئید، چاه A، ژرفای ۲۷۵۴ متری - F) سیمان رگه‌ای، چاه A، ژرفای ۲۸۱۲ متری - G) استیلولیت پر شده با مواد آلی، چاه A، ژرفای ۲۷۴۰ متری - H) رگچه‌های انحلالی که باعث انحلال دانه‌های آئید شده است، چاه C، ژرفای ۲۸۹۸ متری - I) تخلخل قالبی ناشی از انحلال دانه آئید، چاه A، ژرفای ۲۷۶۰ متری - J) تخلخل درون‌دانه‌ای، چاه B، ژرفای ۲۷۲۰ متری - K) تخلخل بین بلوری ناشی از دولومیتی شدن، چاه A، ژرفای ۲۷۶۴ متری - L) تخلخل ناشی از شکستگی‌ها، چاه B، ژرفای ۲۷۰۸ متری.

شده است سپس این حفرات توسط میکرایت پر می‌شود. وجود این فرآیند می‌تواند نشان‌دهنده پائین بودن نرخ رسوب‌گذاری و فعالیت موجودات حفار باشد. فعالیت موجودات زنده در بُرش‌های مورد بررسی در رخساره‌های مربوط به لاگون دیده می‌شود (شکل ۸- B).

- **جانشینی:** جانشینی در رخساره‌های سازند ایلام به فرم آهن‌دار شدن، پیریتی شدن، گلوکونیتی شدن و دولومیتی شدن دیده می‌شود:

۱) **آهن‌دار شدن:** ترکیبات آهن‌دار معمولاً به صورت هماتیت یا پیریت هستند. این ترکیبات در امتداد استیلولیت‌ها، درون حجرات فرامینیفرها، به صورت پرکننده تخلخل‌های حفره‌ای و یا در متن سنگ به فرم لکه‌ای دیده می‌شوند (پلیت ۳- C). میزان بالای اکسیژن در محیط دیاژنز دریایی موجب اکسیداسیون آهن موجود در محیط می‌شود (تاگر، ۲۰۰۱).

۲) **پیریتی شدن:** یکی از فرآیندهای دیاژنزی در این مطالعه پیریتی شدن است و به صورت جانشینی در گل آهکی و پرکننده حجره‌های فسیلی دیده می‌شود (شکل ۸- E و D). فراوانی یون سولفات و آهن در آب دریا هم‌چنین حضور مواد آلی فراوان در رسوبات سازند ایلام، شرایط لازم را برای تشکیل پیریت درجا آماده کرده است (گلداهبر، ۲۰۰۴).

۳) **گلاکونیتی شدن:** گلاکونیت‌ها به رنگ سبز روشن در نواحی با نرخ رسوب‌گذاری پایین و هم‌چنین در محیط‌های کم ژرفا و ژرف دریایی در طی دیاژنز به شکل پرکننده حفرات دیده می‌شوند (شول و آلمر شول، ۲۰۰۳). گلاکونیتی شدن پرکننده حجرات فسیلی و به صورت پراکنده در زمینه میکرایتی در بخش‌های زیرین سازند ایلام دیده می‌شود (شکل ۸- F).

۴) **دولومیتی شدن:** انواع دولومیت دیده شده شامل موارد زیر است: الف) دولومیکرایت (ب) دولومیکرواسپاریت (ج) دولواسپاریت (د) دولومیت‌های انتخابی (ه) سیمان دولومیتی.

- **دولومیکرایت:** دولومیت‌های خیلی ریزبلور که اندازه آن‌ها کمتر از ۱۰ تا ۵۰ میکرون در تغییر است (شکل ۸- G). این نوع دولومیت اغلب به صورت فشرده، خاکستری رنگ و بدون فسیل و تخلخل‌اند. برپایه فابریک و اندازه بلورهای بسیار ریز و گاهی وجود دانه‌های آواری به صورت پراکنده و نبود فسیل چنین برمی‌آید

- **انحلال:** این فرآیند معمولاً در محیط‌های دیاژنزی نزدیک به سطح رخ می‌دهد اما احتمال وقوع آن در کف دریا و طی دفن ژرف نیز هست (تاگر، ۲۰۰۱). انحلال مهم‌ترین فرآیند دیاژنتیکی است که باعث افزایش تخلخل (قالبی، حفره‌ای و استیلولیتی) هم‌چنین تراوایی شده و در نتیجه باعث افزایش کیفیت مخزنی می‌شود. در بُرش‌های مورد بررسی سازند ایلام شواهد انحلال باعث ایجاد تخلخل قالبی به ویژه در رخساره گرینستون ائیدی و انواع تخلخل (چوکت و پری، ۱۹۷۰) شده است:

۱) **تخلخل قالبی:** این حفره‌های ثانویه در اثر انحلال انتخابی دانه‌های آراگونیتی مانند پوسته جانداران و یا دانه‌های غیراسکلتی مانند پلت‌ها و ائیدها در رخساره مختلف سازند ایلام تشکیل شده است (شکل ۷- I).

۲) **تخلخل درون‌دانه‌ای:** این تخلخل در داخل حجره برخی از فرامینیفرها دیده شده است و بسیار ریز است. این منافذ دارای تراوایی بسیار پایینی هستند (شکل ۷- J).

۳) **تخلخل میان‌بلوری:** این تخلخل که در بین بلورهای کلسیت‌اسپاری و میکرواسپارها و هم‌چنین دولومیت‌ها که اصولاً به صورت ثانویه هستند دیده می‌شود بسیار ریز بوده (پلیت ۲- K) و در نتیجه تراوایی بسیار کمی خواهد داشت.

۴) **شکستگی‌ها:** این نوع تخلخل فابریک سنگ را قطع می‌کند و بر اثر حرکات و تنش‌های تکتونیک در سنگ‌آهک‌ها ایجاد می‌شود (اهر، ۲۰۰۸). شکستگی‌های موجود در نهشته‌های سازند ایلام در زمینه میکرایتی و آلوم‌ها دیده می‌شوند و گاهی توسط سیمان اسپاری پر شده‌اند (شکل ۷- L).

- **فابریک ژئوپتال:** در این فابریک بخش پایینی فضای داخل حجره را گل آهکی و بخش بالایی آن را سیمان کلسیتی پر کرده است که نشان از بالا و پائین لایه دارد (فلوگل، ۲۰۱۰). فابریک ژئوپتال در برش مورد بررسی در نمونه‌های مربوط به محیط لاگون نزدیک به سمت سد و دریای باز دیده شده است (شکل ۸- A).

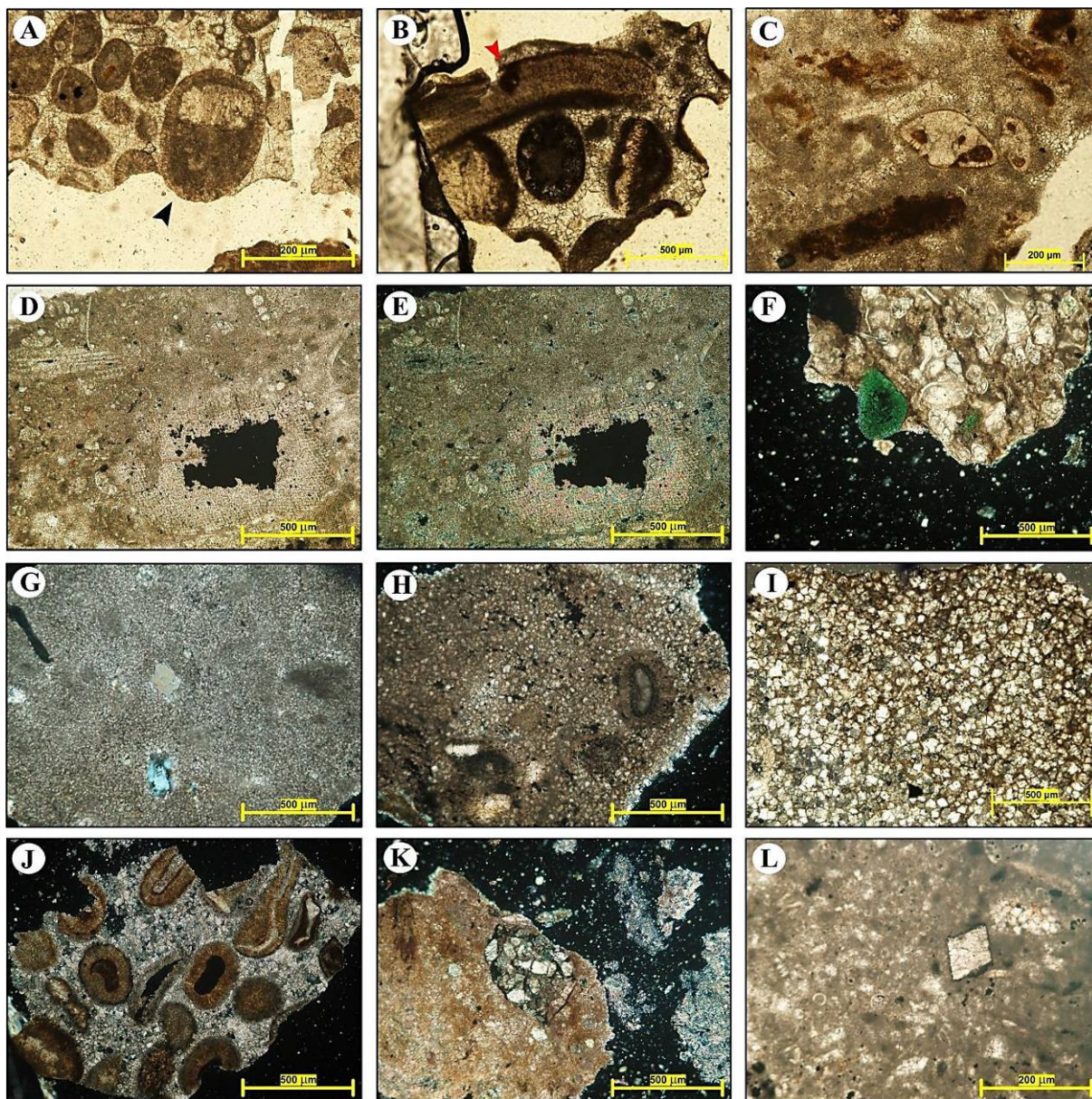
- **حفاری جانداران در رسوبات سخت^۱:** در پوسته‌های جانوران رخساره‌های سدی و لاگونی حفره‌های بزرگی دیده می‌شود که در اثر فعالیت موجودات حفار تشکیل

^۱ Boring

اندازه بلورهای آن بین ۱۰ تا ۳۰۰ میکرون است و بیش‌ترین تخلخل میان‌بلوری را دولومیت‌ها دارند. اجزای فسیلی کمتر تحت تاثیر این نوع دولومیتی شدن قرار می‌گیرند. این نوع دولومیتی شدن به طور ترجیحی در زمینه دانه‌ریز یا ماتریکس آغاز می‌شود (کوپینگ و مانجوی، ۱۹۸۹؛ مازولا، ۱۹۹۲).

که دولومیت‌های نوع اول در شرایط دمایی کم و نزدیک سطح تشکیل شده‌اند (سیبلی و گرگ، ۱۹۸۷؛ گرگ و شلتون، ۱۹۹۰).

- **دولومیکرواسپارایت**: دولومیت‌های ریز تا متوسط بلور، فشرده، هم‌اندازه و نیمه شکل‌دار تا بی‌شکل با مرز بلوری مسطح با بافت ایدئوتوپیک هستند (شکل ۸- H).



شکل ۸. ادامه فرآیندهای دیاژنزی - A) فابریک ژئوپتال، چاه A، ژرفای ۲۷۶۲ متری - B) بورینگ با فلش قرمز نشان داده شده است و میکرایتی شدن در بیرامون قطعه اسکلتی، چاه C، ژرفای ۲۸۹۴ متری - C) آهن دار شدن در داخل حجره روتالیا و به صورت لکه‌ای در زمینه میکرایتی، چاه C، ژرفای ۲۸۸۴ متری - D و E) پیریتی شدن بر قطعه‌ای از اکیونوئید در نور طبیعی و پلاریزه، چاه A، ژرفای ۲۷۷۰ متری - F) گلاکونیتی شدن در رخساره‌های ژرف دریای باز، چاه A، ژرفای ۲۷۵۰ متری - G) دولومیت‌های نوع اول (دولومیکرایت)، چاه A، ژرفای ۲۷۴۰ متری - H) دولومیت‌های نوع دوم (دولومیکرواسپارایت)، چاه A، ژرفای ۲۷۵۶ متری - I) دولومیت‌های نوع سوم (دولواسپارایت)، چاه A، ژرفای ۲۷۷۴ متری - J) سیمان دولومیتی در میان دانه‌های ائید چاه A، ژرفای ۲۷۶۰ متری - K و L) دولومیت‌های انتخابی یا پراکنده در زمینه، چاه A، تصویر K، ژرفای ۲۷۴۵ متری و تصویر L، ژرفای ۲۷۲۶ متری.

فابریک سنگ پیروی نمی‌کند (شکل ۸ - K و L). این گونه دولومیت‌ها اغلب به صورت زونه بوده و مرکز رومبوئدرهای دولومیتی دارای اینکلوزیون و تیره‌تر بوده ولی حاشیه آن‌ها شفاف‌تر می‌باشد (مرادپور و آدابی، ۱۳۸۴). در سازند ایلام دولومیتی شدن انتخابی بر روی آلوکم‌های اسکلتی و گاهی غیراسکلتی مانند ائیدها که هسته‌ی اسکلتی داشته‌اند عمل کرده است.

۶- توالی پاراژنتیکی

توالی پاراژنتیکی سازند ایلام نشان‌دهنده تأثیر مجموعه‌ای از فرآیندهای دیاژنزی همزمان با رسوب‌گذاری در کف دریا و پس از رسوب‌گذاری در طی دفن کم عمق تا عمیق و بالآمدگی است. بنابراین می‌توان گفت فرآیندهای دیاژنزی در طی ۳ مرحله ائوژنز، مزوژنز و تلوژنز رسوبات سازند ایلام را در سه محیط دیاژنزی دریایی، جوی و دفنی تحت تأثیر قرار داده‌اند (شکل - ۹).

- **دولواسپارایت:** دولومیت‌های متوسط بلور، از بلورهای شکل‌دار تا نیمه‌شکل‌دار و با اندازه ۱۰۰ تا ۳۰۰ میکرون تشکیل شده است که دارای زون‌بندی هستند و خاموشی مستقیم دارند (شکل ۸ - I). این بلورها توسط اندازه درشت و شکل دروغین مشخص می‌شوند و نسبت به دو نوع دیگر منظم‌ترند (آدابی، ۲۰۰۹). معمولاً در تماس با سنگ میزبان و درون تخلخل‌های قالبی و حفره‌ای قرار دارد. فراوانی این سیمان در نمونه‌ها چندان زیاد نیست.

- **سیمان دولومیتی:** این نوع سیمان به شکل بلورهای درشت یا رومبوئدرهای شکل‌دار بوده که در مراحل اولیه دیاژنز تدفینی تشکیل می‌گردند. این سیمان می‌تواند در مراحل نهایی دیاژنز به علت مهاجرت سیالات سرشار از منیزیم ایجاد شود (هود و همکاران، ۲۰۰۴). در سازند ایلام سیمان دولومیتی فضای خالی بین ائیدها را در رخساره گرینستونی پر کرده است (شکل ۸ - J).

- **دولومیت‌های انتخابی:** در اغلب سنگ‌های آهکی بُرش مورد بررسی دولومیتی شدن به صورت بخشی صورت گرفته است و در بیش‌تر موارد دولومیتی شدن از

Diagenesis Processes	Eogenetic		Mesogenetic	Telogenetic	
	Marine	Meteoric	Burial	Burial	Meteoric
Glauconitization	_____				
Bioturbation	_____				
Micritization	_____				
Pyrifization			_____	_____	_____
Cementation*	_____	_____	_____	_____	_____
Dolomitization	_____	_____	_____	_____	_____
Dissolution	_____	_____			_____
Hematitization	_____	_____			_____
Fracturing					_____
Physical Compaction	_____	_____	_____	_____	_____
Chemical Compaction			_____	_____	_____
Neomorphism	_____	_____	_____	_____	_____
Diagenesis setting and type Cements*	Bladed Cement	_____	_____	_____	_____
	Fibrous Cement	_____	_____	_____	_____
	Equant Cement	_____	_____	_____	_____
	Syntaxial Cement	_____	_____	_____	_____
	Drusy Cement	_____	_____	_____	_____
	Blocky Cement	_____	_____	_____	_____
	Granular Cement	_____	_____	_____	_____
	Vein filling Cement	_____	_____	_____	_____

شکل ۹. توالی پاراژنتیکی سازند ایلام و انواع سیمان در این سازند در میدان نفتی مورد بررسی

انحلال دانه‌ها، سیمان‌های دفنی، ماتریکس، انحلال بلورهای دولومیت ایجاد شده در محیط دفنی و گسترش تخلخل شده است.

۷- نتیجه‌گیری

براساس مطالعات انجام گرفته بر روی نهشته‌های سازند ایلام در سه برش زیرسطحی در میدان نفتی مورد بررسی نتایج زیر به دست آمد:

۱. برپایه بررسی‌های انجام شده بر روی سازند ایلام ۱۱ ریزرخساره و یک پتروفاسیس شیلی شناسایی شد که در کمربندهای رخساره‌ای لاگون، سد و دریای باز نهشته شده‌اند.
۲. ریزرخساره‌های شناسایی شده نشان می‌دهد که مدل رسوب‌گذاری سازند ایلام یک سکوی کربناتی از نوع رمپ تک شیب است.
۳. در هر سه چاه مورد بررسی نهشته‌های سازند ایلام دارای روند کم ژرف شونده به سمت بالا است. همچنین به سمت شمال میدان نفتی مورد بررسی ژرفای حوضه افزایش یافته به طوری که نهشته‌های سازند ایلام در چاه C در ژرفای بیش‌تری نسبت به دو چاه دیگر ته‌نشست یافته‌اند.
۴. ستبرای کمتر توالی سازند ایلام در چاه B نسبت به چاه A و C می‌تواند به دلیل بالآمدگی در ستیغ تاق‌دیس باشد.
۵. فرآیندهای دیاژنزی رسوبات سازند ایلام را در مراحل ائوزنز، مزوزنز و تلوزنز و در سه محیط دریایی، جوی و تدفینی تحت تاثیر قرار داده‌اند. از جمله فرآیندهای دیاژنزی موثر بر این رسوبات شامل آشفستگی زیستی، میکرایتی شدن، سیمانی شدن، انحلال، استیلولیتی شدن، ایجاد شکستگی‌ها و تخلخل، جانیشینی و دولومیتی شدن است.
۶. در نمونه‌های چاه مورد بررسی، فرآیندهایی چون آشفستگی زیستی، میکرایتی شدن و سیمان حاشیه هم ستبراً نشان‌دهنده تشکیل در محیط دیاژنز دریایی است. با توجه به تشکیل تخلخل‌های قالبی و تشکیل انواع سیمان‌های مربوط به محیط جوی در سدهای ائیدی و ترتیب و تقدم-تأخر فرآیندها می‌توان نتیجه گرفت که رسوبات چاه‌های مورد بررسی پس از محیط دیاژنز دریایی مستقیماً وارد محیط دفنی

(۱) ائوزنز اولین مرحله از تاثیر فرآیندهای دیاژنزی بر رسوبات مورد بررسی است که بی‌درنگ پس از ته‌نشست و گاه در هنگام ته‌نشست و پیش از مرحله دفن ژرف در نزدیکی سطح زمین بر رسوبات اثر کرده (مراد و همکاران، ۲۰۰۰؛ منصوربگ و همکاران، ۲۰۰۷) و به دو صورت دیاژنز در محیط دریایی و جوی صورت گرفته است. تأثیر دیاژنز دریایی در سنگ‌های آهکی سازند ایلام در ناحیه مورد مطالعه، با شناسایی فرآیندهای میکرایتی شدن، آشفستگی زیستی، سیمان هم‌محور (احمد و همکاران، ۲۰۰۶) و رشد سیمان‌های هم‌ستبراً در پیرامون آلوکم‌ها در رخساره‌های گرینستون ائیدی و پکستون بایوکلستی و وجود دولومیت‌های ریز بلور، گلوکونیتی شدن و پیریت در جازا مشخص می‌شود (توکلی و همکاران، ۲۰۱۰؛ رحیم پور بناب و همکاران، ۲۰۱۰). محیط دیاژنزی جوی با توجه به شواهدی چون انحلال و تشکیل تخلخل‌های قالبی و تشکیل انواع سیمان‌های مربوط به محیط جوی (تیغه‌ای، هم‌بعد و ...) قابل شناسایی است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که رسوبات سازند ایلام در ناحیه مورد مطالعه پس از طی محیط دیاژنز دریایی مستقیماً وارد محیط دفنی نشده‌اند، بلکه دست کم بخش‌هایی مانند سد ائیدی ابتدا محیط دیاژنزی جوی را تحمل کرده و سپس وارد محیط دیاژنز دفنی شده‌اند.

(۲) **مزوزنز** پس از مرحله دیاژنز اولیه (ائوزنز) به صورت دیاژنز دفنی رسوبات سازند ایلام تحت تأثیر قرار داده است. این مرحله تحت کنترل عواملی از جمله وزن رسوبات لایه‌های بالایی، شیمی سیالات درون حفرات، فشار و دما است. در این محیط دیاژنزی در مراحل اولیه برخی فرآیندها از جمله فشردگی شیمیایی و فیزیکی، تشکیل برخی سیمان‌ها از جمله بلوکی و دروزی، دولومیتی شدن، واکنش‌های گرمایی پایدار شدن کانی‌ها، دگرسانی و بلوغ مواد آلی و نئومورفیسم افزایشی انجام می‌گیرند (لانگمن، ۱۹۸۰).

(۳) **تلوزنز** آخرین مرحله از دیاژنز است که رسوبات در این مرحله دچار بالآمدگی شده و زیر تاثیر دیاژنز جوی قرار گرفته‌اند. در اثر بالا آمدن سنگ‌های آهکی سازند ایلام چین‌خوردگی رسوبات، درزه‌ها، شکستگی‌ها گسترش پیدا می‌کنند. درزه‌ها که عمدتاً توسط سیمان کلسیتی با فابریک‌های بلوکی پر شده‌اند. تأثیر دوباره آب‌های جوی روی رسوبات سخت شده سازند ایلام باعث

مرادپور، م. و آدابی، م (۱۳۸۴) پتروگرافی و ژئوشیمی دولومیت‌ها در نهشته‌های کرتاسه زیرین شرق اصفهان. مجله علوم دانشگاه تهران، جلد ۳۳، شماره ۱.

مطیعی، ه (۱۳۷۲) زمین‌شناسی ایران، چینه‌شناسی زاگرس. انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور، ۵۳۶ صفحه.

Abdollahie Fard, I., Braathen, A., Mokhtari, M., & Alavi, A (2006) Interaction of the Zagros Fold-Thrust Belt and the Arabiantype, deep-seated folds in the Abadan Plain and the Dezful Embayment, SW Iran. *Petroleum Geoscience*, v. 12, p. 347-362.

Adabi, M.H. & Asadi Mehmandosti, E (2008) Microfacies and geochemistry of the Ilam Formation in the Tang-E Rashid area, Izeh, S.W. Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*. v. 33, p. 267-277.

Adabi, M.H (2009) Multistage dolomitization of Upper Jurassic Mozduran Formation, Kopet-Dagh, N.E. Iran. *Carbonates and Evaporites*, v. 24, p. 16-32.

Ahmad, A.H.M., Bhat, G.M., & Haris AzimKhan, M (2006) Depositional environments and diagenesis of the kuldhar and keera dome carbonates (Late Bathonian-Early Callovian) of Western India. *Journale of Asian Earth Sciences*., v. 27, p. 765-778.

Ahr, W.M (2008) *Geology of carbonate reservoirs*. Wiley publication, p. 277.

Al-Sharhan, A.S., & Whittle, G.L (1995) Carbonate – Evaporite Sequences of the Late Jurassic, Southern and Southwestern Arabian Gulf. *AAPG Bull*, v.79, No.11, p.1608-1630.

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 model-ing. In: *Carbonate Ramps* (ed.), V.P. Wright and T.P. Bur-chette). Geological Society Special Publication, v. 149, p. 137-161.

Berberian, M (1995) Master Blind Thrust faults hidden under the Zagros folds. *Active basement tectonics and surface morphotectonics*. *Tectonophysics*, v. 241, p. 193-224.

Brandano, M., Frezza, V., Tomassetti, L., & Pedley, M (2008) Facies analysis and paleoenvironmental interpretation of the Late Oligocene Attard Member (Lower Coralline Limestone Formation), Maltese Sedimentology, v. 56, p. 1138-1158.

Choquette P.W., & Pray, L.C (1970) Geologic nomenclature and classification of porosity in sedimentary carbonate. *AAPG Bulletin*, v. 54, No. 2, p. 207-250.

Dias-Brito, D (2000) *Global Stratigraphy, paleobiogeography and paleoecology of Albanian*

نشده‌اند، بلکه ابتدا تحت تاثیر دیاژنز جوی قرار گرفته و سپس وارد محیط دیاژنز دفنی شده‌اند.

۷. فشردگی فیزیکی به صورت خرد شدن قطعات زیستی و ائیدی و فشردگی شیمیایی به شکل انحلال فشاری، تشکیل استیلولیت و رگچه‌های انحلالی در مرحله دیاژنز دفنی روی داده‌اند.

۸. در پایان در مرحله بالآمدگی شکستگی‌هایی ایجاد شده است که تشکیل سیمان‌های کلسیت‌اسپاری در داخل این رگه‌ها شاخصه این مرحله از دیاژنز می‌باشد.

سپاسگزاری

از مدیریت محترم اکتشاف شرکت ملی نفت به جهت در اختیار قرار دادن اطلاعات سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

خانجانی، م.، موسوی‌حرمی، ر.، رحیم‌پور بناب، ح.، کمالی، م. و چهرازی، ع (۱۳۹۲) محیط رسوبی، دیاژنز و چینه‌نگاری سکانسی سازند ایلام در میدان نفتی سیری الوند. علوم زمین، سال بیست و چهارم شماره ۹۵، صفحه ۲۵۳ تا ۲۶۲.

سپینانی، ه.، محبوبی، ا.، موسوی‌حرمی، ر.، محمودی قزایی، م. ح. و غفرانی، ا (۱۳۸۹) فرآیندهای دیاژنز و تأثیر آن بر کیفیت مخزنی سازند ایلام، میدان نفتی ماله کوه، شمال باختری اندیمشک. پژوهش و نفت سال بیستم شماره ۶۲. صفاری، ب (۱۳۹۱) بررسی رخساره‌ها و تفسیر محیط رسوبی سازند ایلام در یکی از میداین ناحیه دشت آبادان. ماهنامه اکتشاف و تولید، شماره ۹۰.

عبدالملکی، س (۱۳۹۵) محیط رسوبی، ریزرخساره و ژئوشیمی رسوبی سازند ایلام در چاه‌های A, B, C یکی از میداین جنوب غرب ایران. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه خوارزمی، ۳۰۰ صفحه.

غبیشاوی، ع (۱۳۸۷) چینه‌شناسی سازند سروک و ایلام در تاق‌دیس بنگستان و میدان پارس. رساله دکتری، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، ۲۰۴ صفحه.

قلاوند، ه (۱۳۸۶) لیتواستراتیگرافی و بیواستراتیگرافی سازند ایلام و سروک در بخش شمال شرقی فروافتادگی دزفول و مقایسه آن‌ها با مقاطع زیرسطحی مجاور. رساله دکتری، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، ۴۸۴ صفحه.

- between salt plugs, folding, and faulting. *Tectonics* v. 28, TC6004.
- James, G.A., & Wynd, J.G (1965) Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium agreement area. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v. 49, p. 2182-2245.
- 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. *Journal of Neurophysiol*, v. 97, p. 3494-3507.
- Longman, M.W (1980) Carbonate diagenetic textures from nearsurface diagenetic environments. *American Association of Petroleum Geology Bulletin*, v. 64, p. 461-487.
- Mansurbeg, H., El-ghali, M.A.K., Morad, S., & Plink-Björklund, P (2007) The impact of meteoric water on the diagenetic alterations in deep-water, marine siliciclastic turbidites. *Journal of Geochemical Exploration*, v. 89, p. 254-258.
- Mazzulo S. J (1992) Geochemical and neomorphic alteration of dolomite, a review. *Carb. Evap.* v. 7, p. 21-37. Mchargue T.R., PRICE R.C. 1982: Dolomite from clay in argillaceous or shale associated marine carbonates. *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 48, p. 799-814.
- Mehrabi, H., Rahimpour-Bonab, H., Enayati-Bidgoli, A.H., & Navidtalab, A (2013) Depositional environment and sequence stratigraphy of the Upper Cretaceous Ilam Formation in central and southern parts of the Dezful Embayment, SW Iran. *Carbonates Evaporites*. v. 29, p. 263-278
- Morad, S., Ketzer, J.M., & Ros, L.F (2000) Spatial and Temporal Distribution of Diagenetic Alterations in Siliciclastic Rocks: Implications for Mass Transfer in Sedimentary Basins. *Sedimentology*, v. 47, p. 95-120.
- Murris, R.J (1980) Middle East: stratigraphic evolution and oil habitat. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v. 64, p. 597-618.
- Qing H., & Mounjoy E.W (1989) Multistage Dolomitization in Rainbow buildups, Middle Devonian, Keg River Formation, Alberta, Canada. *Journal of Sedimentary*, v. 59, p. 114 - 126.
- Rahimpour-Bonab, H., Esrafil-Dizaji, B., & Tavakoli, V (2010) Dolomitization and anhydrite precipitation in Permo-Triassic carbonates at the South Pars gasfield, offshore Iran, Controls on reservoir quality. *Journal of Petroleum Geology*, v. 33, No. 1, p. 43-66.
- Sanders, D (2001) Burrow-mediated carbonate dissolution in rudist biostromes (Aurisina, Italy), implications for taphonomy in tropical, – Maastrichtian pithonellid calcispheres, impact on Tethys configuration. *Cretaceous Research*, v. 21, p. 315-349.
- Dunham, R.J (1962) Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Ham, W.E. (ed.), *Classification of carb.*
- Flügel, E (2010) *Microfacies of Carbonate Rocks, analysis, interpretation and application.* Springer, Berlin Heidelberg, New York, p. 984.
- Garcia-Pichel, F (2006) Plausible mechanisms for the boring on carbonates by microbial prototrophs. *Sedimentary Geology*, v. 105, p. 29-50.
- Geel, T (2000) Recognition of stratigraphic sequences in carbonate platform and slope deposits, empirical models based on microfacies analysis of Palaeogene deposits in southeastern Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 155, p. 211-238.
- Ghabeishavi, A., Vaziri-Moghadam, H., Taheri, A., & Taati, F (2010) Microfacies and depositional environment of the Cenomanian of the Bangestan anticline, SW Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, v. 37, p. 275-285.
- Goldhaber, M.B (2004) Sulfur-rich sediments, In: Mackenzie F.T. (ed.), *Sediments, Diagenesis and Sedimentary Rocks. Treatise on Geochemistry*, Elsevier, Amsterdam, p. 257-288.
- Gregg J.M., & Shelton K. L (1990) Dolomitization and dolomite neomorphism in the back reef facies of the Bonnetre and Davis formation (Cambrian), southern Missouri. *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 60, p. 549-562.
- Zhang, H., Ding, L., Wang, X., Wang, L., Wang, Q., & Xia, G (2006) Carbonate Diagenesis Controlled by Glacioeustatic Sea-Level Changes, A Case Study from the Carboniferous-Permian Boundary Section at Xikou, China. *Journal of China University of Geosciences*, v. 17, No. 2, p. 103-114.
- Hardwood, G. M (1988) Principles of sedimentary petrography. In: Tucker, M.E. (ed.), *Technique in Sedimentology*, Blackwell Oxford, p. 108 - 174.
- Hood, S.D., Nelson, C.S., & Kamp, P.J.J (2004) Burial dolomitisation in a non tropical carbonate petroleum reservoir, the Oligocene Tikorangi Formation, Taranaki Basin, New Zealand. *Sedimentary Geology*, v. 172, p. 117-138.
- Huber, H (1977) Geological map of Iran with explanatory note. Tehran, National Iranian Oil Company, Tectonic map of Iran, 1: 2500, 000: NIOC, Exploration and Production Affairs.
- Jahani, S., Callot, J. P., Letouzey, J., & Frizon de Lamotte, D (2009) The eastern termination of the Zagros Fold-and-Thrust Belt, Iran. Structures, evolution, and relationships

- shallow subtidal arbonate environments. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 168, p. 39-74.
- Scholle, P.A., & Ulmer-Scholle., D.S (2003) *A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, textures, porosity, diagenesis*: Tulsa, OK, American Association of Petroleum Geologists Memoir v. 77, p. 474.
- Sibley, D.F., & Greeg, J.M (1987) Classification of dolomite rock texture. *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 57, p. 967-975.
- Spry A. 1969: *Metamorphic textures*. Oxford, Pergamon Press, p. 350.
- Stoneley, R (1990) The Arabian continental margin in Iran during the late Cretaceous. in: A.H.F. Roberston, M.P. Searl, and A. Ries (ed.), *The geology and tectonics of the Oman region*. Geological Society London Special Publication, v. 49, p. 787-795.
- Strasser, A., Hillgartner, H., Hag, W., & Pittet, B (2001) Third- order depositional sequences reflecting Milankovitch cyclicity. *Terra Nova*, v. 12, p. 303-311.
- Tavakoli, V., Rahimpour-Bonab, H., & Esrafil-Dizaji, B (2011) Diagenetic controlled reservoir quality of South Pars gas field, an integrated approach. *Comptes Rendus Geoscience*, v. 343, p. 55-71.
- Tucker, M.E (1991) Carbonate diagenesis and sequence stratigraphy. In: Wright VP (ed.), *Sedimentology Review*, Blackwells, Oxford, p. 51-72.
- Tucker, M.E., & Wright, V. P (1990) *Carbonate sedimentology*. Blackwell Scientific, Oxford, p. 482.
- Villan, J.M (1975) *Les Calcisphaerulidae: (incertae sedis) du Cretaceous superieur du Limbourg (Pays-Bas), et dautre regions*. *Palaeontographica*, v. 149, p. 193-242.
- Wantland, K. F (1975) Distribution of Holocene benthic foraminifera on the Belize Shelf. In Wantland, K.F. and Pursey iii, W.C. (ed.), *Belize Shelf, carbonate sediments, clastic sediments, and ecology*. American Association of Petroleum Geologists Studies in Geology, No. 2, p. 233-399.
- Wilson, J. L (1975) *Carbonate facies in geologic history*. Springer-Verlag, New York, p. 471.
- Wynd, J.G (1965) *Biofacies of the Iranian consortium-agreement area*. Iranian Offshore Oil Company, Tehran, Report No. 1082.