



بررسی علل مچالگی لوله های جداری میدان نفتی مارون



محمد رحیم کریمی، کارشناس زمین‌شناسی از دانشگاه شهید چمران، ۱۳۶۹، شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب
حسین شیخ‌زاده، کارشناسی ارشد زمین‌شناسی نفت از دانشگاه شهید چمران، ۱۳۸۳، مناطق نفت‌خیز جنوب
حسین صفاری، کارشناس زمین‌شناسی، رئیس اداره عملیات زمین‌شناسی مناطق نفت‌خیز جنوب



چکیده

از جمله مشکلات حفاری سازند گچساران در میدان نفتی مارون، مچالگی لوله‌های جداری است که در این مقاله، این مشکل از دیدگاه زمین‌شناسی مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس نتایج حاصله، نسبت درصد مچالگی در پال شمالی بیشتر از پال جنوبی و منطقه محوری میدان می باشد. بررسی وضعیت لیتولوژی سازندها نشان می‌دهد مارل‌ها بیشترین نقش را در بروز مچالگی داشته‌اند، نقش نمکها در این میان اندک و ضعیف بوده و انیدریت و آهک نقشه در بروز این پدیده ایفا نکرده‌اند. همچنین با توجه به عمق افق‌های نمک، ارتباط ضعیفی بین پدیده مچالگی و افق‌های نمکی استنباط می‌شود و به نظر می‌رسد که جریان نمک نیمه جامد مدفون، تاثیر زیادی در بروز این مشکل نداشته است. بررسی نمودارهای کیفیت سیمان‌بندی پشت لوله جداری، نشانگر کیفیت نامطلوب سیمان با بندش ضعیف تا متوسط می باشد. همچنین بررسی عمق ورود به مخزن چاه‌ها، بیانگر وجود بیشترین بار رسوبی در غرب میدان می‌باشد که بطرف شرق از میزان آن کاسته می‌شود. با توجه به موارد مذکور، دماغه غربی میدان بعنوان منطقه خطر معرفی شده و دو جداره نمودن چاه در این محدوده و نیز نصب لوله جداری حدواسط در بین لایه‌های انیدریتی میانی و یا انتهایی بخش ۳ سازند گچساران پیشنهاد می‌گردد.

Abstract :

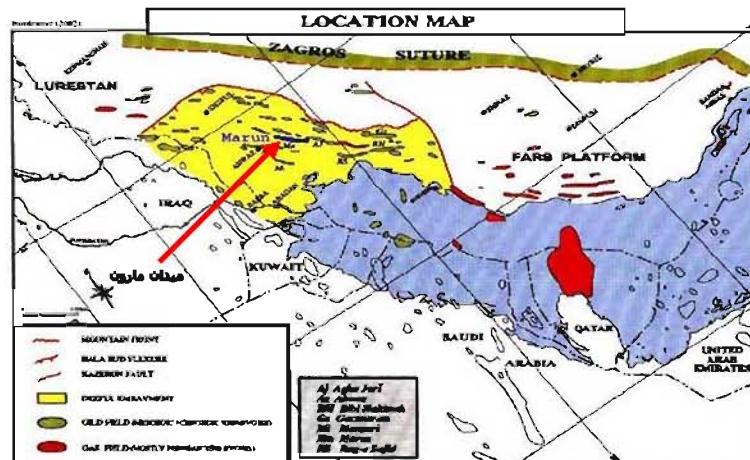
One of the major problems in drilling of Gachsaran formation in Marun oil Field is casing collapsing. Therefore this problem was investigated from Geology point of view in this article. Based on the results, occurring of casing collapsing in north flank of field is more than south flank and crestal area. Study of lithology shows that collapsing in marly intervals is more obvious, but salty beds have low effect and anhydrite and lmy intervals have no effect. Moreover with due attention to the depth of salt horizons, there is a weak relationship between casing collapsing and salty horizons. It seems to be a buried semi-solid salt flow has no effect on this phenomenon. Study of cement bonding quality logs shows the undesired quality of cement with weak to moderate bonding. Also reservoir entry depths in different wells indicate the highest depositional sediment load in western part of the field; which goes down toward the eastern part. So, based on the above mentioned instances, the western part of the field is recommending as a critical area and duplicated casing of wells in this part of the field and installation of intermediate casing in the middle or lower anhydritic layers of Zone-3 in the Gachsaran formation are suggested.

مقدمه :

حفاری چاه‌های نفتی با مشکلات متعددی همراه است که می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی نظیر خطاهای انسانی، پایین بودن کیفیت تجهیزات و مواد و نیز مشکلات مربوط به سازند باشد که در این میان لیتولوژی، ترکیب، رفتار ژئومکانیکی و شیمیایی سازند (نظیر سازندهای شیلی و نمکی)، حائز اهمیت فوق‌العاده‌ای است.

یکی از مشکلاتی که بعد از حفاری و تکمیل چاه و یا حتی در حین حفاری دیده می‌شود، مجالگی لوله‌های جداری است. لوله‌های جداری، لوله‌هایی با آلیاژهای فولادی هستند که جهت جلوگیری از انسداد و فروپاشی دیواره چاه، کنترل فشارهای سازندی، تفکیک مناطق پرفشار و کم‌فشار و ... در داخل چاه رانده شده و به پشت آنها سیمان تزریق می‌گردد. از آنجائیکه این لوله‌ها، بایستی تا پایان عمر چاه، یکپارچگی آنها حفظ نمایند لذا طراحی و اجرای صحیح عملیات جداره‌گذاری و همچنین سیمانکاری پشت آنها، حائز اهمیت زیادی بوده و نیازمند شناخت از وضعیت سازند بخصوص ترکیب، لیتولوژی و رفتارهای ژئومکانیکی آن، سیمان پشت لوله جداری، نوع و کیفیت لوله‌ها، نیروها و فاکتورهای محیطی و ... می‌باشد.

در مطالعه حاضر، مشکلات مجالگی لوله‌های جداری در میدان نفتی مارون مورد بررسی قرار گرفته است. این میدان به عنوان یکی از بزرگترین میادین نفتی جنوب غرب ایران با راستای شمال غرب - جنوب شرق و به موازات تراس اصلی زاگرس، در جنوب شرقی شهر اهواز واقع شده است (شکل شماره ۱). با توجه به شرایط فشاری و لیتولوژیکی سازند گچساران، لوله‌های جداری در بخش‌های ۷ و ۱ (پوش‌سنگ) این سازند رانده می‌شود.



شکل-۱: موقعیت جغرافیایی میدان نفتی مارون



بحث :

با توجه به مقدمه فوق، پرونده چاه‌های دارای مشکل و تاریخچه حفاری و تکمیل آنها مورد بررسی قرار گرفت که نتایج حاصله بیانگر جریان و آلوده سازی مخزن در حین حفاری، پس از راندن و نصب جداری و سیمانکاری و با مدت زمان کوتاهی پس از تولید از لبه آستری می‌باشد. از مجموع ۲۳ حلقه چاه بررسی شده ۲۳ حلقه آن در سالهای قبل و ۱۱ حلقه آن پس از انقلاب اسلامی حفاری و تکمیل شده است. بنابراین عامل گذشت زمان در رابطه با عمر مفید مواد و ابزار استفاده شده نقش تعیین کننده‌ای در آسیب پذیری لوله‌های جداری داشته است.

بررسی نقشه‌ها نشان می‌دهد که از نظر پراکندگی نسبت درصد مجالگی در یال شمالی بیشتر از یال جنوبی و منطقه محوری میدان می‌باشد بطوریکه تنها در یال شمالی ۵۸ درصد مجالگی‌ها

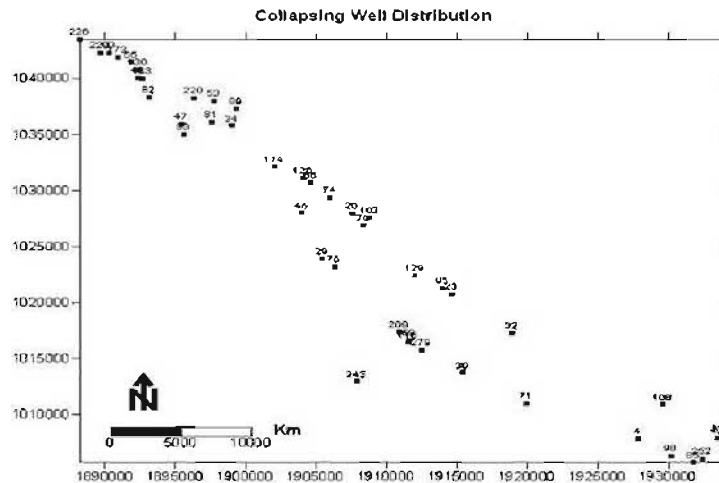
متمرکز شده است. بر این اساس، تراکم چاه‌های دارای مشکل را می‌توان در چهار محدوده زیر خلاصه نمود (شکل ۲).

الف- منتهی الیه یال شمال غرب میدان بین مختصات شرق ۱۸۹۰۰۰-۱۹۰۰۰ و شمال ۱۰۳۵۰۰۰-۱۰۴۵۰۰۰

ب- ناحیه مرکزی میدان محدوده بین مختصات شرق ۱۹۲۵۰۰۰ - ۱۹۱۵۰۰۰ و شمال ۱۰۰۵۰۰۰-۱۰۳۰۰۰۰

ج - محدوده محصور بین شرق ۱۰۹۰۰۰-۱۸۹۵۰۰۰ و شمال ۱۰۳۵۰۰۰-۱۰۴۰۰۰۰

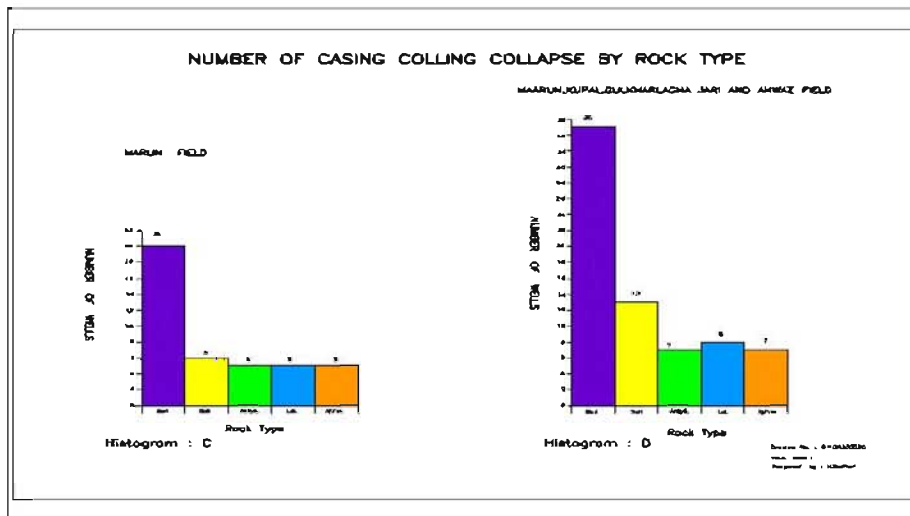
د - دماغه شرقی در محدود مختصات شرق ۱۹۳۰۰۰-۱۹۲۵۰۰۰ و شمال ۱۰۰۵۰۰۰-۱۰۱۰۰۰۰



شکل-۲: نقشه پراکندگی و توزیع چاه‌های دارای مشکل مچالگی

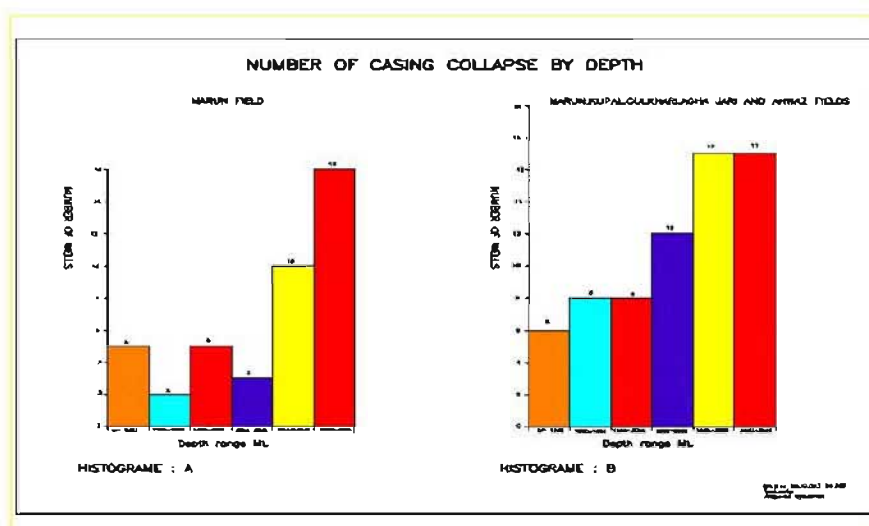
همچنین به منظور بررسی کیفیت سیمان‌بندی پشت لوله جداری، نمودارهای کیفیت سیمان‌بندی (CBL/VDL) مورد بازبینی قرار گرفت که نتایج حاصله نشان دهنده کیفیت نامطلوب سیمان با بندش ضعیف تا متوسط می‌باشد.

به منظور بررسی نقش لیتولوژی و ترکیب سازندها در بروز این پدیده، هیستوگرامهای ترسیم‌شده که تعداد مچالگی‌ها را با توجه به جنس سنگ در مبادین مختلف نشان می‌دهد. نتایج حاصله نشان می‌دهد که مچالگی لوله‌های جداری در مقابل مارل‌ها بیشتر و انهدریت و آهک‌نقشی در بروز این پدیده ایفا نکرده‌اند و نقش نمکها در این میان اندک و ضعیف می‌باشد (شکل-۳). با توجه به وضعیت لیتولوژیکی و فشاری خاص سازند گچساران، شناخت آن از نظر گسترش، لیتولوژی، سن، محیط رسوبی و وجود فشارهای غیر عادی ضروری می‌باشد. این سازند که عمدتاً از رسوبات تبخیری (نمکی، انیدریتی) با میان لایه‌های مارلی و آهکی تشکیل یافته است بعنوان پوش‌سنگ اصلی مخازن نفتی حوضه زاگرس محسوب می‌شود. با در نظر گرفتن محیط رسوبی، سیکلی بودن و جنس طبقات تشکیل دهنده، سازند گچساران بطور نسبی شکل پذیر با خاصیت الاستیکی بالاست که پدیده چین خوردگی، خمش و گسلش در آن بوفور دیده می‌شود. عدم تطابق ستون چینه‌ای چاه‌های مجاور هم بیانگر مطلب فوق است. علاوه بر این وجود آبهای شور تحت فشار که ناشی از آبهای همزاد و آبهای ناشی از تغییر حالت سولفات‌ها است و وجود چینهای کوچک و قرارگیری طبقات نازک غیر سولفات‌ها در بین لایه‌های سولفات‌ها بر پرفشار بودن این سازند افزوده است.



شکل ۳- ارتباط لیتولوژی با پدیده مچالگی لوله‌های جداری

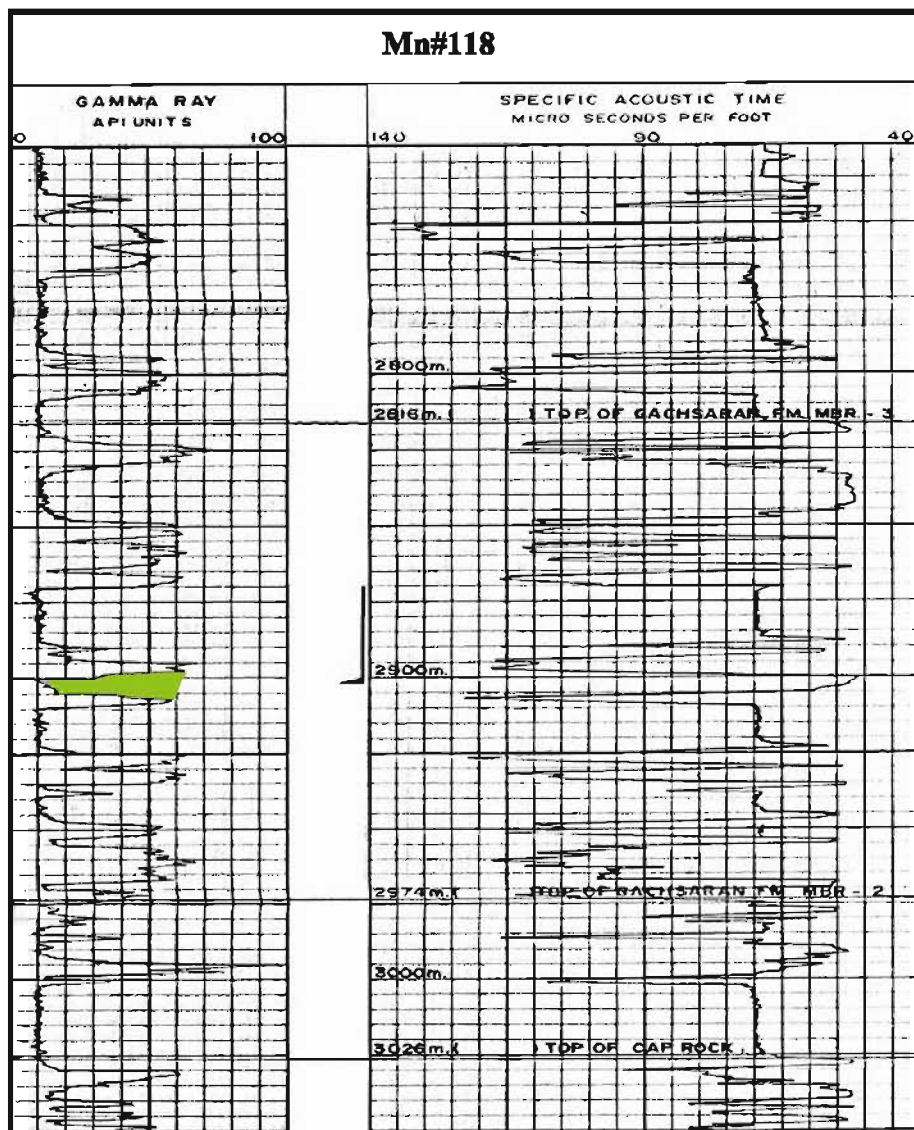
به نظر برخی از محققین، جریان پلاستیکی لایه‌های شیل و نمک می‌تواند در بروز مشکل مچالگی مؤثر باشد. بر این اساس این عمل در دو مرحله اتفاق می‌افتد: مرحله اول که در حین حفاری و راندن لوله جداری است و عمدتاً در ارتباط با جریان شیل‌ها، لغزش و خزش آنها می‌باشد. اما مرحله دوم که بعد از اتمام جداره‌گذاری و گذشتن یک دوره زمانی است، بیشتر در ارتباط با جریان نمک می‌باشد. به این ترتیب که افق‌های نمکی با گذشت زمان می‌توانند با حرکت لغزشی خود، فشار روباره را به لوله جداری منتقل نموده و باعث مچالگی آن شوند. جریان نمک نیمه جامد مدفون در اعماق زیاد از نواحی پرفشار به نواحی کم فشار اتفاق می‌افتد (Gassov, 1975)، قبول این نظر در منطقه مورد مطالعه با تردید جدی همراه است چرا که حدود ۹۲/۲ درصد مچالگی بالاتر از عمق ۲۰۰۰ متری و ۱۷ درصد بالاتر از عمق ۱۵۰۰ متری رخ داده است که هنوز نمک بصورت نیمه جامد عمل نمی‌کند (هیستوگرام A) در هیستوگرام‌های (C, D) تعداد مچالگی با توجه به جنس سنگ در میدانهای مختلف نشان داده شده است که نتایج حاصله نیز بیانگر ارتباط ضعیف بین پدیده مچالگی و افق‌های نمکی است. هر چند که با توجه به نتایج هیستوگرام (B) که مچالگی میدان مارون را با سایر میدانها مقایسه نموده، نمی‌توان عامل افزایش عمق را بکلی نادیده گرفت.



شکل ۴- ارتباط بین عمق و وقوع پدیده مچالگی

با توجه به فشار ناشی از بار رسوبی و تاثیر آن بر روی لوله جداري و نیز کیفیت سیمان‌بندی، این مساله نیز مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به نتایج حاصله و بر اساس نقشه خطوط هم‌عمق زیرزمینی سرسازند آسماری، چاه‌های دماغه غربی در اعماق پایین تری به مخزن رسیده‌اند و عبارتی بیشترین بار رسوبی در غرب میدان اعمال شده و بطرف شرق از میزان آن کاسته میشود بنابراین دماغه غربی بعنوان منطقه خطر تلقی شده و پیشنهاد می‌شود حفاری در این محدوده با تمهیدات خاصی از جمله دوجداره نمودن چاه با جداري حدواسط صورت گیرد.

همچنین بررسی وضعیت تراکم لایه‌ها، به‌انگه بالا بودن تراکم لایه‌های مقاوم بخش‌های ۲ و ۶،۵ نسبت به لایه‌های مقاوم بخش‌های ۲ و ۲ می‌باشد که بررسی وزن گل حفاری نیز مؤید این امر است. بنابراین منطقی به نظر می‌رسد که در صورت امکان با نصب لوله جداري حدواسط در بین لایه‌های انیدریتی ضخیم بخش ۳ (انیدریت میانی یا انتهایی)، علاوه بر کاهش وزن گل حفاری در بخش‌های نزدیک به مخزن، امکان بالا بردن کیفیت و مقاومت سیمان پشت لوله جداري پوش‌سنگ نیز فراهم گردد (شکل-۵).



شکل- ۵: نمودار مربوط به بخش‌های ۲ و ۲ سازند گچساران و محل نصب جداري حدواسط پیشنهادي



نتیجه گیری :

- با توجه به موارد فوق الذکر می‌توان موارد زیر را نتیجه‌گیری نمود:
- ۱- بررسی تاریخی حفاری چاه‌های دارای مشکل مچالگی، بیانگر نقش زمان در بروز این مشکل می‌باشد، بطوریکه با گذشت زمان مچالگی‌های بیشتری بوقوع پیوسته است.
 - ۲- از نظر پراکندگی نسبت درصد مچالگی در یال شمالی بیشتر از یال جنوبی و منطقه مرکزی میدان می‌باشد.
 - ۳- چاه‌های دماغه غربی در اعماق پایین تری به مخزن رسیده اند و بعبارتی بیشترین بار رسوبی در غرب میدان اعمال شده و بطرف شرق از میزان آن کاسته میشود. بنابراین دماغه غربی بعنوان منطقه خطر معرفی می‌گردد.
 - ۴- مچالگی لوله های جداری در مقابل مارل ها بیشتر و انیدریت و آهک نقشی در بروز این پدیده ایفا نکرده اند و نقش نمکها در این میان اندک وضعیف می‌باشد.
 - ۵- بررسی تعداد مچالگی با توجه به عمق افق‌های نمک، بیانگر ارتباط ضعیف بین پدیده مچالگی و افق‌های نمکی است و به نظر می‌رسد که جریان نمک نیمه جامد مدفون، تاثیر زیادی در بروز این مشکل نداشته است.
 - ۶- بررسی کیفیت سیمان‌بندی پشت لوله جداری، نشان دهنده کیفیت نامطلوب سیمان با بندش ضعیف تا متوسط می‌باشد.
 - ۷- با توجه به موارد مذکور بایستی دقت بیشتری در انتخاب نوع سیمان، افزایش‌های مورد نیاز جهت بندش خوب در شرایط دما و فشار بالا و نیز جنس و نوع لوله های جداری و نحوه قرارگیری و آرایش آنها صورت گیرد.
 - ۸- پیشنهاد می‌گردد با توجه به میزان بار رسوبی در دماغه غربی، حفاری در این محدوده با تمهیدات خاصی از جمله دو جداره نمودن چاه صورت گیرد.
 - ۹- با توجه به تراکم بالای لایه های مقاوم بخشهای ۲،۵ و ۲،۶ نسبت به لایه های مقاوم بخشهای ۲ و ۳ و استفاده از گل حفاری خیلی سنگین در بخشهای متراکم، نصب لوله جداری حدواسط در بین لایه‌های میانی بخش ۲، توصیه می‌گردد.



منابع فارسی :

- مطیعی، ه.، ۱۳۷۴، زمین‌شناسی ایران، زمین‌شناسی نفت زاگرس، سازمان زمین‌شناسی کشور.
- صفاری، ج.، کریمی، م.ر.، ۱۳۸۱، بررسی علل مچالگی از دیدگاه زمین‌شناسی، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب، گزارش پ-۵۱۳۹.
- پرونده چاه‌های مشکل دار میدان مارون.



References :

- Gassov, W.C., 1975, Salt diapirism; Importance of temperature & energy source of emplacement. Am. Assoc. Petrol. Bull., Vol.54, No.10, P.1965-1974.
- Rabia, H., & Al-hashmy, L., 1999, Drilling problems in the south oilfields of Iraq. Iraqi petroleum conference, 9-10, Sep.