

بررسی توزیع تخلخل، اشباع آب و ستون هیدروکربنی در مخزن بنگستان میدان نفتی کیلورکریم

آرمین میرزا محمد فراهانی کارشناسی ارشد نظارت بر تولید شرکت بهره‌برداری نفت و گاز گچساران

چکیده

به منظور بررسی کیفیت مخزن بنگستان میدان نفتی کیلورکریم واقع در استان بوشهر (جنوب فروافتادگی دزفول)، چند ویژگی مهم پتروفیزیکی این میدان (تخلخل، اشباع آب و ستون هیدروکربنی) مورد مطالعه قرار گرفت. از شش حلقه چاه حفر شده در این میدان، چهار حلقه در مخزن بنگستان تکمیل گردیده‌اند که عمیق‌ترین آنها چاه شماره ۶ است که تا گروه خامی امتداد می‌یابد.

برای انجام این تحقیق، گروه بنگستان در ناحیه مذکور مطالعه شده و نگاره‌ها (Logs) و گزارش‌های پتروفیزیکی چاه‌های این میدان به همراه مقاطع نازک تهیه شده از خرده‌های حفاری، مورد بررسی قرار گرفت. نهایتاً ترسیم ستون سنگ چینه‌ای هر چاه، زون بندی مخزن و تطابق چاه‌ها انجام و نقشه‌های هم ارزش تهیه شدند.

پس از تجزیه و تحلیل داده‌های پتروفیزیکی، چنین نتیجه‌گیری می‌شود که می‌توان این مخزن را به هشت زون تقسیم نمود که زون ۳ (بخش لافان) به رغم داشتن تخلخل بالا، به علت شیلی بودن عملاً ارزشی ندارد. بنابراین بهترین زون‌های مخزن را قاعده زون ۴ (شامل خرده‌های رودیست) و قسمت فوقانی زون ۵ تشکیل داده‌اند، به طوری که از نظر تخلخل، اشباع آب و ستون هیدروکربنی مناسب‌تر هستند. همچنین قسمت خاور و شمال خاوری میدان برای حفاری‌های بعدی بهترین گزینه‌ها می‌باشند.

مقدمه

قرار دارد (مطبیعی ۱۳۷۲ ب). این میدان امتداد محوری مخالف سایر تاق‌دیس‌های زاگرس را دارد و دماغه شمالی آن به وسیله یک گسل معکوس در زیر یال جنوب باختری میدان نفتی بی‌بی حکیمه واقع است. (شکل ۱) و در سر سازند آسماری ۲۵ کیلومتر طول و حدود ۱۰ کیلومتر عرض دارد، اما با توجه به سطح جدایی آب و نفت در مخزن بنگستان، ۵ کیلومتر طول و ۱۰ کیلومتر عرض را شامل می‌شود (عباسیان ۱۳۶۰).

در منطقه مورد مطالعه، رسوبات نئوژن حوضه زاگرس که دربرگیرنده سازندهای بختیاری، آغاجاری، میشان و گچساران می‌باشند، گسترش دارند. سازندهای مذکور که به‌طور متناوب از لایه‌های نرم و سخت در مقابل هوازگی و فرسایش سطحی، تشکیل گردیده، باعث ظهور ارتفاعات و پستی و بلندی‌های نسبتاً شدیدی همراه با فراز و نشیب‌های کوئستا (cuesta) در سطح زمین هریک از ساختمان‌های زمین‌شناسی منطقه شده‌اند. ارتفاع ناحیه ۳۰۵ الی ۶۱۶ متر است.

سازندهای گروه بنگستان در دوره کرتاسه نهشته شده‌اند که این دوره از دیدگاه تکتونیکی یکی از مهمترین و فعال‌ترین دوره‌های زمین‌شناسی در ایران است. تغییر شرایط رسوبگذاری و در پی آن تغییر در رخساره‌ها از نقطه‌ای به نقطه دیگر در جهت قایم و همچنین عملکرد فاز کوهزایی آلیی موجب شده است که نهشته‌های مربوط به این دوره به‌ویژه در نواحی جنوب باختری ایران (فروافتادگی دزفول) از نقطه نظر اقتصادی ارزش و افزری یافته و به عنوان دومین اقم مهم نفتی ایران مطرح گردند. (این در حالی است که اولین و مهمترین اقم نفتی سازند آسماری متعلق به الیگومیوسن می‌باشد) (مطبیعی ۱۳۷۲ ب). به همین دلیل گروه بنگستان پس از رسوبات آسماری که حدود ۳/۴ ذخایر نفتی ایران را شامل می‌شود، دارای اهمیت بوده و مطالعه و بررسی این گروه ضروری به نظر می‌رسد.

میدان نفتی کیلورکریم در استان بوشهر، بخش جنوبی فروافتادگی دزفول، در ۳۰ کیلومتری خاور بندر دیلم و حدود ۵۰ کیلومتری شمال بندر گناوه در ساحل شمالی خلیج فارس

مقاله حاضر به بررسی ویژگی‌های پتروفیزیکی مخزن بنگستان (تخلخل کل، تخلخل مفید، اشباع آب و ستون

هیدروکربنی) در میدان نفتی کیلورکریم پرداخته و ناهمگونی کیفیت این مخزن را مورد بررسی قرار داده است.

روش مطالعه

مطالعه و بررسی مخزن بنگستان در میدان نفتی کیلورکریم در چهار مرحله صورت گرفته است:

الف- جمع‌آوری اطلاعات و بررسی مقدماتی تحقیقات پیشین بر روی گروه بنگستان در ناحیه مورد مطالعه و نواحی همجوار

ب- مطالعه نگاره‌ها و گزارش‌های پتروفیزیکی چاه‌های میدان نفتی کیلورکریم

ج- ترسیم ستون سنگ چینه‌ای هر چاه، تطابق چاه‌ها، زون‌بندی مخزن و ترسیم نقشه‌های هم‌ارزش

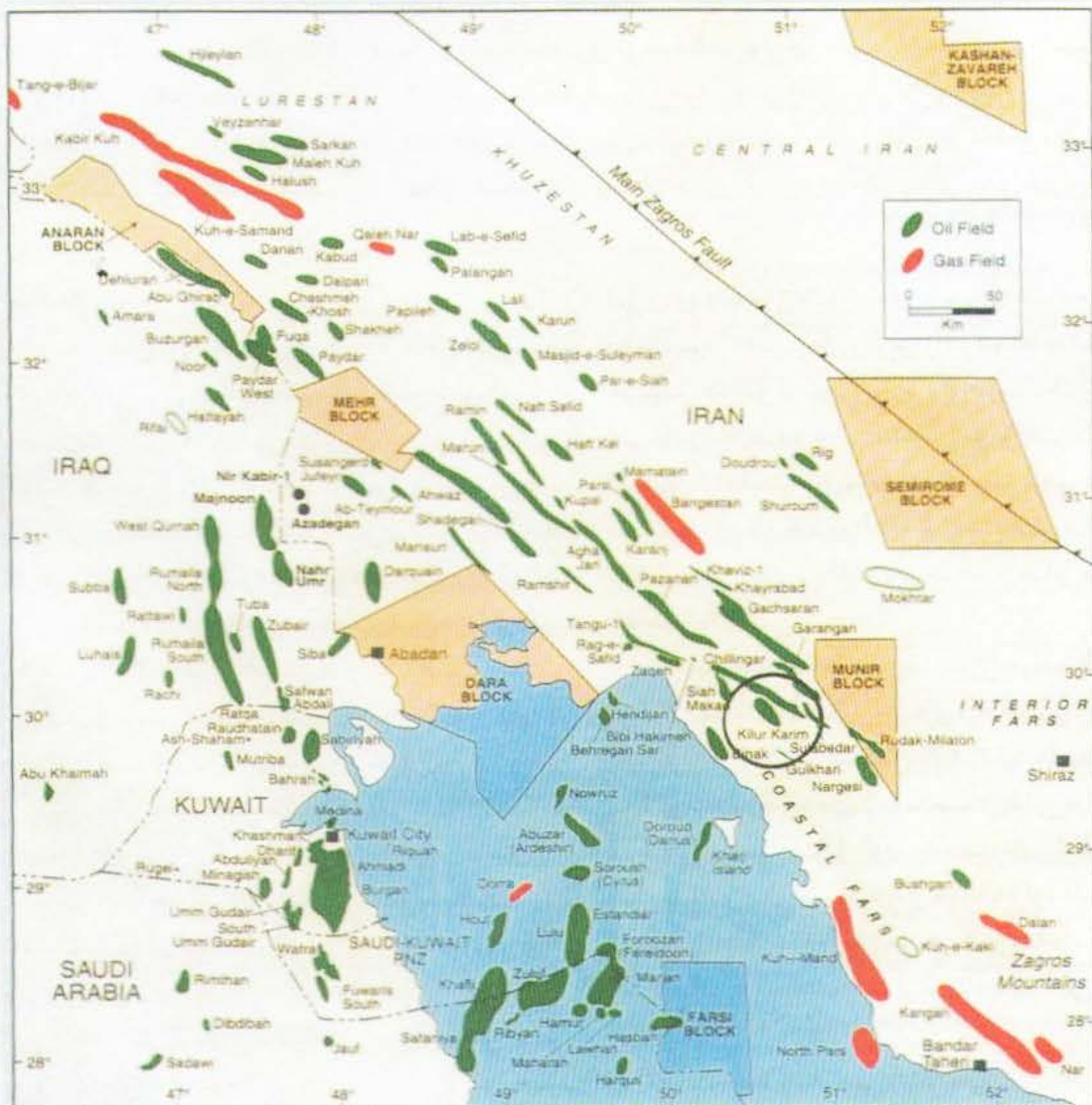
د- مطالعات آزمایشگاهی شامل تهیه مقاطع نازک میکروسکوپی ازخردده‌های حفاری و مطالعه آنها در نور پلاریزه گذرا

ه- تجزیه و تحلیل عکس‌ها، نقشه‌ها و نمودارها

برای تهیه نقشه تطابقی، ستون‌های سنگ چینه‌ای با مقیاس قائم ۱:۴۰۰۰ مقاطع تحت‌الارضی حاصل از نگاره‌های چاه‌پیمایی از قبیل نگاره پرتوی گاما، نگاره صوتی، نگاره نوترونی و نگاره ترسیمی سرچاهی استفاده شده است. از مزایای این روش می‌توان به دو مورد زیر اشاره کرد:

۱- مرز واحدها به راحتی قابل تفکیک است.

۲- کلیه واحدها تا فواصل دور با یکدیگر قابلیت تطابق چینه‌ای دارند.



شکل ۱- نقشه موقعیت میدان نفتی کیلورکریم (Geoarabia 1999)

۲۴
شماره ویژه
شماره ۲۰ - فروردین ۱۳۸۴

ستون سنگ چینه‌ای و تطابق چاه‌ها

گروه بنگستان در میدان نفتی کیلورکریم براساس مشخصات پتروفیزیکی و عوامل زمین‌شناسی موثر در تعیین کیفیت مخزن به هشت زون تقسیم شده است. با توجه به این که مطالعات زمین‌شناسی مخازن عموماً تحت‌الارضی هستند و به علت عدم دسترسی به داده‌های مستقیم، نظیر مغزه‌ها باید از شواهد غیرمستقیم و قابل استناد سودبرد (مانند نگاره‌ها و خرده‌های حفاری) بنابراین، نوع سنگ‌ها و نوع تخلخل آنها بر پایه اطلاعات پتروفیزیکی و مطالعه میکروسکوپی خرده‌ها حفاری سنگ‌های مخزنی تعیین شده است. ضمناً تعیین زون‌های مخزن بنگستان براساس همخوانی ویژگی‌های سنگ چینه‌ای و پتروفیزیکی هر چاه انجام پذیرفته است.

جهت ارزیابی توصیف زون‌ها، چاه شماره ۱ که تا گروه بنگستان حفاری شده و حاوی کامل‌ترین اطلاعات سازندی بوده است، مورد بررسی دقیق‌تر قرار گرفت. این چاه در عمق ۳۲۰۰ متری وارد گروه بنگستان و تا عمق ۳۹۵۱ متری حفاری شده است. در این چاه با توجه به وضعیت سنگ‌شناسی و ویژگی‌های پتروفیزیکی، هشت زون تعیین شده به ترتیب از بالا به پایین عبارتند از:

زون I: این زون سازند ایلام را به ضخامت ۲۹ متر دربرگرفته و شامل سنگ آهک مارنی (Mudstone/Wackestone) است و سنگ‌واره‌های *Oilgostegina sp.*, *Globigerina sp.*, *Rotalia sp.* و *Heterohelix sp.* در آن دیده شده و سن آن سانتونین می‌باشد. **زون II:** بخش شیلی لافان در این زون قرار گرفته و شامل ۱۴ متر شیل و مارن به رنگ خاکستری و قرمز آجری به سن کنیاسین است.

زون III: شامل ۴۸ متر آهک پلتی و دانه‌ریز و همچنین لایه‌های نازک مارن از سازند سروک است.

زون IV: این زون ۷۶ متر از سازند سروک را شامل می‌شود که از بالا به پایین از جنس آهک سفید، دانه‌ریز و متراکم، آهک شیلی دانه‌ریز و پلتی، آهک دولومیتی و دولومیت خاکستری و رودیستی تشکیل شده است.

زون V: ضخامت این زون ۶۸ متر بوده و از آهک شیلی بیتومین دار قهوه‌ای تیره و آهک‌های خاکستری تا قهوه‌ای بایومیکریتی مربوط به سازند سروک تشکیل شده است که ندرتاً به صورت آهک متبلور پیریتی دیده می‌شود.

زون VI: این زون ۲۸۱ متر از سازند سروک را دربرگرفته و

شامل آهک‌های خاکستری ریزدانه، آهک‌های مارنی و شبه‌الیتی (Pseudo Oolitic) و آهک‌های خاکستری، زرد، قهوه‌ای و میکریتی تشکیل شده است که در پایین به سنگ آهک پلتی با میان لایه‌های دولومیتی تبدیل می‌شود.

زون VII: شامل ۱۱۱ متر آهک دانه‌ریز و خاکستری، آهک دولومیتی و رودیستی، همراه با چند لایه نازک دولومیتی است.

زون VIII: این قسمت ۵۰ متر انتهایی سازند سروک را تشکیل داده و شامل آهک ریزدانه به رنگ خاکستری تا قهوه‌ای و آهک شیلی بیتومین دار می‌باشد. در واقع با پایان یافتن این زون سازند شیلی کژدمی آغاز می‌گردد.

سنگواره‌های مشاهده شده در سازند سروک (زون III تا زون VIII) شامل *Oilgostegina sp.*, *Orbitulina sp.*, *Dicyclina sp.*, *Nezzazata sp.*, *Shell fragments*, *Rudist debris*, *Miliola sp.*, *Alveolina sp.*, *Valvulina sp.* با سن آلبین بالایی - تورونین می‌باشد.

زون بندی دیگر چاه‌ها نیز همانند چاه شماره ۱ صورت گرفته است، اما در برخی از چاه‌ها هر هشت زون به طور کامل مشاهده نمی‌شوند. برای مشخص شدن چگونگی گسترش جانبی زون‌های مخزنی در هر نقطه نیاز است که ستون‌های سنگ چینه‌ای موجود را با یکدیگر تطبیق داد. به همین دلیل تعداد چهار ستون چینه‌ای مربوط به چاه‌های میدان نفتی کیلورکریم را که در گروه بنگستان حفر شده‌اند، در کنار یکدیگر قرار داده و زون‌های موجود در چاه‌ها منطبق شدند. حاصل انطباق زون‌ها در مخزن بنگستان در میدان مورد مطالعه در قالب شکل ۲ به نمایش درآمده است. همان‌طور که از شکل پیداست، زون ۲ (شیل لافان) به سمت خاور میدان نازک شده و سرانجام ناپدید می‌گردد. در ضخامت سایر زون‌ها تغییر چندانی مشاهده نمی‌شود.

تاریخچه رسوبگذاری در منطقه مورد مطالعه

سازند کژدمی که شامل شیل و سنگ‌های کربناته می‌باشد، در نتیجه پیشروی دریا در زمان آلبین تشکیل شده است و در آلبین پسین و سنومانین تا تورنین، سازند سروک شامل سنگ‌های رسوبی کربناته دریایی و کم عمق به ضخامت زیاد، در تمام نواحی رسوبگذاری شده است. یک بالا آمدگی (uplift) در مقیاس وسیع در تورونین پسین اتفاق افتاده که باعث تغییر ضخامت سنگ‌های کربناته

وضعیت ساختمانی مورد مطالعه

میدان نفتی کیلورکریم در بخش جنوبی فروافتادگی دزفول، در کمربند ساده چین خورده زاگرس قرار دارد. تاقدیس مخزن بنگستان در منطقه مورد مطالعه ملایم، موجی و نامتقارن بوده و دارای دوبلندی (calumination) می باشد. وجود یک گسل پوشیده در بین این دو بلندی محتمل است. با بهره برداری از مخزن و ثبت تغییرات کیفی و کمی فشارهای نفت در این بلندی ها، وجود یا عدم وجود این گسل مشخص خواهد شد.

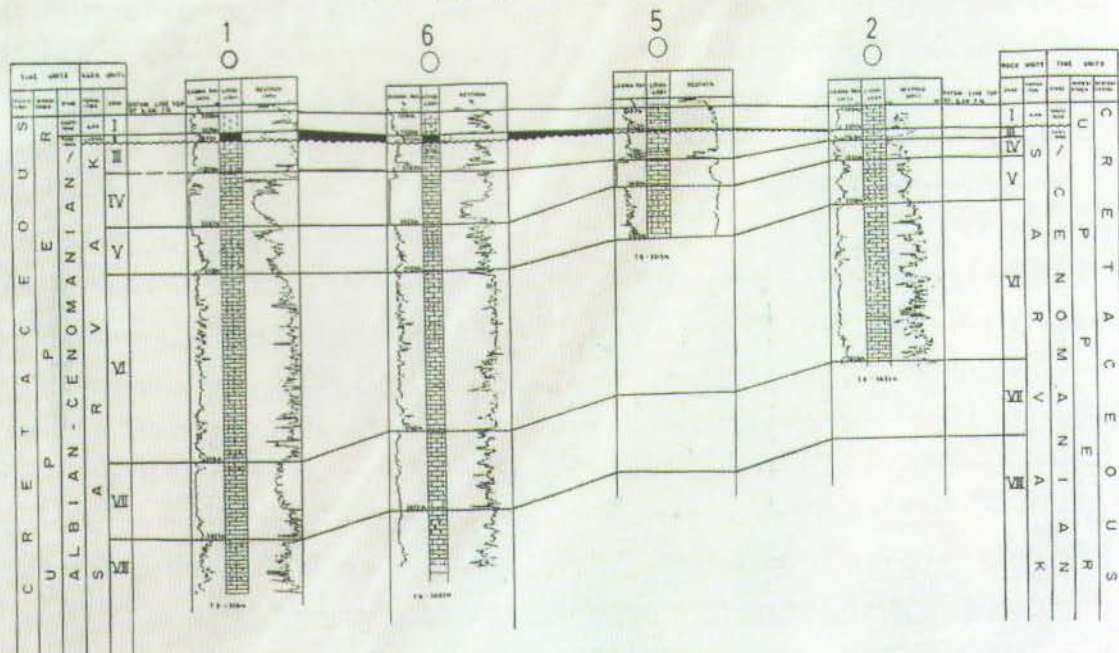
امتداد محور تاقدیس مخزن در جهت شمال باختر- جنوب خاور بوده و متوسط شیب یال ها (flanks) حدود ۶ درجه بیشترین زاویه شیب ۱۵ درجه است که در یال باختری دیده میشود. میدان نفتی بی بی حکیمه و کیلورکریم توسط یک رورانندگی در امتداد خاوری- باختری و جهت شیب شمالی از یکدیگر جدا شده اند که به احتمال زیاد این گسل در زمان کرتاسه میانی فعالیت داشته است، زیرا بخش لافان در مخزن بنگستان میدان بی بی حکیمه دیده نمی شود و علاوه بر این ضخامت سازند ایلام بسیار کم می باشد (عباسیان ۱۳۶۰). وضعیت ساختمان تحت الارضی مخزن بنگستان در میدان نفتی کیلورکریم به صورت توپوگرافی، نیمرخ و سه بعدی در قالب شکل های ۴، ۳ و ۵ به نمایش درآمده است که با توجه به این شکل ها می توان ساختمان این میدان را بهتر درک نمود.

گردیده است که در بعضی از مناطق بالآمدگی بسیار زیاد بوده و سازند ایلام و بخش شیلی لافان در این ناحیه قابل رؤیت نیستند.

سه ناپیوستگی بزرگ رسوبی در کرتاسه میانی و بالایی اتفاق افتاده و بالآمدگی های سنومانین- تورونین، سبب ایجاد چندین چین خوردگی محلی با امتداد شمالی- جنوبی و نیز شمال باختری- جنوب خاوری شده و احتمالاً روند شمالی جنوبی بلندی باختری ناحیه کیلورکریم در اثر این چین خوردگی ها بوده است.

در زمان کنیاسین لایه های نازک شیل مربوط به رسوبگذاری آب شیرین (غیر دریایی) بر روی سطح فرسایشی کرینات های تورونین (سروک بالایی) رسوبگذاری شده اند. لازم به یادآوری است که بخش شیلی لافان در ناحیه ساحلی (شرق خوزستان) و نواحی مجاور (خلیج فارس و قطر) دیده می شود.

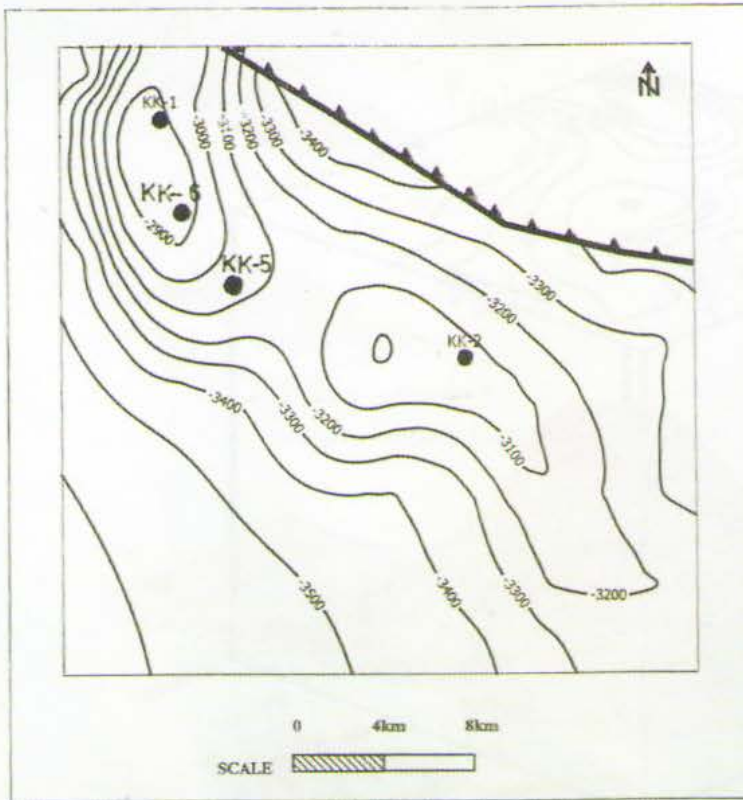
بخش شیلی لافان و قسمت بالایی سازند سروک در چاه شماره ۲ کیلورکریم دیده نمی شود، بنابراین به نظر می رسد که بخش خاوری منطقه مورد مطالعه، مدت زمان بیشتری خارج از آب بوده است. سازند ایلام از ردیف سنگ های کریناته کرتاسه بالایی در یک محیط دریایی کم عمق تشکیل شده در ناحیه کیلورکریم سازند گورپی به صورت ناهمساز بر روی سازند ایلام قرار گرفته است (عباسیان ۱۳۶۰).



شکل ۲: نمودار تطابق مخزن بنگستان در چاه های میدان نفتی کیلورکریم (میرزا محمد قراهنی ۱۳۸۰)

ویژگی های پتروفیزیکی

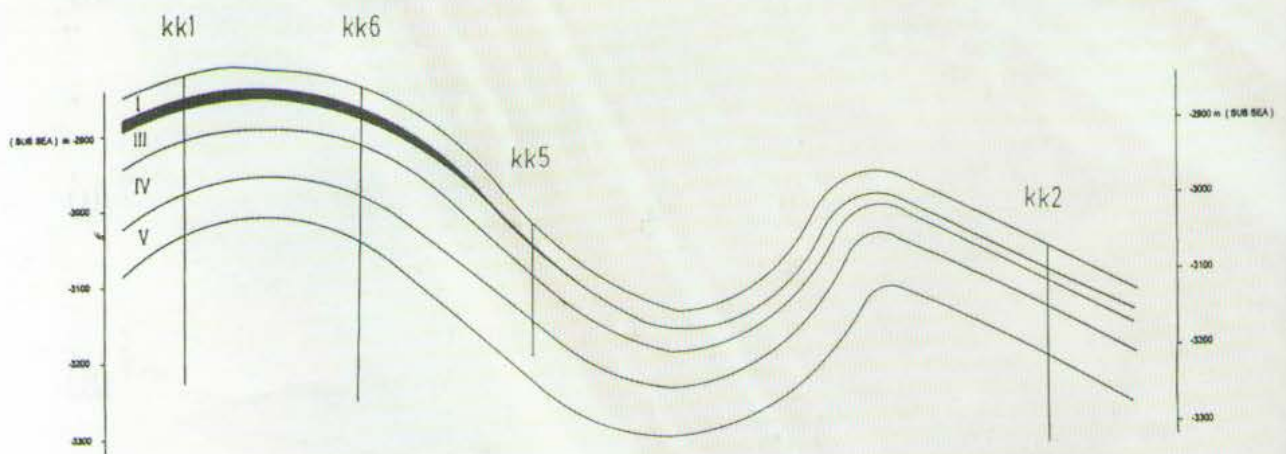
داده های رقومی موجود از سه چاه شماره ۱، ۲ و ۶، در اداره پتروفیزیک شرکت مناطق نفت خیز جنوب، با استفاده از نرم افزارهای رایانه ای ویژه، پردازش شده و نهایتاً در فواصل ۹/۰ متری به صورت پارامترهای پتروفیزیکی تصحیح شده ارائه گردید. جزئیات این پارامترها به علت حجم بالا و دیگر ملاحظات قابل ارائه نیست. نقشه های مربوط به هر یک از پارامترها بر اساس مقادیر متوسط مربوطه ترسیم شده اند. لازم به ذکر است ۷ تنها در دو چاه ۱ و ۶ و همچنین زون ۸ در چاه شماره ۱ دارای اطلاعات پتروفیزیکی هستند. به همین دلیل نقشه های ترسیم شده تنها زون های ۱ تا ۶ را دربر گرفته اند. همچنین به علت عدم زون ۲ در چاه شماره ۲ تمامی مقادیر مربوط به



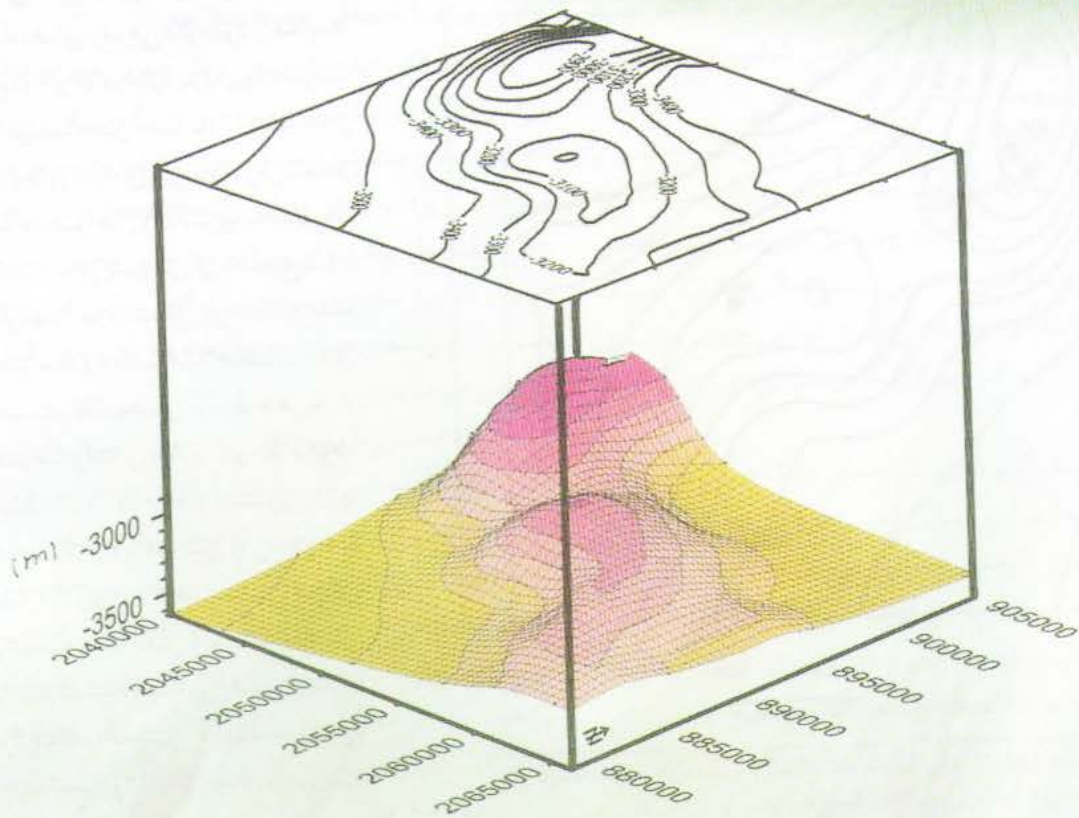
شکل ۳: نقشه خطوط همتراز ساختمانی راس سازنده ایلام در میدان نفتی کیلور کریم (میرزا محمد فراهانی ۱۳۸۰)

پارامترهای پتروفیزیکی در این چاه صفر در نظر گرفته شده اند. با به کارگیری داده های مربوط به پارامترهای پتروفیزیکی، نقشه های مربوط به هر یک از پارامترها به طور مجزا در هر زون ترسیم شدند که در زیر مورد بررسی قرار خواهند گرفت. ■

” ادامه دارد ”



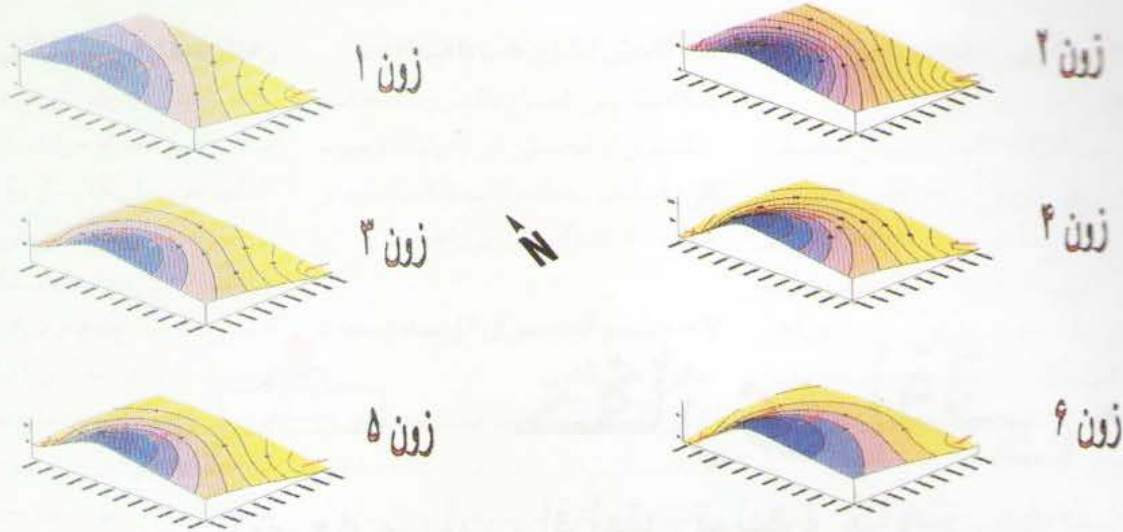
شکل ۴: مقطع عرضی ساختمانی مخزن بنگستان در میدان نفتی کیلور کریم (میرزا محمد فراهانی ۱۳۸۰)



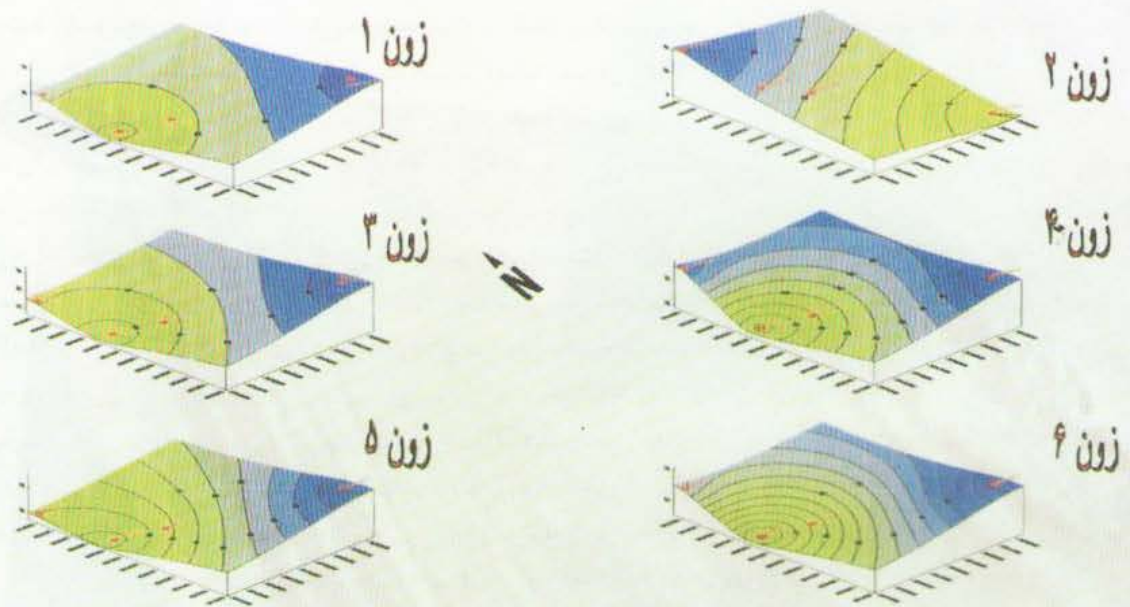
شکل ۵: نقشه ۳ بعدی خطوط همباز ساختمانی راس مخزن بنگستان در میدان نفتی کیلور کریم (میرزا محمد فراهانی، ۱۳۸۰)



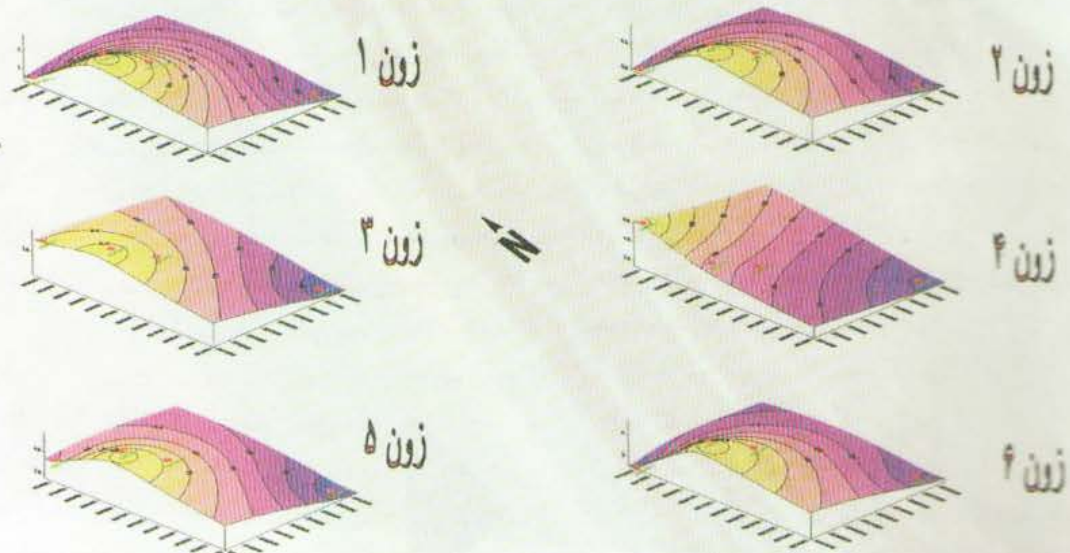
شکل ۶: نقشه‌های هم تخلخل کل برای زون‌های ۱ تا ۶ مخزن بنگستان در میدان نفتی کیلور کریم (میرزا محمد فراهانی، ۱۳۸۰)



شکل ۷: نقشه های هم تداخل مقید برای زون های ۱ تا ۶ مخزن بنگستان در میدان نفتی کیلور کریم (میرزا محمد فراهانی ۱۳۸۰)



شکل ۸: نقشه های هم اشباع آب برای زون های ۱ تا ۶ مخزن بنگستان در میدان نفتی کیلور کریم (میرزا محمد فراهانی ۱۳۸۰)



شکل ۹: نقشه های هم ضخامت ستون هیدروکربنی برای زون های ۱ تا ۶ مخزن بنگستان در میدان نفتی کیلور کریم (میرزا محمد فراهانی ۱۳۸۰)