

فعالية الحفر الأفقي في حقل ساربا

دراسة أعدت لنيل شهادة البكالوريوس في الهندسة البترولية

إشراف

الدكتور المهندس : ناجح يوسف العلي

إعداد الطلاب :

طارق أسعد

هيثم منوخ

(2016 – 2017)



الإهداء :

علينا دائماً أن نشكر ونقدر من قدموا لنا المساعدة ومدّوا لنا يد العون عند حاجتنا لمن يقف جانبنا،
وعلينا أن نبوح لهم دوماً عن فرحنا بوجودهم وتقديرنا لمساندتهم

- الى رئيس قسم الحفر في الشركة السورية للنفط ، المهندس : باسل عصفور
- الى قسم الدراسات الخزنية في الشركة السورية للنفط ، م : مهران شحادة ، ج : نزار جيرو
- الى ادارة كلية هندسة البترول في الجامعة السورية الخاصة ، الى جميع اساتذتنا الأفاضل
- الى من كانوا عوناً لنا في بلوغ هدفنا للنهوض ببلدنا و بناء جيل المستقبل الذي على أكتافه
ستنهض سوريا الجديدة و نخص بالذكر أستاذنا و قدوتنا

الدكتور المهندس : ناجح يوسف العلي

و نقول له :

يَحَارُ لِسَانِي فِي وَصْفِكَ وَ أَجْلُ حِينِ الْقَائِكَ

فَلَا الْأَشْعَارُ تَنْصِفُكَ وَ مَا لِلحَبْرِ فِي ذَاكَ

نَهَلْتِ الْعِلْمَ مِنْ صَغُرٍ وَ مَا يَشْبِهُكَ إِلَّاكَ

وَ كُنْتِ الطَّالِبِ الصَّابِرِ إِلَّا أَنْ نَلَيْتِ مَبْغَاكَ

كُتِبْتَ وَ بِاللَّظَا دَرْباً وَ فِيهِ سَلَكْتَ مِمَّاكَ

فَمَجَّدْتَ قَدْ تَلَى مَبْدَأً فَحَارَ الْمَجْدُ إِدْرَاكَ

بِلَاذِ الْفَرَسِ قَدْ شَمَدْتَ أَنْوَ شُرُونِ يَفْدَاكَ

أَرَى الدُّنْيَا وَ قَدْ جَارَتْ فَلَمْ تَنْصِفْكَ مَعْنَاكَ

نُفَيْتِ مَنَابِرَ الْعِلْمِ فَصَارَ الْجَهْلُ يَرْمَاكَ

كَرِيمٌ مَنْصُفٌ حَكَمٌ وَ لَيْسَ الظُّلْمُ مَبْدَاكَ

وَ مَا نَلَيْتِ الَّذِي نَلَيْتِ وَ صَغُرَ الْعِلْمُ أَفْلَاكَ

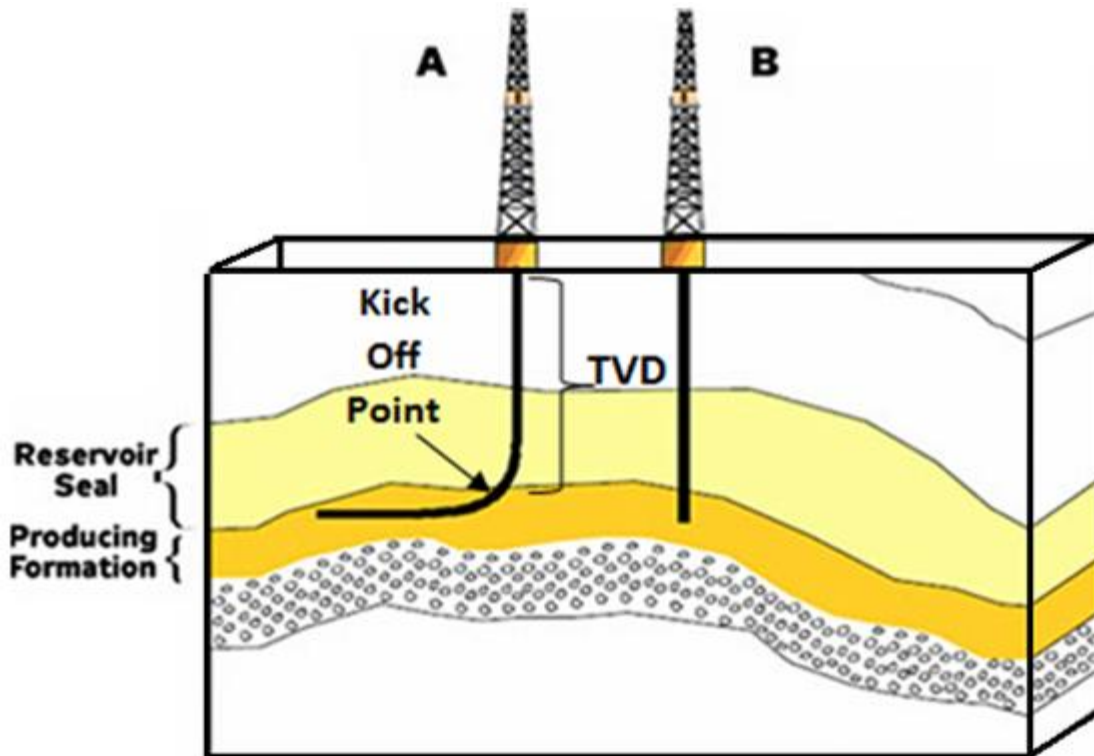
بِغَيْرِ جُهْدٍ تُحْيَا عَلَى الْإِحْسَانِ رَبَاكَ

مخطط المشروع
المقدمة :
الفصل الاول :
تاريخ الحفر الافقي واستخداماته و تطبيقاته (الاهداف - انواع - تطبيقات)
الفصل الثاني :
النفط الثقيل تصنيف - التواجد في العالم - في سوريا - مواصفات - طرق الانتاج - مشكلات الانتاج
الفصل الثالث :
حقل سارابا الموقع - الامتداد - المواصفات - تاريخ الانتاج - مشاكل الانتاج تاريخ بدا الحفر الافقي - مقارنة انتاج الابار الافقية مع العمودية المجاورة
الفصل الرابع :
تأثير سماكة الطبقة - تأثير طول الجذع الافقي - تأثير اللزوجة - تأثير فرق الضغط - تأثير الابار الافقية على عامل المردود
الفصل الخامس :
الخطط المستقبلية مع الدراسة الاقتصادية
النتائج :
المقترحات

مقدمة :

تشير المعلومات الواردة في المصادر العلمية العالمية والمعاهد التخصصية والجمعيات العلمية العالمية (كجمعية مهندسي البترول وجمعية مقاولي الحفر) الى أن الحفر الأفقي هو وليد الحفر الموجه او المائل. وقد كانت بدايته عام 1930 من قبل شركة أمريكية ، حيث كان طول البئر الأفقي (7 - 10) متر محسوب من مركز البئر العمودي ، ووقف النشاط في حينها ومع تزايد الحاجة الى مصادر الطاقة عالميا وتطور تكنولوجيا الحفر المائل ، عادة الشركات مرة أخرى ومارست نشاطها عالميا حتى حققت شركة الف اوكتين (ALF OCTEN) بئراً أفقياً للنفط في إيطاليا في السبعينات بعد ان كان النشاط المرادف له في السابق متخصص في إحياء الآبار الميتة وذلك بحفر العديد من الآبار الفرعية من منطقة محدده في البئر القديم .

و قد تم الحفر الموجه في سوريا و للمرة الأولى في حقل زرابية عام 1992 و ذلك كون النفط في هذا الحقل من النوع الثقيل و سماكة الطبقة المنتجة قليلة و امتدادها الموجه كبير و مواصفاتها الخزنية (المسامية و النفوذية) سيئة ، و بعدها توسع الحفر الموجه ليشمل حقولاً عدة



الشكل (1) يوضح الفرق في الشكل بين البئر الأفقي و العمودي

الفصل الاول

تاريخ الحفر الافقي
استخداماته و تطبيقاته

1-1 ما هو البئر الأفقي :

يقصد بالبئر الأفقي البئر التي تحفر من السطح وينتهي مقطعة الأخير بجذع موازي للطبقات الخازنة حيث يخترق الجذع الأفقي الطبقة بزاوية ميل محددة تصل الى 90 درجة بطول جذع محدد .

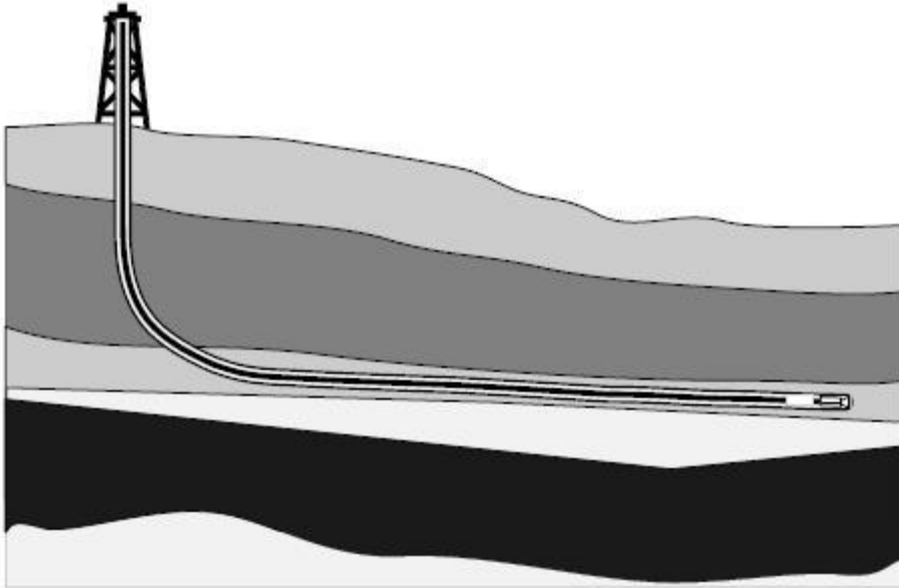
1-2 مبررات الحفر الأفقي

يتم حفر الآبار الأفقية لمعالجة المشاكل المكمنيه المستقبلية أو الآنية وكذلك استخلاص النفوط من مكامن خاصة بطريقة اقتصادية وفعالة وكما يأتي :

1. زيادة إنتاجية الآبار لمرات او اكثر .
2. المكامن المتصدعة والمكامن المجاورة للقبب الملحية .
3. أسباب بيئية .
4. المكامن العدسية المتعددة .
5. استخراج النفط الخام من المكامن المتشققة طبيعياً وعمودياً .
6. المكامن التي يصعب الوصول إليها عمودياً و مراقبة الفوالق (*Fault Controlling*) .
7. المكامن القليلة السماكة . (Thin Reservoir)
8. استخلاص البقع النفطية المتروكة ما بين الآبار العمودية الميتة والتي غطتها المياه المكمنيه .
9. زيادة عامل المردود. (Recovery)
10. معالجة مشكلة تشكل المخاريط المائية والغازية (Water and Gas Conning)
11. استخراج النفط الخام من المكامن القليلة النفوذية والمسامية (Low Porosity and Permeability Reservoir)
12. استخراج النفط الثقيل .
13. المصائد الطبقيّة النفطية .
14. المصائد النفطية المتقطعة او الغير متصلة

1-2-1 حفر الآبار الأفقية لزيادة الانتاجية (Horizontal Wells):

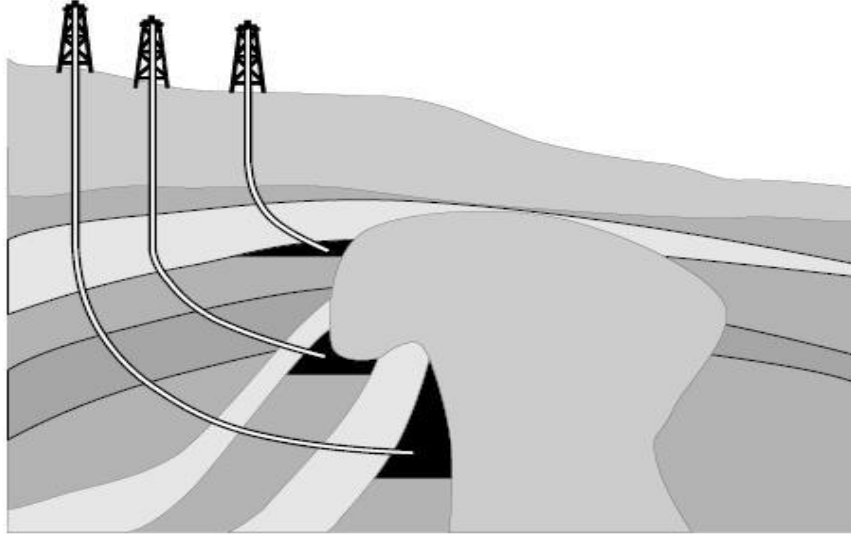
إن انخفاض الإنتاج في الحقل يمكن أن ينتج عن عدة عوامل ، منها مخاريط الماء و الغاز المتشكلة أو الطبقات ذات النفوذية الجيدة فقط في الاتجاه العمودي ، يستطيع عندها المهندسون تخطيط و حفر بئر تصريف عمودية ، و هي نوع خاص من الحفر الموجه حيث تحفر البئر على طول الطبقة كما في الشكل (1 - 1) :



الشكل (1 - 1) يوضح حفر الآبار الأفقية لزيادة الانتاجية

1 - 2 - 2 أماكن القباب الملحية (Salt Dome Drilling):

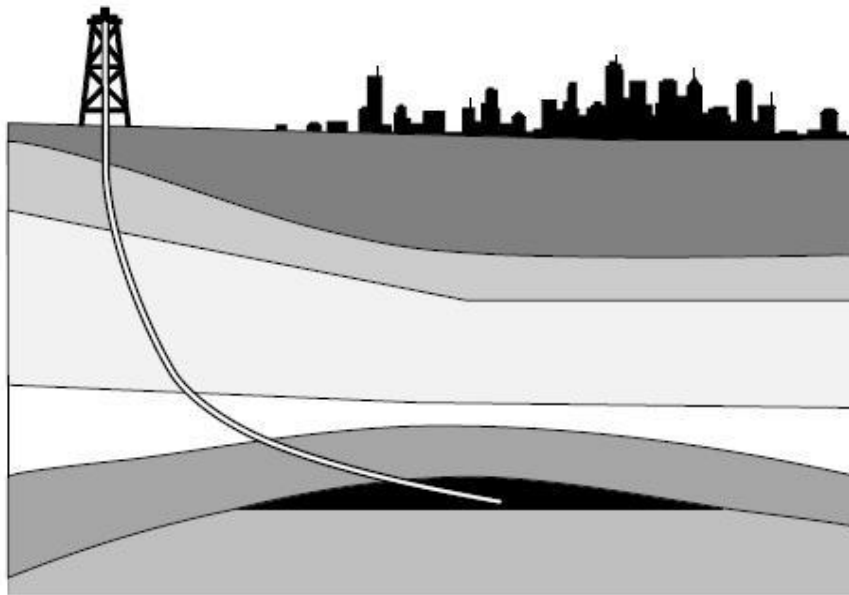
لقد وجد أن القباب الملحية تشكل مصائد طبيعية لتجمع النفط في الطبقة التي توجد تحت الجزء المائل أو المتدلي من الغطاء القاسي ، هناك مشاكل حفر كبيرة مترافقة مع حفر البئر خلال الطبقات الملحية ، ويمكن التخفيف من هذه المشاكل إلى حد ما عن طريق استخدام سائل حفر مشبع بالملح ، و الحل الآخر يكون عن طريق حفر بئر موجهة للوصول إلى المكمن و هكذا نستطيع تجنب مشاكل الحفر التي تحدث ضمن الطبقات الملحية كما في الشكل (1 - 2) :



الشكل (1 - 2) أماكن القباب الملحية

1 - 2 - 3 أسباب بيئية :

يعتبر البئر الأفقي الموجه حلاً لمشكلة استخراج النفط من الحقول التي تقع في مناطق مأهولة سكانياً ، و إبعاد الخطر المستقبلي للتلوث و الشكل التالي يوضح ذلك:

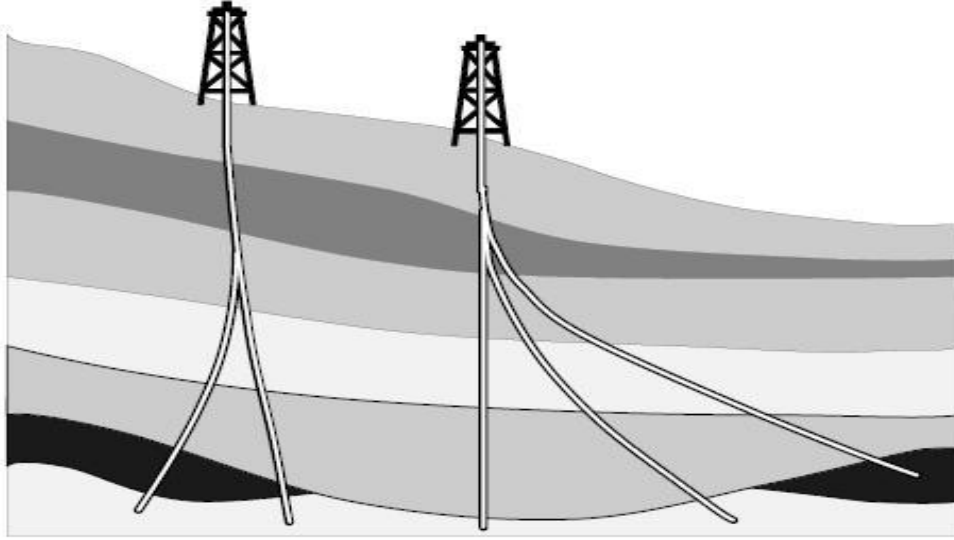


الشكل (1 - 3) يوضح آلية استثمار الحفر الأفقي لأسباب بيئية

4-2-1 المكامن العدسية المتعددة من حفرة بئر واحدة :

(Multiple Exploration Wells from a Single Well-bore)

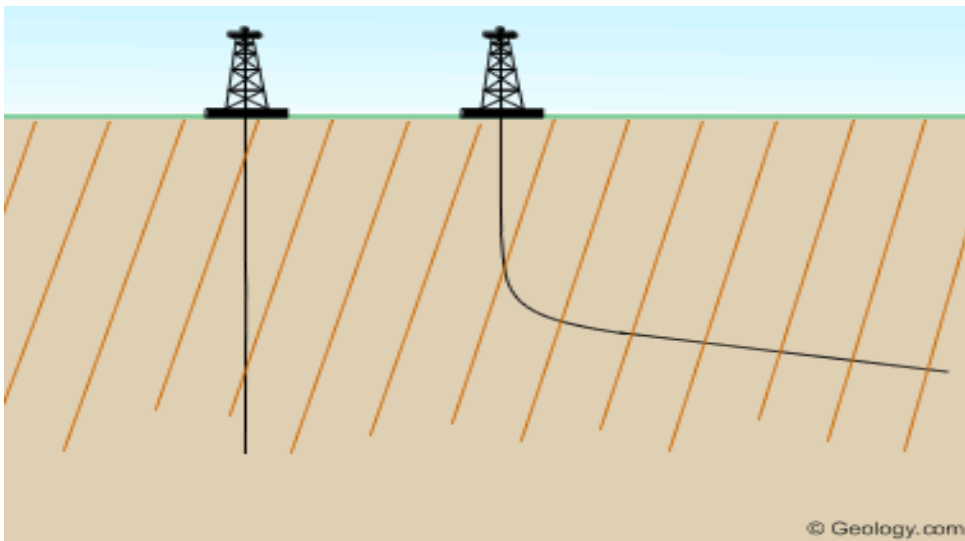
يمكن لحفرة البئر الواحدة أن تسد أو تغلق عند عمق معين و تحرف البئر لعمل بئر جديدة ، البئر الواحدة يمكن أن تستخدم كنقطة نزوح لحفر آبار أخرى ، و هي تسمح باستكشاف التوضعات البنيوية دون حفر آبار أخرى كاملة ، كما في الشكل:



الشكل (1 - 4) المكامن العدسية المتعددة من حفرة بئر واحدة

5-2-1 استخراج النفط الخام من المكامن المتشقة طبيعياً وعمودياً :

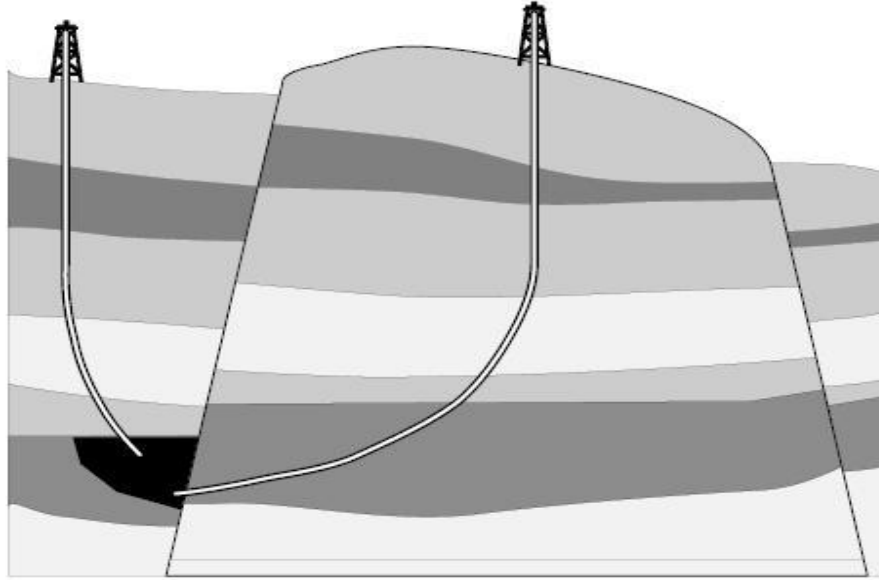
اعتبر الحفر (الأفقي) بديلاً عن زيادة كثافة شبكة الآبار العمودية في الخزان و خاصة في ظروف وجود الشقوق العمودية ، و التي تتطلب زيادة كبيرة في عدد الآبار العمودية.



الشكل (1 - 5) يوضح استخراج النفط الخام من المكامن المتشقة طبيعياً وعمودياً

1- 2 - 6 المكامن التي يصعب الوصول إليها عمودياً و مراقبة الفوالق (Fault Controlling):

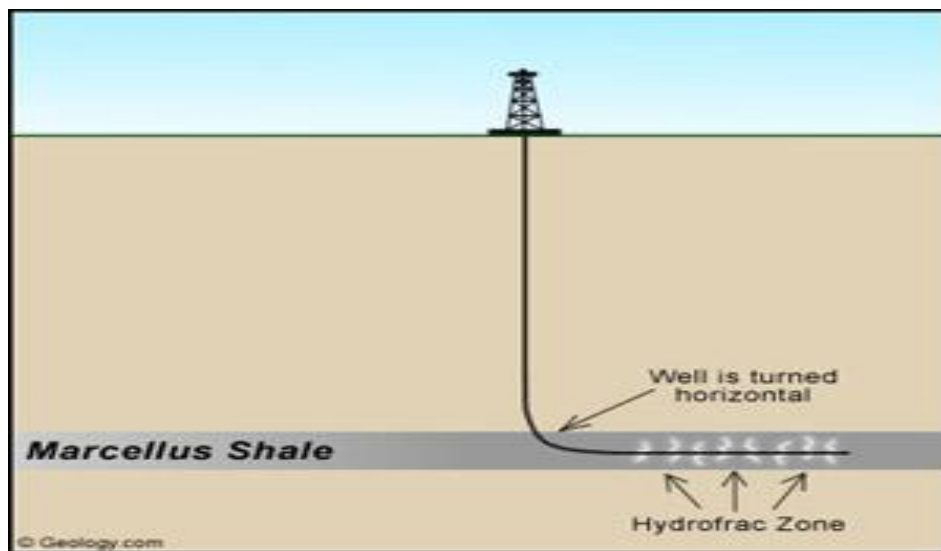
الحفر الملتوية تكون شائعة عند الحفر الشاقولي العادي ، و يكون هذا غالباً بسبب الفوالق التي تخترق الطبقات ، و غالباً يكون من الأسهل أن تحفر بئر موجهة نحو طبقات مثل هذه بدون عبور حدود الفوالق و الشكل لتالي يوضح هذه الحالة:



الشكل (1 - 6) يوضح الحفر في المكامن التي يصعب الوصول إليها عمودياً مراقبة الفوالق

1 - 2 - 7 المكامن القليلة السماكة (Thin Reservoir):

تكون فيها فعالية الحفر الأفقي فيها اضعاف فعالية الحفر العمودي بحيث نحصل على سطح ارتشاح أكبر .



الشكل (1 - 7) يوضح المكامن القليلة السماكة

1- 3 أسباب نجاح الحفر الأفقي :

شهدت عمليات الحفر الأفقي والأعمال المرادفة لها تطوراً ملموساً منذ عام 1986 للأسباب الآتية:
تطور دقات الحفر المستخدمة في الآبار الأفقية وخصوصاً ذات الماس المدمج . (PDC BITS)

تطور معدات تدوير الدقاق . (PDM Motors + Turbine Motors)

تطور معدات وأجهزة المسح المستمر أثناء الحفر لقياس أنجاه وانحراف البئر.

((Measurement while drilling (M.W.D.))

تطور أجهزة الجس المستمر أثناء الحفر . ((logging while drilling (L.W.D.))

استخدام أجهزة التحسس المتطورة لمراقبة سلوك مقدمة الدقاقة (Tool Face) بالدقائق أو أجزاء الدقيقة .

استخدام أجهزة الاستشعار عن بعد (GEO STEERING) وذلك لتحديد مسار الجذع الأفقي داخل المكامن ذات السماكة القليلة جداً (3 متر) بدقة متناهية بحيث ان البئر لا يقترب من الطبقة الغازية في أعلى المكن أو الطبقة المائية في أسفل المكن (مجال الخطأ في مسار البئر بأنصاف الأمتار) بحيث نستطيع القول الان بان القفزة الهائلة في نشاط الصناعة البترولية تركز في عمليات الحفر الأفقي أكثر من غيره وهذا هو السبب الرئيسي في النجاح التقني والاقتصادي حيث دخلت حقولاً اعتبرت سابقاً غير اقتصادية وحولتها الى حقول اقتصادية هائلة وأبار مينة أعيدت الى الحياة وآبار تضاعفت إنتاجيتها الى عشرات المرات عن ما كانت علبة سابقاً وقد تم حفر (11) بئراً لمعدلات بهذه الطريقة في مختلف حقول الجزائر وارتفعت الإنتاجية في بعض الآبار الى (9.2) م³/ساعة .
وان أطوال جذع أفقي عالمياً تحقق في الأرجنتين من قبل شركة (TOTAL) الفرنسية بطول (12,5) كم في نهاية عام 1989 .

1- 4 أسلوب تنفيذ الآبار الأفقية :

1 - 4 - 1 الدراسة :

نظرا لارتفاع كلفة الحفر الأفقي والآبار الجانبية المتشعبة من الآبار المينة وأهميتها اللاحقة في حالة النجاح والإخفاق يجب ان تكون هنالك إدارة خاصة لدراسة وتنفيذ المشروع ومن واجبات هذه الإدارة ما يأتي :

1 - مراجعة او تحديد تطبيقات الحفر الأفقي

2 - تحديد المكامن المقرر تطويرها بتطبيق تقنية الحفر الأفقي .

3 - تحديد استراتيجيات التطوير.

1 - 4 - 2 الاعتبارات الجيولوجية :

تشمل ذلك اختبار المكامن بعناية فائقة وذلك بتوفير المعلومات الإضافية الآتية:

- زاوية ميلان الطبقات الصخرية (المكامن النفطية) وعمقه
- تحديد التصدعات بدقة .
- تحديد اتجاه التشققات
- السيطرة الجيولوجية.

1 - 4 - 3 الاعتبارات الخزنية :

تشمل ما يأتي

1. مواصفات المكامن
2. معدلات الإنتاج
3. تحديد قوى دفع الموائع النفطية (Drive Mechanism) - ومنها :.

• Water (bottom or edge

• Gas cap

• Gravity

1 - 4 - 4 تعيين بارامترات البئر الدقيقة

بعد ان يتم توفير كافة المعلومات المكمية بدقة متناهية تقوم الإدارة بتعيين بارامترات البئر الدقيقة.

ويتكفل مهندسو الحفر والإكمال و المخزون بتحديد هذه البارامترات التي تشمل ما يلي :

- أ- طول الجذع الأفقي داخل المكنن النفطي .
- ب- تحديد مستويات تماس النفط والماء و النفط و الغاز
- ج- تحديد أسلوب الإنتاج .
- د- تحديد معدات الإكمال

1 - 4 - 5 سياسة الإكمال والإنتاج :

عند تصميم إكمال الآبار الأفقية يجب ان يؤخذ بعين الاعتبار ما يأتي :

- أ- عزل الطبقات
- ب . احياء البئر
- ج . السيطرة على الرمل
- د . عمليات الاصلاح
- هـ . الاستعداد لأي طارئ في عملية الحفر

1 - 4 - 6 تصميم البئر يتضمن تحديد العوامل الآتية :

- (1) مسار البئر (Well profile)
- (2) سمت البئر (Well azimuth)
- (3) قطر البئر (Well diameter)
- (4) برنامج التغليف و السمنتة (casing & cementation)
- (5) سوائل الحفر (drilling fluid)
- (6) أسلوب السيطرة على البئر (well control method)

(7) متطلبات عمليات الاستصلاح اللاحقة

1 - 5 - 5 تقنية الحفر الأفقي (Horizontal drilling technique) :

تختلف الآبار الأفقية باختلاف نوع مسار البئر المتبع جانبيا وصولا الى بدأ المقطع الأفقي للبئر انتهاء الى العمق النهائي للبئر The target

1 - 5 - 1 ومن انواع المسارات المتبعة لحفر الآبار الأفقية هي :

- (1) البئر ذات النصف القطري الطويل Long Radius Well
- (2) البئر ذات النص القطري المتوسط Medium Radius Well
- (3) البئر ذات النص القطري القصير Short Radius Well
- (4) البئر ذات النص القطري القصير جدا Ultra Short Radius Well
- (5) حيث يتناسب و معدل تصاعد ميل مسار البئر (Build Up Rate) و تتناسب عكسيا مع طول نصف قطر انحناء مسار البئر .

1 - 5 - 1 - 1 البئر ذات النصف القطري الطويل :

طول نصف قطر الانحناء يتراوح من (6000-1000) قدم .تتبع هذه الطريقة للحفر على اليابسة وبكثرة في البحار والمحيطات

.المميزات :

- (1) ذو مقطع مائل طويل .
- (2) تكون اسهل في عمليات الحفر وبالإمكان استخدام معدات حفر الآبار الاعتيادية ولا يتطلب استخدام المحركات الجوفية (P.D.M.) (Pump down motor) .

- (3) كلفة حفرها اقل مما هي عليه في الآبار ذات الأنصاف الأقطار المتوسطة او القصيرة .
- (4) بالإمكان حفر مقاطع أفقية بحدود (5000 قدم) باتباع هذه الطريقة
- (5) مقاومة قليلة عند سحب خيط الحفر (Over pull) وكذلك عزم ال (Torsion) مقارنة مع بقية الأنواع الأخرى .

سلبياته :

- (1) يستغرق زمنا طويلا .
- (2) يتطلب أجهزة ضخمة مع منظومة تدوير عالية الكفاءة ومضخات كبيرة .
- (3) اقل دقة في السيطرة على العمق الشاقولي مقارنة مع الأنواع الأخرى .

1- 5 - 1 - 2 البئر ذات النصف القطر المتوسط :

طول نصف قطر الانحناء من (1000-1600) قدم .
وتتبع هذه الطريقة في الحفر على اليابسة والمناطق الساحلية أيضا ولإعادة الحفر في الآبار الشاقولية المحفورة مسبقا

المميزات :

- (1) تزداد فيه عزوم الالتواء (torsion) والانحناء (bending) والسحب (Tension)
- (2) اكثر دقة في إرساء أنابيب التغليف ، عنها في الآبار ذات أنصاف الأقطار الطويلة .
- (3) معدات القياس أثناء الحفر (M.W.D.) ذات أبعاد صغيرة واعتيادية و بحدود (1 3/4) عقدة.
- (4) بالإمكان حفر مقاطع أفقية طويلة تصل الى (5000 قدم) .
- (5) إمكانية اخذ اللباب و تغليف واكمال البئر بالطرق الاعتيادية وبالمعدات الاعتيادية المتوفرة
- (6) إمكانية حفر عدة آبار أفقية من نفس المقطع الشاقولي .

سلبياته :

- (1) ازدياد عزوم الانضغاط و الشد والانحناء حيث تؤدي هذه الاجهادات الى كسور سريعة في معدات الحفر.
- (2) التقليل من دورات تشكيلة الحفر وبالأخص في المقطع الأفقي مما يجعل تنظيف البئر اكثر صعوبة .
- (3) تتطلب أنابيب ومواسير تغليف باهضة ومعدات (B.H.A.) خاصة .
- (4) التكاليف ووصلات الربط غير قياسية (Non-API) .

1 - 5 - 1 - 3 البئر ذات النصف القطر القصير (Short Radius well) :

طول نصف قطر الانحناء من (15 – 60) قدم

مميزات :

- (1) سيطرة أدق على الأعماق الشاقولية والأفقية مقارنة بالأنواع الأخرى .
- (2) كلفة اقل لغرض إعادة الإكمال (Recompletion) لان لها مقطع شاقولي طويل من البئر .
- (3) يكون البئر اقل تعرضا للتلوث الذي يحدث بسبب العزل الرديء لكون نقطة الانحراف (K.O.P.) تقع تحت تماس الموائع الطباقية.
- (4) ان العمق الشاقولي الطويل لهذا النوع يسمح لمعدات الحقن والضخ بان تكون اقرب ما يكون من الطبقة المنتجة (اسفل المقطع الشاقولي (900) قدم
- (5) بالإمكان حفر مقاطع أفقية بحدود (400 م)
- (6) الإكمال المفتوح للبئر (open hole completion)

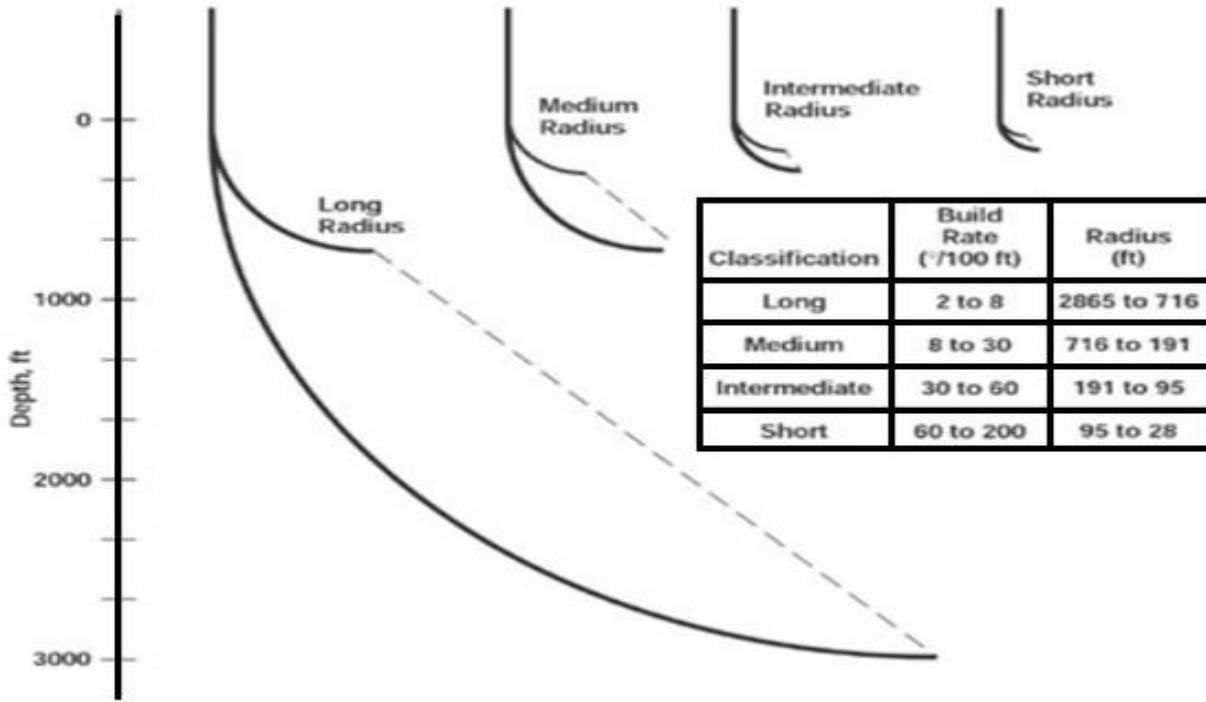
سلبياته :

- (1) يجب ان تكون معدات الحفر مرنة او مفصلية (Articulated)
- (2) يتطلب معدات (P.D.M.) ومعدات (B.H.A.) خاصة
- (3) معدل الاختراق بطيء او يتطلب عدد كبير جدا من عمليات السحب والانزال (Round trip) لتبديل معدات قعر البئر .

1 - 5 - 1 - 4 البئر ذات النصف القطر القصير جدا : (ultra short Radius)

لا يعتبر هذا الصنف من تكنولوجيا الحفر الشائعة ويستخدم على نطاق ضيق في حالة تنشيط المكامن الحاوية على نפט ثقيل بضخ البخار وإزاحة أفقية (20م)

Max. Horizontal Displacement = 20 m



الشكل (1 - 8) يوضح الابار قصيرة و متوسطة و طويلة القطر

الفصل الثاني

النفط الثقيل

2 - 1 التشكل الطبيعي للنفط الثقيل :

يتشكل النفط الثقيل من المواد العضوية الأولية بتأثير الحرارة والضغط المتعرضة لها والتي تتعلق بدورها بسماكة الرسوبيات التي تغطي الصخور من جهة وارتباطها بتطور الأحواض الرسوبية فيها من جهة أخرى . حيث تتحول المواد العضوية تدريجياً إلى نفط ثقيل وبعدها إلى نفط عادي ثم نفط خفيف وغاز وذلك خلال فترات زمنية طويلة ، كما أن تأثير المواد العضوية الأولية يفسر تواجد بعض الحقول النفطية ذات النفط الثقيل التي بقيت في الصخور الأولية ولم تصل إلى مرحلة تشكل النفط الخفيف أو هاجرت نتيجة للحركات التكتونية خلال مرحلة التحول و تجمعت في المكامن القريبة .

2 - 2 تصنيف النفط الثقيل:

يتنوع النفط حسب الخواص الفيزيائية والكيميائية وحسب خواصه يتم تحديد الطريقة التي باستخدامها تتم تصنيفه ونقله

ويقسم النفط بالاعتماد على خواصه :

(1) حسب التركيب الكيميائي

(2) حسب نسبة الكبريت

(3) حسب الكثافة

(4) حسب ال API

2 - 2 - 1 تقسيم النفط حسب التركيب الكيميائي:

مبدأ هذا التصنيف يعتمد على العلاقة بين الكثافة والتركيب الهيدروكربوني للنفط ، ويقسم إلى:

(1) نفط بارافيني .

(2) نسبة البارافين عالية ونسبة النفثين منخفضة .

(3) نفط نفتيني .

(4) نسبة بارافين قليلة ونسبة الكبريت والأوكسجين والنتروجين عالية.

(5) نفط متوسط .

تكون نسب المواد المذكورة وسطية بين النوعين.

يوضح الجدول (2 - 1) تصنيف النفط الثقيل اعتمادا على معياري اللزوجة والكثافة

أنواع النفط الثقيل	اللزوجة CP	الوزن النوعي Kg / m3
نفط ذو لزوجة عالية	1000 – 50	930 – 890
نفط ثقيل: 75% نفط – 25% اسفلت	20000 – 1000	960 – 930
بيتومين مالتا: (45%- 75%) نفط – الباقي اسفلت	100000 - 20000	1000 – 960
بيتومين مالتا: (25%- 40%) نفط – الباقي اسفلت	أكثر من 100000	1050 – 1000
بيتومين مالتا: (15% - 25%) نفت – الباقي اسفلت	قاسي (بلاستيك)	1100 – 1050
الصخر الزيتي	قاسي جدا	أكثر من 1100

2 - 2 - 2 تقسيم النفط حسب نسبة الكبريت :

1- نفط خام جيد

نسبة الكبريت من 0.5% إلى 1.4% من الوزن

2- نفط خام متوسط:

نسبة الكبريت من 1.5% إلى 3% من الوزن

3- نفط خام سيء:

نسبة الكبريت أكبر من 3% من الوزن

2 - 2 - 3 حسب الكثافة : تصنيف النفط الثقيل :

1- نفط خفيف

كثافته (0.828) غ/سم³ بالدرجة 60 فهرنهايت

2- نفط متوسط: كثافته (0.828 – 0.884) غ/سم³ بالدرجة 60 فهرنهايت

3- نفط ثقيل: كثافته أكبر من (0.885) غ/سم³ بالدرجة 60 فهرنهايت

النفط الثقيل يقسم بدوره إلى:

1- نفط ثقيل خفيف: كثافته (0.885 – 0.9) غ/سم³

2- نفط ثقيل متوسط: كثافته (0.9 – 0.95) غ/سم³

3- نفط ثقيل ثقيل: كثافته أكبر من 0.95 غ/سم³

2- 4 تصنيف النفط الثقيل حسب درجة ال API (American institute petroleum)

1- نفط ثقيل: $API < 24$

2- نفط متوسط: $24 < API < 35$

3- نفط خفيف: $API > 35$

ومن أجل النفط الثقيل جدا $API < 17.5$

الشكل (2 - 2) يوضح تصنيف النفط حسب درجة A.P.I

نوع النفط	API
نفط ثقيل (Heavy Oil)	12.5 – 22
نفط ثقيل جدا (Extra Heavy Oil)	10.5 – 12.5
النفط رملي (Natural Bitumen or Tar Sand)	<10.5

2 - 3 العناصر الرئيسية في النفط الثقيل :

1- المواد البارافينية:

بلورية الشكل ، متوسط وزنها الجزيئي (300 – 400)، درجة الذوبان (50 – 60) س ، تنحل بشكل جيد في المواد الخفيفة مثل الكيروسين والكوندنسات والغازولين ولكن لا تنحل في المواد العطرية.

2- المواد النفثينية: الوزن الجزيئي (450 – 1500)، الوزن النوعي قريب من 1 ، لدنة ومرنة وقابلة للتمدد، عالية اللزوجة، لونها قاتم، لا تنحل في الحموض ولا المواد القلوية، تنحل في المواد الهيدروكربونية الخفيفة والمواد العطرية، عند ارتفاع درجة الحرارة (100 – 150) س تتحول إلى أسفلت.

3- المواد الاسفلتية:

لا تنحل في المواد الهيدروكربونية الخفيفة، الوزن الجزيئي (1500 – 10000)، الوزن النوعي أكثر من 1 ، عند ارتفاع درجة الحرارة حتى 300 س لا تذوب بل تتبدل إلى فحم وعن ارتفاع درجة الحرارة وبوجود حمض الكبريت تصبح صلبة جدا تتحول إلى كربون وهذا الكربون لا ينحل حتى في المواد العطرية.

2 - 4 العوامل المؤثرة على تشكل النفط الثقيل :

- 1- تأثير المياه القابلة للحركة ذات المنشأ السطحي
تقوم بعملية نزع وغسل المواد الخفيفة من النفط وهذا يتعلق بدرجة انحلالها في النفط. وهذا يؤدي إلى زيادة نسبة المواد الثقيلة والاسفلت في النفط وبالتالي تزداد كثافة ولزوجة النفط
- 2- تأثير البكتريا الهوائية
تتواجد في المياه سطحية المصدر وعند عدم وجود H_2S تقوم هذه البكتريا بتبديل النفط الخفيف إلى نفط ثقيل وذلك عند درجة حرارة أقل من 5 س.
- 3- التفكك الطبيعي للنفط إلى المواد المتشكل منها
الهجرة الطبيعية للنفط ضمن طبقات الأرض العميقة ذات الخواص المختلفة تؤدي إلى انفصال الغاز والمواد الخفيفة عن النفط وتبقى المواد الثقيلة التي تترسب وتغلق طريق الهجرة وتتوقف هجرة النفط باتجاه الأعلى.
- 4- تشكل الاسفلت
يتشكل بطريقتين:

- يترسب عند يهاجر الغاز والمواد الخفيفة من النفط
- أو خلال مرحلة من مراحل تشكل النفط

2 - 5 وجود النفط الثقيل في العالم :

- يتواجد النفط الثقيل بكثرة في دول العالم وأهم هذه الدول :
- كندا ، روسيا، الولايات المتحدة الأمريكية، فنزويلا ، البرازيل، المكسيك، الأرجنتين، الاكوادور
أندونيسيا، ماليزيا، الصين، إيران، سورية
- في البداية لم يكن له أهمية بسبب:
- 1- وجود النفط الخفيف والمتوسط
 - 2- الكلفة الباهظة لاستخراجه ونقله وتصفيته
 - 3- قلة عامل المردود
- مقارنة عامل المردود**
- بشكل عام عامل المردود لحقول النفط في الشرق الأوسط هي 20 % بينما قيمة عامل المردود لحقول النفط الثقيل فلا تتعدى 1 %.
- زادت أهمية النفط الثقيل بعد العام 1974 حيث ازداد سعر برميل النفط في السوق العالمية وبدأت الدول تهتم بإنتاجه
- فمثلا: كانت كندا تنتج في العام 1974 حوالي 75000 برميل يوميا من النفط الثقيل

وبعد 10 سنوات زاد الإنتاج ليصبح 300000 برميل يوميا
ومع زيادة سعر برميل النفط في السوق العالمية كان لابد من التفكير في استخدام طرق حديثة لرفع
عامل مردود حقول النفط الثقيل
وبدأت دول في العالم أهمها الولايات المتحدة الأمريكية وكندا بالتفكير بتطوير وابتكار طرق جديدة
لتحسين إنتاج ورفع عامل مردود حقول النفط الثقيل عن طريق استخدام تكنولوجيا متطورة تضمن
استخراج النفط الثقيل بأقل كلفة ممكنة.

2 - 5 وجود النفط الثقيل في العالم :

بشكل عام تكون حقول النفط الثقيل على أعماق قليلة نسبيا
50% من طبقات النفط الثقيل تقع على عمق أقل من 915 م
نفوذية الطبقة تقترب من 1 دارسي (1000 ميلي دارسي) أو أكثر
مسامية الطبقة عالية وتقترب من 30 %
نسبة إشباع النفط (50 - 80) %
سماعة الطبقة متغيرة ضمن مجال واسع:
مثلا في ألبيрта (كندا) وكاليفورنيا (الولايات المتحدة الأمريكية) وفنزويلا سماعة الطبقة تتراوح بين
(15 - 100) م
API أقل من 17.5
لزوجة النفط الثقيل تتغير أيضا ضمن مجال واسع
مثلا في حقل أتابسكا في كندا تتغير من عدة سنتي بواز إلى عدة ملايين سنتي بواز
نسبة الكبريت أكثر من 3 % (نسبة وزنية)
المواد المعدنية (200 ميلي غرام إلى عدة آلاف ميلي غرام/ ليتر. مثل النفط الثقيل في فنزويلا
نسبة الاسفلت عالية تقترب من 20 %

يوضح الشكل (2 - 3) احتياطي أهم حقول النفط الثقيل في العالم

الاحتياطي (مليون برميل)	اسم الحقل	اسم البلد
3000	أدرينكو	فنزويلا
100	فنزويلا الغربية	
625	أتاباسكا	كندا
164	كولد لوك	
1000	متلاكسي	
123	ميليكسي	روسيا
13	سيلينير	
8	أولينيك	
50	أذربيجان	
16	يوتا	الولايات المتحدة الأمريكية
106	بيسوتا	
50	بنكستان	إيران
256	سازابا	سورية

يوضح الشكل (2 - 5) تصنيف النفط الثقيل أهم الحقول في العالم حسب معيار API

اسم الحقول	اسم البلد	(API)	اللزوجة (CP)
جيلا	ايطاليا	13 - 8	220 - 80
راكوسا	ايطاليا	19	25
ديفري	سومطره	20	25
داريوش	ايران	20 - 12	
هاربر	عمان	23 - 18	
سازابا	سورية	23 - 19	400 - 200
باتي رامن	تركية	12.5	650
تياجونا	فنزويلا	12	3700
جوجو	فنزويلا	8	6200
لويد مينستر	كندا	18 - 10	3000
آتاباسكا	كندا	12 - 4	-10000 35000
سان ميكل	امريكا - تكساس	15 - 12	100 - 80
كيرن ريفر	امريكا - تكساس	14	4200
ميدفاي سنست	امريكا - كاليفورنيا	14	1600

يوضح الشكل (2 - 5) لاحتياطي التقريبي النفط الثقيل في العالم

الكميات التقريبية لاحتياطي النفط الثقيل في العالم	
البلد	احتياطي النفط الثقيل (بليون برميل)
Canada	1850
Venezuela	1200
USSR (now FSU)	85
Iran	55
USA	32
Iraq	12
China	10
Ecuador	7
Trinidad & Tobago	5
Columbia	3

2 - 6 المشاكل الفنية والتقنية لإنتاج النفط الثقيل :

2 - 6 - 1 مشاكل في الإنتاج:

تتعلق بحركة النفط من الطبقة باتجاه البئر وترتبط بالنفط والطبقة. بسبب اللزوجة العالية حيث تكون حركة النفط صعبة وبطيئة جدا نضطر إلى تقليل اللزوجة بالطرق الحرارية وهي فعالة جدا أو باستخدام المواد الكيميائية وهي أقل فعالية أو باستخدام غاز CO2 وهو ذو فعالية أقل وكلفة كبيرة أو عن طريق تشكيل مستحلب من النفط مع بعض الموائع تكون لزوجته قريبة من لزوجة الماء ولكن بالطريقتين الأخيرتين لدينا احتمال ترسب الاسفلت ما يسبب سد المنافذ وتقليل النفوذية بسبب عدم وجود اتصال هيدروديناميكي بين بئر الحقن وبئر الإنتاج يؤدي إلى عدم إعطاء معدل إنتاج مقبول اقتصاديا ونضطر إلى تطبيق ضغط حقن عالي وبالتالي قد يتسبب بتشقق الطبقة ونتيجة لذلك يختلك الماء المحقون مع النفط وبهذا نفقد السيطرة على جبهة الإزاحة وتزداد نسبة الإماهة بشكل سريع

2 - 6 - 2 مشاكل في النقل:

تتعلق بحركة النفط في الأنابيب من الحقل باتجاه المصافي وموانئ التصدير ضخ النفط الثقيل يحتاج لمضخات باستطاعات عالية بسبب حركته البطيئة الناتجة عن اللزوجة العالية وهذه العملية تؤدي إلى تشكيل مستحلب ذو لزوجة عالية جدا من الصعب ضخه وفصله ويحدث هذا عند النقل على وسادة مائية أو ضمن غلاف مائي على جدران الأنابيب وعند توقف الضخ لأسباب عدة يسبب التوقف اختلاط النفط بالماء.

أيضا بسبب لزوجة النفط يتم إنتاج الرمل مصاحبا للنفط وهذا يسبب مشاكل في النقل في الأنابيب عن طريق التآكل في الجدران الداخلية للأنابيب

2 - 6 - 3 مشاكل في التصفية:

تتعلق بتحسين نوعية النفط وتقطيره في المصافي حيث يحتوي النفط الثقيل على نسبة عالية من الكبريت والاسفلت وهدف عمليات التحسين هو :

رفع نسبة الهيدروجين وتقليل الوزن النوعي وتقليل نسبة الكبريت

في النفط العادي نحتاج فقط لتحسين نسبة 4% لأن نسبة المواد المذكورة قليلة وهو ذو نوعية جيدة ولا نحتاج دائما لتحسينه ، لكن بالنسبة للنفط الثقيل هذا العمل إلزاميا وضروريا وهو مكلف جدا

(بناء وحدة معالجة بطاقة 100 ألف برميل/يوم كلفته 1 مليار \$)

الفصل الثالث

حقل ساز ابا

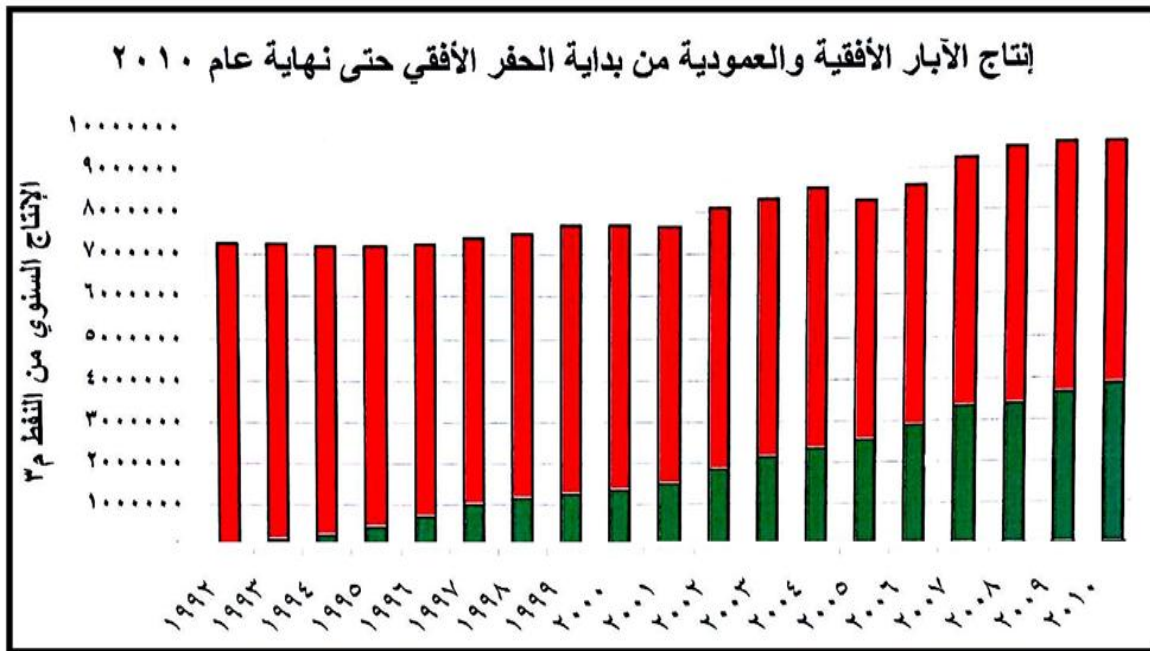
3 - 1 مديرية حقول الحسكة :

«بدأ حفر أول بئرٍ نفطيٍّ في محافظة الحسكة سنة 1958 في حقل (كراتشوك). وتوالى عمليات الحفر حتى نهاية 2011، حين بلغ عدد الآبار /1839/ بئراً، منها /1464/ بئراً منتجاً، أما الآبار المتبقية فهي جافةٌ تعاني من مشاكلٍ فنيةٍ واستعصاءات»

حيث تزايد إنتاج النفط في تلك الآبار، منذ حفرها وحتى عام 2011، بشكلٍ طرديٍّ، حتى بلغ الإنتاج الأعظميٍّ لحقول الحسكة /165/ ألف برميلٍ يومياً آنذاك. وانخفض إنتاجها فيما بعد حتى صار /15/ ألف برميلٍ يومياً بشكلٍ وسطيٍّ حسب إحصائية شهر آب/أغسطس 2011. حيث تضم حقول مديرية الحسكة /12/ حقلاً هي

(حقل رميلان؛ حقل سزابا؛ السويدية؛ كراتشوك؛ عليان؛ عودة؛ حقل دجلة؛ حمزة؛ ليلان؛ بدران؛ بعشوق؛ حقل شامو). وكان إنتاجها يتجمع في محطة (تل عدس) ومنها يتم ضخ النفط والغاز إلى مصفاة حمص وبانياس قبل عام 2011.

تم رسم مؤشرات الاستثمار المختلفة لكافة الحقول والطبقات العائدة للمديرية والتي تتضمن الإنتاج السنوي من النفط و عدد البئر العاملة و الإماهة و معدل الإنتاج اليومي من السائل و الضغط الطبقي و العامل الغازي منذ بداية وضع هذه الطبقات في الإنتاج و حتى عام 2010 و يبين الشكل (3 - 1) نسبة انتاج الآبار العمودية و الأفقية :



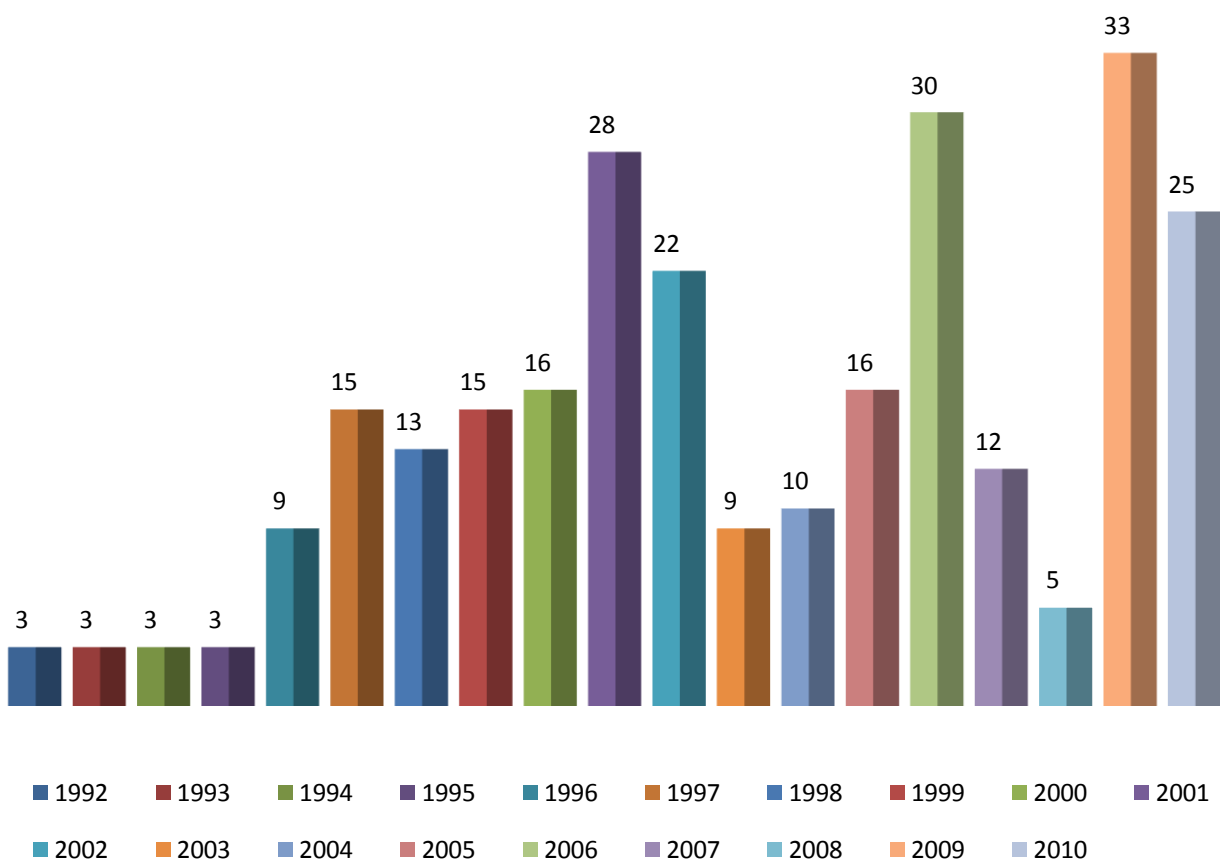
■ الإنتاج السنوي من الآبار العمودية م٣ ■ الإنتاج السنوي من الآبار الأفقية م٣

شكل (3 - 1)

يوضح انتاجية الآبار الأفقية و العمودية في مديرية الحسكة منذ بداية الحفر الأفقي نهاية عام 2010

- على مستوى الجمهورية العربية السورية زاد استخدام تطبيقات الحفر الموجه والأفقي خلال الفترة بين 1992-2010 كما يمثل الشكل التالي تطور الآبار الأفقية في مديرية حقول الحسكة شكل (3 - 2) :

تطور الآبار الأفقية في مديرية حقول الحسكة



شكل (3 - 2)

3 - 2 حقل سارابا :

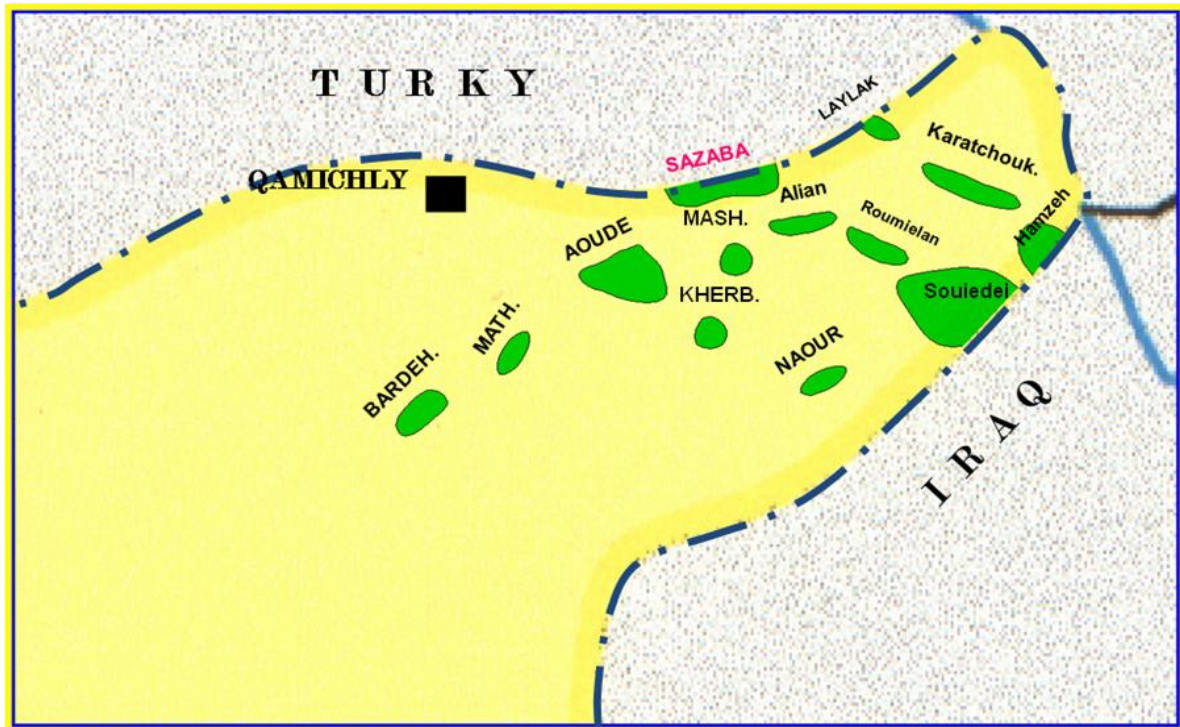
معطيات عن الحقل :

يقع حقل سارابا في شمال شرق سوريا ضمن الوحدة الجيولوجية التكتونية لمنطقة منخفض مابين النهرين، ويأتي هذا الحقل في المرتبة الثانية من ناحية الاحتياطي الجيولوجي من النفط. اكتشف الحقل في عام 1975 وبدأ الإنتاج منه في عام 1983 من طبقة الشيرانيش ويعتبر مكن الشيرانيش في الحقل الوحيد الحامل للنفط وهو عبارة عن طية متطاولة يقع قسم منها في الأراضي التركية

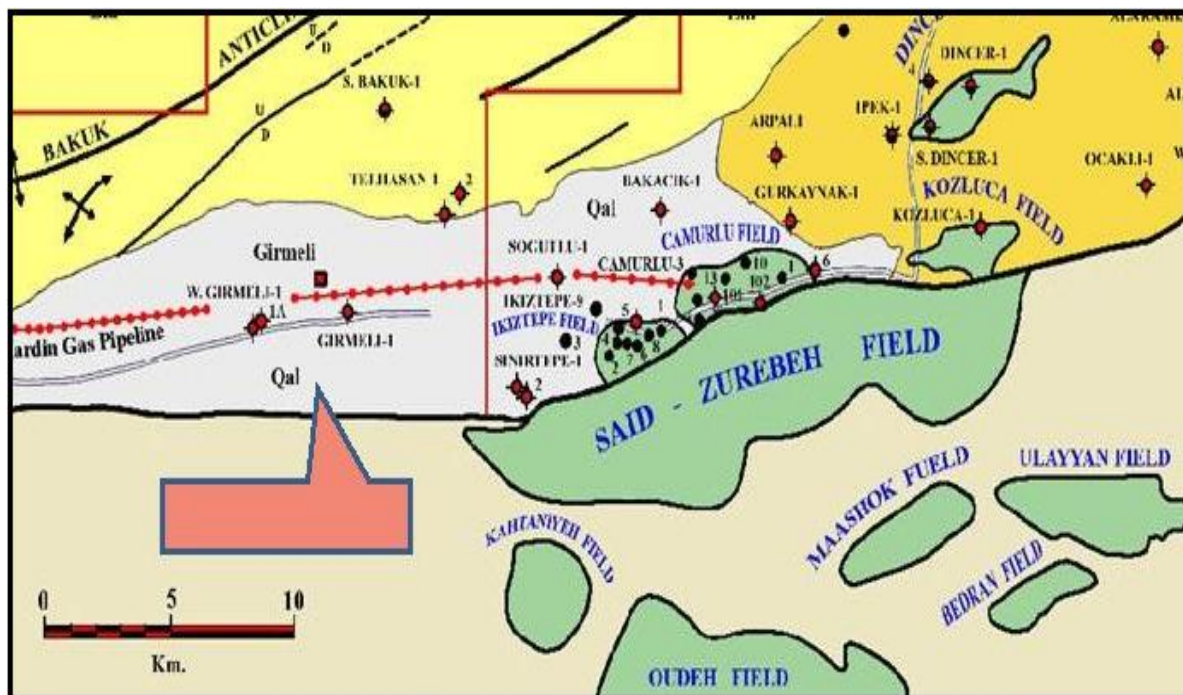
وهي مكونة من عدة قباب (زرابة - سعيدة - باباسي)

- يتراوح عمق أعلى طبقة الشيرانيش بين (1400 – 1500) م .
- تبلغ أبعاد المكن بحدود 3.5×18 كم . والمساحة الحاملة للنفط بحدود 78 كم²
- ويتألف المقطع الليتولوجي لمكن الشيرانيش من ثلاثة نطاقات رئيسية :
 - النطاق العلوي: عبارة عن حجر كلسي حطامي ذو خصائص خزنية جيدة.
 - النطاق الأوسط (الانتقالي): عبارة عن حجر كلسي حطامي ذو خصائص متوسطة.
 - النطاق السفلي: عبارة عن حجر كلسي غصاري كتيم.
- طبقة البطمه منتجة للغاز الحر العمق الوسطي حوالي 2200 م.
- إن المكن الرئيسي المنتج للنفط هو الشيرانيش وهو هدف الدراسة لتحسين الإنتاج وزيادة المردود

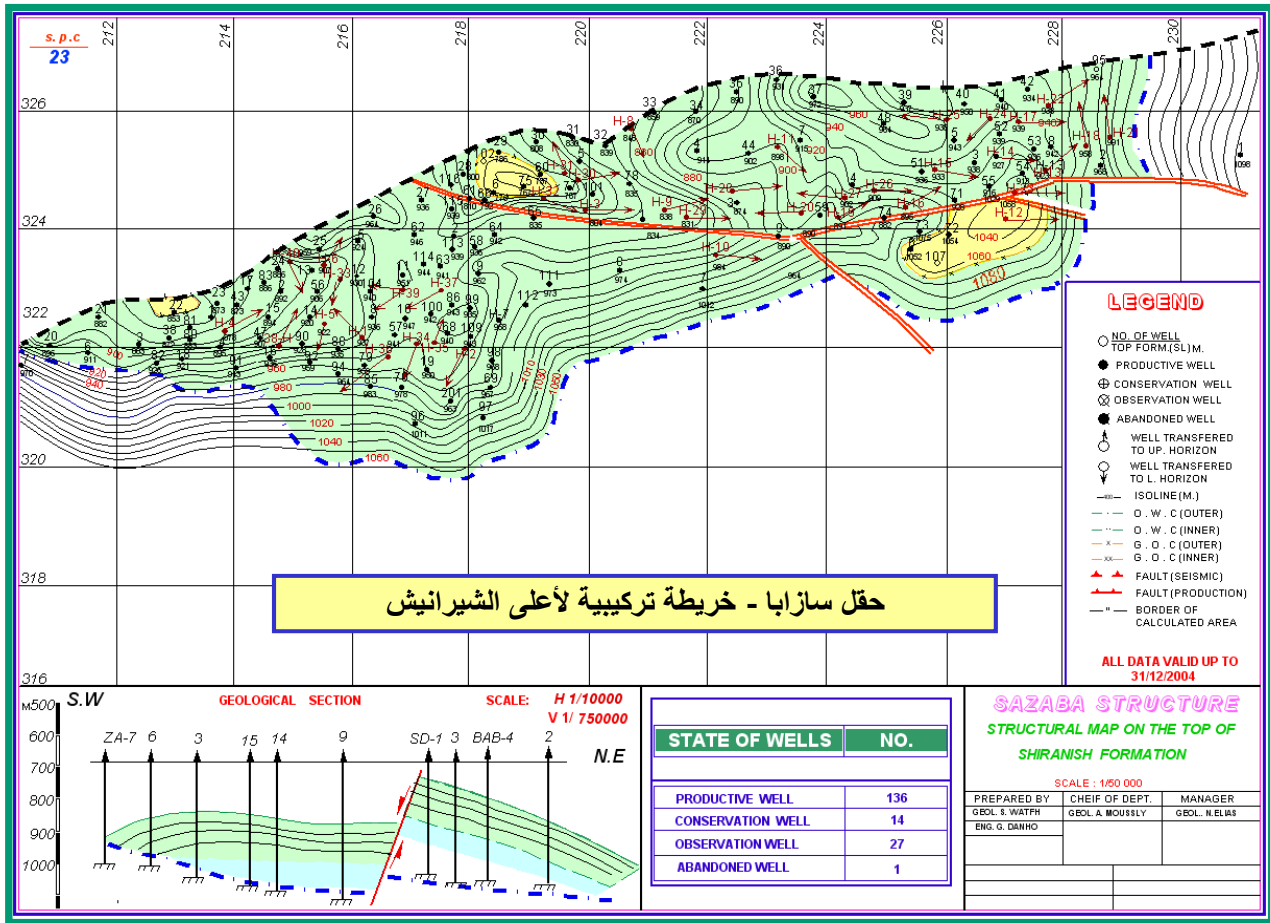
(خريطة توضح امتداد حقل سزابا)



شكل (3 - 3) خريطة توضح امتداد حقل سزابا



شكل (3 - 4) خريطة توضح امتداد حقل سزابا في القسمين السوري و التركي



شكل (3 - 5) خريطة تركيبية لمكمن أعلى الشيرانيش في حقل سارابا

- * الاحتياطي الجيولوجي : إن الاحتياطي الجيولوجي للجزء من الحقل و الموجود في الجمهورية العربية السورية هو / 1595 / مليون برميل ، أما الاحتياطي الجيولوجي للجزء من الحقل و الموجود في الجانب التركي فيقدر بـ / 314.5 / مليون برميل أي بنسبة 16.5 % من الاحتياطي الجيولوجي الكلي للحقل .
- * عدد الآبار المنتجة : بلغ عدد الآبار المنتجة 192 بئراً منها 171 بئر عامل و 21 بئر متوقف ، وقد تم رصد قيام الجانب التركي بحفر (على الأقل) 50 بئراً في هذا الحقل .
- * الإنتاج الوسطي اليومي : بحدود / 10500 / برميل عام 2012 (قبل الأزمة) ، ومن خلال المشاهدات الأولية فمن المتوقع وبشكل تقديري أن تكون إنتاجية الآبار الواقعة في الجانب التركي بحدود / 3000 / برميل .
- * الإنتاج التراكمي : بلغ الإنتاج التراكمي للنفط بنهاية عام 2013 بحدود / 62.326 / مليون برميل .

* المردود النهائي : وفق نظام الاستثمار الطبيعي 12 % ، و الاحتياطي القابل للإنتاج / 191.412 / مليون برميل ، وفي حال تم تطبيق إحدى الطرق الثانوية لزيادة المردود ومن المرجح أن تكون طريقة حقن الغاز فمن المتوقع أن يصل المردود إلى 18 % و بالتالي يصبح الاحتياطي القابل للإنتاج 287.1 مليون برميل .

* الإنتاج المتوقع من جراء تطوير هذا الحقل وخلال الفترة 2015 - 2027 ستكون كما يلي :
- الإنتاج التراكمي المتوقع وفق النظام الطبيعي خلال /2015-2035/ حوالي 94.02 مليون برميل

- الإنتاج التراكمي المتوقع وفق النظام المدعم خلال /2015-2035/ حوالي 150.04 مليون برميل

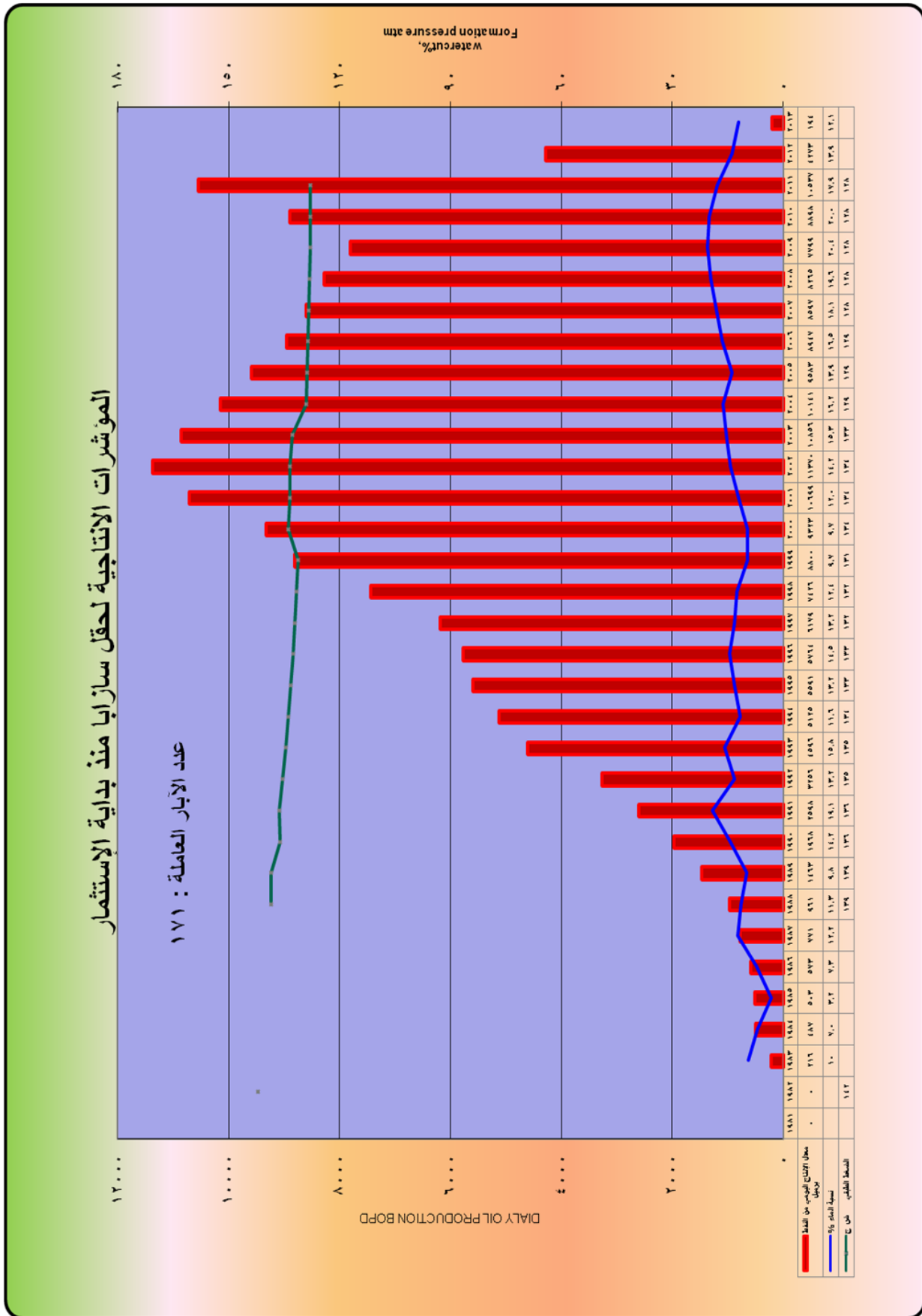
- الإنتاج التراكمي بنهاية عام 2035 وفق النظام الطبيعي حوالي 156.34 مليون برميل وذلك بمعدل إنتاج يومي 12436 برميل ، حيث يكون المردود بنهاية عام 2035 بحدود 9.8 % .

3 - 2 - 1 المعلومات الخزنية لحقل سارابا :

20	المسامية %
27	السمكة الفعالة ،م
76	التشبع بالنفط %
129/142	الضغط الطبقي الأولي / الحالي ض ج
56	الحرارة الطبقيية الأولية ، درجة مئوية
60	ضغط التشبع (ض ج)
36	العامل الغازي ،م/3م3
1.13	العامل الحجمي للنفط
19-12	API
30	اللزوجة ، سنتي بواز
70-1	النفوذية ، ميلي دارسي
1400	عمق الخزان ، م
(1060-790)	عمق التقاء الغاز مع النفط ، (م تحت سطح البحر)
(1100-960)	عمق التقاء النفط مع الماء ، (م تحت سطح البحر)
دفع مائي بشكل رئيسي + دفع القبة الغازية	نظام الدفع

جدول (3 - 1) يوضح المعلومات الخزنية لحقل سارابا

3 - 2 - 2 انتاجية حقل سارابا منذ بداية الاستثمار حتى 2013 :



شكل (3-6) مخطط يوضح انتاجية حقل سارابا

3 - 2 - 3 احتياطي حقل سارابا

احتياطي النفط في حقل سارابا - طبقة الشيرانيش

الهيدروكربون	المكمن تاريخ الإنتاج	الاحتياطي الجيولوجي (مليون برميل)	المردود %	الاحتياطي القابل للإنتاج (مليون برميل)	الإنتاج التراكمي (مليون برميل)	المتبقي من القابل للإنتاج (مليون برميل)
النفط تاريخ الاكتشاف 1975	شيرانيش 1983	1595.1	7	111.66	54.67	56.99

جدول (3 - 2) يوضح احتياطي النفط في حقل سارابا

احتياطي الغاز في حقل سارابا

الهيدروكربون تاريخ الاستكشاف	المكمن تاريخ الإنتاج	الاحتياطي الجيولوجي (مليار م ³)	المردود %	الاحتياطي القابل للإنتاج (مليار م ³)	الإنتاج التراكمي (مليار م ³)	المتبقي من القابل للإنتاج (مليار م ³)
الغاز الحر ٢٠٠٨	بطما ٢٠٠٩	0.364	90	0.328	0.005	0.323
الغاز المرافق ١٩٧٥	شيرانيش ١٩٨٣	9.130	7	0.639	0.317	0.322
غاز القبعات ١٩٧٥	شيرانيش ١٩٨٣	0.073	65	0.047	0.364	0.044
Σ		9.57	-	1.014	0.326	0.688

جدول (3 - 3) يوضح احتياطي الغاز في حقل سارابا

المؤشرات الإنتاجية لمكمن الشيرانيش في حقل سارابا

المردود الآني %	معدل السحب السنوي %	معدل الاستنزاف من الاحتياطي القابل للإنتاج %	الضغط الطبقي (بار)		نسبة الاماهة %	وسطى إنتاجية البئر برميل/اليوم	وسطى الإنتاج اليومي برميل/يوم	عدد الآبار		
			الحالي	الأولي				عاملة	محفوظة	منتجة
3.4	2.5	49	128.6	142	20.4	52	7800	150	14	156

جدول (3 - 1) يوضح المؤشرات الإنتاجية لمكمن الشيرانيش في حقل سارابا

3 - 2 - 4 تحليل المؤشرات الإنتاجية :

يتبين من خلال تحليل المؤشرات الإنتاجية وكما هو ملاحظ من المخطط التالي ما يلي :
انخفاض معدل الإنتاج خلال فترة الأعوام (2002 - 2007) و بمعدل انخفاض سنوي يتراوح بين (5 - 6) % وهذا يعود بشكل أساسي إلى عدم حفر آبار جديدة وكذلك قلة عمليات الإصلاح والتحسين النوعية.

انخفاض معدل الإنتاج خلال (2008 - 2009) يعود بشكل أساسي لقلة عمليات الإصلاح والتحسين النوعية (عدم توفر مستلزمات- حفارة إصلاح-Coiled Tubing - مذيبات ..) وكذلك لانخفاض معدلات الآبار الجديدة التي حفرت بمواصفات خزنية سيئة حاجة مشروع حقن الغاز في هذه المنطقة.

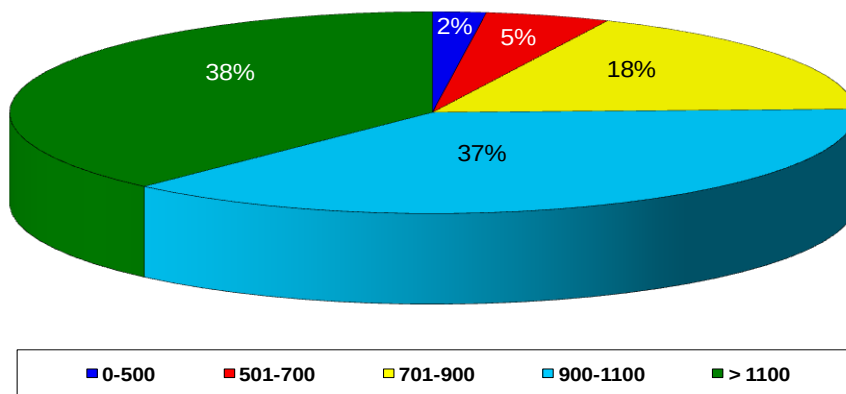
مستوى السائل الديناميكي في آبار سارابا
موقوفاً في ١٥ / ١٢ / ٢٠٠٩

النسبة التراكمية %	نسبة عدد آبار المجموعة إلى العدد الكلي %	عدد آبار المجموعة	مستوى السائل الديناميكي م
2	2	3	500 – 0
7	5	7	700 – 501
24	18	26	900 – 701
62	37	55	1100 – 901
100	38	56	> 1100
	100	147	Σ

جدول (3 – 4) يوضح مستوى السائل الديناميكي في حقل سارابا

مستوى السائل الديناميكي في آبار سارابا
موقوفاً في ١٥ / ١٢ / ٢٠٠٩

نسبة عدد آبار المجموعة إلى العدد الكلي



شكل (3 – 9) يوضح مستوى السائل الديناميكي في حقل سارابا

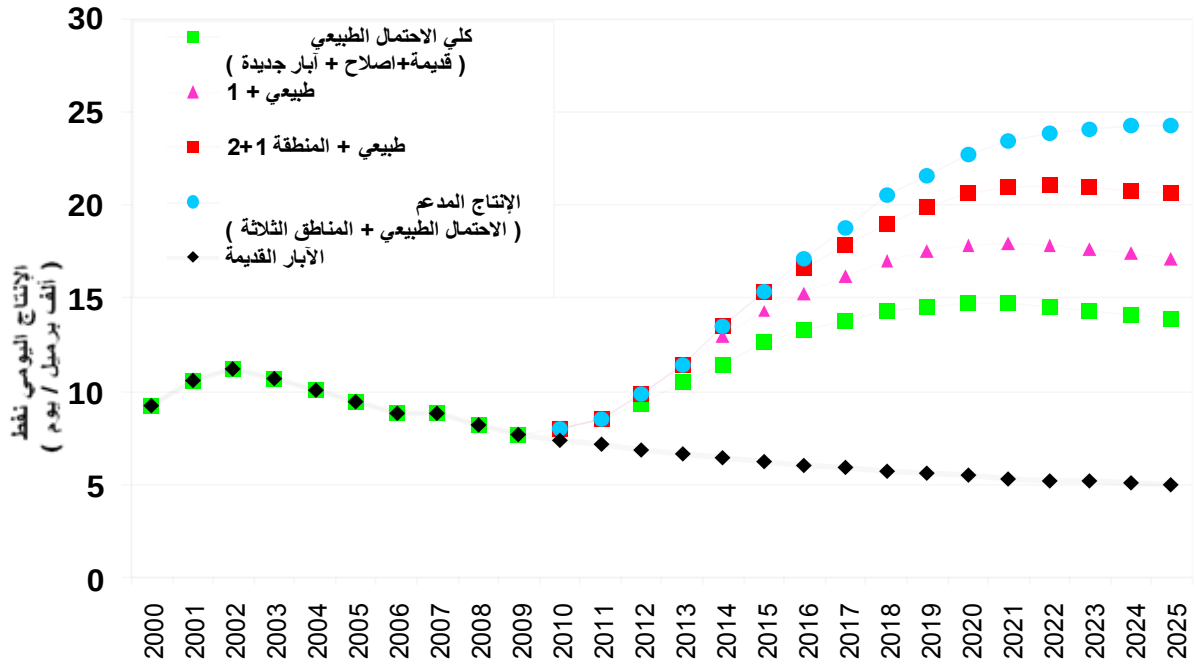
3-2 5 معدل الإنتاج اليومي المتوقع وفق النظام الطبيعي والمدعم (ألف برميل / يوم):

- عدد الآبار المخطط حفرها / 72 / بئراً وسطي البئر الأفقية = / 75 / برميل / يوم.
- وسطي البئر العمودية / 50 / برميل / يوم.

المؤشر العام	الآبار القديمة	الآبار القديمة + التحسين	عمليات الإصلاح والتحصين وسطي يومي بالسنه	الإنتاج من الآبار الجديدة يومي تراكمي	كلية الاحتمال الطبيعي	كلية الإنتاج المدعم (طبيعي + حقن الغاز)
٢٠١٠	٧,٣٨	٧,٣٨	١,٠٠	٠,٥٦	٨,٩٤	٧,٩٤
٢٠١١	٧,١	٧,٥٦	١,٥٠	٠,٩٠	٨,٤٦	٨,٤٦
٢٠١٢	٦,٨٤	٧,٨١	١,٠٠	١,٥٦	٩,٣٧	٩,٨٧
٢٠١٣	٦,٦١	٨,٢٢	١,٠٠	٢,٢٠	١٠,٤٢	١١,٤٢
٢٠١٤	٦,٤	٨,٦١	١,٠٠	٢,٧٨	١١,٣٩	١٣,٤٩
٢٠١٥	٦,٢	٩,٢٨	٠,٦٩	٣,٣٤	١٢,٦٢	١٥,٣٢
٢٠١٦	٦,٠٣	٩,٧٩	١,٢٨	٣,٥٢	١٣,٣١	١٧,١١
٢٠١٧	٥,٨٥	١٠,٤٩	١,١٩	٣,٣٠	١٣,٧٩	١٨,٧٩
٢٠١٨	٥,٧٣	١١,٢٠	٠,٤٦	٣,١٠	١٤,٣	٢٠,٥٠
٢٠١٩	٥,٦	١١,٦٠	١,٣٣	٢,٩١	١٤,٥١	٢١,٥٦
٢٠٢٠	٥,٤٩	١١,٩٣	٠,٧٩	٢,٧٤	١٤,٦٧	٢٢,٦٧
٢٠٢١	٥,٣	١٢,٠٩	٠,٧٩	٢,٥٨	١٤,٦٧	٢٣,٤٧
٢٠٢٢	٥,٢٢	١٢,٠٥	٠,١٥	٢,٤٢	١٤,٤٧	٢٣,٨٢
٢٠٢٣	٥,١٥	١٢,٠٠	٠,٦٥	٢,٢٨	١٤,٢٨	٢٤,٠٣
٢٠٢٤	٥,١	١١,٩٧	٠,٢٤	٢,١٤	١٤,١١	٢٤,٢١
٢٠٢٥	٥,٠٠	١١,٩٠	٠,٤٧	٢,٠١	١٣,٩١	٢٤,٢٦

جدول (3 - 5) يوضح معدل الأنتاج اليومي المتوقع من النفط في حقل سارابا

توقعات الإنتاج اليومي من النفط في حقل سارابا وفق النظام المدعم (حقن الغاز)
لغاية عام 2025 (ألف برميل / يوم) قام بها (د . ناجح العلي)



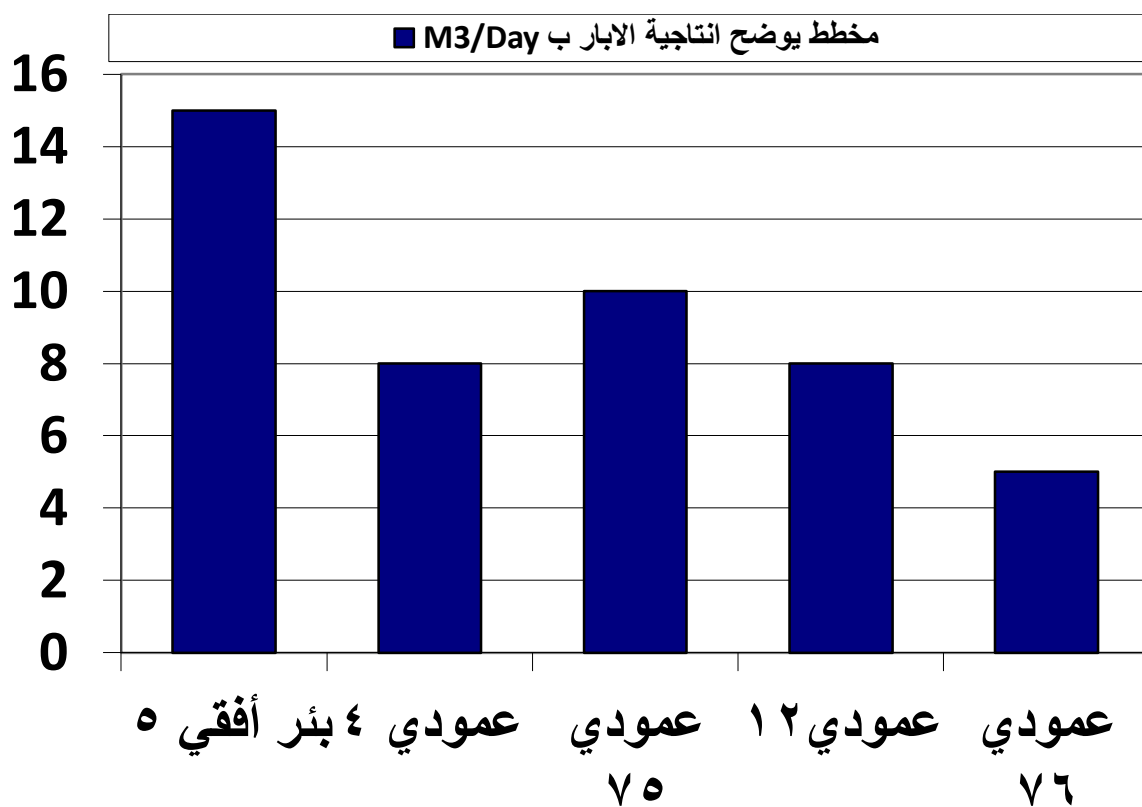
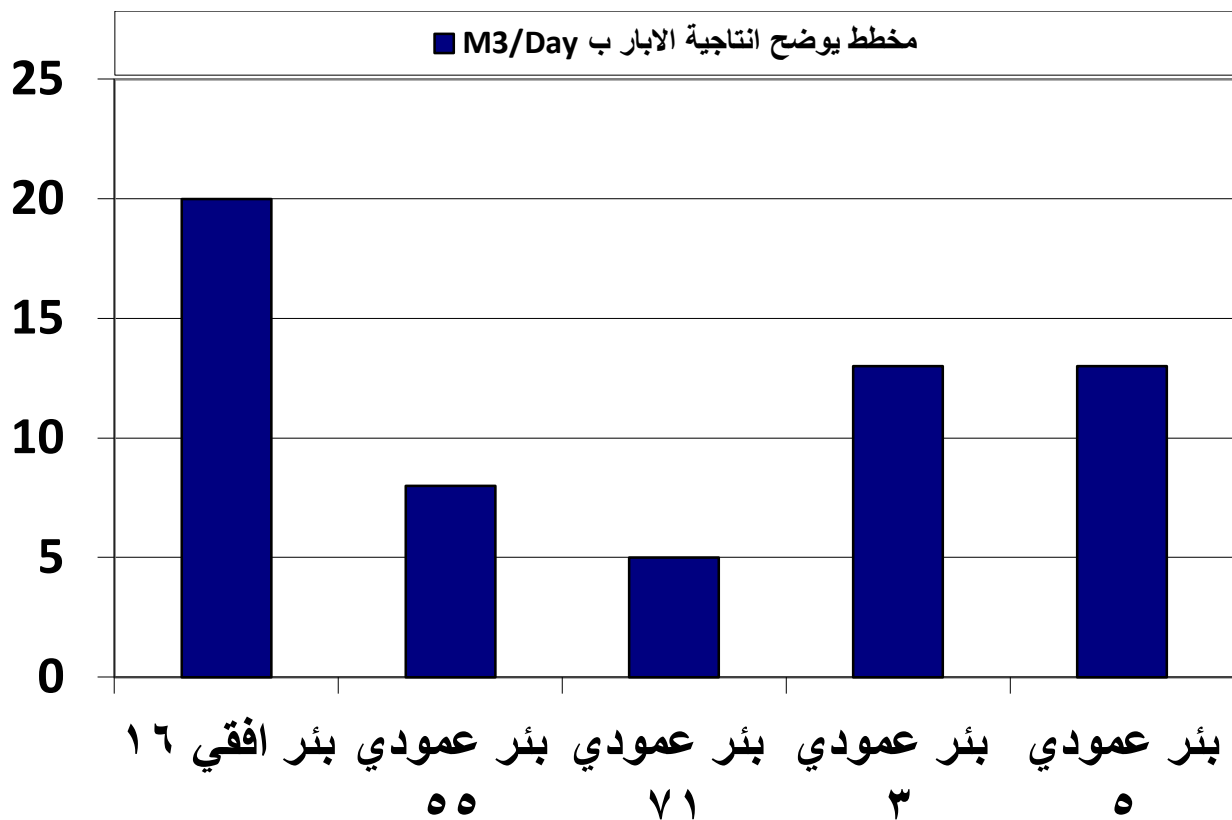
شكل (3-10) مخطط توقعات الانتاج في حقل سارابا

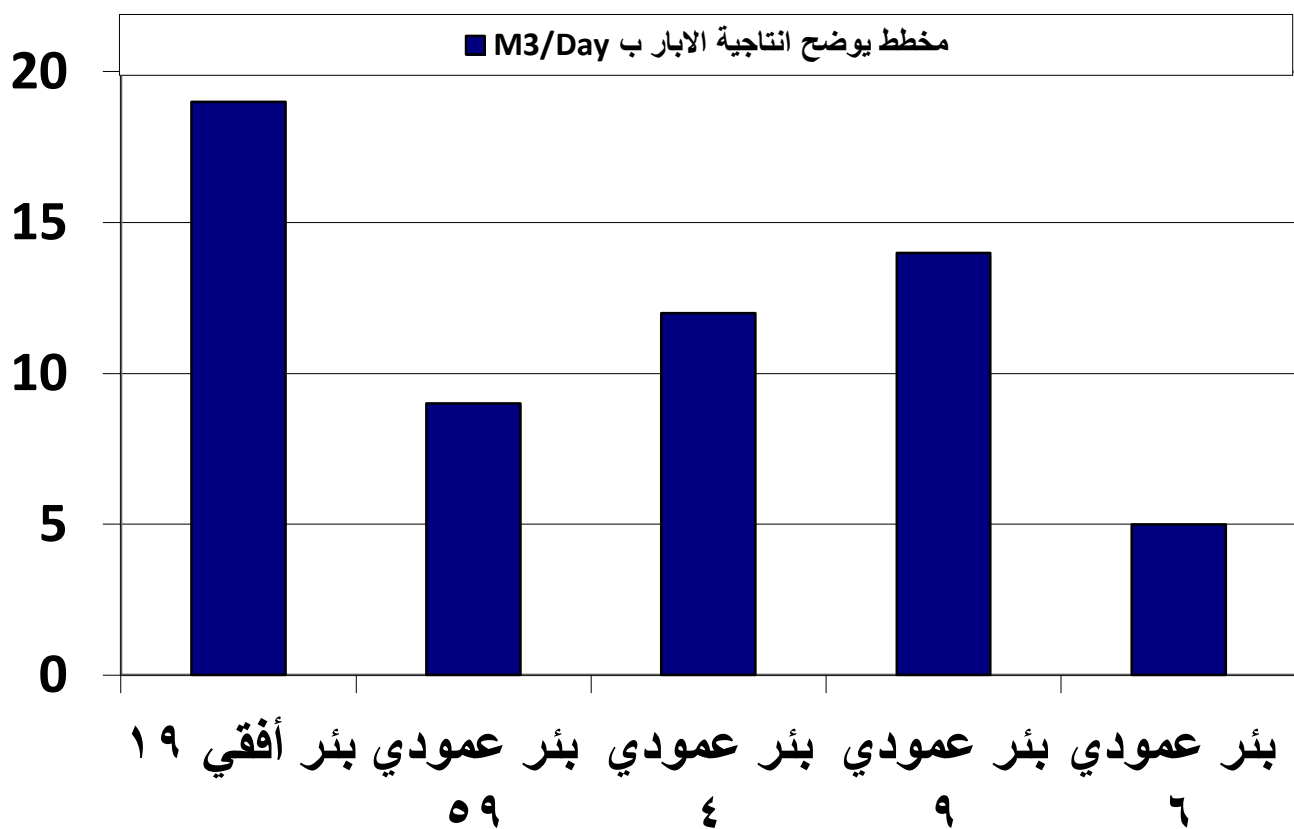
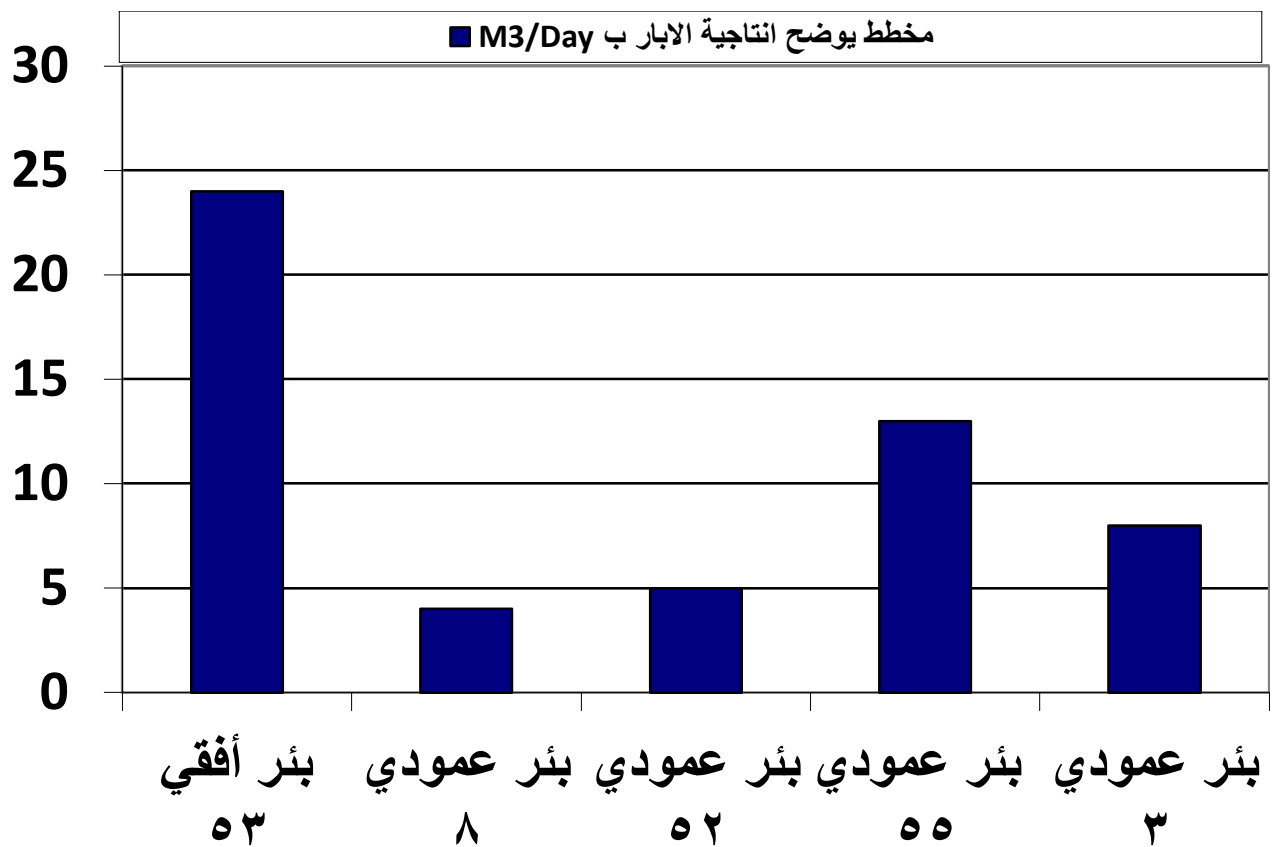
3 - 2 - 6 مقارنة بين تكاليف الآبار الأفقية و الآبار العمودية في حقل سارابا :

دراسة اقتصادية لتكلفة الآبار الأفقية مقارنة بالآبار العمودية المجاورة في حقل سارابا زاربة

رقم البئر	عمق البئر	عدد الأيام الاجمالية للحفر	التكلفة الإجمالية	التكلفة	
				ليرة سورية	دولار أمريكي
زاربة أفقي 1	2436	126	29866564	16572777	13293787
زاربة أفقي 2	2416	119	25703029	15717844	9985185
زاربة أفقي 3	2166	79	21245728	10953339	10292389
الأجمالي	7018	324	76815321	4323960	23571361
متوسط البئر الواحد	2339	108	25605107	14414653	11190454
زاربة 18 ع	1390	29	5085224	4033928	1051296
زاربة 88 ع	1503	27	5188277	4102350	1085927
زاربة 90 ع	1470	34	5755953	4767608	988345
الأجمالي	4363	90	16029454	12903886	3125568
متوسط البئر الواحد	1454	30	523151	4301295	1041856

جدول (3 - 6) مقارنة بين تكاليف الآبار الأفقية و الآبار العمودية في حقل سارابا
و نلاحظ من خلال الجدول (3 - 6) أن متوسط تكلفة الآبار الأفقية في حقل سارابا هي أكبر
من تكلفة حفر الآبار العمودية في نفس القسم (قسم زاربة)
و لكن هذا لا يعني بالضرورة الآبار العمودية هي أكثر كفاءة من الناحية الإقتصادية و نلاحظ ذلك
من خلال انتاجيات مجموعة من الآبار الأفقية في قسم زاربة مع الآبار العمودية .





الفصل الرابع

تأثير البارامترات المختلفة على فعالية
انتاج البئر الأفقي

4 - 1 طرق حساب انتاجية الابار الافقية بالنسبة للأبار العمودية :

لدينا عدة طرق مختلفة لحساب إنتاجية البئر و ذلك بالاعتماد على مواصفات الخزان

$$q_h = J_h * \Delta P \quad (1)$$

حيث أن :

STB / day = q_h إنتاج البئر الأفقي في اليوم

P = انخفاض الضغط psi

J_h = مؤشر انتاجية البئر الافقي STB / day / psi

و اهم هذه الطرق :

1 - بوريسف Borisov

2 - جيجر - ريس - جورادن Giger- Reiss-Jourdan

3 - جوشي Joshi

4 رينارد - ديوي Renard-Dupuy

4 - 1 - 1 طريقة بوريسف :

قام بوريسف بوضع العلاقة الرياضية الخاصة بانتاج البئر الافقي في العام (1984) و تمثل بالعلاقة التالية و العوامل المذكورة فيها حسب سماكة الطبقة حيث ، النفوذية الأفقية تساوي النفوذية $K_v = K_h$ العمودية :

$$J_h = \frac{0.00708 * h k_h}{\mu_0 B_0 \left[\ln\left(\frac{4r_{eh}}{L}\right) + \left(\frac{h}{L}\right) \ln\left(\frac{h}{2\pi r_w}\right) \right]} \quad (2)$$

حيث أن :

h = سماكة الطبقة ft

K_h النفوذية الأفقية md

K_v = النفوذية العمودية md

L = طول الجذع الأفقي ft

Reh = نصف قطر السحب ft

rw = نصف قطر البئر ft

Psi = الانتاجية الأفقية / اليوم / STB/day/psi

4-1-2 جيجر- ريس - جوردن

هي عبارة عن تكامل ثلاث علماء عملوا على صياغتها حيث قام جيجر فيوضع العلاقة عام 1984 على الشكل التالي :

$$J_h = \frac{0.00708 * LK_h}{\mu_0 B_0 \left[\left(\frac{L}{h} \right) \ln(X) + \ln\left(\frac{h}{2r_w} \right) \right]} \quad (3)$$

$$X = \frac{1 + \sqrt{1 - \left(\frac{L}{2r_{eh}} \right)^2}}{\left(\frac{L}{2r_{eh}} \right)} \quad (4)$$

مع الأخذ بعين الاعتبار عدم التجانس في الطبقة (النفوذية)

$$J_h = \frac{0.00708 * LK_h}{\mu_0 B_0 \left[\left(\frac{1}{h} \right) \ln(X) + \left(\frac{B^2}{L} \right) \ln\left(\frac{h}{2r_w} \right) \right]} \quad (5)$$

$$B = \sqrt{\frac{K_h}{K_v}} \quad (6)$$

4-1-3 جوشي

جوشي وضع هذه العلاقة عام (1991) في الخزانات المتجانسة :

$$J_h = \frac{0.00708 * hK_h}{\mu_0 B_0 \left[\ln(R) + \left(\frac{h}{L} \right) \ln\left(\frac{h}{2r_w} \right) \right]} \quad (7)$$

$$R = \frac{a + \sqrt{a^2 - \left(\frac{L}{2} \right)^2}}{\left(\frac{L}{2} \right)} \quad (8)$$

$$a = \left(\frac{L}{2}\right) \left[0.5 + \sqrt{0.25 + \left(\frac{2r_{eh}}{L}\right)^4} \right]^{0.5} \quad (9)$$

4-1-4 ديوي

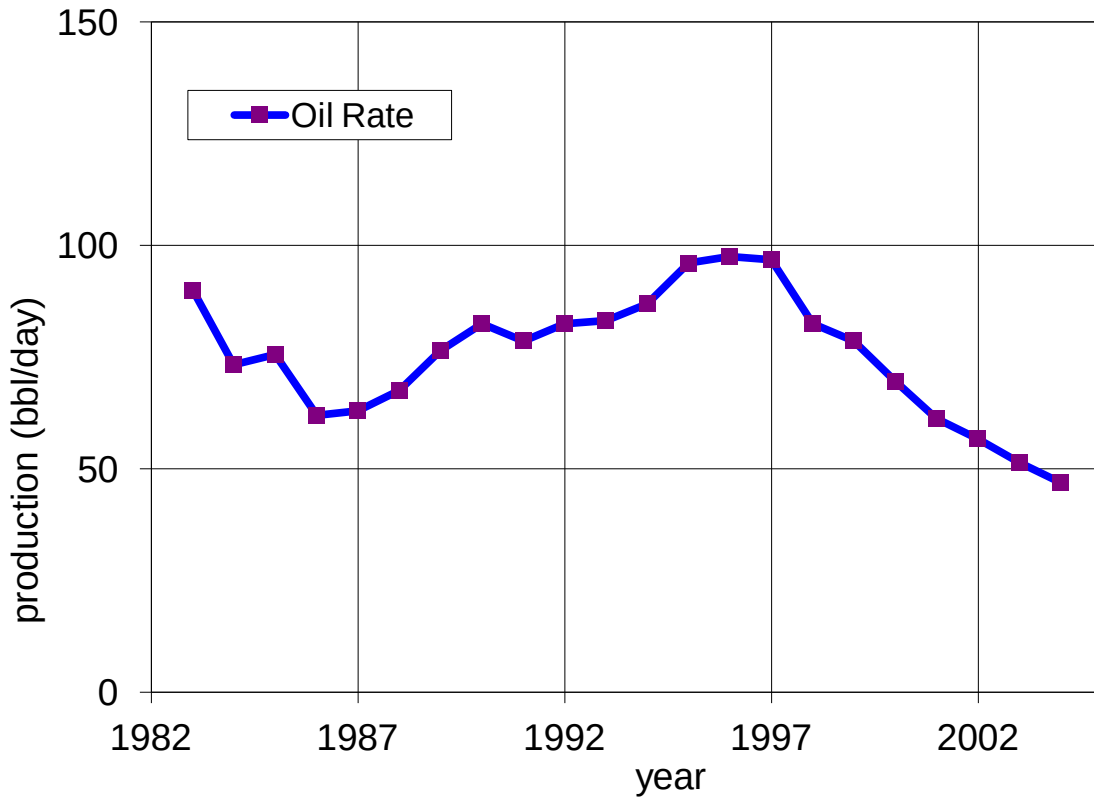
قام ديوي عام (1990) بوضع هذه العلاقة بهدف التنبؤ بانتاج البئر الأفقي في الخزانات المتجانسة :

$$J_h = \frac{0.00708 * hK_h}{\mu_0 B_0 \left[\cosh^{-1} \left(\frac{2a}{L} \right) + \left(\frac{h}{L} \right) \ln \left(\frac{h}{2\pi r_w} \right) \right]} \quad (10)$$

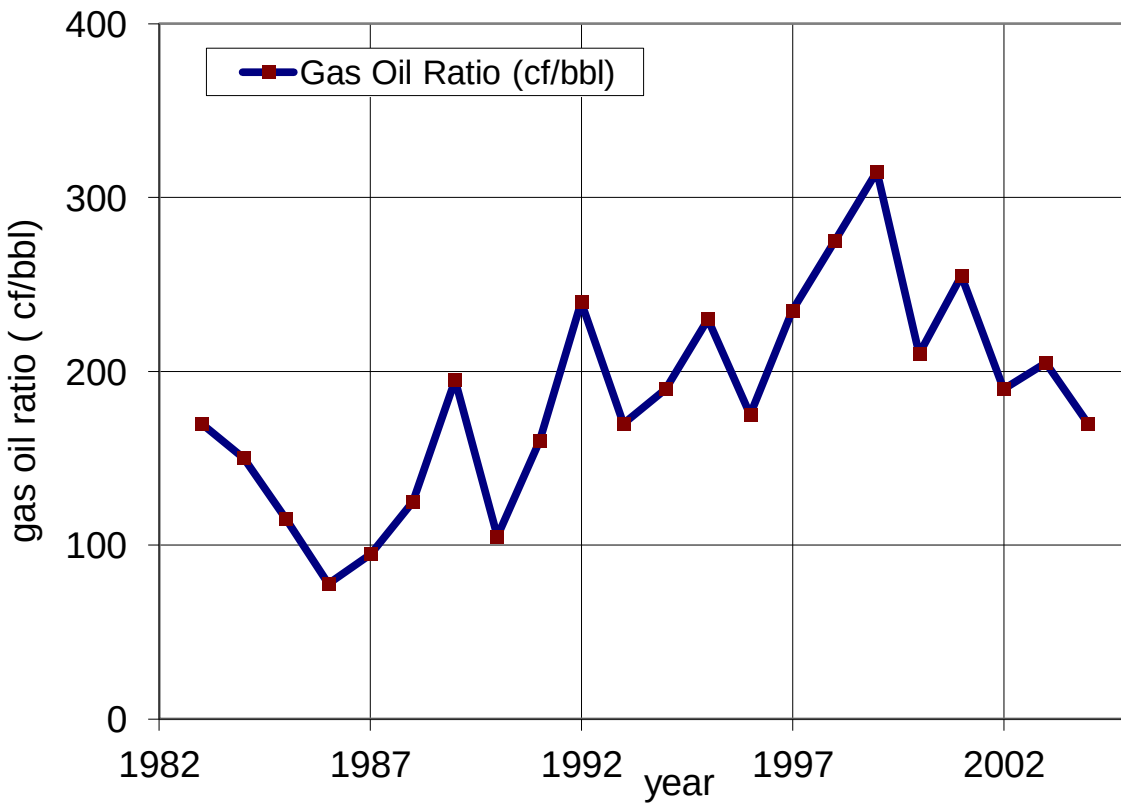
في حالة الشكل بيضوي لنصف القطر :

$$J_h = \frac{0.00708 * hK_h}{\mu_0 B_0 \left[\cosh^{-1} \left(\frac{2a}{L} \right) + \left(\frac{Bh}{L} \right) \ln \left(\frac{h}{2\pi r'_w} \right) \right]} \quad (11)$$

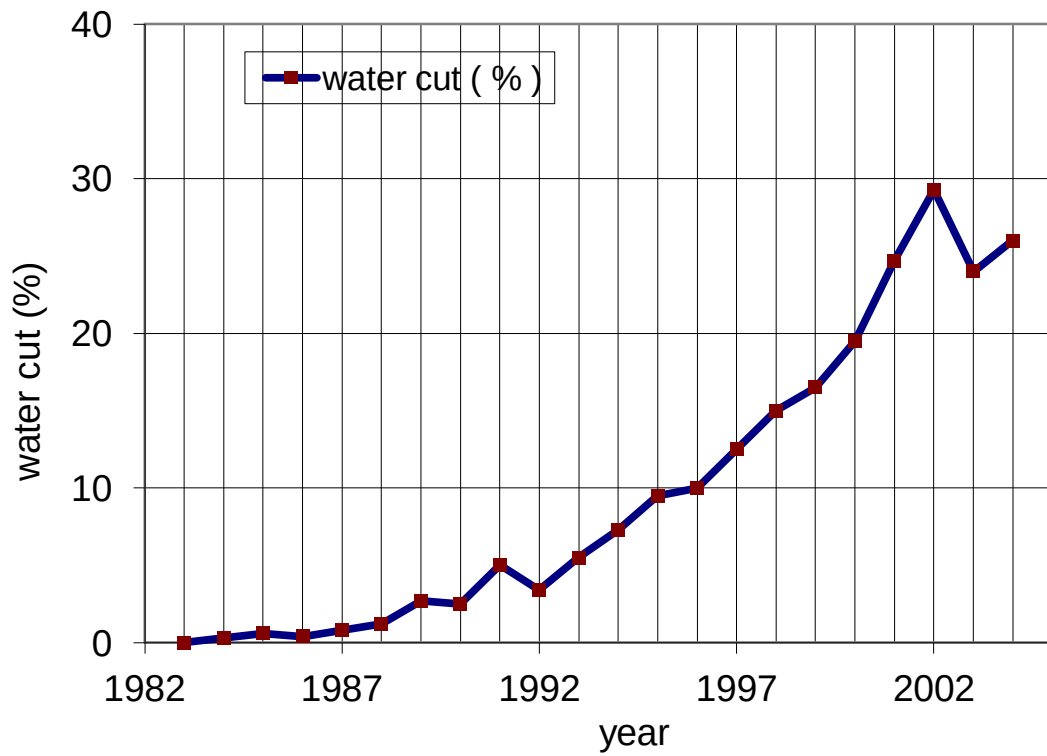
$$r'_w = \frac{(1+B)r_w}{2B} \quad (12)$$



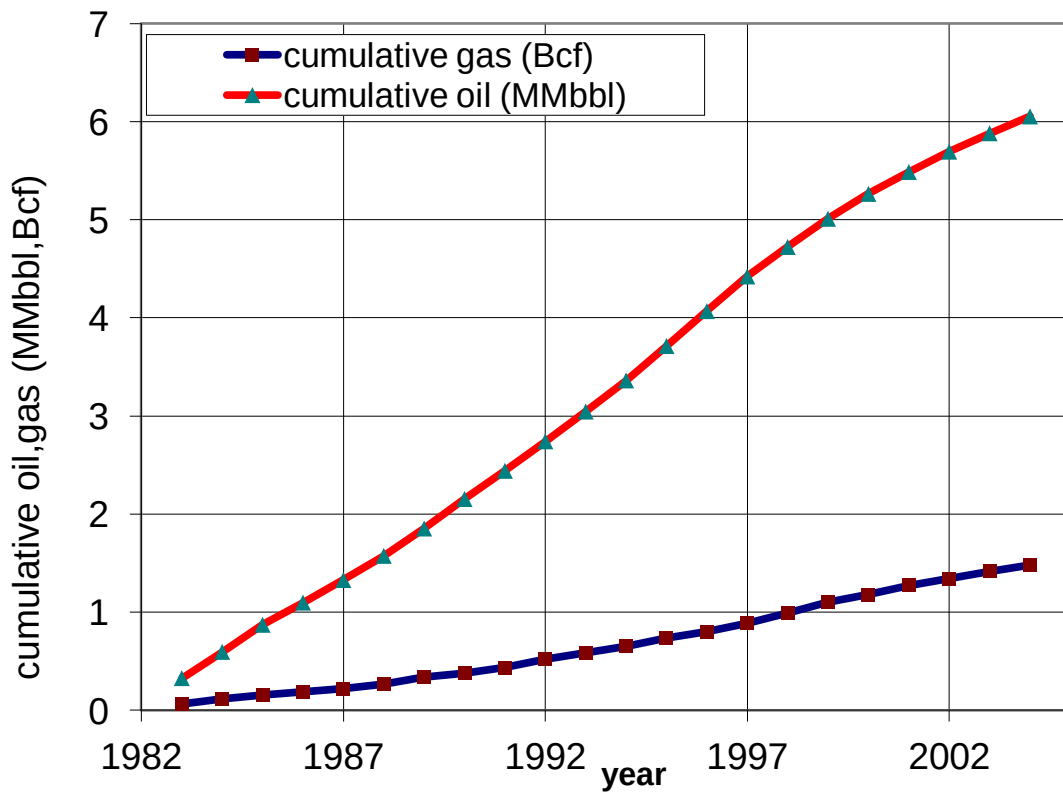
شكل (4 - 1) انتاج الابار العموديه في حقل سارابا



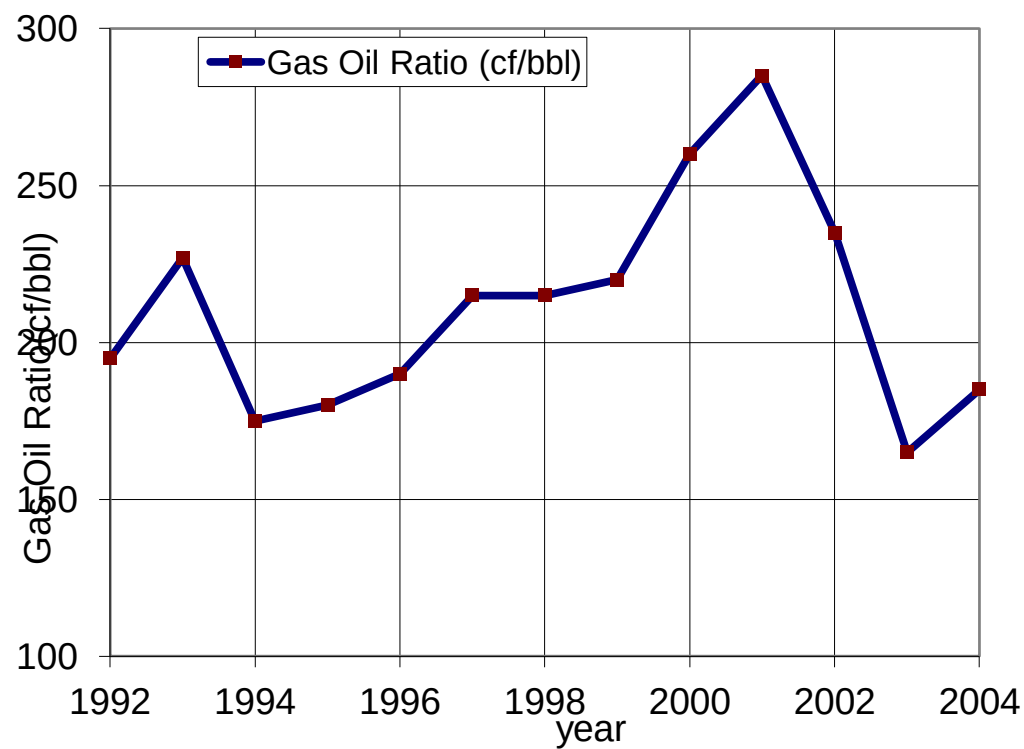
شكل (4 - 2) نسبة انتاج الغاز الى انتاج النفط في الابار العمودية في حقل سارابا



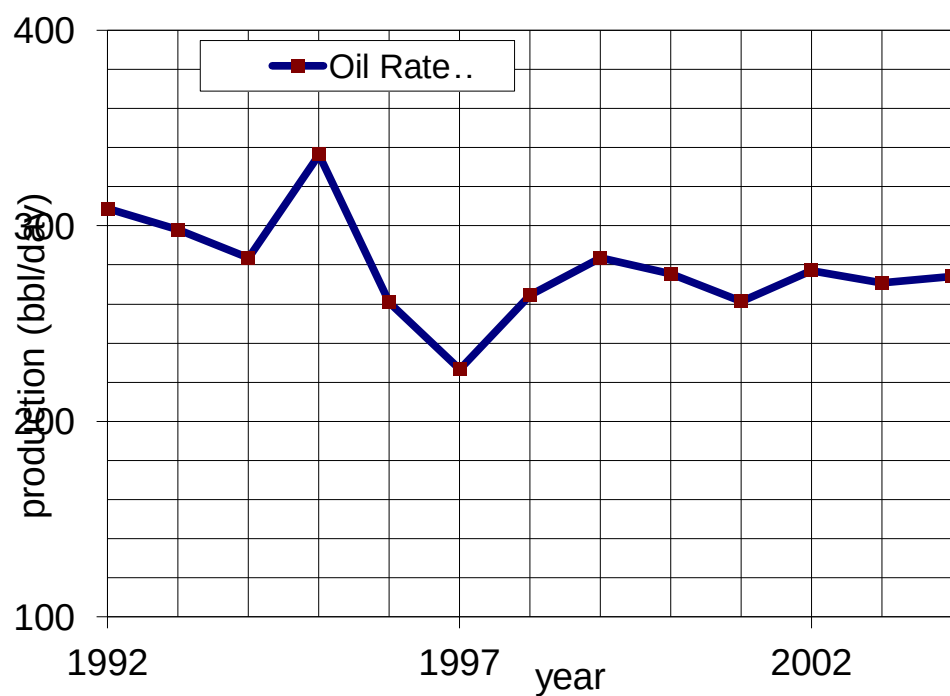
شكل (4 - 3) نسبة انتاج المياه في الابار العمودية في حقل سازابا



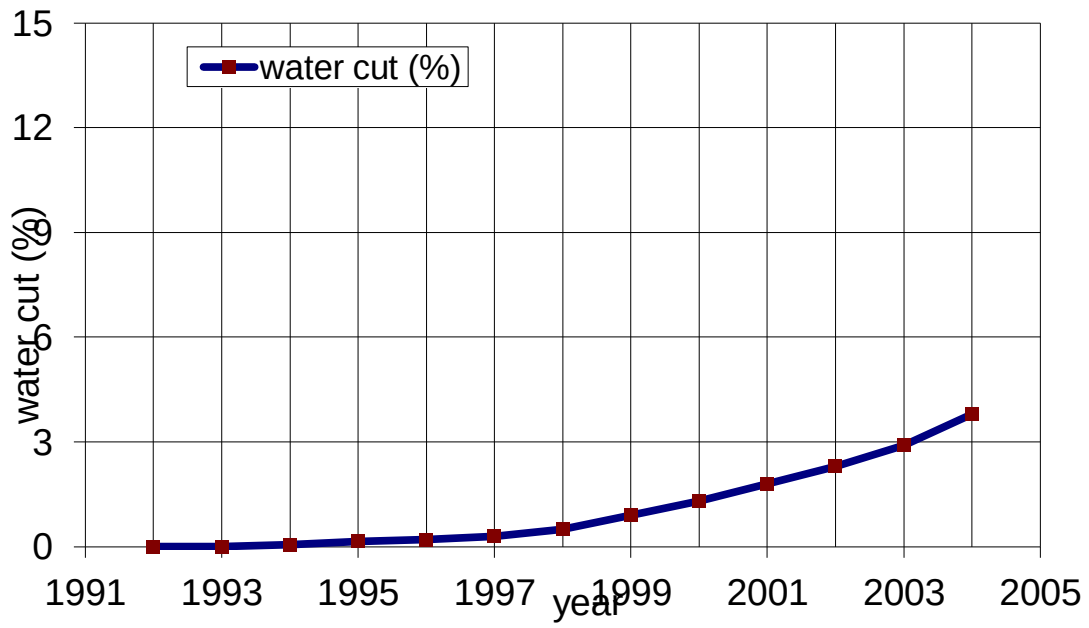
الشكل (4-4) الإنتاج التراكمي من النفط والغاز في الآبار العمودية في حقل سازابا



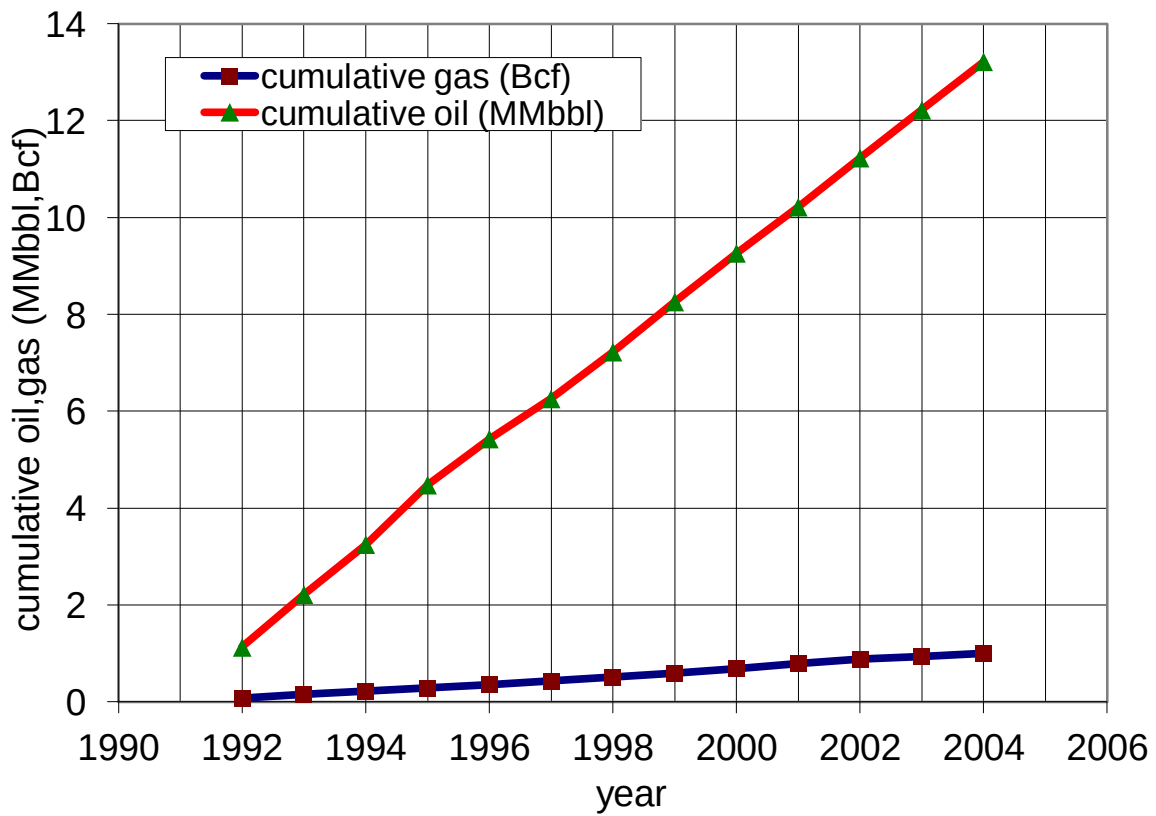
شكل (4 - 5) انتاج الابار الافقيه في حقل سارابا



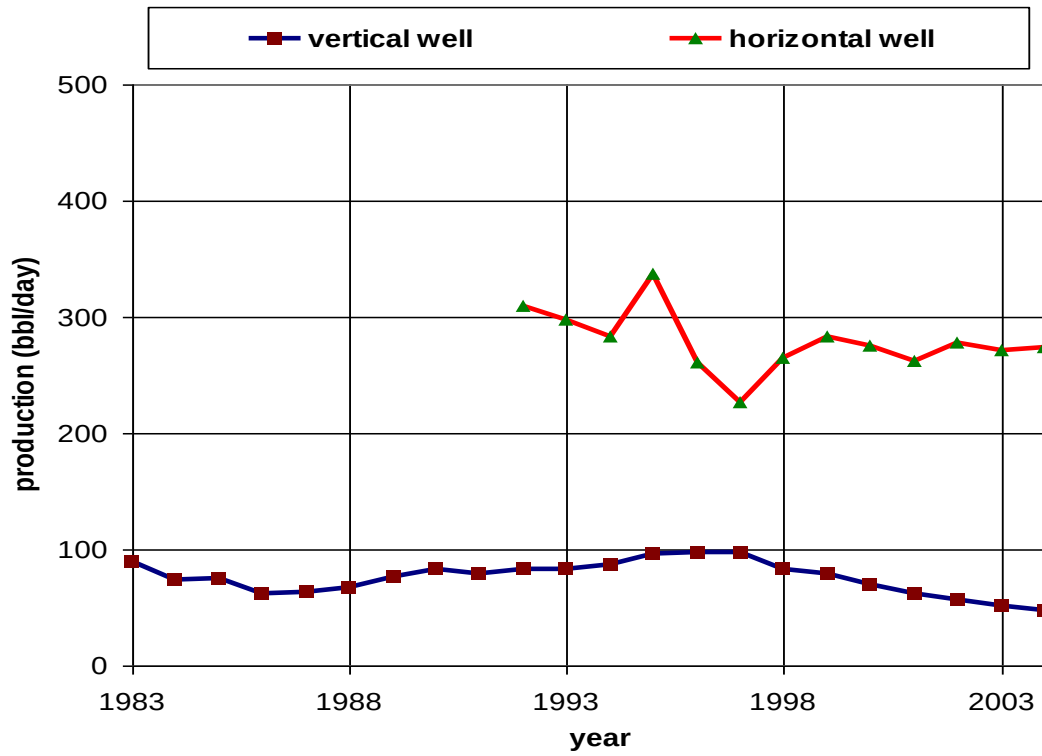
شكل (4 - 6) نسبة انتاج الغاز الى انتاج النفط في الابار العمودية في حقل سارابا



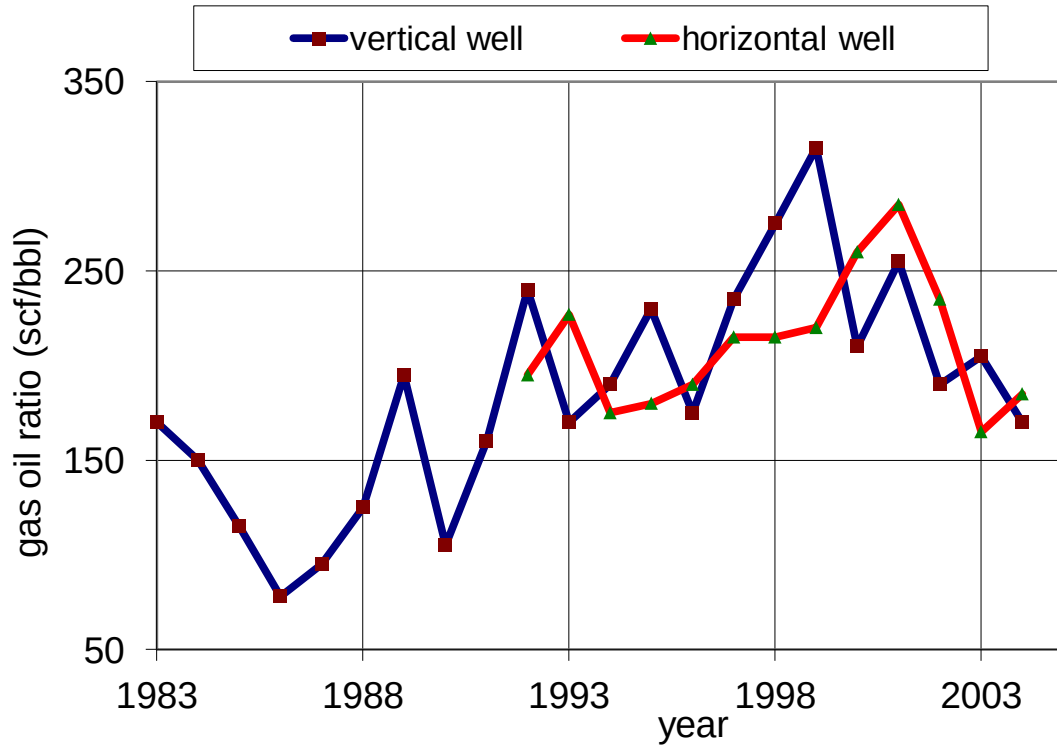
شكل (4 - 7) نسبة انتاج المياه في الابار العمودية في حقل سارابا



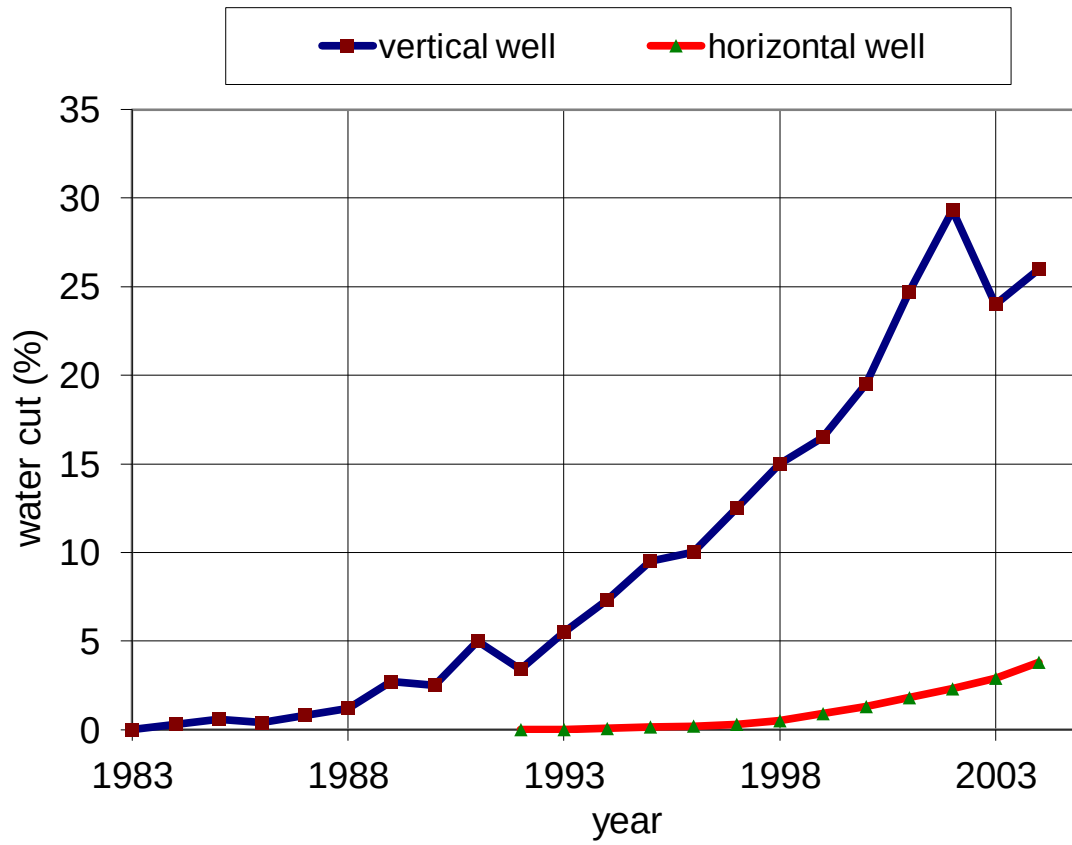
شكل (4 - 8) الانتاج التراكمي للبئر الأفقي في حقل سارابا



شكل (4 - 9) مقارنة انتاج الابار العمودية الافقية في سارابا



شكل (4 - 10) مقارنة نسبة انتاج الغاز الى النفط في الابار العمودية والافقية في سارابا



شكل (4 - 11) مقارنة نسبة انتاج الماء للابار العمودية والافقية في سارابا

4 - 2 - 1 تأثير البارامترات المختلفة على انتاج الابار الأفقية :

تم دراسة تأثير العوامل المختلفة على معدل انتاج الابار الأفقية بالطرق التحليلية باستخدام العلاقات الأربعة للعلماء (جيجر _ جوشي _ ديوبي _ بوريسوف) و تطبيقها على حقل سارابا و ذلك من خلال احتساب الانتاجية لمؤشر برنامج إكسيل عند سماكات مختلفة للطبقة واطوال جذع مختلفة و انخفاض ضغوط مختلف و ذلك عند اختيار مواصفات متجانسة للطبقة (مسامية - نفوذية) و كانت المعلومات المطبقة على الشكل التالي :

سماكة الطبقة = 295 قدم

النفوذية العمودية و الأفقية = 300 مم دارسي

اللزوجة التقليدية = 30Centipoises

المسامية = 21 %

تشبع النفط = 78 %

طول القسم الأفقي = أفقية 1640 قدم

دائرة نصف قطرها = 0.583 قدم

4 - 2 - 2 تأثير طول الجذع الأفقي :

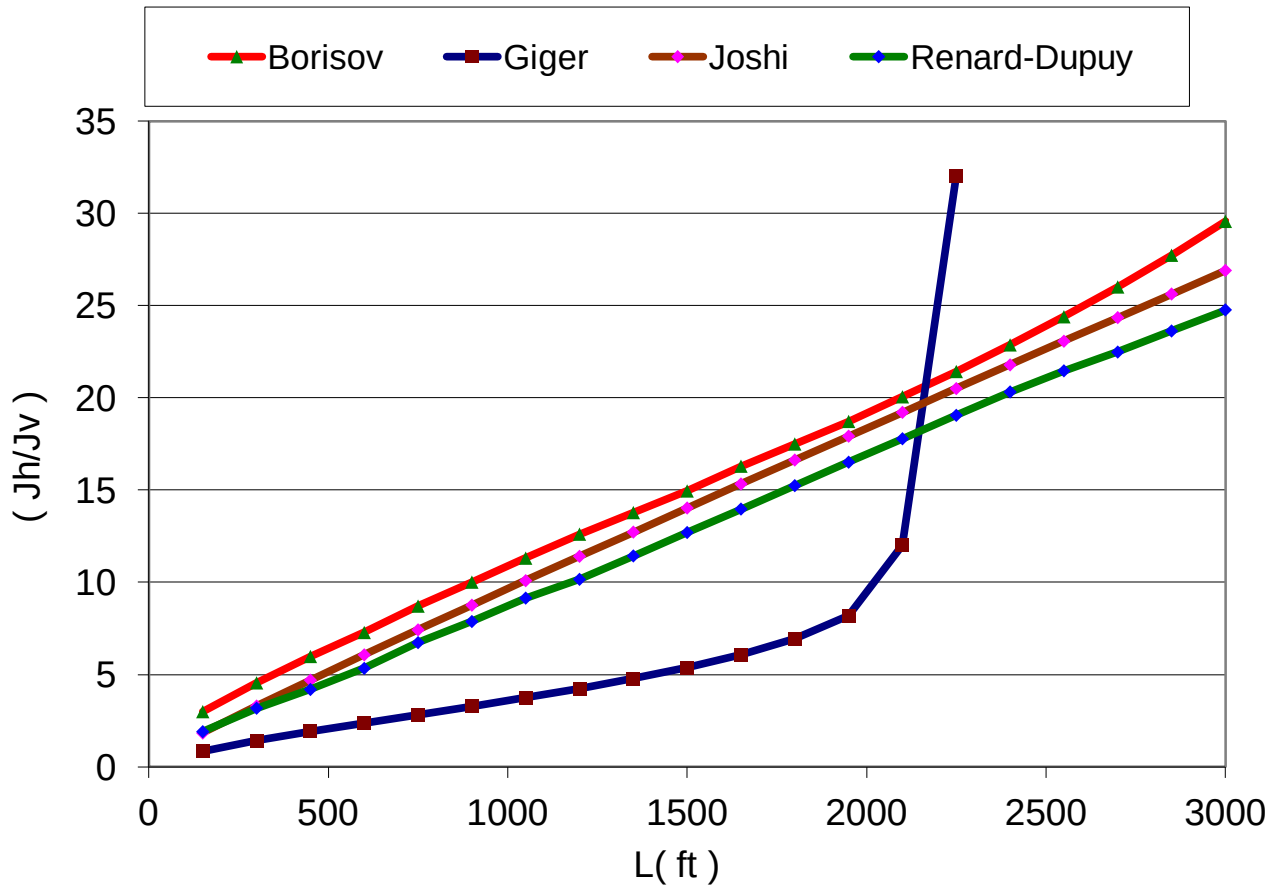
تم دراسة تأثير طول الجذع الأفقي وكانت التغيرات التي رقمنا بدراستها تشمل طول جذع من 150 قدم حتى 3000 قدم وذلك موضح بالأشكال (4 - 17 ، 4 - 18 ، 4 - 19 ، 4 - 20) حيث نلاحظ زيادة نسبة انتاجية البئر الفقي بالنسبة لعمودي بزيادة طول الجذع

4 - 2 - 3 سماكة الطبقة على نسبة انتاج البئر الأفقي الى العمودي :

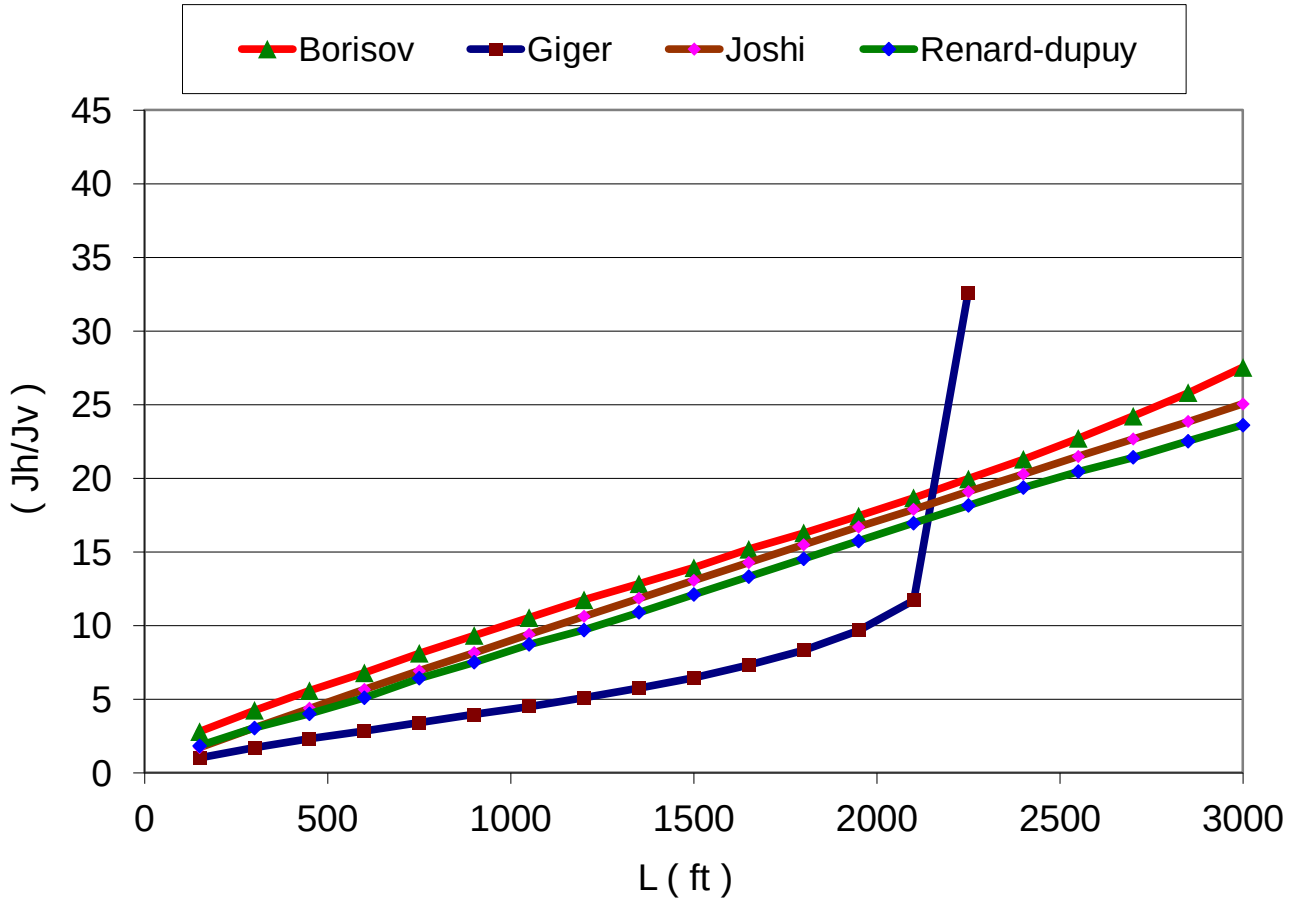
تم دراسة تأثير سماكة الطبقة على نسبة انتاج البئر الأفقي الى العمودي تم لدراسة تأثير سماكة الخزان على إنتاجية الآبار الأفقية، والآبار العمودية بسماكة ثابتة من 50 إلى 500 قدم كما موضح في الاشكال (4 - 12 ، 4 - 13 ، 4 - 14 ، 4 - 15 ، 4 - 16) لأطوال جذع تتراوح بين 500 و 2000 قدم و نلاحظ زيادة هذه النسبة بانخفاض سماكة الطبقة و انخفاضها بزيادة السمك

4 - 2 - 4 تأثير انخفاض الضغط :

لدراسة تأثير الضغط على معدل تدفق بئر أفقية، PSI50 إلى PSI300 ويقصد هبوط الضغط بين الأرقام (4 - 21 ، 4 - 22 ، 4 - 23 ، 4 - 24) تبين أن إنتاج البئر الأفقية حساس جدا لأي هبوط ضغوط أو زيادة الضغط حيث تكون النسبة اكبر بانخفاض حيث يشكل انخفاض ضغط معيار مهم في انتاجية الآبار .

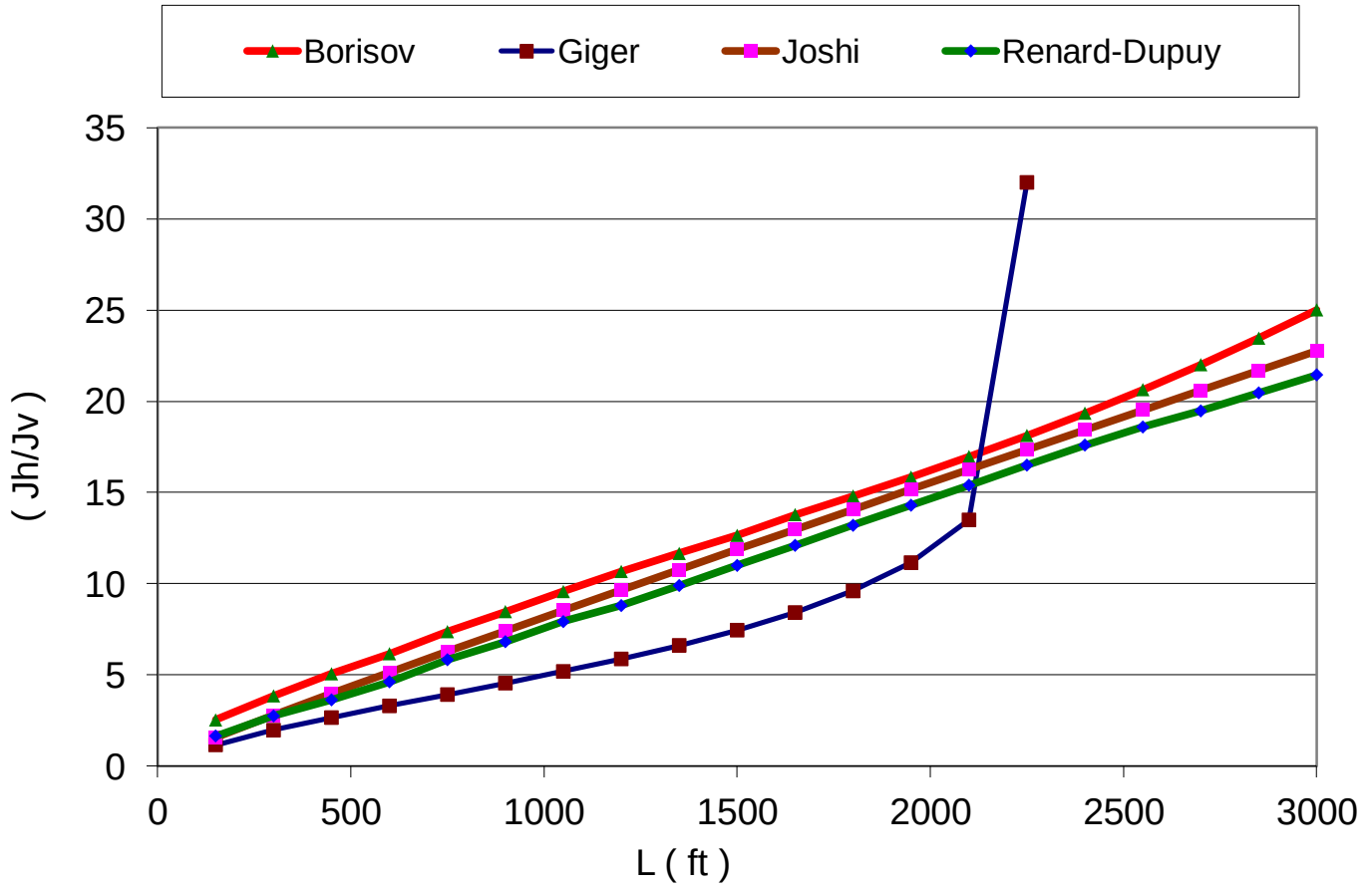


شكل (4 - 12) دراسة تغير نسبة انتاج البئر الافقي الى العمودي حسب طول الجذع الافقي في كل العلاقات الاربعة وذلك عند سماكة طبقة ثابتة (50 قدم)



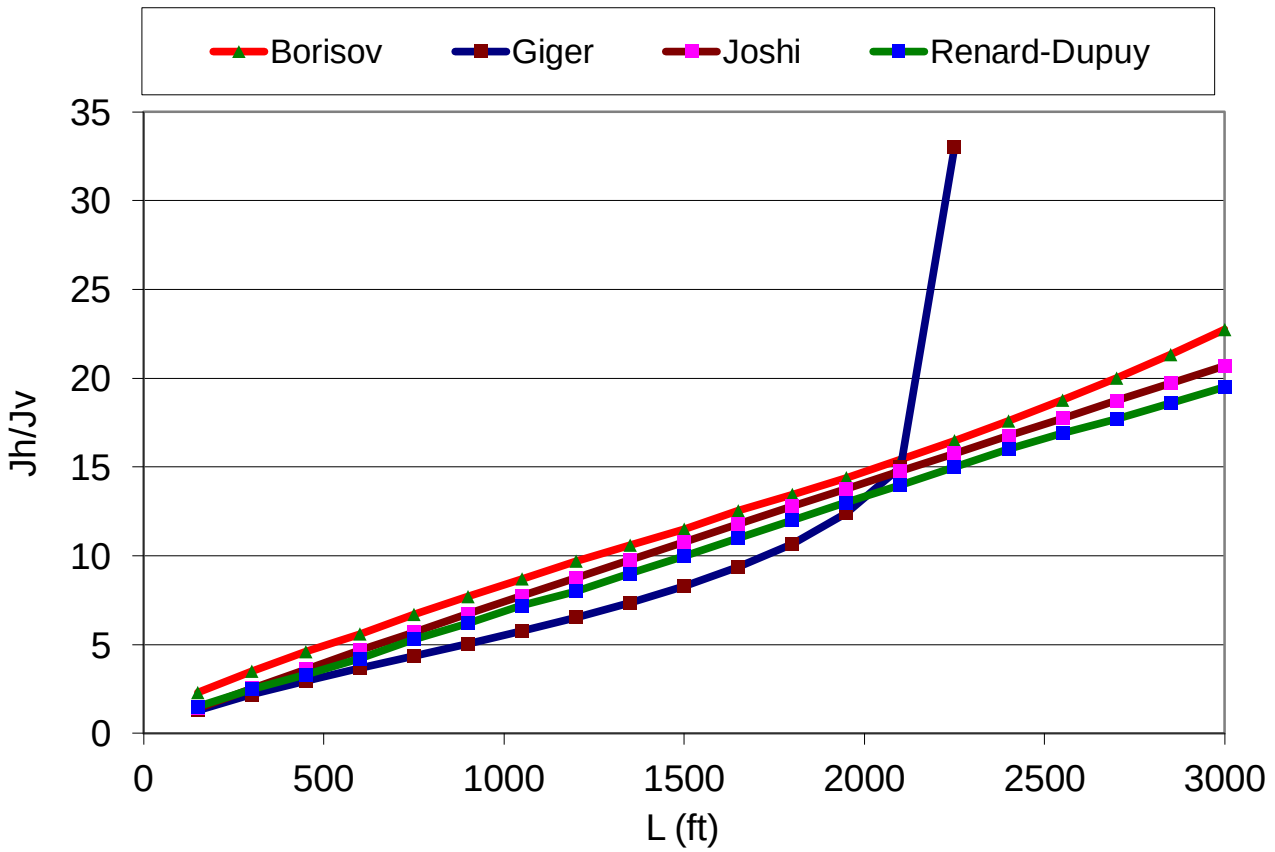
شكل (4 - 13)

دراسة تغير نسبة انتاج البئر الافقي الى العمودي حسب طول الجذع الافقي في كل العلاقات
الاربعة وذلك عند سماكة طبقة ثابتة (100 قدم)

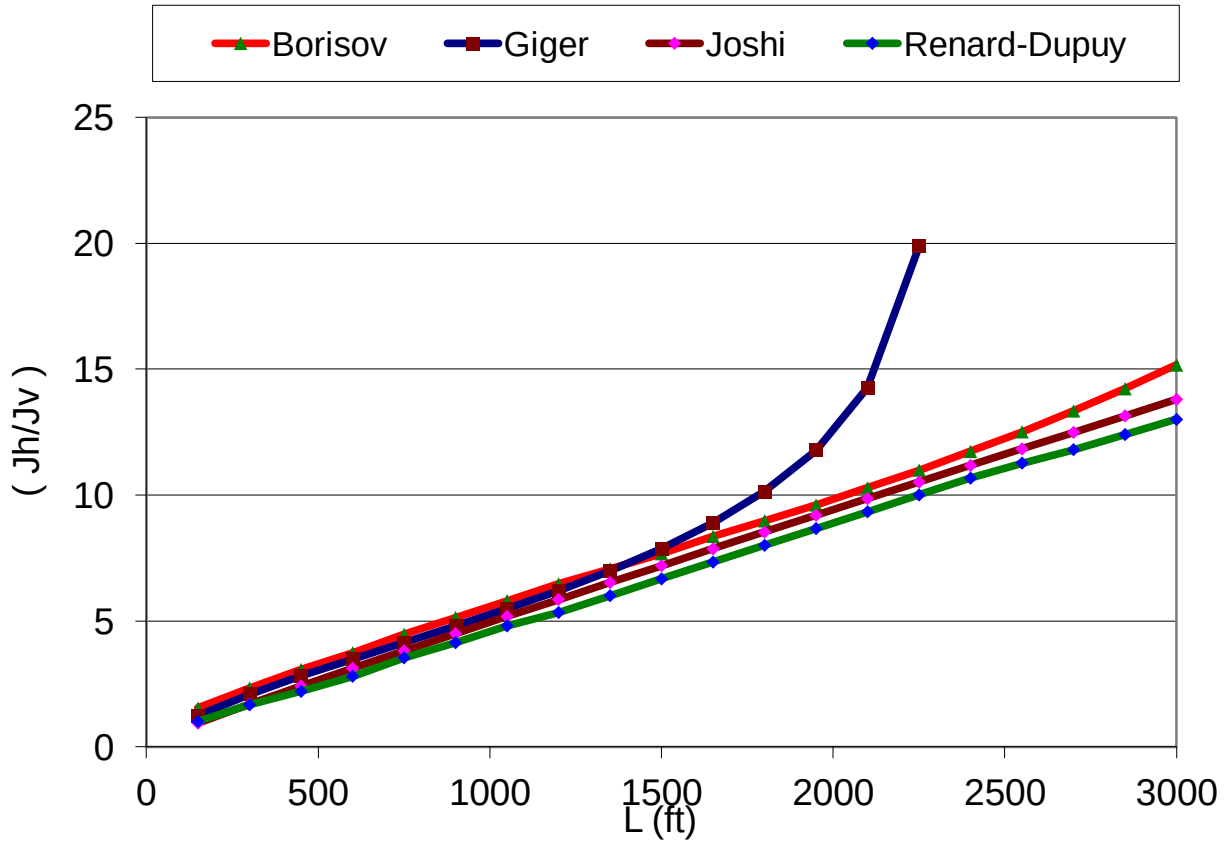


شكل (4 - 14)

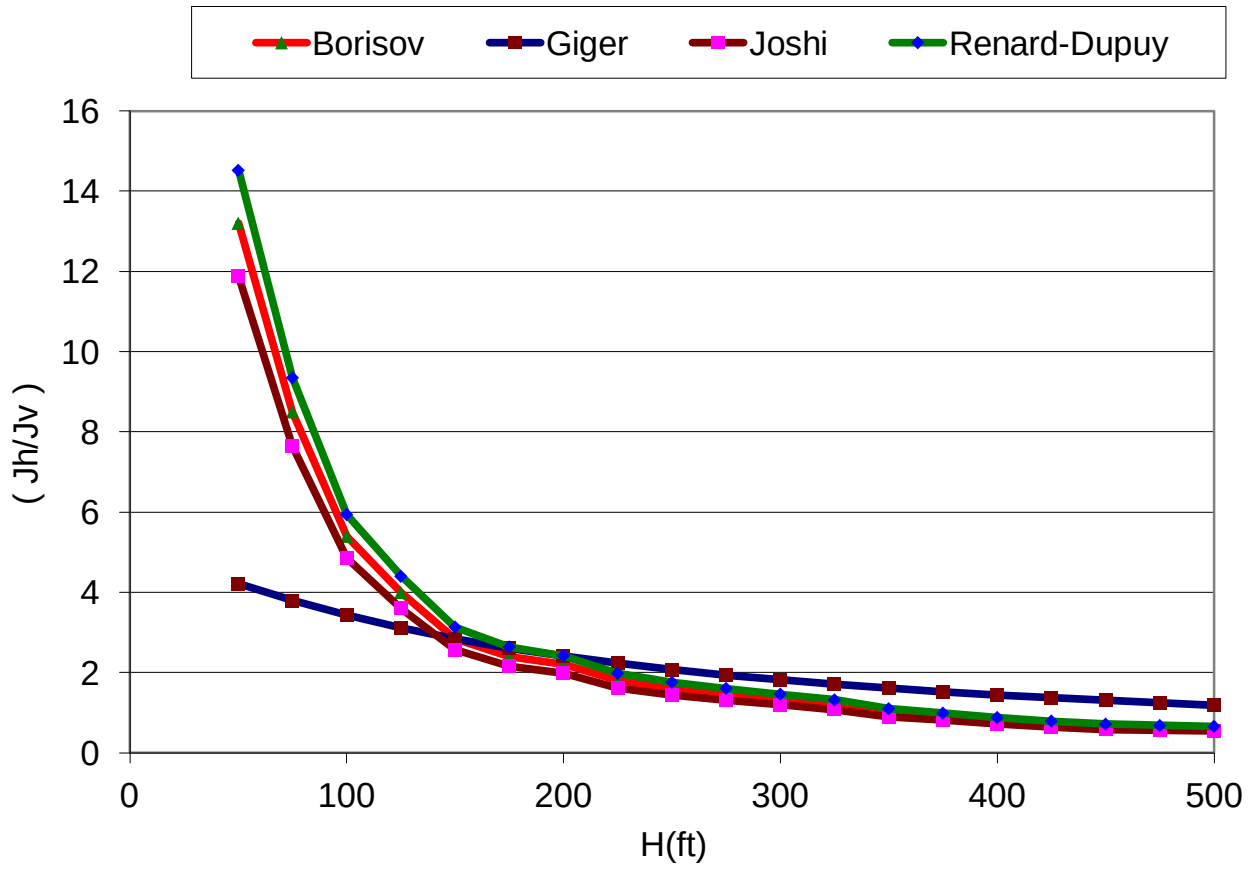
دراسة تغيير نسبة انتاج البئر الافقي الى العمودي حسب طول الجذع الافقي
في كل العلاقات الاربعة وذلك عند سماكة طبقة ثابتة (200 قدم)



شكل (4 - 15) دراسة تغير نسبة انتاج البئر الافقي الى العمودي حسب طول الجذع الافقي في كل من العلاقات الأربعة العلاقات الاربعة وذلك عند سماكة طبقة ثابتة (295 قدم)

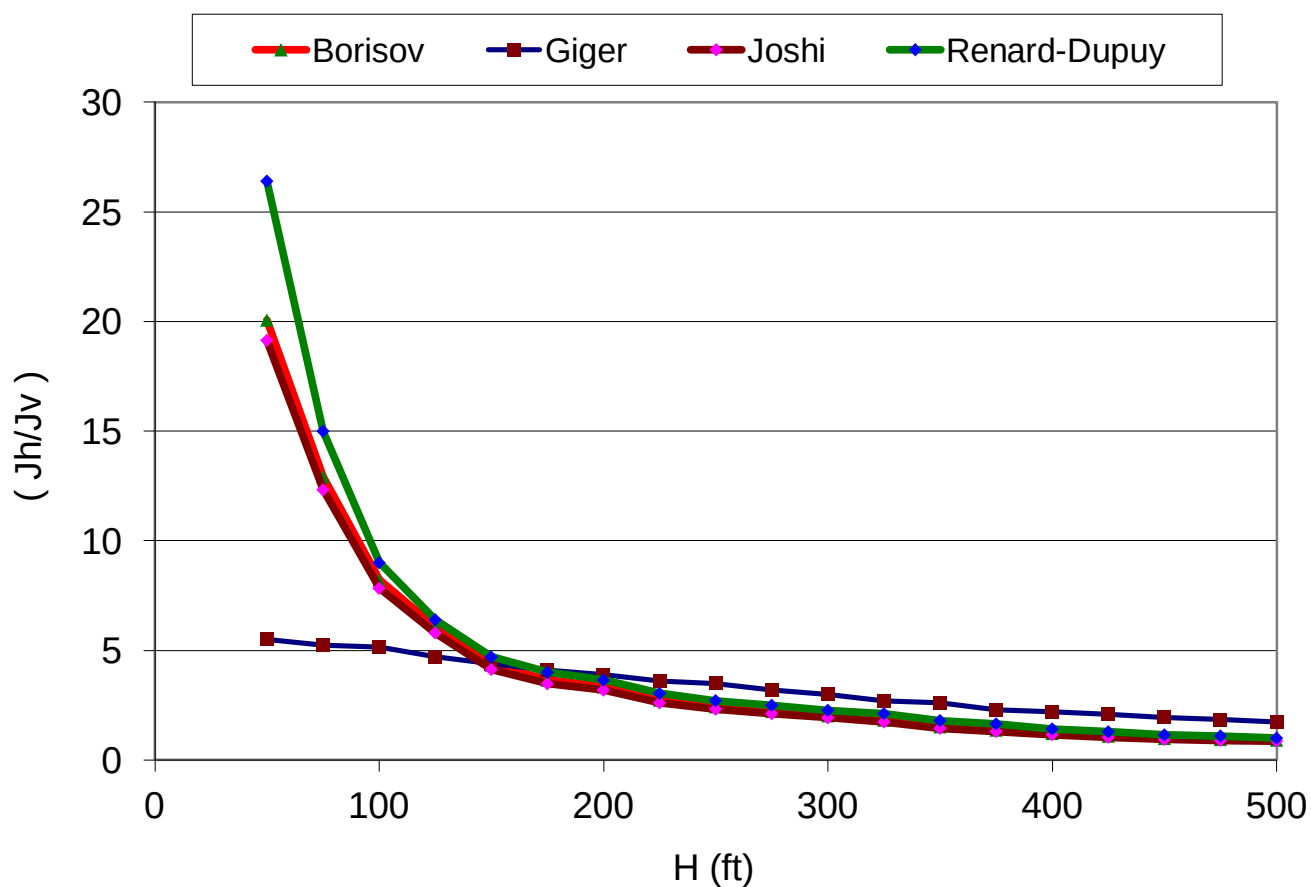


شكل (4 - 16) دراسة تغير نسبة انتاج البئر الافقي الى العمودي حسب طول الجذع الافقي وذلك عند سماكة طبقة ثابتة (500 قدم)

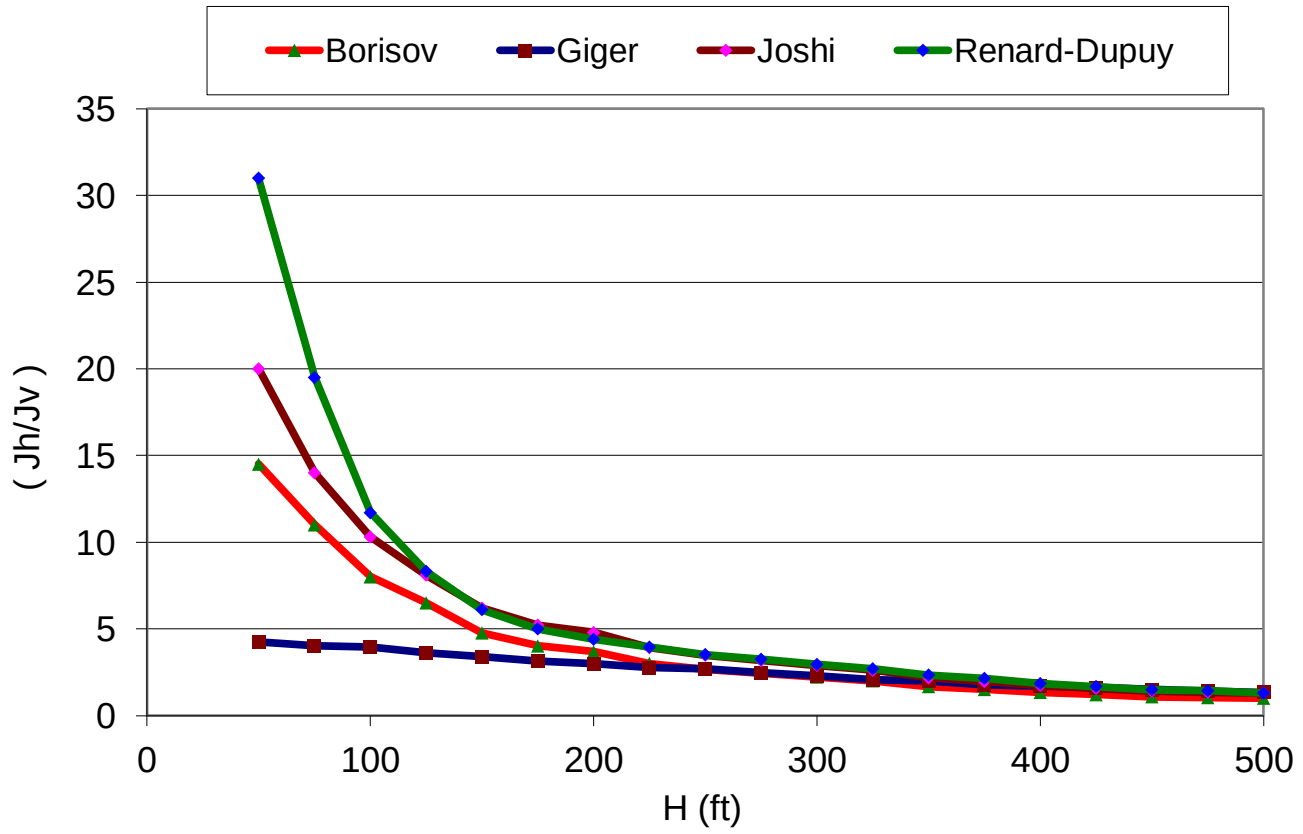


الشكل (4 - 17)

دراسة تغير نسبة انتاج البئر الافقي الى البئر العمودي عند تغير سماكة الطبقة لاجل طول جذع
(500 قدم)



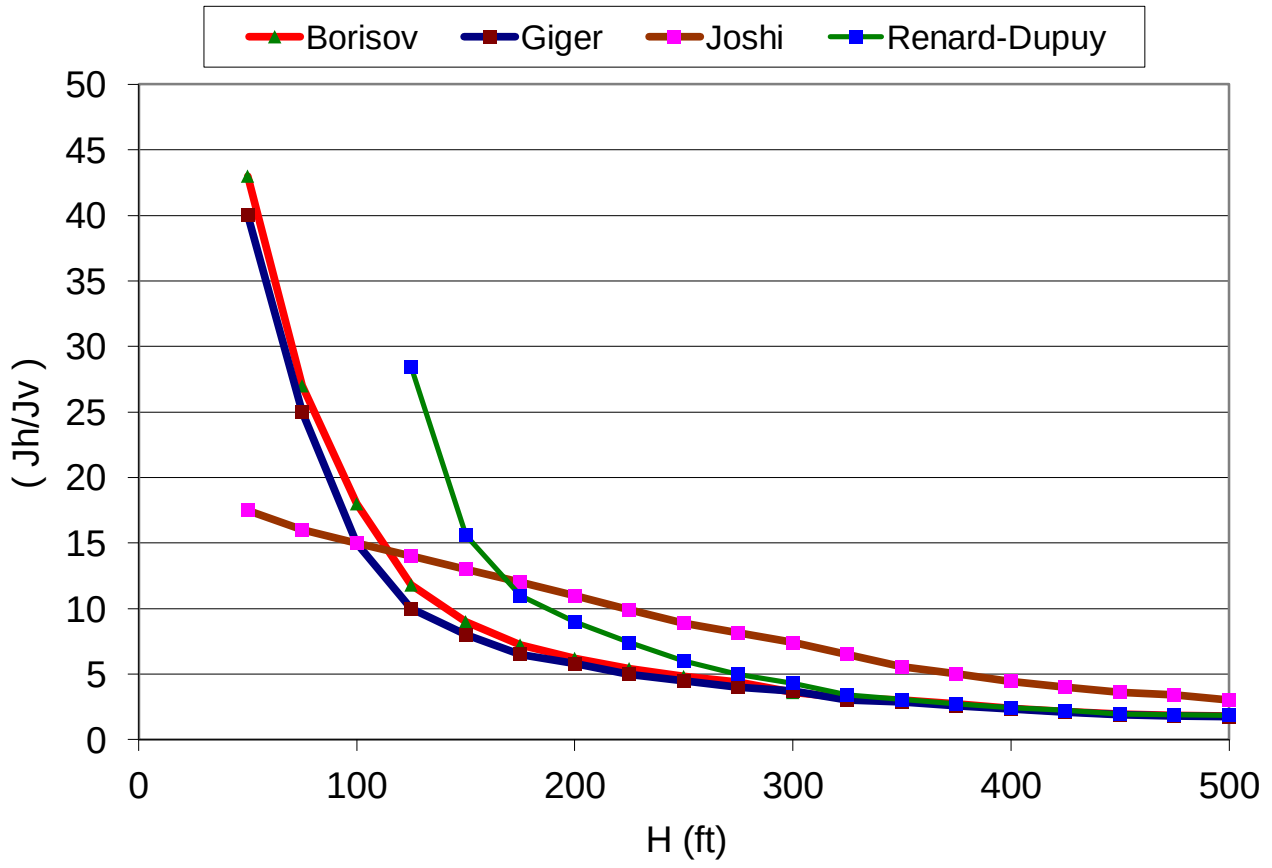
شكل (4 - 18) دراسة تغير نسبة انتاج البئر الافقي الى العمودي عند تغير سماكة ثابتة
من اجل طول جذع (1000 قدم)



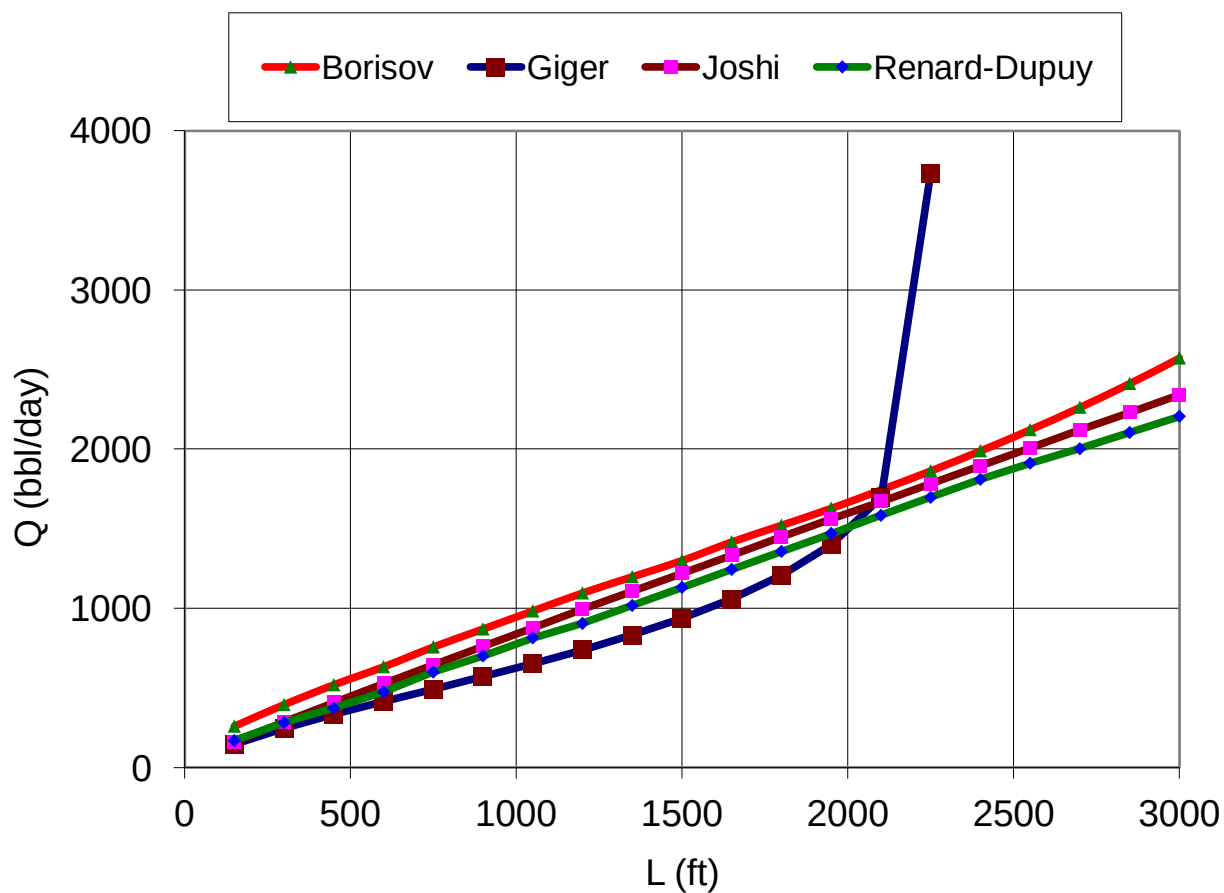
شكل (4 - 19)

دراسة تغير نسبة انتاج البئر الافقي الى العمودي قدم عند تغير سماكة الطبقة من أجل طول جذع

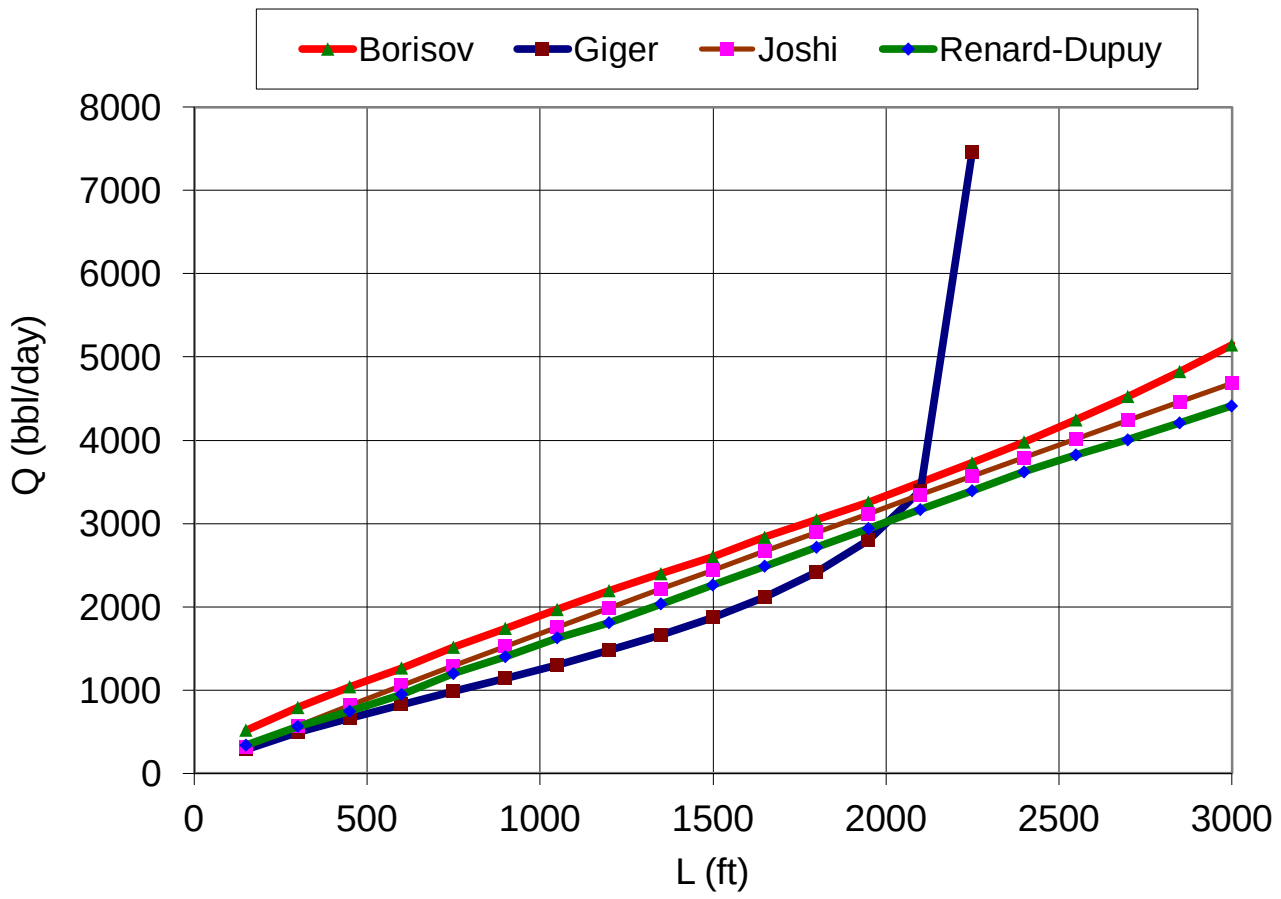
(1500 قدم)



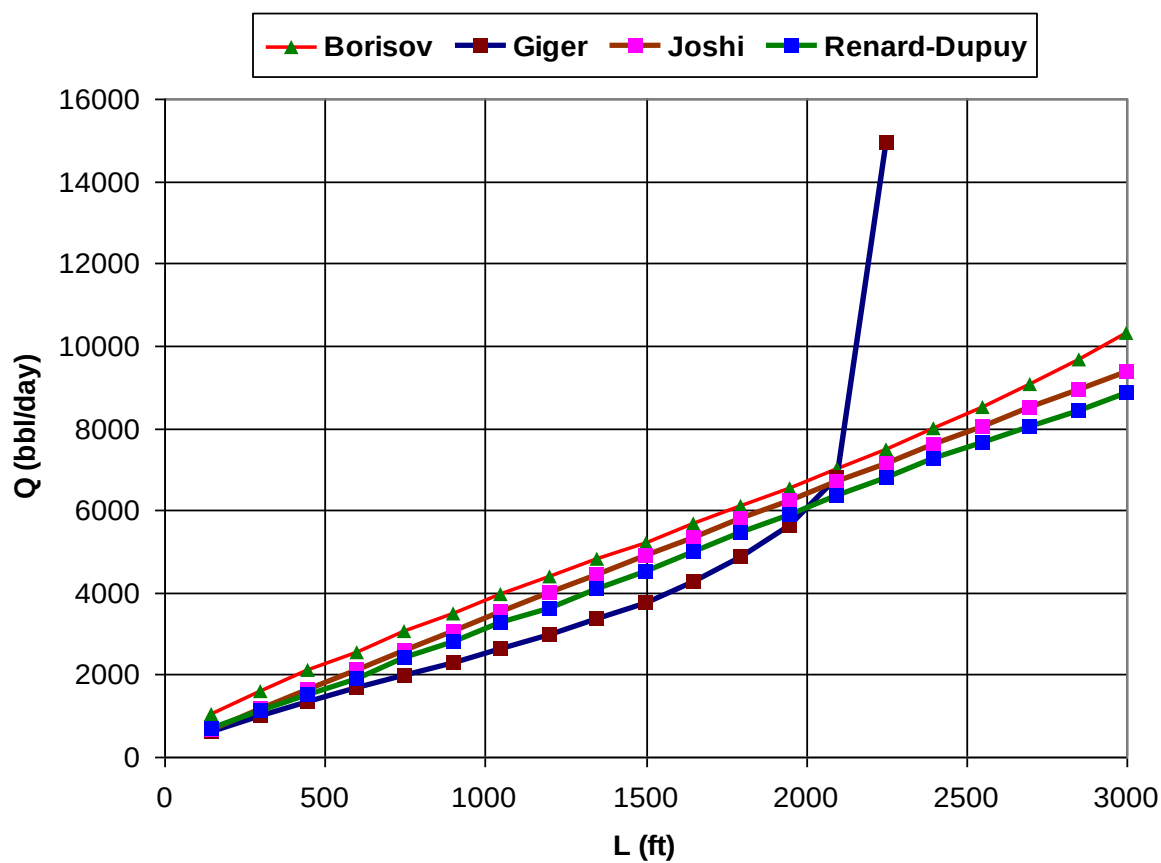
دراسة تغير نسبة انتاج البئر الافقي الى العمودي عند تغير سماكة الطبقة من اجل شكل (4 - 20)
 طول جذع (2000 قدم)



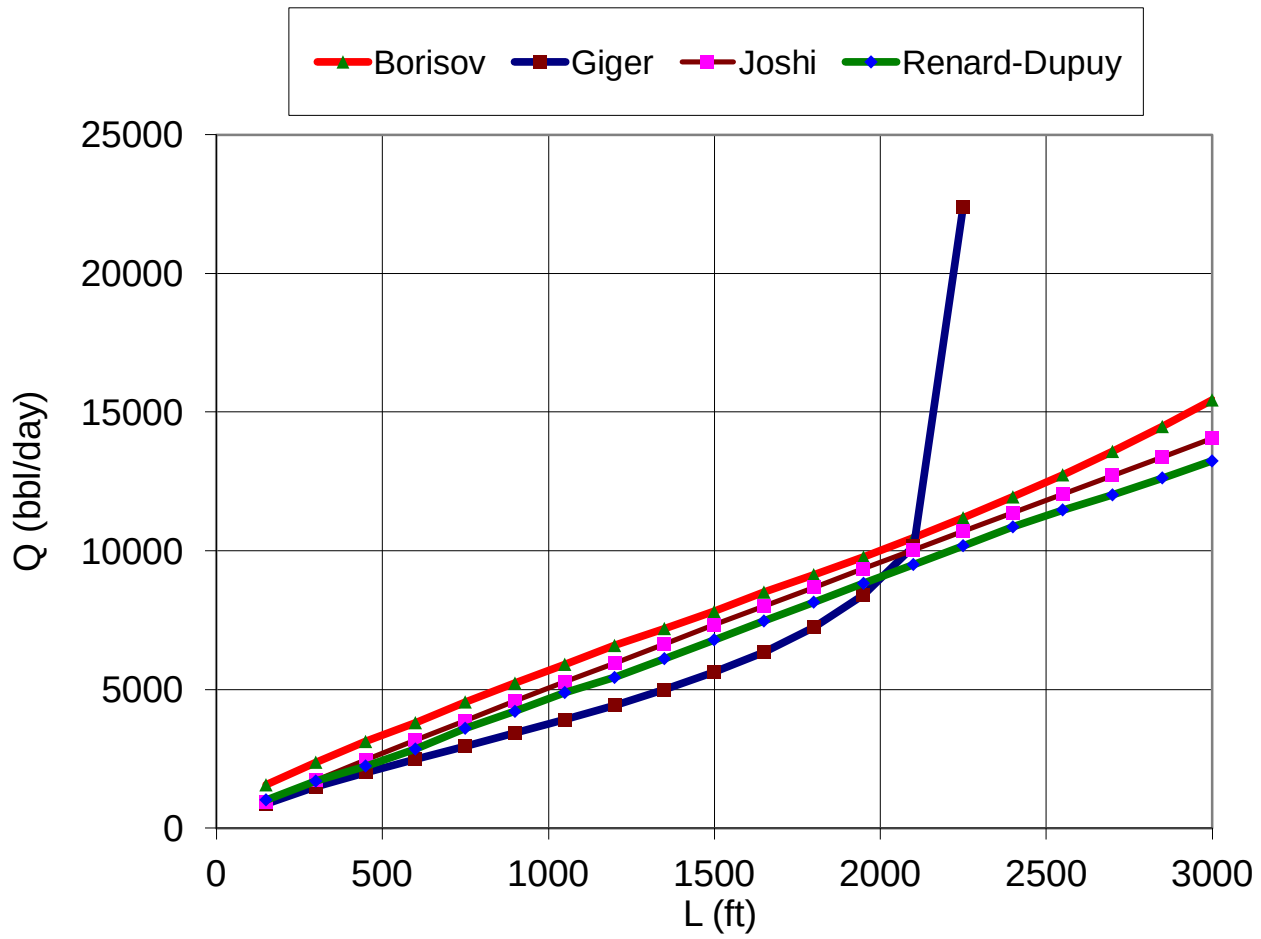
شكل (4 - 21) تأثير انخفاض الضغط على معدل انتاج البئر الافقي (50 psi)



شكل (4 - 22) تأثير انخفاض الضغط على معدل انتاج البئر الافقي (100 psi)



شكل (4 - 23) تأثير انخفاض الضغط على معدل انتاج البئر الافقي (200 psi)

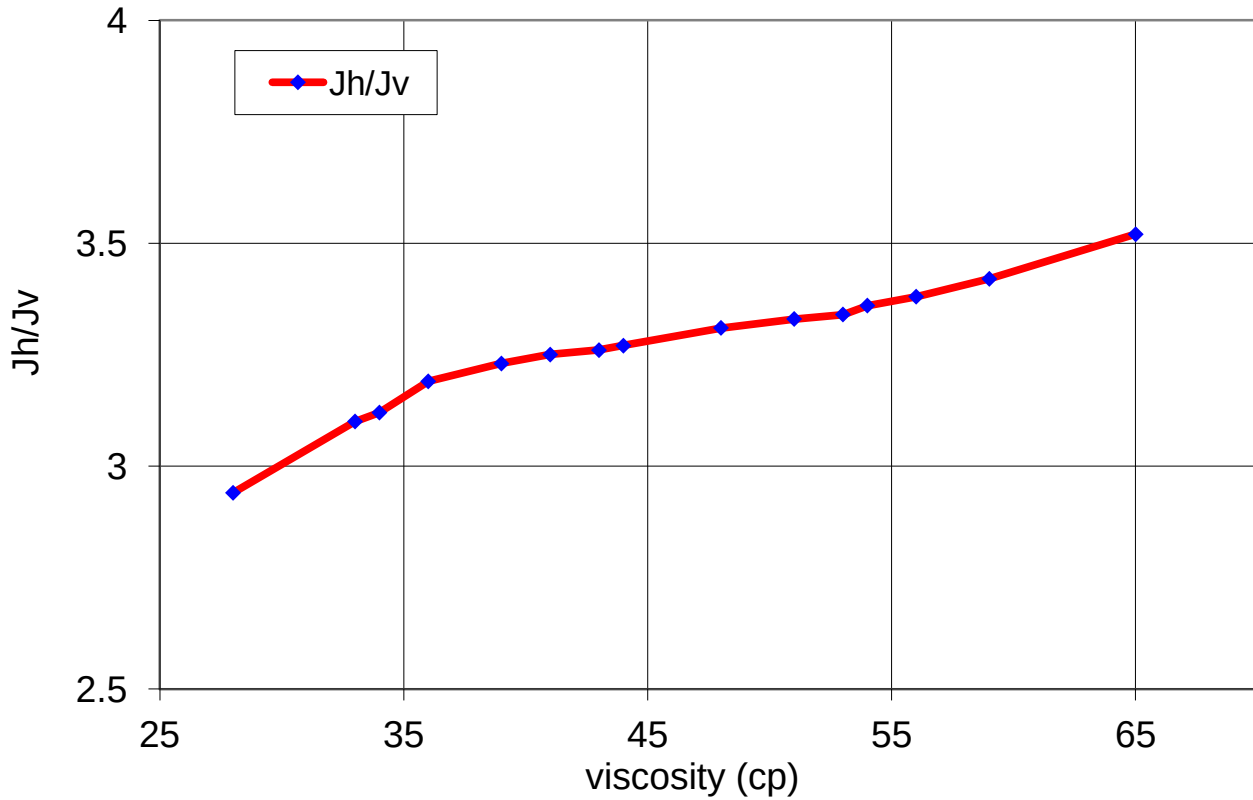


شكل (4 - 24) تأثير انخفاض الضغط على معدل انتاج البئر الافقي (300 psi)

4- 2 - 5 تأثير لزوجة النفط على إنتاجية الآبار الأفقية، والآبار العمودية :

و هو العامل الأهم في الدراسة المأخوذة عن تأثير فعالية الحفر الأفقي حقل سارابا حيث نلاحظ ازدياد النسبة بشكل كبير مقارنة بالآبار العمودية .

حيث نلاحظ ازدياد نسبة الانتاجية في المنحني (4 - 25)

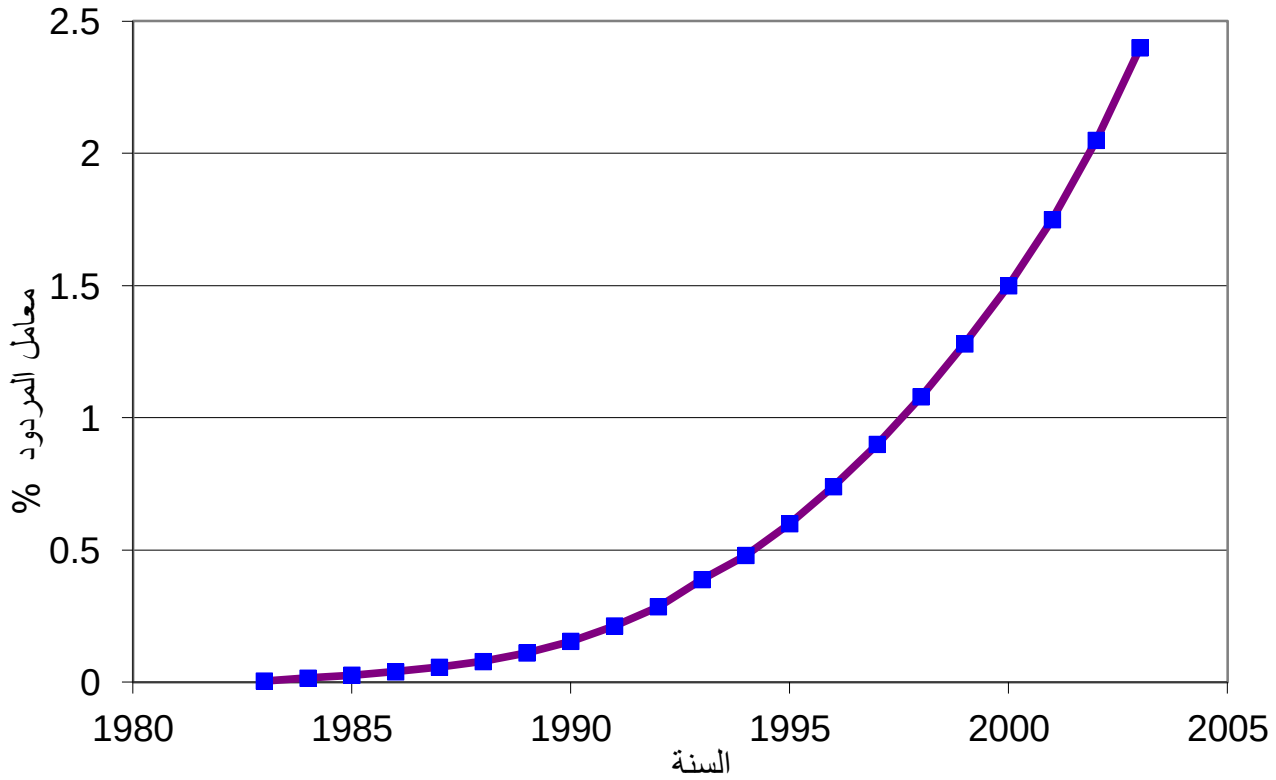


الشكل (4 - 25)

منحني تأثير اختلاف لزوجة النفط على نسبة انتاج البئر الافقي الى العمودي في حقل سارابا

4- 2- 6 عمل الحفر الأفقي في رفع كفاءة الإنتاج في حقل سزابا :

لعب الحفر الأفقي دورا هاما في زيادة عامل المردود في حقل سزابا و ذلك منذ بدء الشروع الحفر في حقل سزابا عام 1992 حتى عام 2003
و يوضح الشكل (4 - 26) تأثير الحفر الأفقي على تطور عامل المردود في حقل سزابا



شكل (4 - 26) تطور عامل مردود حقل سزابا

الفصل الخامس

الخطط المستقبلية مع الدراسة الاقتصادية

5 - افاق تطوير حقل سارابا :

5 - 1 عروض الشركات المقدمة لتطوير حقل سارابا

- وردت عروض من بعض الشركات مثل (شيل - توتال - CNBC) لتطوير حقل سارابا وتم مناقشة هذه العروض في اجتماعات اللجنة العليا لعقود الخدمة ، وقد تم تكليف الشركة السورية للنفط آنذاك بتقديم عرض فني عن مؤشرات الحقل والمقترحات اللازمة لتطويره بهدف زيادة الإنتاج وتحسين المردود النهائي ، وبعد مناقشة الموضوع في اجتماع لجنة عقود الخدمة تم اتخاذ القرار بتكليف الشركة السورية للنفط بمتابعة إدارة الحقل وتنفيذ خطة التطوير المقترحة وتم إعداد مذكرة للسيد رئيس الوزراء رقم (1266/ و) تاريخ 9 / 3 / 2010 متضمنة تأمين التمويل اللازم للمشروع والمقدر بحدود 500 مليون دولار وحيث وافق السيد رئيس مجلس الوزراء على المقترح بمتابعة تطوير الحقل من قبل الشركة السورية للنفط

وعلى هذا الأساس تابعت الشركة السورية للنفط تنفيذ الإجراءات المعتمدة والتي تتلخص كالتالي :

1. إجراء مسح 3D .
2. حفر آبار تطويرية إضافية .
3. تنفيذ عمليات تحسين نوعية .
4. تنميط عمليات السحب.
5. استخدام طريقة التسخين الجوفي.
6. تطبيق تقنيات خاصة من خلال مذكرات تفاهم مع شركات متخصصة لتقييم النتائج مثل:
7. حقن مذيبات في الخطوط مع شركة ميوز غولف .
8. تحسين أداء المعدات مع شركة IOI SYSTEM الفنزويلية .
9. مشروع حقن الغاز لزيادة المردود من قبل الشركة السورية للنفط (وقد تم حفر بئر زاربة - 301 كمصدر للغاز وبئر زاربة - 1 للحقن) .
10. إعداد دراسة من قبل شركة IPR تضمنت مواصفات المستلزمات اللازمة

وبتنفيذ بعض هذه الإجراءات تم تحقيق زيادة بالإنتاج اليومي بحدود 4500 برميل / اليوم حتى عام 2012 حيث وصل الإنتاج اليومي بحدود 11900 برميل/اليوم ثم توقفت الإجراءات بسبب الأزمة ولكن بسبب الظروف الحالية وعدم امكانية الاستمرار في تنفيذ هذا المشروع من قبل الشركة السورية للنفط وضرورة الاسراع باستثمار الحقل الحدودي نظرا لزيادة نشاط الشركات العاملة في الجانب التركي من الحقل و عدم امكانية تامين التمويل اللازم في ظل الظروف الراهنة يمكن ان يتم تنفيذ المشروع وفق ما يلي :

يهدف المشروع إلى زيادة الإنتاجية ورفع عامل المردود من خلال التعاقد مع إحدى الشركات العالمية المتخصصة لدراسة كافة الوثائق المتوفرة وتقديم المقترحات اللازمة لتحسين الانتاج وزيادة عامل المردود باستخدام الطرق والتكنولوجيا و فيما يلي جدول زمني لسير عمل المشروع :

5 - 2 مشروع تطوير حقل سازابا :

• المرحلة	• الأعمال المطلوب تنفيذها	• المدة
المرحلة الأولى	- تجميع المعطيات المتوفرة وتحليلها بما فيها المسوحات السائزمية المنفذة. - الاطلاع على الدراسات الخزنية المتوفرة وكافة الوثائق بما فيها دراسة IPR عن مشروع حقن الغاز. - دراسة نظام التجميع ومعالجة النفط والمنشآت السطحية الموجودة.	• 3 أشهر
• المرحلة الثانية	- تقديم عرض يتضمن كحد أدنى : - دراسة خزنية متكاملة . - الطرق المقترحة لزيادة معدل الإنتاج . - برامج تأهيل وإصلاح الآبار المتوقفة . - عدد ومواقع الآبار اللازمة لاستكمال استكشاف وتطوير الحقل . - الطرق المناسبة لزيادة المردود آخذين بالاعتبار المشروع التجريبي المنفذ لحقن الغاز الغني بـ CO₂ . - التوصيات المتعلقة بتحسين نظام التجميع 2- مناقشة واعتماد التقارير الفنية المذكورة أعلاه واعتماد خطة التطوير	• 12 شهر
• المرحلة الثالثة	- يقوم الملتزم بتنفيذ الأعمال المطلوبة وفق خطة التطوير المعتمدة وكحد أدنى: - تنفيذ التوصيات المتعلقة بنظام التجميع . - عمليات إصلاح وتحسين الآبار القديمة بتطبيق الطرق والتكنولوجيا المناسبة . - حفر الآبار المقترحة في الدراسة . - تطبيق وتنفيذ مشروع زيادة المردود وفق الطرق الموصى بها	• 5 سنوات
- القيمة التقديرية لتكلفة المشروع بحدود / 500 / مليون دولار خمسمائة مليون دولار . - تحدد مدة ارتباط الملتزم بالمشروع بحدود عشر سنوات . • - يتم دراسة إمكانية التعاقد وفق عقد خدمة (RSC) .		

الجدول (5 - 1) يوضح مراحل خطة تطوير حقل سازابا

النتائج :

- (1) الخزانات الانسب لتطبيق تقنية الحفر الافقي هي الخزانات ذات السماكة القليلة حيث يبدو الحفر فعالا جدا (من خلال نتائج المنحنيات ومثبتة في الطرق الاربعة) وكذلك الخزانات المتشققة والخزانات التي تعاني من مشكلة هجوم المخاريط المائية (دراسة د. ناجح العلي على حقل السويدية 2004).
- (2) من نتائج المقارنة المنفذة على حقل سارابا بين الابار الافقية والعمودية يظهر جليا ان تقنية الحفر الافقي مناسبة جدا وفعالة في حقول النفط الثقيل (النسبة بين 2.9 الى 4.3 ضعف) بشكل وسطي 3.5 وذلك مع تطبيق فرق ضغط اقل بكثير يجنبنا تطور ظاهرة المخاريط المائية ففي الابار الافقية كانت نسبة الماء 4% بينما في العمودية وصلت الى 24
- (3) كلما زادت لزوجة النفط زادت نسبة انتاج البئر الافقي بالنسبة للعمودي
- (4) يعد تطبيق الحفر الافقي فعالا في الخزانات ذات الشقوق العمودية وذلك لتقاطعها مع جذع البئر على مسافة طويلة في الخزان
- (5) من دراسة العلاقات الاربعة : بوريسوف - كيكر - جوشي - رينارد يتبين لدينا انه كلما زاد طول الجذع الافقي زادت نسبة انتاج البئر الافقي بالنسبة للعمودي وكذلك بالنسبة لانخفاض الضغط بينما نجد العكس مع زيادة سماكة الطبقة تقل النسبة
- (6) اظهرت العلاقات الاربعة نتائج شبه متقاربة

المقترحات :

- (1) مع أخذ نتائج الآبار الأفقية بعين الاعتبار والتي حققت نسبة إنتاجية 3.35 ضعف العمودي ومع المنحنيات وخواص النفط من حيث اللزوجة 300 ميلي دارسي نوصي بزيادة طول الجذع الأفقي
- (2) بما أن حقل سازابا يحتوي على قبعة غازية فإنه من الأفضل استخدام حقن الغاز للحفاظ على ضغط الطبقة
- (3) تطبيق حقن CO₂ سيكون مجديا خاصة انه يتواجد في الحقول المجاورة (مصدر قريب) مثل حقل ليلاك 40% ولكن بعد إجراء اختبارات محددة مثل التأثير على انخفاض قيمة اللزوجة حسب محتوى CO₂ وتخفيض قيمة التوتر السطحي والضغط الشعري اي يجب دراسة نسبة انحلال الغاز في النفط

المراجع :

- (1) الدراسة الاستثمارية الخزنية لحقل سازابا، الشركة السورية لنفط - مديرية الدراسات البترولية ، م . مهران شحادة ، ج. نزار جبرو .
- (2) الدراسة الخزنية التكاملية لحقل سازابا ، شركة فوغرو جيسون ، 2006
- (3) الدراسة الخزنية التكاملية لحقل سازابا ، معهد فرانلاب ، 1995
- (4) السيناريوهات المستقبلية المقترحة لحقل سازابا د . تتاشف ، د. ناجح يوسف العلي، 2010
- (5) رسالة الماجستير جامعة أمير كبير 2004 الدكتور المهندس : ناجح يوسف العلي
- (6) Joshi , S, D _ horizontal well technology _ Pern well books , Tulsa , ok
- (7) Renard g ,G. I., and Dupuy, j.M influence of formation damage on the flow efficiency of horizontal Well _ Paper SPE 19414 _ 1990
- (8) Petroleum engineering international, the world wide magazine of drilling production and reservoir technology _ 1993

فهرس المحتويات :

كلمة شكر :	-----	ص 2
ملخص المشروع :	-----	ص 3
المقدمة :	-----	ص 4
الفصل الأول : (تاريخ الحفر الأفقي و استخداماته)	-----	ص 5

1-1 البئر الأفقي

1-2 مبررات الحفر الأفقي

1 - 2 - 1 حفر الآبار الأفقية لزيادة الإنتاجية (Horizontal Wells)

1 - 2 - 2 مكامن القنب الملحية (Salt Dome Drilling)

1 - 2 - 3 الحفر من اجل أسباب بيئية

1 - 2 - 4 المكامن العدسية المتعددة من حفرة بئر واحدة

1 - 2 - 5 استخراج النفط الخام من المكامن المتشقة طبيعياً وعمودياً .

1 - 2 - 6 المكامن التي يصعب الوصول إليها عمودياً مراقبة الفوالق (Fault Controlling)

1 - 2 - 7 المكامن القليلة السماكة . (Thin Reservoir)

1 - 3 أسباب نجاح الحفر الأفقي

1 - 4 أسلوب تنفيذ الآبار الأفقية

1 - 4 - 1 الدراسة

1 - 4 - 2 الاعتبارات الجيولوجية

1 - 4 - 3 الاعتبارات الخزنية

1 - 4 - 4 تعيين بارامترات البئر الدقيقة

1 - 4 - 5 سياسة الإكمال والإنتاج

1 - 4 - 6 تصميم البئر وفق عدة عوامل

1 - 4 - 7 تحديد سماكة ك الطبقات الصخرية (المكامن) وامتدادها .

1 - 5 تقنية الحفر الأفقي (Horizontal drilling technique)

1 - 5 - 1 ومن انواع المسارات المتبعة لحفر الآبار الأفقية هي :

1 - 5 - 1 - 1 البئر ذات النصف القطري الطويل :

1 - 5 - 1 - 2 البئر ذات النصف القطر المتوسط

1 - 5 - 1 - 3 البئر ذات النصف القطر القصير (Short Radius well)

1 - 5 - 1 - 4 البئر ذات النصف القطر القصير جدا (ultra short Radius)

الفصل الثاني (النفط الثقيل) : ----- ص 17

2 - 1 التشكل الطبيعي للنفط الثقيل

2 - 2 تصنيف النفط الثقيل:

2 - 2 - 1 تقسيم النفط حسب التركيب الكيميائي

2 - 2 - 2 تقسيم النفط حسب نسبة الكبريت

2 - 2 - 3 تصنيف النفط الثقيل حسب الكثافة

2 - 2 - 4 تصنيف النفط الثقيل حسب درجة ال API

(American petroleum institute)

2 - 3 العناصر الرئيسية في النفط الثقيل

2 - 4 العوامل المؤثرة على تشكل النفط الثقيل

2 - 5 وجود النفط الثقيل في العالم

2 - 5 وجود النفط الثقيل في العالم

2 - 6 المشاكل الفنية والتقنية لإنتاج النفط الثقيل

2 - 6 - 1 مشاكل في الإنتاج

2 - 6 - 2 مشاكل في النقل

2 - 6 - 3 مشاكل في التصفية

الفصل الثالث (حقل سارابا) : ----- ص 27

3 - 1 مديرية حقول الحسكة

3 - 2 حقل سارابا

3 - 2 - 1 المعلومات الخزنانية لحقل سارابا

3 - 2 - 2 انتاجية حقل سارابا منذ بداية الاستثمار حتى 2013

3 - 2 - 3 احتياطي حقل سارابا

3 - 2 - 4 تحليل المؤشرات الانتاجية

3 - 2 - 5 معدل الإنتاج اليومي المتوقع وفق النظام الطبيعي والمدعم (ألف برميل / يوم)

3 - 2 - 6 مقارنة بين تكاليف الآبار الأفقية و الآبار العمودية في حقل سارابا

الفصل الرابع (تأثير البارامترات المختلفة على فعالية الحفر الأفقي) : ----- ص 44

4 - 1 طرق حساب انتاجية الابار الافقية بالنسبة للآبار العمودية

4 - 2 - 1 طريقة بوريسف

4 - 2 - 2 جيجر- ريس - جوردن

4 - 2 - 3 جوشي

4 - 2 - 4 ديوبي

4 - 2 - 1 تأثير البارامترات المختلفة على انتاج الابار الافقية

4 - 2 - 2 تأثير طول الجذع الافقي :

4 - 2 - 3 سماكة الطبقة على نسبة انتاج البئر الافقي الى العمودي

4 - 2 - 4 تأثير انخفاض الضغط :

4 - 2 - 5 تأثير لزوجة النفط على إنتاجية الآبار الأفقية، والآبار العمودية في حقل سارابا

4 - 2 - 6 عمل الحفر الأفقي في رفع كفاءة الإنتاج في حقل سارابا

الفصل الخامس (الخطط المستقبلية مع الدراسة الاقتصادية) : ----- ص 70

5 - 1 عروض الشركات المقدمة لتطوير حقل سارابا

5 - 2 الغاية من المشروع

النتائج : ----- ص 74

المقترحات : ----- ص 75

المراجع : ----- ص 76