

# تعیین لایه‌های مخزنی سازند ایلام بر اساس مطالعات رخساره‌ای و لرزه‌ای در جنوب شرقی خلیج فارس

مجید خانجانی<sup>۱\*</sup>، سیدرضا موسوی حرمی<sup>۲</sup>، حسین رحیم‌پور بناب<sup>۳</sup>، محمدرضا کمالی<sup>۴</sup> و علی چهارزی<sup>۵</sup>

۱- گروه زمین‌شناسی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

۳- دانشکده زمین‌شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، ایران

۴- پژوهشکده اکتشاف و تولید، پژوهشگاه صنعت نفت، تهران، ایران

۵- شرکت نفت فلات قاره، شرکت ملی نفت ایران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۲ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۲۳

## چکیده

سازند ایلام (سانتوین- کامپانین) یکی از مخازن مهم گروه بنگستان می‌باشد که به‌طور عمده از سنگ‌های کربناته تشکیل شده است. در این مطالعه رخساره‌ها، محیط رسوب‌گذاری و کیفیت مخزنی سازند ایلام در یکی از میداین جنوب شرقی خلیج فارس مورد بررسی قرار گرفت. با بررسی‌های رخساره‌ای مشخص گردید که رسوبات این سازند در یک محیط رسوبی رمپ کربناته کم شیب و کم عمق برجای گذاشته شده است. بخش اعظم توالی‌ها در چاه‌های مورد مطالعه میدان مذکور از رخساره‌های مربوط به محیط‌های دریای باز کم عمق و دریای محدود تشکیل شده است. لایه‌های نازکی از رخساره‌های مربوط به بخش‌های عمیق‌تر رمپ میانی و خارجی نیز در بخش‌هایی از توالی‌ها وجود دارد. سازند ایلام براساس ویژگی‌های مخزنی و رخساره‌ای به ۷ لایه مخزنی تقسیم گردید. لایه فوقانی از رسوبات کربناته دوباره حمل و نقل یافته در یک ساختار کانال مانند با روند شرقی غربی تشکیل شده است. سایر لایه‌ها عبارتند از A، E، B، C، D و F که لایه مخزنی A با ضخامت ۳۵ m و تخلخل ۱۸٪ متخلخل‌ترین لایه سازند ایلام می‌باشد، بعد از آن به ترتیب لایه‌های E، C، نهشته‌های کربناته دوباره حمل و نقل یافته B، D و F قرار می‌گیرند. لایه F با تخلخل متوسط کمتر از ۵٪ و تراوایی کمتر از ۳۸۱ md / ۰ از کیفیت مخزنی مناسبی برخوردار نمی‌باشد. موقعیت و نحوه قرارگیری این لایه‌ها توسط داده‌های لرزه‌ای در میدان مورد مطالعه مشخص گردید.

**کلمات کلیدی:** سازند ایلام، مدل رسوبی، داده‌های لرزه‌ای، لایه‌های مخزنی و رخساره

## مقدمه

عربی و حوضه زاگرس در برگیرنده ذخایر هیدروکربن فوق‌عظیم و بسیار مهم از نظر اقتصادی است [۷-۱]. یکی از این مخازن سازند ایلام می‌باشد.

تجمع ضخیم رسوبات به سن کرتاسه در پلاتفرم

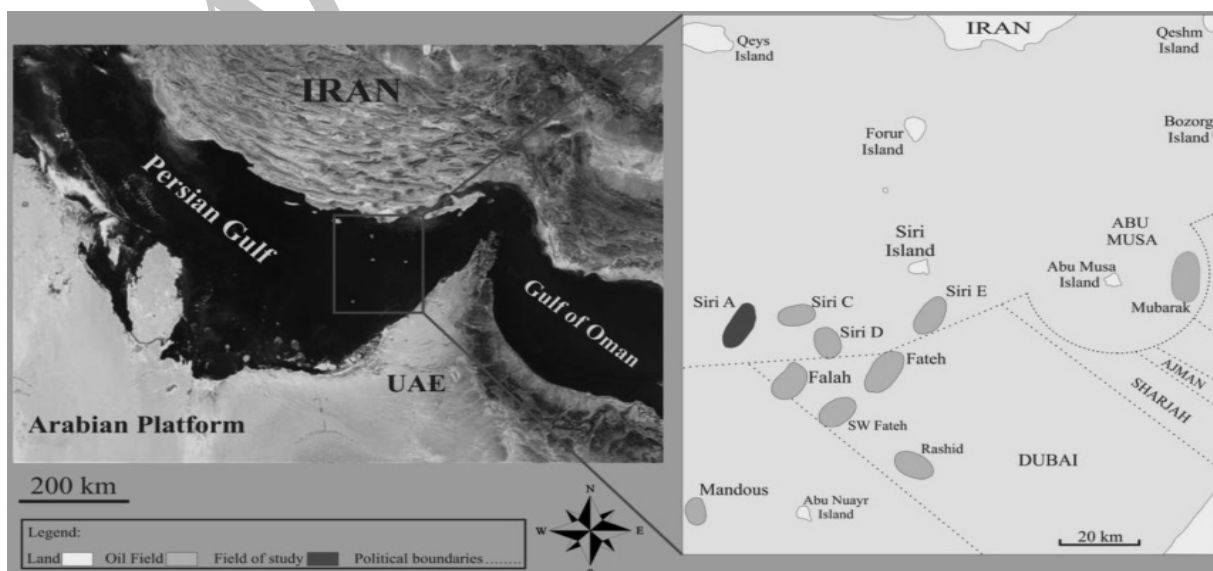
\*مسئول مکاتبات  
آدرس الکترونیکی: drkhanjani@gmail.com

جغرافیایی این میدان نفتی را نشان می‌دهد.

### روش کار

در این تحقیق علاوه بر استفاده از نمودار گاما (جهت کمک به تشخیص بخش‌های مختلف محیط رسوبی) و گزارشات و تصاویر مغزه‌ها، از تعداد ۳۷۷ مقطع نازک تهیه شده از مغزه‌های مربوط به ۲ چاه به منظور تشخیص اجزای تشکیل دهنده میکروفاسیس‌ها استفاده شده است. نام‌گذاری سنگ‌های کربناته براساس رده‌بندی دانه‌ها [۱۶] و امبری و کلوان [۱۷] صورت گرفت، و میکروفاسیس‌های تعیین شده با میکروفاسیس‌های استاندارد فلوگل [۱۸] مطابقت داده شد. داده‌های لرزه‌ای واحدهای زمانی ضخامت سازند ایلام در میدان مورد مطالعه در درک بهتر ساختار لایه‌های تشکیل دهنده این سازند موثر واقع شد. همین‌طور جهت بررسی کیفیت مخزنی در بخش‌های مختلف توالی، از تخلخل و تراوایی حاصل از آنالیز مغزه، و همین‌طور جهت تطابق جانبی و عمودی لایه‌های مخزنی از نمودارهای مربوط به ۷ چاه و برش‌های سه بعدی لرزه‌ای از جمله مقاطع دامنه و امیدانس لرزه‌ای در این میدان استفاده شد.

برش نمونه این سازند در منطقه زاگرس چین خورده (۱۲ کیلومتری جنوب شهرستان ایلام) اندازه‌گیری و تعریف شده است [۹ و ۸]. در برش نمونه، این سازند با ۱۹۰ m آهک‌های رسی ریز دانه خاکستری روشن تا تیره که گاهی در اثر هوازدگی سفید رنگ شده‌اند و لایه‌های نازک شیل در بین لایه‌های آهکی و لایه‌بندی منظم مشخص می‌شود. سازند ایلام با یک ناهمسازی فرسایشی سازند سورگه را می‌پوشاند و خود ظاهراً به طور همساز در زیر سازند گورپی قرار می‌گیرد [۱۱ و ۱۰]. این سازند به علت دارا بودن پتانسیل مخزنی، در اکتشافات نفتی توسط افراد مختلف مطالعه و بازنگری شده است [۱۵-۱۲]. در این مطالعه رخساره‌ها، محیط رسوبی دیرینه و ویژگی‌های لایه‌های مخزنی سازند ایلام در یکی از میداین جنوب شرقی خلیج فارس براساس داده‌های لرزه‌ای و مغزه بررسی شد، و مدل مخزن براساس ترتیب این لایه‌ها معین گردید. سازند ایلام در این میدان دارای ۱۲۵ m ضخامت است که بخش شیلی لافان آن را از سازند میشریف (بخش بالایی سازند سروک) جدا می‌کند. میدان مورد مطالعه یک ناحیه ۱۳ km در ۱۶ km است که در جنوب شرقی خلیج فارس و ۶۰ km جزیره سیری قرار دارد. شکل ۱ موقعیت



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی میدان مورد مطالعه

## نتایج و بحث

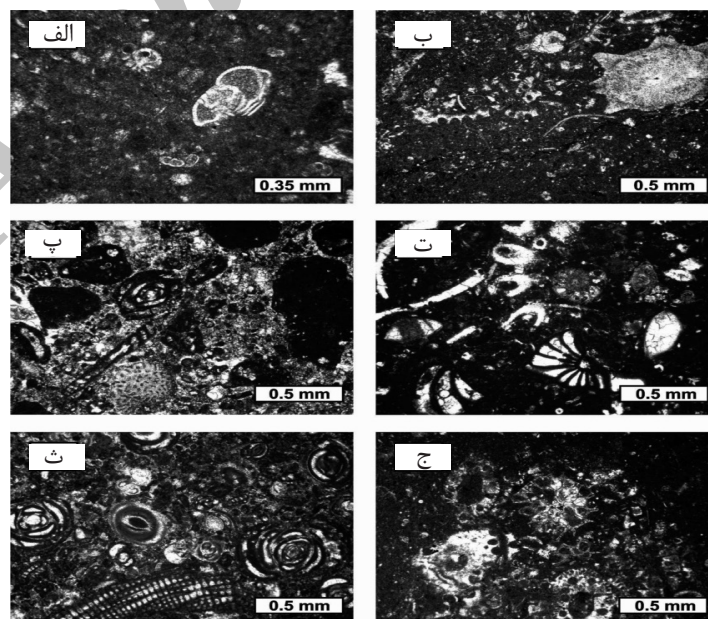
## رخساره‌ها

با مطالعات مقاطع نازک، مغزه‌ها و داده‌های لرزه‌ای سازند ایلام در میدان مورد مطالعه، مشخص گردید که رخساره‌های سازند ایلام در یک محیط، رمپ کریناته برجای گذاشته شده‌اند که بخش‌های مختلف آن به ترتیب از دریا به سمت خشکی به شرح زیر است:

- ۱- رمپ خارجی: رخساره‌های مربوط به رمپ خارجی از وکستون‌ها و مادستون‌های تیره به همراه فرامینیفرهای پلانکتونیک، روتالییدهای کوچک، پوسته‌های نازک دوکفه‌ای، استراکود، سوزن اسفنج، خرده‌های اکینوئید، جلبک و الیگوسترینید تشکیل شده است (شکل ۲ الف). رنگ تیره ناشی از حفظ مواد آلی نشان‌دهنده شرایط احیایی و گردش آب محدود و انرژی کم در این محیط است. میکروفاسیس‌های این محیط را می‌توان معادل میکروفاسیس شماره ۵ فلوگل [۱۸] (مادستون پلاژیک) واقع در رمپ خارجی در نظر گرفت.
- ۲- رمپ میانی: رخساره‌های رمپ میانی از پکستون

تا وکستون حاوی اکینوئید و بایوکلاست تشکیل شده است، پلوئید، الیگوسترینید، فرامینیفرای بنتیک نظیر روتالید و فرامینیفرای پلاژیک نیز در رخساره‌های این محیط دیده می‌شود (شکل ۲ ب). میکروفاسیس‌های مربوط به این محیط را می‌توان معادل میکروفاسیس شماره ۷ فلوگل [۱۸] (پکستون بایوکلاستی با اکینودرم فراوان) در نظر گرفت.

۳- رمپ داخلی (بخش دریای باز کم عمق): رخساره‌های این محیط شامل پکستون تا گرینستون پلوئیدی حاوی فرامینیفرای بنتیک، اینتراکلاست و بایوکلاست است (شکل ۲ پ و ت). خرده‌های بایوکلاست از جمله رودیست، اکینودرم، گاستروپود، استراکود، سوزن اسفنج و جلبک سبز هستند. وفور این بایوکلاست‌های متنوع نشان‌گر گردش آزاد آب و تأمین اکسیژن کافی برای رشد و گسترش موجودات است. وجود اینتراکلاست نشان‌دهنده انرژی نسبتاً بالا و گردش آب در این محیط است. میکروفاسیس‌های این محیط را می‌توان معادل میکروفاسیس شماره ۱۴ فلوگل [۱۸] (پکستون تا گرینستون با بایوکلاست‌های متنوع)، واقع در دریای باز کم عمق در نظر گرفت.



شکل ۲- میکروفاسیس‌های عمده مشاهده شده در سازند ایلام. الف) وکستون تا مادستون به همراه فرامینیفرهای پلانکتونیک، مربوط به محیط رمپ خارجی. ب) پکستون تا وکستون حاوی اکینوئید و بایوکلاست مربوط به محیط رمپ میانی. پ و ت) پکستون تا گرینستون پلوئیدی حاوی فرامینیفرای بنتیک، اینتراکلاست و بایوکلاست مربوط به محیط دریای باز کم عمق. ث و ج) وکستون تا پکستون حاوی میلیولید، پلوئید و جلبک سبز مربوط به محیط دریای محدود

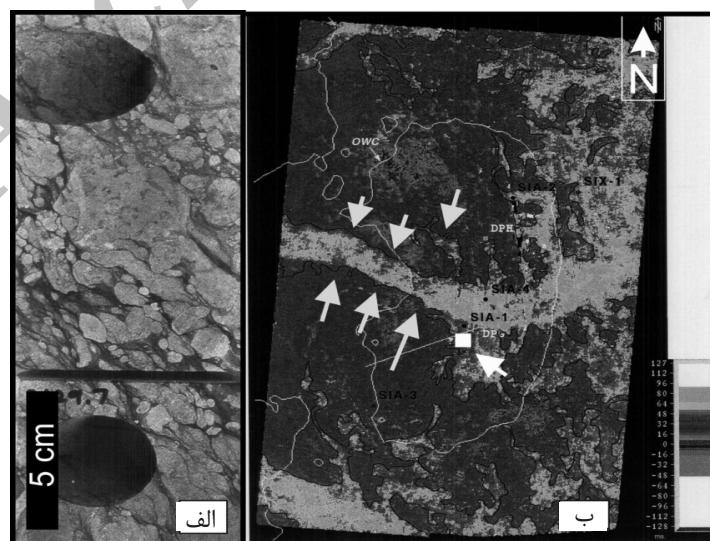
و ۱۹]. از آنجا که مهم‌ترین ابزار در شناخت رخساره‌های کانالی در مقاطع زیرسطحی، بررسی شکل هندسی آنها با استفاده از نتایج برداشت‌های لرزه‌ای است [۲۱-۲۳] در این مطالعه از نتایج حاصل از تفسیر نشان‌گرهای لرزه‌ای استفاده گردید (شکل ۳). این رخساره در ساختاری کانال مانند مانند مائندری در میدان مورد مطالعه با ضخامت متوسط ۱۸ m با روند شرقی غربی، تنها در بخش‌های میانی میدان گسترده است [۲۴].

#### محیط رسوب گذاری

بررسی میکروفاسیس‌ها، اجزای تشکیل دهنده و تغییرات عمودی آنها و مقایسه با میکروفاسیس‌های ارائه شده توسط فلوگل [۱۸] و بررسی داده‌های لرزه‌ای، مطالعه مغزه و نمودار گاما، نشان می‌دهد که سازند ایلام در میدان مورد مطالعه در یک محیط رمپ کربناته نهشته شده است. فقدان رسوبات ریزشی، توریدایتی و طبقات پیچیده، رمپ هموکلینال را برای این سازند پیشنهاد می‌کند. زیرمحیط‌های این رمپ کربناته شامل رمپ داخلی، رمپ میانی و رمپ خارجی است.

۴- رمپ داخلی (بخش دریای محدود): وکستون تا پکستون حاوی میلیولید، پلوئید و جلبک سبز عمده‌ترین رخساره‌های این محیط را شامل می‌شود. خرده‌های بایوکلاست، اینتراکلاست، جلبک سبز، فرامینفرای بنتیک از جمله تکستولاریا و دیسیکلاینا، روتالید دیگر اجزای این رخساره را تشکیل می‌دهند (شکل ۲ ث و ج). وجود ماتریکس گلی و فرامینفرای بنتیک با پوسته پرسلانوز نشان دهنده گردش محدود آب در این رخساره است. در توالی مورد مطالعه میزان نمودار گاما در رخساره‌های مربوط به این محیط افزایش می‌یابد. میکروفاسیس‌های این محیط قابل مقایسه با میکروفاسیس شماره ۱۶ فلوگل [۱۸] (مادستون تا وکستون به همراه میلیولید) واقع در دریای محدود می‌باشند.

۵- نهشته‌های کربناته دوباره حمل و نقل یافته: این رخساره متشکل از قطعات کربناته حمل و نقل یافته قله سنگ و ریگ گردشده در زمینه پکستونی با رگچه‌های انحلالی گسترده است (شکل ۳ الف). گردشگری قطعات نشان‌دهنده حمل و نقل در یک محیط پر انرژی است. مشابه چنین رخساره‌هایی در سایر نقاط مورد مطالعه قرار گرفته است [۲۰].



شکل ۳- الف) نهشته‌های کربناته دوباره حمل و نقل یافته با قطعات گرد شده. ب) تصویر واحدهای زمانی ضخامت سازند ایلام در میدان مورد مطالعه، رخساره نهشته‌های کربناته دوباره حمل و نقل یافته در ساختاری کانال مانند با روند شرقی- غربی در بخش‌های مرکزی میدان گسترش دارد.

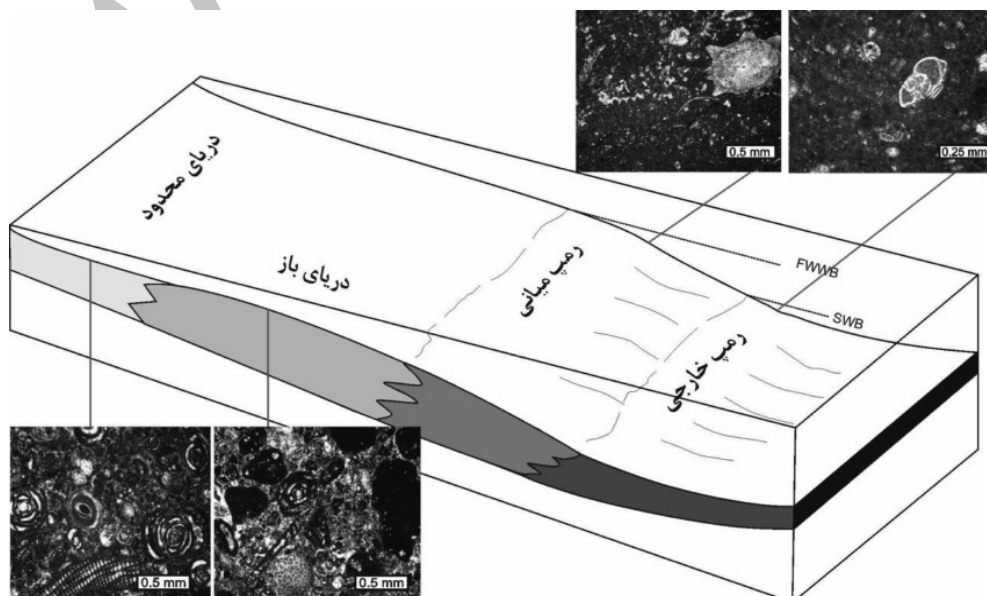


هم دیده می‌شود. همان‌طور که در تصویر لرزه‌ای نقشه ضخامت واحدهای زمانی سازند ایلام مشخص است (شکل ۳)، در بخش فوقانی این سازند و در مرکز میدان، ضخامتی از رسوبات کربناته فرسایش و حمل و نقل یافته، در ساختاری کانال مانند، به‌صورت مئاندری، مشاهده می‌شود؛ که احتمالاً در اثر خروج رسوبات از آب و تحت تاثیر فرآیندهای جوی و حمل و نقل مجدد قطعات کربناته شکل گرفته است.

### تفکیک لایه‌های مخزنی

تخلخل، مقدار ظرفیت ذخیره سازی سیالات و تراوایی، قابلیت عبور و مرور سیالات را نشان می‌دهند که هر دو پارامتر در تعیین کیفیت مخزنی به کار می‌روند [۲۵]. اغلب رخساره‌های سازند ایلام در میدان مورد مطالعه گل پشتیبان هستند و تخلخل اولیه خیلی کمی دارند. همین‌طور، رسوبات گل پشتیبان به دلیل سیستم حفره‌های ریز و تراوایی بسیار کم نسبت به رسوبات دانه پشتیبان، کیفیت مخزنی کمتری نشان می‌دهند. با این حال مطالعات نشان می‌دهد که رسوبات گل پشتیبان نیز می‌توانند در اثر فرآیندهای دیاژنتیکی انحلال، شکستگی و غیره کیفیت مخزنی بهتری کسب کرده و مخازن خوبی را تشکیل دهند [۲۶].

در رمپ داخلی بخش‌های دریای باز و محدود تشخیص داده شد و رخساره‌های ساحلی و پهنه جزرومدی در آن مشاهده نشد. مهربابی و همکاران [۷] نیز با بررسی سازند ایلام در جنوب شرقی فرو افتادگی دزفول، محیط رسوبی دیرینه این سازند را رمپ کربناته تشخیص دادند. شکل ۴، محیط رسوبی سازند ایلام در منطقه مورد مطالعه را به‌صورت شماتیک نشان می‌دهد. بخش عمده سازند ایلام از رخساره‌های مربوط به دو محیط دریای باز و محدود تشکیل شده، که به شدت تحت تاثیر نواسانات سطح آب دریا بوده است؛ به‌طوری‌که این رمپ بسیار کم عمق بازها از آب خارج شده و سطوح خروج از آب به‌صورت خاک قدیمه (شکل ۵)، در این فواصل به‌وفور مشاهده می‌گردد [۲۴]. در بخش‌های فوقانی توالی تنوع رخساره‌های چندانی دیده نمی‌شود و تنها رخساره‌های دریای باز و محدود از رمپ میانی گسترش دارند که در مقاطعی با سطوح خروج از آب همراه است، اما بخش‌های پایینی سازند ایلام دارای تنوع و نوسانات بیشتری است و علاوه بر رخساره‌های دریای باز کم عمق و محدود از رمپ میانی و سطوح خروج از آب، رخساره‌های مربوط به رمپ پایینی و میانی

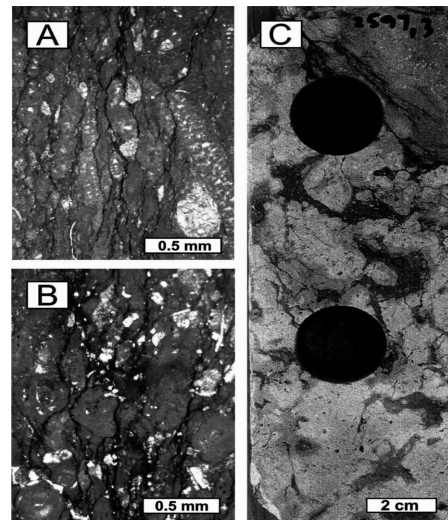


شکل ۴- تصویر شماتیک محیط رسوبی سازند ایلام در منطقه مورد مطالعه

بخش‌های میانی و بالایی این لایه ۴ تا ۶ m رخساره مربوط به محیط دریای محدود مشاهده می‌گردد که با توجه به کم شدن انرژی و افزایش گل، نمودار گاما میزان بیشتری را نسبت به بخش‌های پایینی این لایه نشان می‌دهد. در بالاترین بخش، این لایه به شیل‌های حوضه‌ای سازند گورپی می‌رسد. در شکل ۶، نقشه هم ضخامت و هم تخلخل لایه A در میدان مورد مطالعه نشان داده شده است.

۳- لایه B: این لایه نسبتاً متراکم است و ۱۸ m ضخامت دارد. بخش بالایی این لایه از رخساره مربوط به دریا محدود و بخش پایینی به‌طور عمده از رخساره دریای باز تشکیل شده است؛ این لایه بیشتر از لایه A تحت تاثیر سیمانی شدن قرار گرفته که باعث کاهش کیفیت مخزنی شده است. متوسط تخلخل در این لایه ۱۱/۵٪ است و تراوایی در آن به ۱/۴۲۴ md می‌باشد. در این لایه هم سطح خروج از آب با استیلولیت فراوان دیده می‌شود، که نشانگر نوسانات سطح آب دریا در هنگام ته نشست رسوبات است. در شکل ۷، نقشه هم ضخامت و هم تخلخل لایه B در میدان مورد مطالعه نشان داده شده است.

۴- لایه C: لایه C یک لایه متخلخل است. بخش بالایی این لایه از رخساره‌های پکستونی و گرینستونی مربوط به دریای باز کم عمق تشکیل شده است و بخش‌های میانی و پایینی را رخساره مربوط به دریای محدود در بر گرفته است. علی‌رغم اینکه بخش اعظم این لایه از رخساره‌های گل پشتیبان محیط دریای کم عمق محدود تشکیل شده است، ولی با ضخامت تقریبی ۲۰ m، با تخلخل متوسط ۱۶٪ همراه است که علت این مسئله وجود سطوح خارج شدن از آب به دفعات و به‌صورت متوالی در این بخش است. در این ضخامت ۲۰ متری تقریباً ۱۰ سطح خارج شدن از آب دیده می‌شود که باعث شده رسوبات این بخش مکرر تحت تاثیر آب‌های جوی قرار بگیرند.

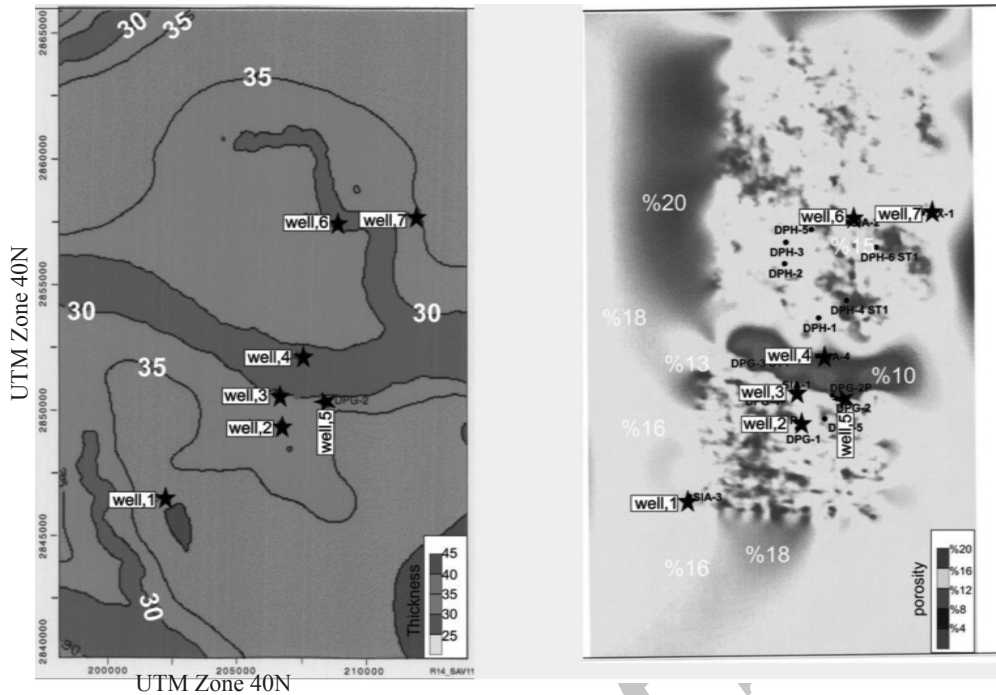


شکل ۵- سطوح خروج از آب به‌صورت خاک قدیمه با استیلولیت و رگچه‌های انحلالی زیاد. A و B تصویر مقطع میکروسکوپی. C تصویر مغزه.

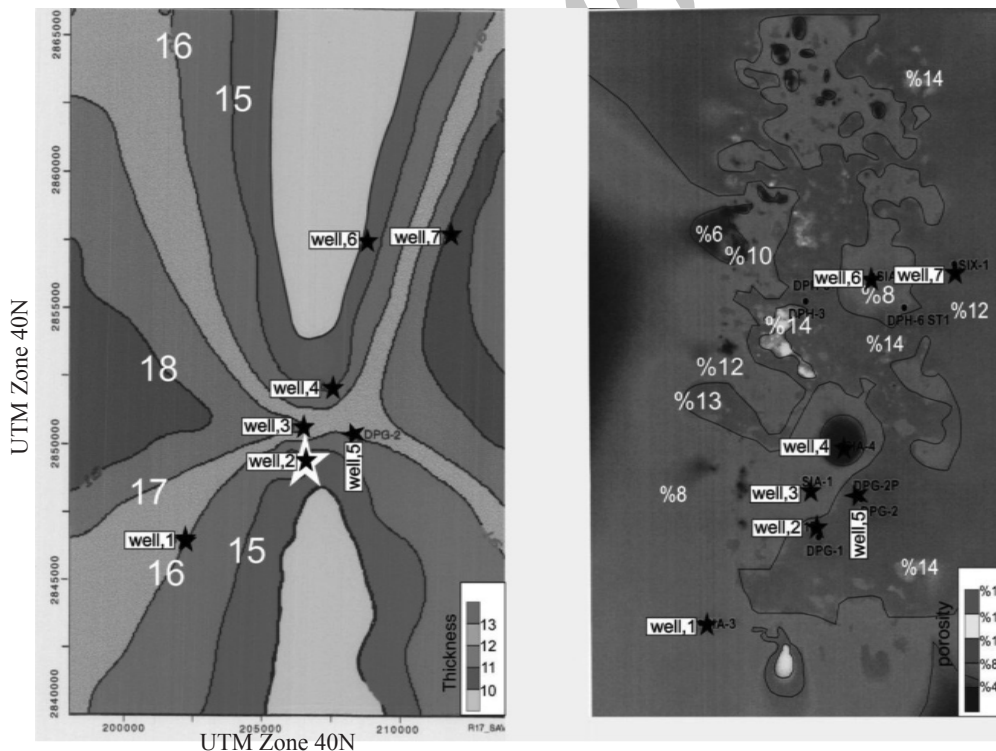
به‌طور کلی در سازند ایلام کیفیت مخزنی به سمت بالا افزایش پیدا می‌کند و افزایش کیفیت مخزنی در این سازند تحت تاثیر رخساره‌های رسوبی، دیاژنز و سکانس‌های رسوبی است [۲۴]. با بررسی‌های تخلخل و تراوایی حاصل از آنالیز مغزه و بررسی‌های رخساره‌ای و لرزه‌ای و ترکیب نتایج موارد مذکور با یکدیگر لایه‌های مخزنی سازند ایلام با ویژگی‌های رخساره‌ای و مخزنی مشخص گردید. بدین ترتیب در میدان مورد مطالعه، ۷ لایه مخزنی مشاهده شد که به شرح زیر می‌باشند.

۱- نهشته‌های کربناته دوباره حمل و نقل یافته: این لایه با بافت درشت دانه، دارای تخلخل متوسط ۱۴٪ است و با روند شرقی- غربی بالاترین بخش توالی را تشکیل می‌دهد. این لایه تنها در بخش‌های میانی میدان گسترش دارد [۲۴].

۲- لایه A: این لایه با تخلخل متوسط ۱۸٪ ضخیم‌ترین لایه مخزنی سازند ایلام در این میدان است. ضخامت این لایه در توالی مورد مطالعه ۴۴ m است اما به‌طور متوسط ضخامت این لایه ۳۵ m می‌باشد و به‌طور عمده از رخساره مربوط به محیط دریای باز کم عمق تشکیل شده است. در بخش‌های پایینی و بالایی این لایه رخساره‌های مربوط به سطوح خارج شدن از آب دیده می‌شود. در



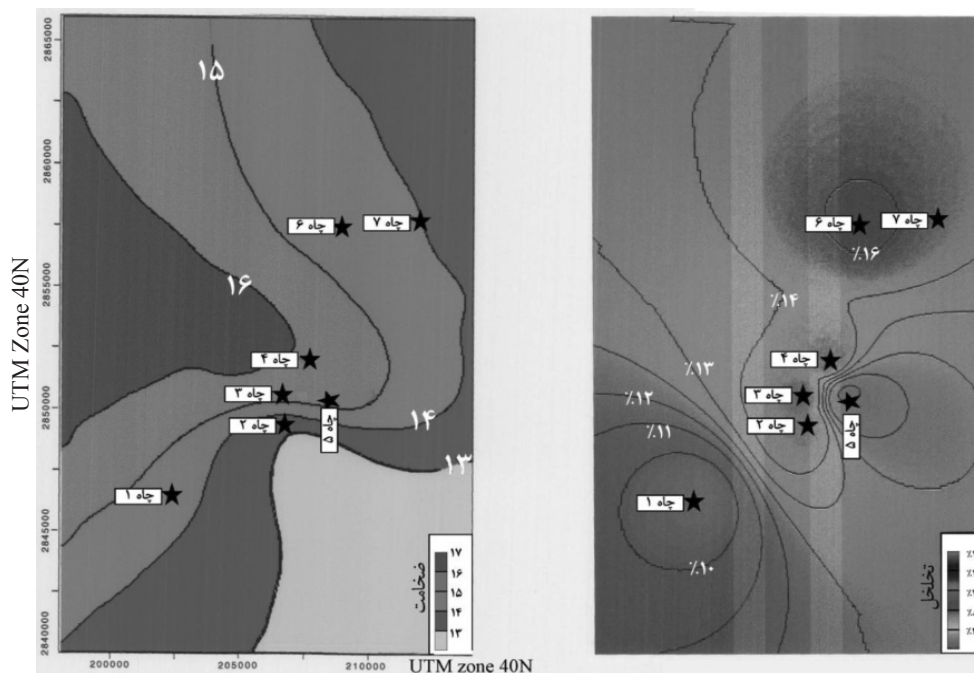
شکل ۶- چپ: نقشه هم ضخامت لایه A، راست: نقشه هم تخلخل لایه A در میدان مورد مطالعه، محل چاه‌های مورد مطالعه با علامت ستاره مشخص شده است.



شکل ۷- چپ: نقشه هم ضخامت لایه B، راست: نقشه هم تخلخل لایه B در میدان مورد مطالعه، محل چاه‌های مورد مطالعه با علامت ستاره مشخص شده است.

۵- لایه D: این لایه دارای تخلخل متوسط ۱۲٪ می‌باشد که عمدتاً از رخساره پکستونی مربوط به محیط دریای باز کم عمق تشکیل شده است.

انحلال ناشی از نفوذ آب‌های متوریکی باعث افزایش تخلخل و تراوایی در این لایه شده است. در شکل ۸، نقشه هم ضخامت و هم تخلخل لایه C نشان داده شده است.



شکل ۸- چپ: نقشه هم ضخامت لایه C، راست: نقشه هم تخلخل لایه C در میدان مورد مطالعه، محل چاه‌های مورد مطالعه با علامت ستاره مشخص شده است.

در بخش‌های میانی این لایه سیمانی شدن قدری افزایش یافته که باعث پر شدن بخشی از فضاهای خالی و کاهش تخلخل شده است. در بخش‌های پایینی این لایه رخساره مربوط به دریای محدود کم عمق به همراه سطوح خروج یافته از آب دیده می‌شود. در شکل ۹، نقشه هم ضخامت و هم تخلخل لایه D در میدان مورد مطالعه نشان داده شده است.

۶- لایه E: این لایه با ۱۰ m ضخامت، به‌طور متوسط دارای ۱۵٪ تخلخل است و از رخساره‌های پکستونی و گرینستونی ریزدانه مربوط به دریای باز تشکیل شده است. رخساره مربوط به دریای محدود در این لایه گسترش چندانی ندارد. این لایه با آغستگی نفتی و تعداد بسیاری رگچه‌های انحلالی و وفور آشفستگی زیستی و پیریتی شدن همراه است. در شکل ۱۰، نقشه هم ضخامت و هم تخلخل لایه E در میدان مورد مطالعه نشان داده شده است.

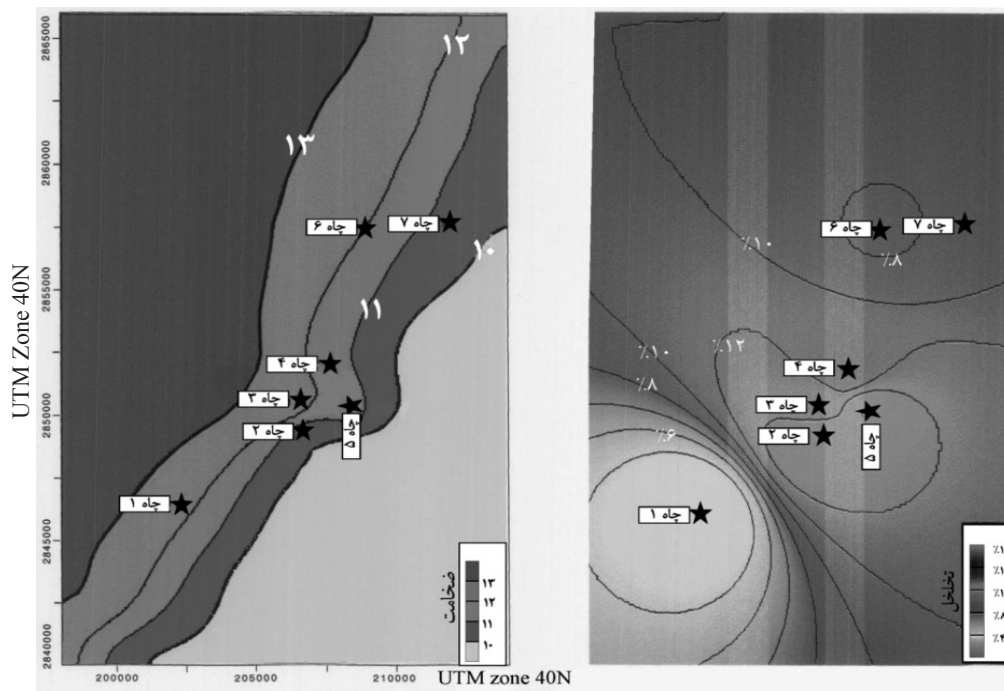
۷- لایه F: این لایه پایین‌ترین بخش سازند ایلام است و با رخساره‌های گل پشتیبان و کستونی و مادستونی مربوط به محیط رمپ میانی و خارجی

مشخص می‌گردد. تخلخل متوسط لایه F کمتر از ۵٪ است، بنابراین، این لایه نمی‌تواند سنگ مخزن مناسبی باشد. در شکل ۱۱، نقشه هم ضخامت و هم تخلخل لایه F نشان داده شده است. شکل ۱۲، ستون چینه‌شناسی، لایه‌های مخزنی و تخلخل و تراوایی سازند ایلام در توالی مورد مطالعه را نشان می‌دهد. شکل ۱۳، تخلخل در مقابل تراوایی و جدول ضخامت، تخلخل و تراوایی لایه‌های مخزنی سازند ایلام در میدان مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

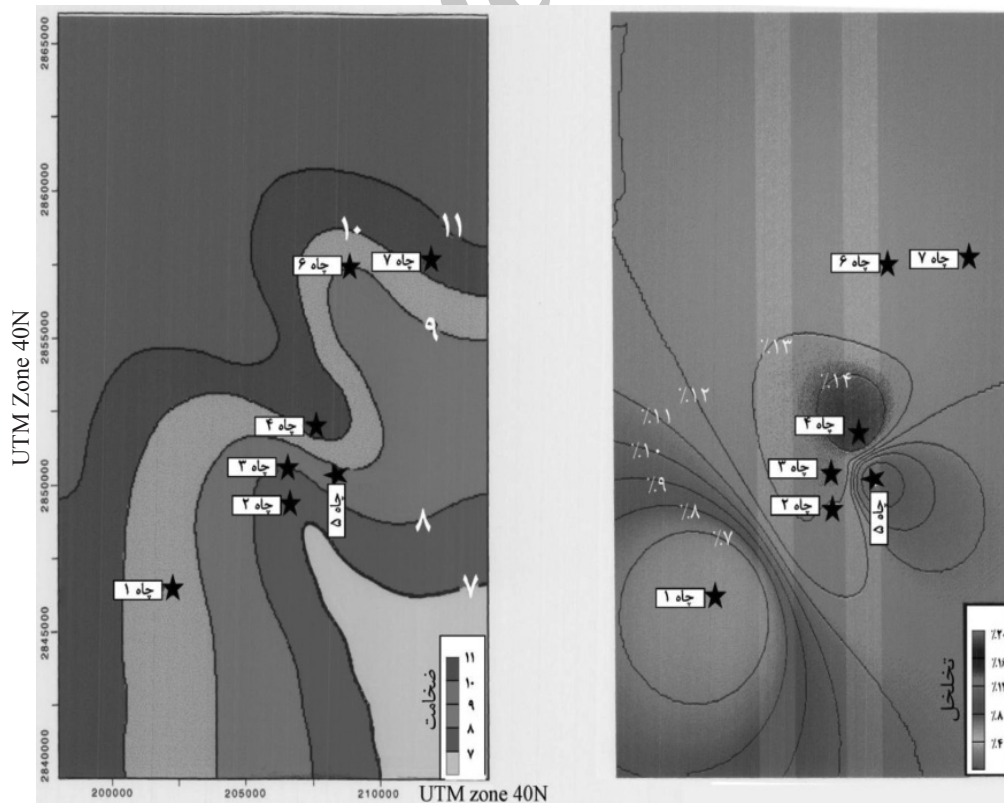
جهت تعیین خصوصیات مخزنی و ایجاد مدل مخزنی یکپارچه در سراسر میدان مورد مطالعه، لایه‌های مخزنی تعیین شده در این میدان در جهت عمودی و جانبی با هم تطابق داده شد، که به این منظور از نمودارهای ۷ چاه استفاده گردید (شکل ۱۴).

نقشه سه بعدی ساختار مخزن با انطباق عمودی و جانبی لایه‌های لرزه‌ای با یکدیگر و با نمودارهای چاه نگاری در میدان مورد مطالعه حاصل گردید. در این تحقیق مقادیر تخلخل با داده‌های لرزه‌ای امپدانس (شکل ۱۵) و مقطع دامنه لرزه‌ای (شکل ۱۶) مطابقت داده شد.

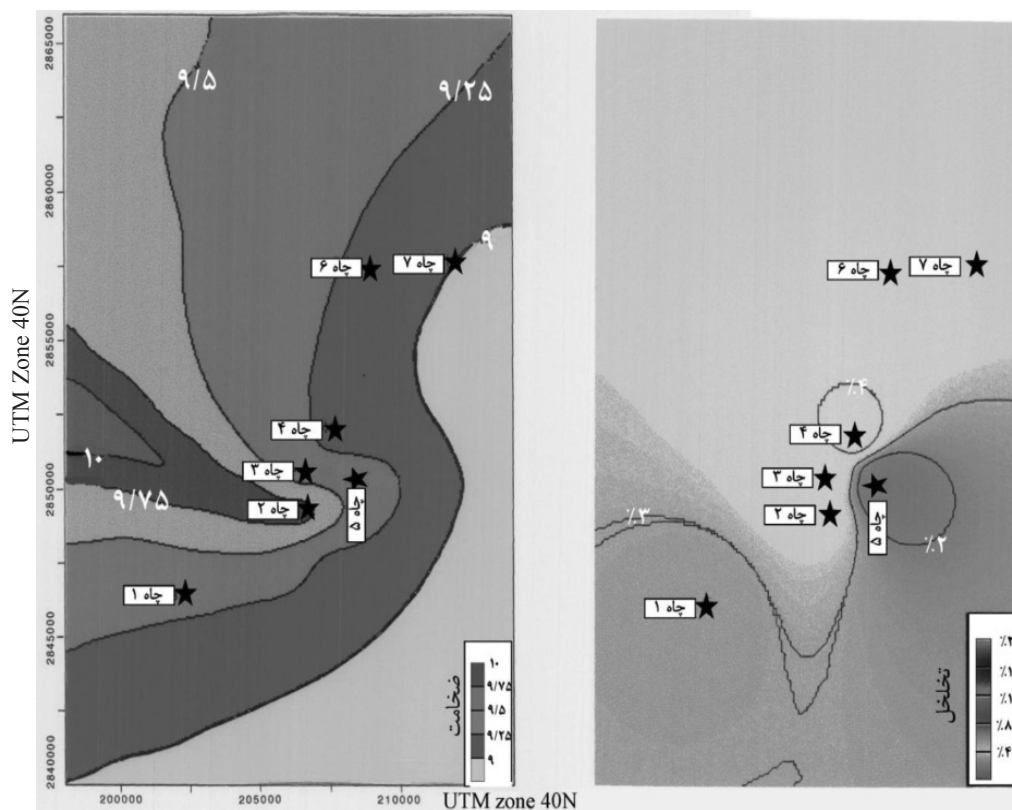




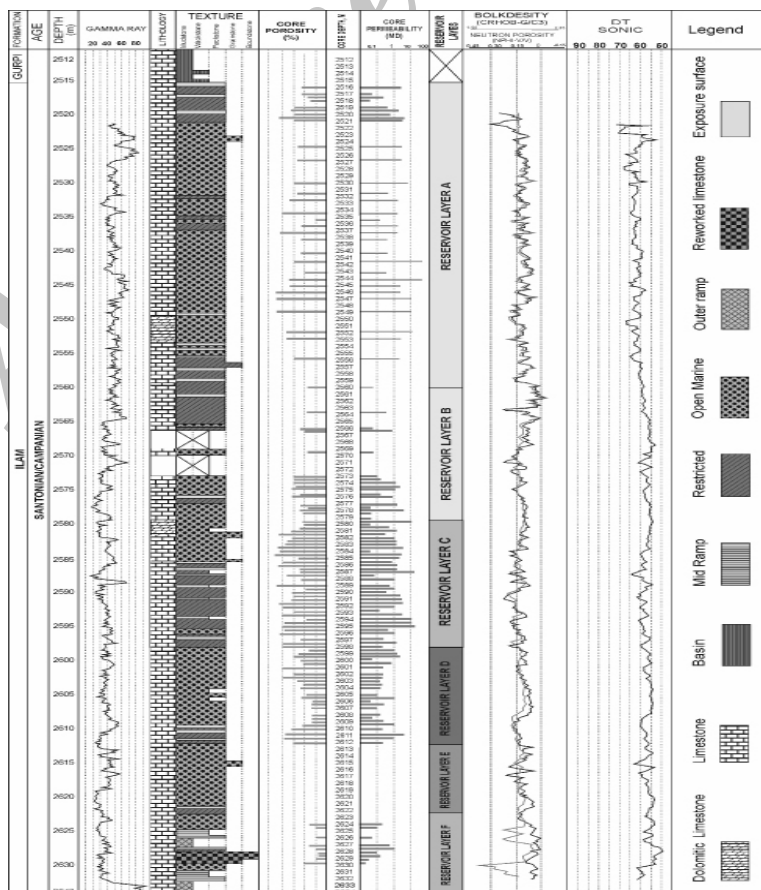
شکل ۹- چپ: نقشه هم ضخامت لایه D، راست: نقشه هم تخلخل لایه D در میدان مورد مطالعه، محل چاه‌های مورد مطالعه با علامت ستاره مشخص شده است.



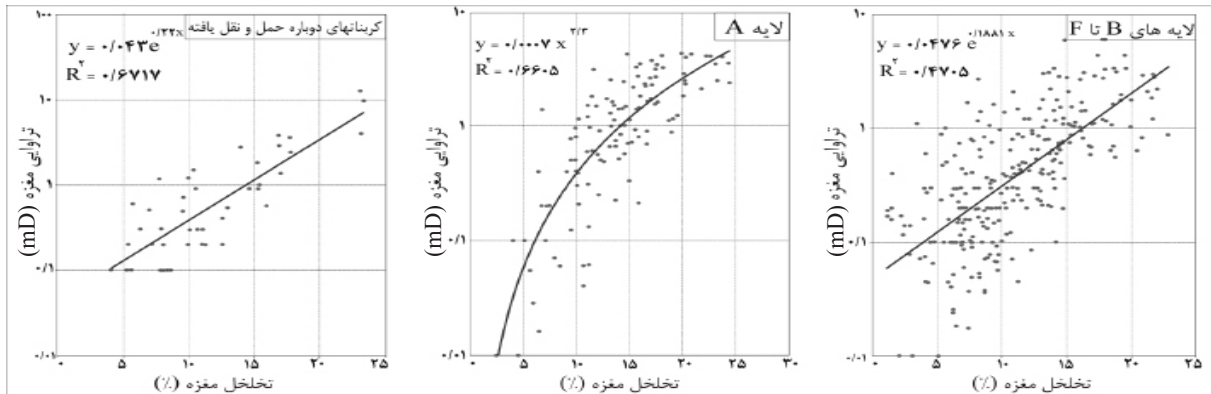
شکل ۱۰- چپ: نقشه هم ضخامت لایه E، راست: نقشه هم تخلخل لایه E در میدان مورد مطالعه، محل چاه‌های مورد مطالعه با علامت ستاره مشخص شده است.



شکل ۱۱- چپ: نقشه هم ضخامت لایه F، راست: نقشه هم تخلخل لایه F در میدان مورد مطالعه، محل چاه‌های مطالعه با علامت ستاره مشخص شده است.



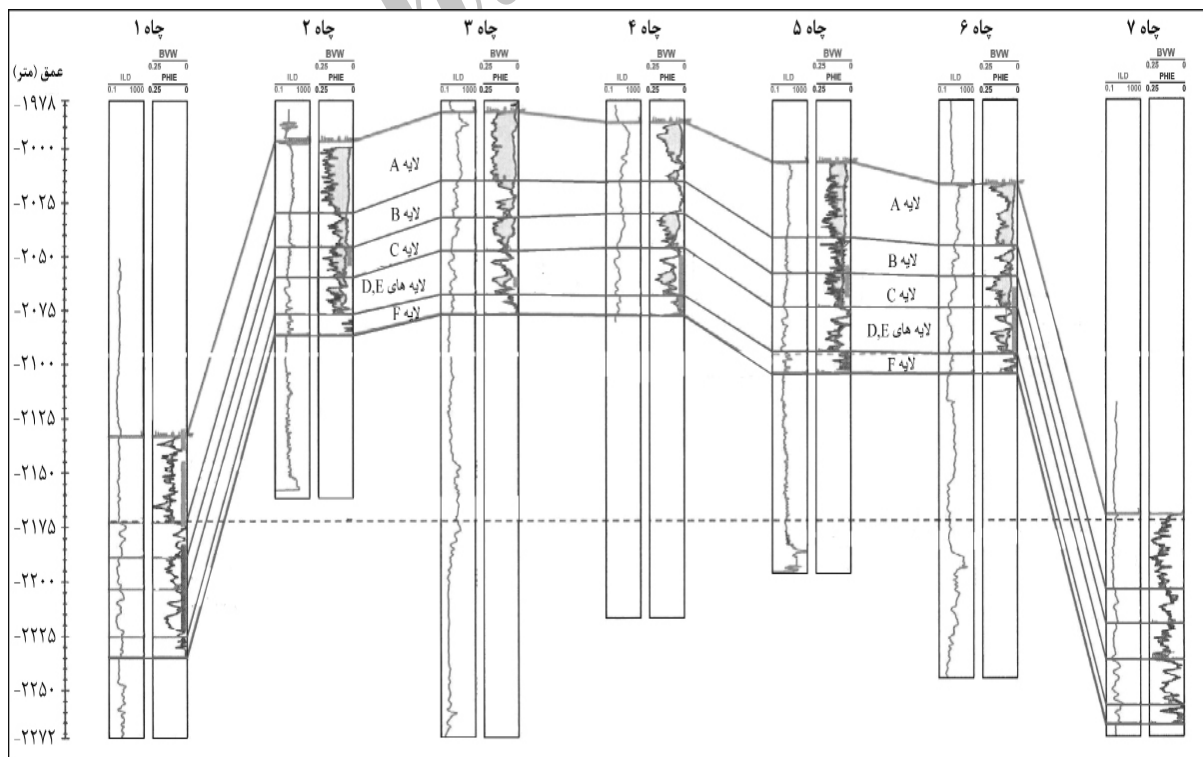
شکل ۱۲- ستون چینه‌شناسی و لایه‌های مخزنی سازند ایلام در توالی مورد مطالعه



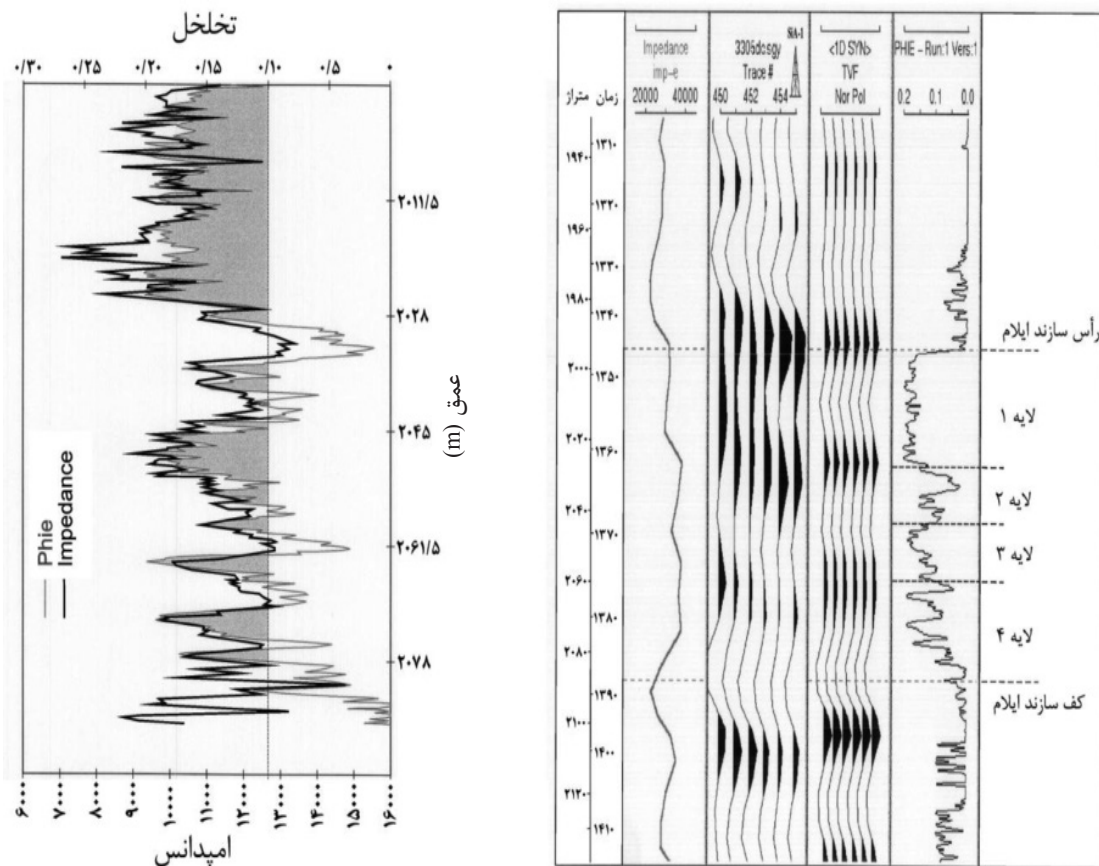
شکل ۱۳- چپ: تخلخل در مقابل تراوایی لایه‌های نهشته‌های کربناته دوباره حمل و نقل یافته، وسط: تخلخل در مقابل تراوایی لایه A و راست: تخلخل در مقابل تراوایی لایه‌های B تا E

جدول ۱- ضخامت، تخلخل و تراوایی لایه‌های مخزنی سازند ایلام در میدان مورد مطالعه

لایه‌های مخزنی ویژگی‌های مخزنی	کربنات‌های دوباره حمل و نقل یافته	RLA	RLB	RLC	RLD	RLE	RLF
ضخامت (m)	۰-۲۰	۲۵-۳۵	۱۴-۱۸	۱۳-۲۰	۹-۱۳	۷-۱۱	۸-۱۰
تخلخل متوسط (%)	۱۴	۱۸	۱۱/۵	۱۶	۱۲	۱۵	۵>
تراوایی (mD)	۲۱/۸۰۰	۳/۲۲	۱/۴۲۴	۲/۸۳۶	۱/۶۸۹	۲/۰۶۷	۰/۳۸۱



شکل ۱۴- انطباق لایه‌های مخزنی تعیین شده سازند ایلام در میدان مورد مطالعه توسط نمودارهای چاه ۷

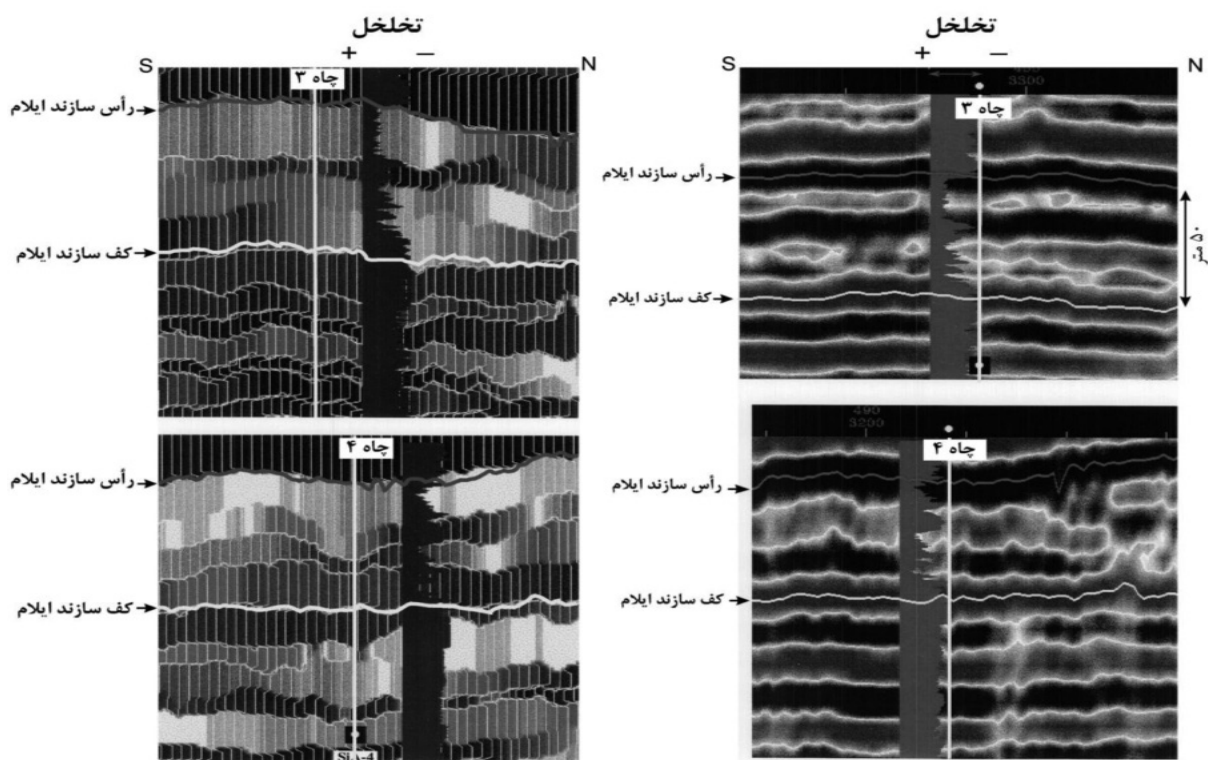


شکل ۱۵- راست: داده‌های لرزه‌ای و امپدانس با نمودار، چپ: قرارگیری مقادیر تخلخل حاصل از نمودار چاه با شدت امپدانس در چاه شماره ۳.

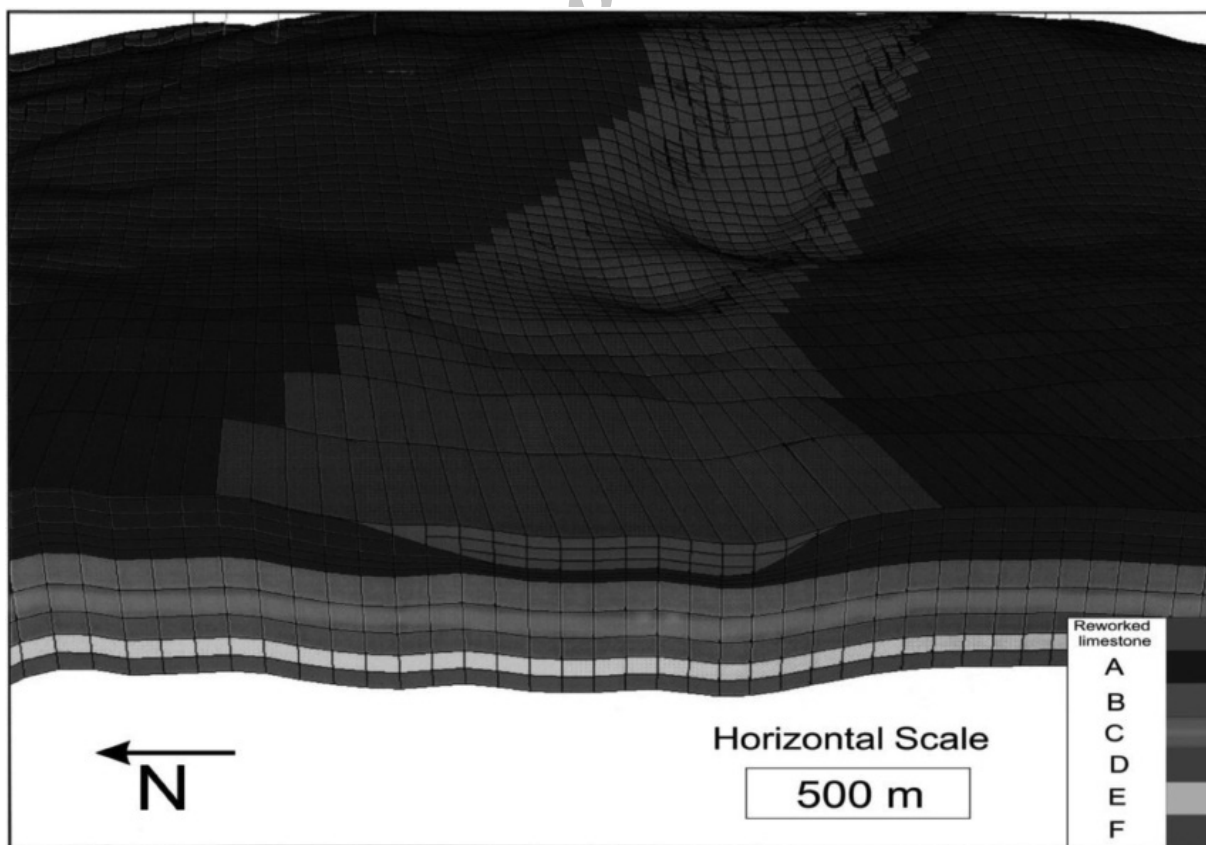
لایه‌های نازک‌تر با تخلخل بالا (گاه‌ها تا ۲۰٪) و پایین (۵٪) نشان دهنده لایه‌های مخزنی D، E و F در چاه مورد مطالعه است. در شکل ۱۶ انطباق تخلخل حاصل از نمودار با مقطع دامنه لرزه‌ای و همین‌طور داده‌های امپدانس، در چاه‌های شماره ۳ و ۴ نشان داده شده است. در این شکل هم این چهار لایه لرزه‌ای به خوبی تفکیک شده‌اند. شکل ۱۷ نحوه قرارگیری لایه‌های مخزنی مطالعه شده سازند ایلام در میدان مورد مطالعه را بر اساس مطالعات لرزه‌ای و رخساره‌ای نشان می‌دهد.

همان‌طور که در ترتیب بالا به پایین شکل ۱۵ پیداست در بخش بالایی توالی چاه شماره ۳ مقادیر پایین امپدانس نشان دهنده رخساره متخلخل (تخلخل ۲۵٪) به میزان ۳۵ m و در بر گیرنده لایه مخزنی A است. بعد از آن ۱۵ m از توالی دارای امپدانس زیاد است که نشان‌گر لایه‌ای متراکم و تخلخل کمتر از ۱۰٪ است و نمایان‌گر لایه مخزنی B در این چاه می‌باشد. بخش بعدی با ضخامت ۱۲ m و نمایش امپدانس کم لایه‌ای با تخلخل نسبتاً زیاد (۱۵٪) لایه مخزنی C است. پایین‌تر از این لایه نوسانات مقدار امپدانس نشان‌گر توالی





شکل ۱۶- انطباق تخلخل حاصل از نمودار با مقطع دامنه لرزه‌ای (سمت راست) و همین‌طور امپدانس (سمت چپ) در چاه‌های شماره ۳ و ۴



شکل ۱۷- نحوه قرارگیری لایه‌های مخزنی مطالعه شده سازند ایلام در میدان مورد مطالعه، براساس مطالعات لرزه‌ای و رخساره‌ای

## نتیجه گیری

۳۵ m و تخلخل متوسط ۱۸٪، بهترین لایه سازند ایلام از نظر کیفیت مخزنی می باشد. بعد از آن به ترتیب لایه های C، E، لایه با رخساره کربناته دوباره حمل و نقل یافته کانال مانند، D، B و F قرار می گیرند. لایه F به علت تخلخل کمتر از ۵٪ و تراوایی کمتر از ۰/۵ md، به عنوان مخزن مورد استفاده قرار نمی گیرد.

## تقدیر و تشکر

در این تحقیق از همکاری و مشارکت ارزنده اساتید، همکاران و دوستان گرامی استفاده شده است که بدین وسیله از همه آنها به خصوص پرسنل محترم شرکت نفت فلات قاره ایران، تشکر و قدردانی می گردد.

با بررسی های رخساره ای در مقیاس میکروسکوپی و مغزه و داده های لرزه ای مشخص گردید که رسوبات سازند ایلام در یک رمپ کربناته هموکلینال کم عمق نهشته شده اند و توالی مورد مطالعه به طور عمده از رخساره های مربوط به دریای کم عمق باز و دریای محدود تشکیل شده است که در فواصلی از آن سطوح مربوط به خارج شدن رسوبات از آب دریا دیده می شود. بررسی های رخساره ای و آنالیز مغزه به کمک داده های لرزه ای توانایی جداسازی لایه های مخزنی سازند ایلام در سراسر میدان را ایجاد کرده است. با جداسازی لایه های مخزنی با ویژگی های رخساره ای و داده های لرزه ای مشخص گردید که به طور کلی لایه مخزنی A با ضخامت

## مراجع

- [1]. Alsharhan A. S., Naim A.E.M., "A review of the Cretaceous formations in the Arabian Peninsula and gulf, part II, mid-Cretaceous (Wasia Group), stratigraphy and paleontology," Journal of Petroleum Geology, Vol. 11, pp 89-112, 1988.
- [2]. Alsharhan, A. S., Naim, A.E.M., "Sedimentary basins and petroleum geology of the Middle East." Elsevier, Amsterdam, pp. 433-441, 1997.
- [3]. Ghabeishavi A., Vaziri-Moghaddam H., Taheri A., "Facies distribution and sequence stratigraphy of the Coniacian-Santonian succession of the Bangestan palaeo-high in the Bangestan Anticline." SW Iran, Facies. Vol. 55, pp. 243-257, 2009.
- [4]. Ghabeishavi A., Vaziri-Moghaddam H., Taheri A., Taati F., "Microfacies and depositional environment of the Cenomanian of the Bangestan anticline." SW Iran, Journal of Asian Earth Sciences, Vol. 37, pp. 275-285, 2010.
- [5]. Hollis C., "Diagenetic controls on reservoir properties of carbonate successions within the Albian-Turonian of the Arabian Plate." Petroleum Geoscience, Vol. 17, pp. 223-241, 2011.
- [6]. Laponi F., Casini G., Sharp I., Blendinger W., Fernández N., Romaire I., & Hunt D., "From outcrop to 3D modelling, a case study of a dolomitized carbonate reservoir," Zagros Mountains Iran, Petroleum Geoscience, Vol. 17, pp. 223-24, 2011.
- [7]. Mehrabi H, Rahimpour-Bonab H, Enayati-Bidgoli A H, Navidtalab A, "Depositional environment and sequence stratigraphy of the Upper Cretaceous Ilam Formation in central and southern parts of the Dezful Embayment," SW Iran., Carbonates Evaporites, DOI 10.1007/s13146-013-0168-z, 2013.
- [8]. Setudehnia A., "The Mesozoic sequence in southwest Iran and adjacent areas," Journal of Petroleum Geology, Vol. 1, pp. 3-42, 1978.
- [9]. James G A, Wynd JG., "Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium agreement area," American Association of Petroleum Geologists, Bulletin, Vol. 49, pp. 2182-2245, 1965.

- [۱۰]. درویش‌زاده ع.، زمین‌شناسی ایران، انتشارات نشر امروز، ۹۰۱ ص. ۱۳۸۱.
- [۱۱]. مطیعی ه.، زمین‌شناسی ایران (چینه‌شناسی زاگرس)، انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۷۲.
- [12]. Adabi M H , Asadi Mehmandosti E, "Microfacies and geochemistry of the Ilam Formation in the Tang-E Rashid area," Izeh, S.W. Iran, Journal of Asian Earth Sciences, Vol. 33, Issues 3-4, pp. 267-277, 15 Jul. 2008.
- [13]. Kayvani, F., "Depositional environments diagenesis of Cretaceous (Albian to Maastrichtian) strata of the Abadan plain of the Persian platform in southwestern Iran," GSA, Denver Annual Meeting, 2002.
- [14]. Ghazi, K., Kariminia, S. M., Khosrow Tehrani, A. M., "The biostratigraphic study of Ilam Formation in the Zagros mountain, southwestern Iran" GSA, Southeastern Section – 50<sup>th</sup> Annual Meeting, 2001.
- [۱۵]. سپیانی ه.، محبوبی ا.، موسوی حرمی ر.، محمودی قرایی م.، ح.غفرانی ا.، فرآیندهای دیاژنز و تأثیر آن بر کیفیت مخزنی سازند ایلام، میدان نفتی ماله کوه، شمال باختری اندیمشک، پژوهش و نفت سال بیستم شماره ۶۲، صفحه ۸۳-۶۵، ۱۳۸۹.
- [16]. Dunham R. J., "Classification of carbonate rocks according to depositional texture", In: Ham, W.E. (Ed.), Classification of Carbonate Rocks, AAPG Mem.1, pp. 108-121, 1962.
- [17]. Embry A F, Klovan J E, "A Late Devonian reef tract on northeastern Banks Island," NWT, Bulletin of Canadian Petroleum Geology, Vol. 19, pp. 730- 781, 1971.
- [18]. Flugle E., "Microfacies of carbonate rocks: analysis, interpretation and application," 2<sup>nd</sup> ed., Springer Berlin Heidelberg, 2004.
- [19]. Valladares M. I., Rodríguez Alonso M. D., "Depositional processes of channel fill carbonate," Revista de la Sociedad Geologica de Espana, Vol. 1, No. (1-2), pp. 165-175, 1988.
- [۲۰]. هنرمند ج.، مداحی ا.، ارتباط رخساره‌های رسوبی با گسترش فرآیندهای دیاژنزی و کیفیت مخزنی بخش بالایی سازند سروک در یکی از میادین بزرگ نفتی، جنوب غربی ایران، سال بیست و هفتم – شماره پیاپی ۴۲ - شماره اول، ص ۱۱۴-۹۷. ۱۳۹۰.
- [21]. Hassanzadeh Azar J., Nabi-Bidhendi M., Javaherian A., and Pishvaie M. R., "Integrated seismic attributes to characterize a widely distributed carbonate clastic deposit system in Khuzestan Province," SW Iran: Journal of Geophysics and Engineering, J. Geophys. Eng. Vol. 6, pp. 162-171, 2009.
- [22]. Eberli G. P., Masaferrro J. L., and Sarg J. F., "Seismic Imaging of Carbonate Reservoirs and Systems," AAPG Memoir 81, AAPG and Shell International Exploration & Production B. pp. 376 2004.
- [23]. Veecken P. C. H., "Seismic Stratigraphy, basin analysis and reservoir characterization," Elsevier, pp., 509 2007.
- [۲۴]. خانجانی م.، چینه‌نگاری سکansı سازندهای سروک و ایلام در میادین نفتی منطقه سیری واقع در خلیج فارس و ارتباط آن با خصوصیات مخزنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده علوم پایه، رساله دکتری، ۱۶۸ صفحه، ۱۳۹۲.
- [25]. Ahr W. M., "Geology of carbonate reservoirs: the identify cation, description, and characterization of hydro-carbon reservoirs in carbonate rocks," John Wiley & Sons, Inc. publication., 2008.
- [26]. Beavington-Penney S. J., Nadin P., Wright V. P., Clarke E. D., McQuilken J. and Bailey H. W., "Reservoir quality variation on an eocene carbonate ramp," El Garia Formation, offshore Tunisia: Structural control of burial corrosion and dolomitisation, Sedimentary Geology., Vol. 209, pp. 42-57, 2008.