المحتويـات

البسملة	I
الآية	II
الاهداء	III
الشكر والتقدير	IV
التجريد	V
المقدمة	1
الباب الأول:منظورعام لمشاكل زيادة انتاج المياه	
مسببات زيادة انتاج المياه	2
الباب الثاني:مشاكل زيادة انتاج المياه وتصنيفها و علاجها	
التسرب في العازل او انبوب الانتاج اوالبطانه	10
تدفق القنوات خلف البطانة	11
نقطة اتصال الماء مع الزيت	12
Cross Flowوجود طبقة مياه مع عدم وجود	13
الشق او الصدع بين بئر الحقن وبئر الانتاج	14
الشق او الصدع من طبقة الماء	15
Coning or Cusping	16
ضعف منطقة العزل او كفأءة الاكتساح المساحية	17
العزل الجاذبي للطبقات	18
Water out Layer Cross Flow	19
الباب الثالث:أستخدام الرسومات التشخيصية لتحديد مسببات الانتاج الزائد للمياه	
مقدمة	20
انواع الرسومات	22
النظرية	24
الباب الرابع:تطبيق على بيانات حقلية لتشخيص مشاكل زيادة انتاج المياه	
وصف البيانات	26
طريقة الحساب	27
الباب الخامس:النتائج و المناقشات	
تحليل البيانات	30
الخاتمة	35
المراجع	36
الملحقات	37

❖ المقدمة

INTRODUCTION

أضحى موضوع التلوث البيئي هماً عالمياً واقيمياً يقلق جميع العاملين في مجال الصناعة النفطية.

وعلى الرغم من المزايا العديدة التي تقدمها صناعة النفط واسهاماتها في دفع عجلة التقدم التقني وتوفير المال اللازم لتمويل التنمية الاقتصادية فانها تعد ايضاً احد مصادر التلوث البيئي لما تخلفه من غازات سامه وبما تفرزه من مياه ملوثه بالخامات النفطية والكيماوية .

تعتبر مشكلة ظهور الماء مع النفط من اكثر المشاكل التي تعاني منها عمليات الانتاج خاصة في السودان حيث اثبتت الدراسات ان العديد من الأبار قد اغلقت تماماً نتيجة هذه المشكلة . ومن ناحية اخرى يعتبر التخلص من الماء المنتج مع النفط مشكلة لا تقل اهمية من مشكلة ظهوره ، حيث انه من المعروف ان البئر النفطي النموذجي تحتوى موائعه على خليط من الغازات والسوائل الهيدروكربونية وبخار ماء وماء حر،هذا بالإضافة الى بعض المواد الصلبة والشوائب الاخرى ، وجميع هذه المواد تمثل مشكلة في التصريف والاستخدامات الاساسية.

الباب الأول

منظور عام لمشاكل زيادة انتاج المياه

المياه المنتجة هي أكبر المخافات المصاحبة لإنتاج النفط وتعتبر إيجاد طبقة مياه تحت طبقة النفط أحد الظواهر العامة وتفيد التوقعات ان الإنتاج الكلي للمياه لحقل ما يفوق عشر أضعاف إنتاج النفط خلال العمر الإقتصادي لحقل النفط.

إن إستخراج البترول يرتبط أرتباطًا عضوياً بإستخراج كميه من المياه مع كل برميل ومن الملاحظ ان كمية المياه المصاحبة تبدأ بكميات صغيرة نسبيا ولكنها تزيد بمضى الوقت الى ان يصل إنتاج الماء في كثير من الاحوال الى نسبة تفوق نسبة الخام المنتج وتصل الى أكثر من 90% من الإنتاج الكلي . الماء المستخرج مع النفط إما ان يكون ماء مالح شديد الملوحة أو متوسط الملوحة أو ماء عزب يمكن استخدامه. وهذه المياه ذات أثر سلبي على صخور القشرة الأرضية إذا صرفت على سطح الأرض.

في معظم مكامن النفط تتواجد طبقات محيطة حاوية على مياه قد يتم انتاجها مع النفط. مصدر المياه المنتجة مع النفط قد يتشمل مصادر المياه المحيطة وتشكل المياه الجوفية أو المياه المحقونة . حيث أنه أحيانا تحقن المياه في مكامن النفط من أجل تحسين الاستخلاص او بغرض المحافظة على الضغط (Pressure Maintenece) لذا يعد حقن المياه واحده من مصادر إنتاج المياه في الأبار النفطية.

1. مسببات زيادة إنتاج المياه (Causes of Excessive Water Production)

في هذا الجزء نستعرض المسببات الرئيسية للإنتاج الزائد للمياه حيث أن تلك المسببات يمكن تصنيفها حسب علاقتها. فقد تكون هنالك مشاكل ميكانيكية و أخرى لها علاقة بالإكمال أو قد تكون المشكلة تتعلق بالمكمن كما سنبين فيما يلي:

1.1 مشاكل ميكانيكية (Mechanical Problems)

التسربات التي تكون خلال انبوب التغليف تسمح للمياه بالدخول الى سلسلة الإنتاج . تحدث المشاكل الميكانيكية في كثير من الاحيان في المناطق التي لايوجد بها اسمنت خلف انبوب التغليف .

2.1 مشاكل متعلقة بالإكمال (Completion Related Problems)

تنتج هذه المشاكل في القنوات خلف انبوب التغليف التي تحدث نتيجة لفشل عملية السمنتة الاولية . وعند حدوث كسر هيدرولكي يمكن ان يؤادي الى زيادة كبيره في إنتاج المياه . بالإضافة الى ذلك يمكن ان تسبب العلاجات بالتحفيز انهيار الحواجز بالقرب من البئر .

3.1 المشاكل المتعلقة بالمكمن (Reservoir Related Problems)

حدوث القنوات في المكامن يكون نتيجة لعدم وجود تجانس في المكمن الذي يقود لوجود نفاذية عالية .

في العادة غالباً ما يكون حدوث القنوات نتيجة لوجود الشقوق التي تؤادي لوجود القنوات بين الابار . و من المشاكل أيضا ظاهرة ما تسمى بالـ Coning وهو التغير في مستوى النفط والماء ، نتيجة لإنخفاض الضغط اثناء الإنتاج.

وان الـ Coning يحدث في الابار الراسية او الابار شبة الراسية (المنحرفة) ، ويتاثر بنسبة النفاذية الراسية الى الافقية .

عموماً في مراحل متاخرة من الإنتاج التركيز في تحكم مياة البئر يغير من إنتاج المياه لتقليل التكلفة من المياه المنتجة.

و الـ coning هو مصطلح لوصف الالية الكافية لحركة المياه (لاعلى او لاسفل)

ويمكن ان توثر بشكل خطر جدا على الإنتاجية ودرجة النضوب والإنتعاش في المكامن النفطية .

الالية التي ينشاء بها الـ Coning :

1 – يتم إنتاج الغاز من الغطاء الغازي الاولي او الثانوي المصحوب بإنخفاض في الضغط دون حصول نزوح و يؤدي لإنخفاض في كفاءة الية الاستنزاف .

2 – الماء في كثير من الاحيان يؤدي الى التأكل و التخلص منه مكلف وقد يتم التخلص من البئر المنكوب في وقت مبكر .

3 – ينشئ الـ coning نتيجة لحركة السوائل في المكامن التي اتجاهها اقل مقاومة اي من قبل ميل السوائل للحفاظ على الجاذبيه والتوازن .

4 – يجوز التحليل في ما يتعلق اما ان يكون نتيجة لغاز او ماء .

هنالك ثلاث قوة تؤثر على حدوث الـ coning :-

1 – قوى الجاذبية

2 – اللزوجة العالية

3 – الخاصية الشعرية (في الغالب تكون مهمله).

2. تحديد وتشخيص مشاكل زيادة إنتاج المياه

(Identification and Diagnosing of Excessive Water Production Problems)

يجب ان يتم تحديد سبب زيادة إنتاج المياه ، ولكن مع الاسف ان كثير من منتجي النفط لا يستطيعون تشخيص مشاكل زيادة إنتاج المياه بشكل صحيح .

لقد اقترحت استراتيجية لمعالجة مشاكل زيادة إنتاج المياه ، وتدعو هذه الإستراتيجية .الى ان المشكلة سهلة ويجب مهاجمتها اولاً وان تشخيص مشاكل زيادة إنتاج المياه يجب ان يبدأ من المعلومات التي تتوفر في متناول اليد ومن خلال تحديد المشكلة بشكل صحيح .

1.2 اسباب التشخيص الناقص للمشاكل

(Reasons for the Inadequate Diagnosing of Problems)

اولاً : ان المشغلون لا يشعرون بأن لديهم الوقت الكافي لإجراء عملية التشخيص .

ثانياً : عدم اليقين بشأن طرق التشخيص التي يجب ان تطبق اولاً .

ثالثاً : الاعتقاد الخاطئ لدى العديد من مهندسي البترول ان هنالك اسلوب واحد لحل مشاكل زيادة إنتاج المياه ، وان هنالك نوع واحد فقط من انواع مشاكل انتاج المياه .

1.3 أساليب وادوات التشخيص (Diagnosing Methods and Tools)

هنالك عدة طرق مفيده في تشخيص المشاكل وهي :

1 – العينة المحقونة وحسابات الإنتاجية : تمنح إشارة للشكل الهندسي للتدفق قرب البئر فيما انه شعاعي ام خطي .

2 – تسجيلات اختلاف الصوت : يستخدم لتقييم جودة الاسمنت ووصف قوة الترابط بين الاسمنت وانبوب التغليف .

3 – الرسم التشخيصي للـ WOR : يكون في شكل رسومات لوغريثمية للـ WOR مقابل الزمن و الـ WOR' مقابل الزمن .

4 – إختبار الجودة الميكانيكية : يستخدم لتشخيص التسرب في البطانة .

5 – دراسات الراسم داخل البئر : دراسات اشعاعية جزئيه تحقن في بئر الحقن وملاحظة النتائج في بئر الإنتاج.

1.2 حلول مشاكل زيادة انتاج المياه

(Solutions of Excessive Water Production Problems)

بعد تشخيص اسباب المشكلة ينبغي تحديد المنهج الذي يجب ان تحل به المشكلة.

ويمكن تصنيف الحلول الى :-

1 – حلول ميكانيكية Mechanical Solutions

2 – حلول كيميائية Chemical Solutions

1.1.2 الحلول الميكانيكية

(Mechanical Solutions)

تستخدم العديد من الحلول الميكانيكية لمنع المياه من االدخول للبئر ، ومن هذه الحلول:

1 / رقعة البطانة Liner / Casing Patches

لها انواع مختلفة يمكن ان تساعد في حل نوع معين من انواع تسربات انبوب التغليف.

ويمكن تثبيتها بشكل دائم في انبوب التغليف او دمجها كجزاء من سلسلة الانابيب .

2 / غطاء قابل للاستهلاك Expendables Clad

يستخدم هذا الغطاء في الأبار المفتوحة .

3 / سدادات الرجوع الميكانيكية Mechanical Plug Back Tools

يمكن نشرها على الأنابيب الملتفة او السلكية .

2.1.2 الحلول الكيميائية

(Chemical Solutions)

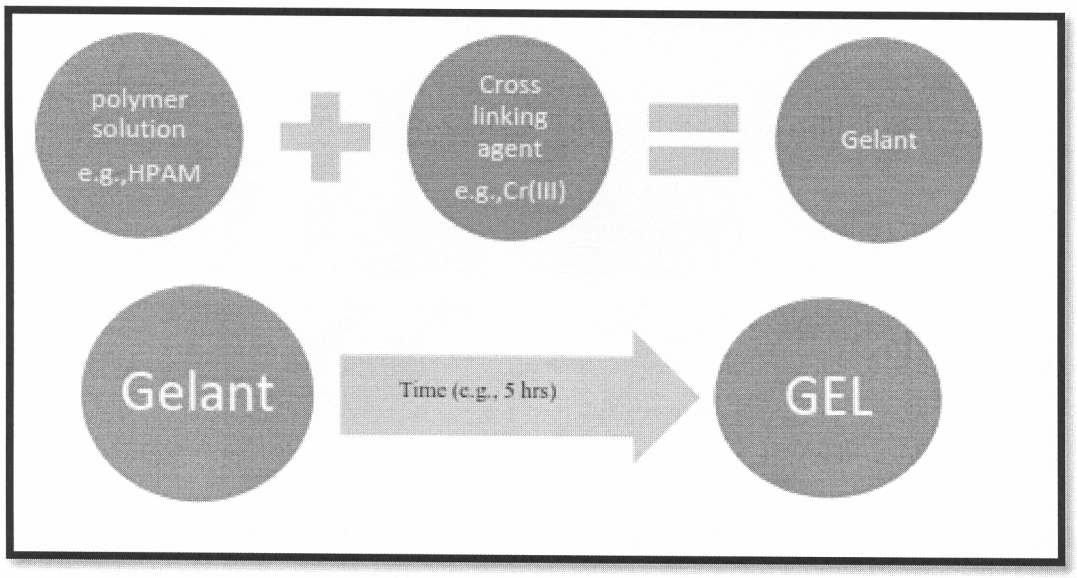
معظم العلاجات الكيميائية لديها القدرة على منع الكسور وتعبئة وتغليف اماكن التسربات مع تقييد التدفق Cross Flow .

والهدف منها تقليل القنوات دون الإضرار بشكل كبير في الإنتاجية.

من انواع الحلول الكيميائية :-

1 – الجل Gels

يرجع تركيب الجل في الاساس الى محلول البوليمر كما هو موضح في الشكل التالي :-



الشكل 1.2: يوضح تركيب الجل

ويتدفق الجل السائل عادةً الى المكمن من خلال الصخور المسامية والكسور .

2 / إستخدام الاسمنت Cement Squeeze

يستخدم عموماً لإغلاق مناطق إنتاج المياه والتسربات خلف انبوب التغليف .

ويصنف إعتماداً على الاسمنت خلف البطانة ما إذا كان ذو ضغط عالي او ضغط منخفض .

الباب الثاني

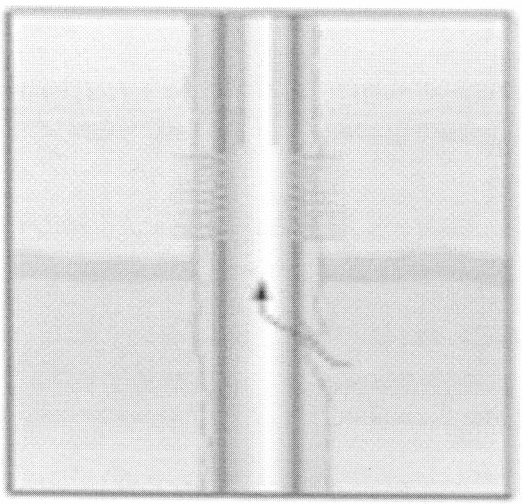
مشاكل زيادة انتاج المياه و تصنيفها و علاجها

2.2 مشاكل زيادة إنتاج المياه وتصنيفها وعلاجها

(Water Production Problems and Treatments Categories)

المشاكل من 1 الي 4 مرتبطه بسهولة التحكم فيها وتكون في العادةً بالقرب من حفرة البئر.

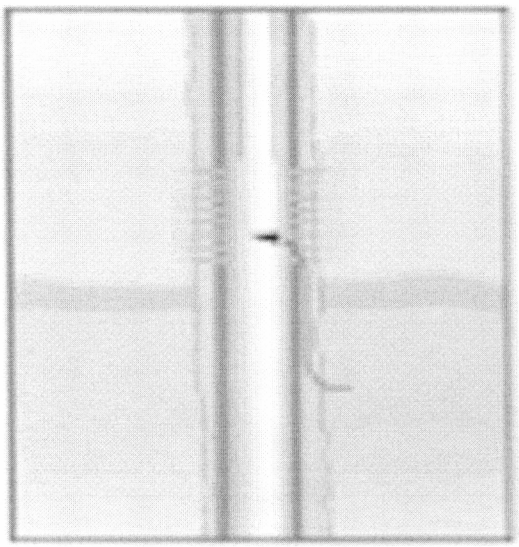
1/ التسرب في العازل او انبوب الإنتاج او البطانه :-



الشكل 2.2 : التسرب في العازل [1]

- تسرب خلال البطانه او انبوب الإنتاج او العازل ينتج عنه تدفق الماء من الطبقه المنتجه ودخولها لعمود الإنتاج.
- إكتشاف وتطبيق الحلول يعتمد علي شكل الاعداد في البئر.
- نستخدم في الحل ضغط الاسمنت او رقعه البطانه.

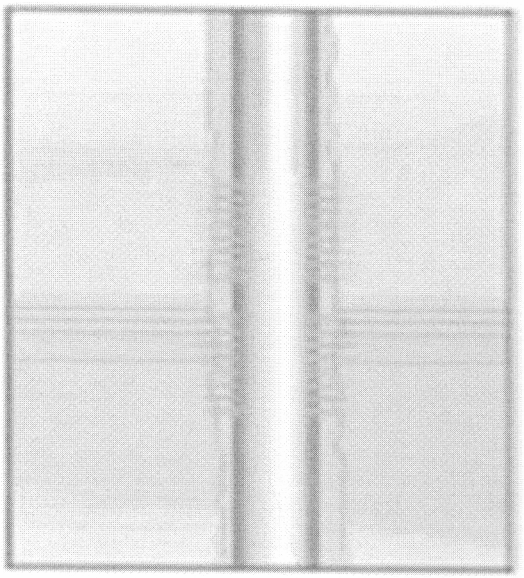
2/ **تدفق القنوات خلف البطانة :-**



الشكل 3.2: التسرب خلف البطانة[1]

- عمليات السمنته الاوليه الغير جيده تؤدي لتدفق الماء خلف انبوب التغليف في الفراغ الحلقي .
- ايضا إنتاج الرمل يؤدي الي تدفق خلف انبوب التغليف .
- الحل العام هو إستخدام محاليل الإغلاق مثل عصر الاسمنت عالي الجهد غي الفراغ الحلقي .

3/ **نقطة اتصال الماء مع الزيت :-**



الشكل 4.2: ارتفاع مستوى تماس الماء و النفط [1]

- نقطة تحرك اتصال الماء مع الزيت اعلى الطبقه المخترقه في هذه الحاله من العادي جدا حدوث دفع و إنتاج ماء زائد .
- في الأبار الراسيه نستخدم السدادات الاسمنتية مع خط الحفر .

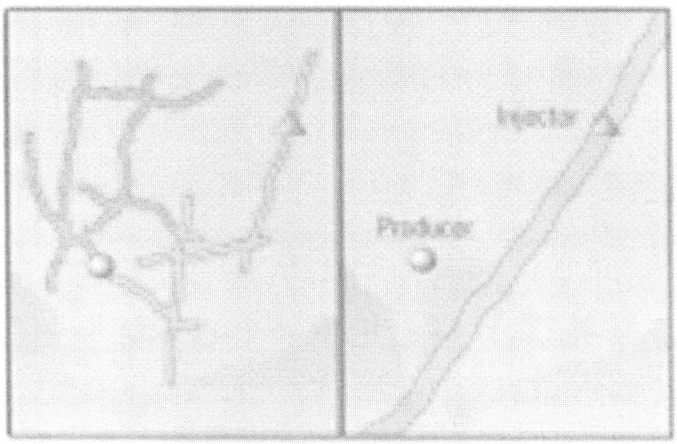
4 / وجود طبقة مياه مع عدم وجود Cross Flow :-

الشكل 5.2: وجود طبقة مياه مع عدم وجود Cross Flow [1]

- المصدر لإنتاج الماء في العاده يرجع اما نتيجه لوجود طبقه صخريه مائيه في المكمن او نتيجه لحقن الماء في البئر.
- للمعالجه نستخدم محاليل الإغلاق او الإغلاق الميكانيكي بواسطه السدادات.
- في الابار الافقيه تكون المعالجه هي نفس المعالجه المتبعه في الابار الراسية.

المشاكل من 5 الي 6 بمعدلات الإختراق العميقه في الشقوق او الصدوع :-

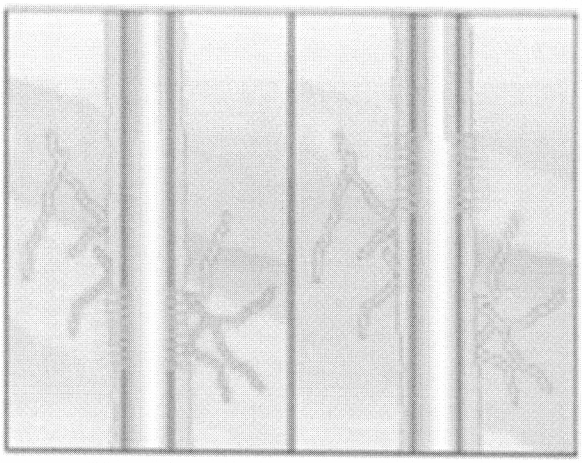
5/ الشق او الصدع بين بئر الحقن وبئر الإنتاج :-



الشكل 6.2: الشق او الصدع بين بئر الحقن وبئر الإنتاج[1]

- في الطبيعة الطبقة التي فيها شق وتم حقن ماء فيها يمكن ان يعبر الماء فيها الى بئر الإنتاج .
- استخدام الجل في هذه المشكلة يمكن ان يقلل من إنتاج الماء .

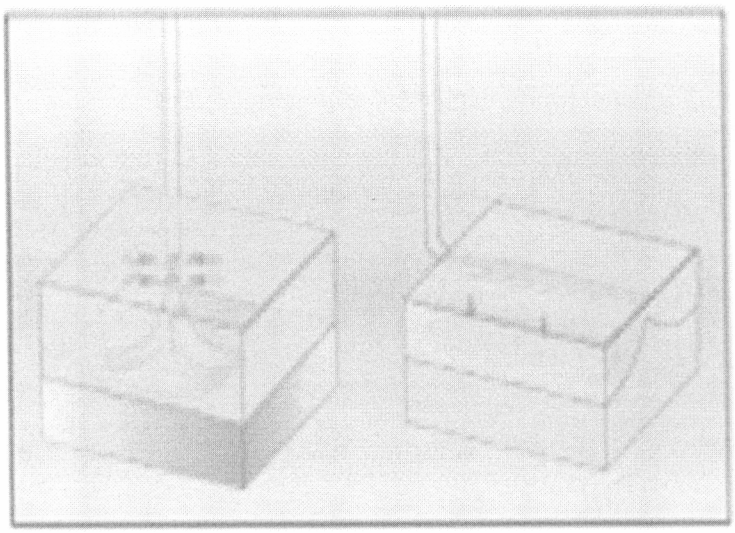
6/ **الشق او الصدع من طبقة الماء :-**



الشكل 7.2: الشق او الصدع من طبقة الماء[1]

- يمكن إنتاج الماء من الشق في حالة الاعماق البعيده في الطبقات المائية .
- يمكن اجراء المعالجة في هذه المشكلة بإستخدام الجل ، لكن يستخدم بحجم كبير لإجراء المعالجة .
- إستخدام المضخات مع الجل يمثل حل لهذه المشكلة .

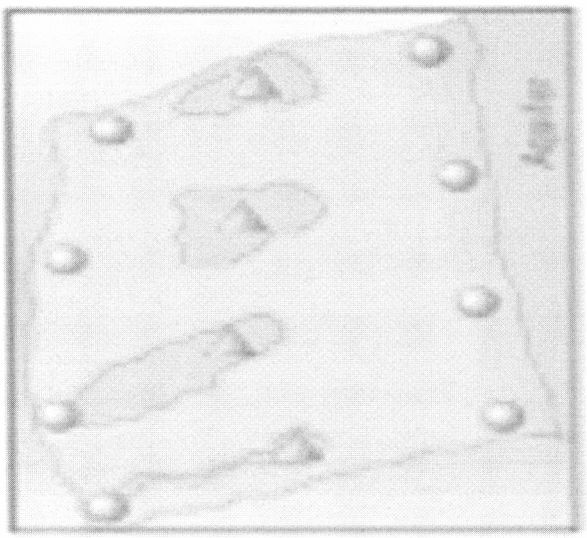
7/ Coning or Cusping :-



الشكل 8.2: يوضح الـ Coning or Cusping [1]

- الـ Coning يحدث في الابار الراسية عندما يكون (OWS) قريباً من الطبقة المثقبة مرتبطاً بالنفاذية الراسية العالية .
- الـ Cusping او الـ Duning يحدث في الابار الافقية .

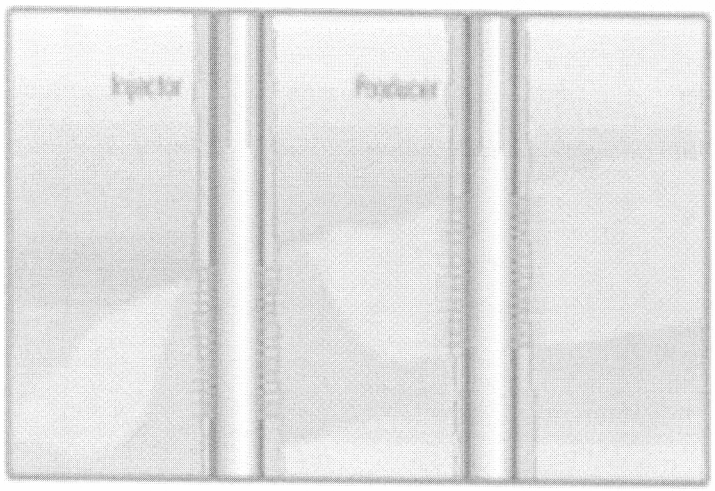
8/ ضعف منطقة العزل او كفأءة الاكتساح المساحية :-



الشكل 9.2

- وجود حافة المياه اما من الطبقة الصخرية المائية او حقن مياه اثناء الإنتاج يقود الى وجود ضعف في منطقة العزل .
- ويكون حل هذه المشكلة بحقن الماء في المناطق ذات المسام ويوحي ذلك لوجود عزل ، وتحل بمعالجة حجمية ضخمة .

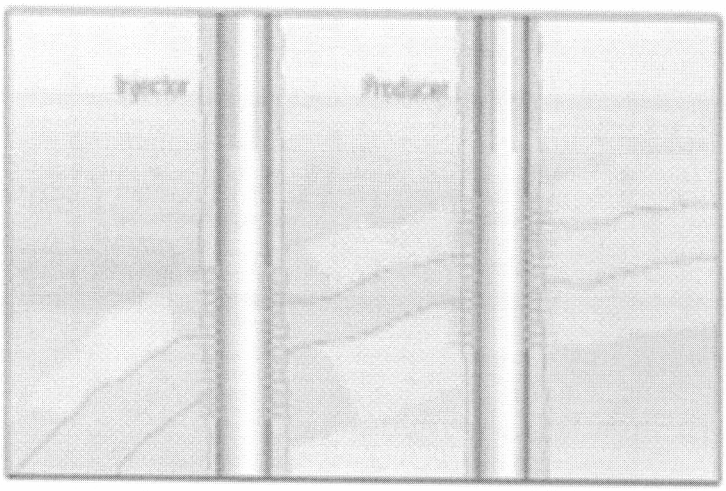
9/ العزل الجاذبي للطبقات :-



الشكل 10.2: العزل الجاذبي للطبقات[1]

- يحدث في طبقات المكمن الضعيفة مع وجود نفاذية عالية حيث يمكن للعزل الجاذبي ان يسبب دخول الماء في البئر المنتج .
- المعالجة تكون في ايقاف الحقن في مناطق الإختراق للحد من عمليات الشفط (Sweeping) . المعالجة عامة تكون بإستخدام الجل او الرغوة (Foam) .

Water out Layer Cross Flow /10



الشكل 11.2: Water out layer cross flow [1]

- يحدث الـ Water cross flow في الطبقات ذات النفاذية العالية.
- دائماً ما تكون المعالجة في الغالب هي استخدام الجل.

الباب الثالث

استخدام الرسومات التشخيصية لتحديدمسببات الانتاج الزائد للمياه

يعد التحكم في المياه المنتجه من اصعب التحديات في حقول النفط في السودان . التقيم الجيد لآلية المياه المنتجة يعطي سيطرة صحيحة علي الماء.

غالبا ما يكون Coning and Multi layer channeling هي من اكثر مشاكل المياه المنتجة في حقول النفط السودانية .

الغرض من هذا العمل تطبيق تقنية السيطرة علي الماء بواسطة الرسوم التشخصية (Plots) لتمييز آلية المياه المنتجة بصورة مفرطه.

وهذة النظرية تطبق في حقول النفط حيث يتم فيها استعمال بيانات الإنتاج التي يتم الحصول عليها من الابار لانشاء (plot Log-log) لـ WOR و DWOR/dt وهو عبارة عن اشتقاق الوقت البسيط لمعدل الماء والنفط مع الزمن .

تم إيجاد الرسوم التشخصية لانها اكثر فعالية للتميز بين Coning الذي في حالتة يعطي ميل سالباً او اعطاء ميل موجباً في حالة channeling .

ولقد اعطت طريقة الرسوم التشخصية طريقة سريعة لتقيم إنتاج المياه المفرطه من اختبارات الابار المرشحة والسيطرة علي تلك الابار ومعالجتها.

في الغالب تتكون المياه المنتجه نتيجة لوجود قنوات مائية (Multilayer channeling) اوحدوث الـ (Coning).

ان وجود قنوات مائية يُحدث سريان خلف انابيب البطانه او انابيب الإنتاج نتيجه لضعف في الطبقات المنتجه بينما يحدث الـ (Coning):

(والزي يعرف بانه تحرك نقطة اتصال الماء مع النفط WOC) عند تقدم البئر في الإنتاج .

ولحل هذه المشكله تم انشاء الرسوم التشخيصيه وتُعرف بـ

انها سلسلة من دراسات المحاكاه الرقمية يستخدم فيها (Black Oil Simulater) .

الرسومات التشخيصية (Diagnostic Plots):

رسومات الـ WOR اللوغاريثمية (log-log) بدلاً عن رسم نسبة الماء (Water-cut) مقابل الزمن. وجد بانها اكثر كفاءة في تحديد سلوك الإنتاج والمشاكل .

تم إكتشاف ان رسم مشتقة الـ WOR مقابل الزمن يمكن استخدامها لتفريغ ما اذا كانت مشكلة الإنتاج المتزايد للمياة ناتجة من تقمع المياه (water coning) أو ناتجة من القنوات (multy layer channling)

- وعادةً تستخدم الرسوم التشخيصي في :-

- Coning

- Multi layer channeling

- For Coning : Departure time تعتمد على :-
  - المسافة بين WOC ومعدل الإختراق في القاع.
  - معدل النفاذية (ألافقية والراسية).

- For Channeling : Departure time يعتمد :-

- معدل الحقن .
- معدل التغير في الضغط .
- النفاذية النسبية.

- وينقسم الي :-

- رسومات تقليدية (Conventional Plots).
- رسومات تشخيصية (Diagonstic Plots).

تستخدم الرسومات التقليدية لعرض التطور في مشكلة الزيادة في إنتاج الماء ومعرفة نوع الجريان ، وايضاً التغيير في نسبة (Water Cut).

الرسومات البيانية التقليدية (Conventional Plots)

بصورة تقليدية استخدمت الرسومات الخطية لنسبة المياه (water cut) مقابل الزمن لتوضيح تطور ومدي خطورة الإنتاج المتزايد للمياه ومشاكلها.

العلاقة بين نسبة الماء و متوسط تشبع الماء في المكمن للجريان ثنائي الطور ومعرفتها بصوره جيدة . على الرغم من ذلك انها ليست عملية حيث ان التشبع خلال المكمن متغير مع الزمن.

على الرغم من ان تلك الرسومات يمكنها ان تظهر التغير المفاجئ في نسبة الماء معطية دليلاً على حدوث خلل مفاجئ في اكمال البئر أو دخول سريع للماء عن طريق قنوات دات موصليه عالية . لذا فإن المعلومات تبرزها رسومات الـ (water cut) محدوده فبغض النظر عن الية وميكانيكية زيادة الإنتاج المائي سواءً كان عن طريق قنوات متعددة الطبقات (multy layer channling) او عن طريق (coning) فإن شكل الرسومات متشابهة .

أستخدمت بعد ذلك رسومات WOR الخطية وشبة اللوغريثمية لتقييم كفأءة الانتاج ولكنها لا تكشف عن اي تفاصيل عن سلوك الجريان المكمني.

بالنسبة للجريان متعدد الطبقات تم التعبير عن الـ WOR كنسبة بين مجموع حاصل ضرب النفاذية و ارتفاع الطبقات (water-out) الى تلك الطبقات ذات الإنتاج المتبقي للنفط وهنا ايضاً فان هذه الطريقة الكلية لتقدير الإنتاج المتزايد للمياه لا تؤتي اي دلاله للزمن الذي حدث فيه الزيادة ولا عن العلاقة بين معدل تغير WOR والية الإنتاج الزايد للمياه.

- انواع الرسم التقليدي :-

1- Linear or Semilog : ويستخدم لتقييم كفأة التحسين (Recovery Efficiency).

2- الرسم الخاص (X-Plot) : يستخدم لمقارنة دالة التدفق بالنسبة للشقوق .

في الطبقات المتعددة يوصف التدفق بالـ WOR بين عدة مجاميع من الإنتاج العالى للطبقات المائية.

توجد علاقة بين معدل التغيير في الـ WOR مع تقنية الزياده في إنتاج الماء .

النظرية (Methodology)

الرسوم التشخيصية بين WOR مع الزمن تمكن من تمييز اتجاهات الإنتاج وحل مشكلة الإنتاج بصوره فعالة .

K.S.CHAN اكتشف اشتقاق WOR مع الزمن ليميز مختلف انواع المياه المنتجة بصوره مفرطة في البئر وفي الاغلب الـ Coning او الـ Channaling.

في الـ Coning معدل الـ WOR يزيد زيادة بطيئه نسبياً وبشكل تدريجي .

وفي الـ Channling تكون زيادة إنتاج المياه سريعة اعتماداً على وظائف النفاذية النسبية.

اشتقاق الزمن بالنسبة للـ WOR يوضح اختلاف الـ Coning من الـ Channling .

الاستخدام الجيد لبيانات الإنتاج يؤدي الى رسوم تشخيصية جيدة .

اشتقاق الـ WOR مع الزمن يوضح نوعية الـ WOR لبعض النقاط .

حيث :-

$$\frac{dWOR}{dt} = \frac{(WOR_i - WOR_{i-1})(t_{i+1} - t_i)^2 + (WOR_{i+1} - WOR_i)(t_i - t_{i-1})^2}{(t_{i+1} - t_i)(t_i - t_{i-1})^2 + (t_i - t_{i-1})(t_{i+1} - t_i)^2}$$

الاسماء التعريفية

- WOR i = معدل الجريان الحالي للنفط والغاز
- WORi − 1 = المعدل السابق
- WORi + 1 = المعدل اللاحق
- Ti = الزمن الحالي لمعدل الجريان
- Ti −1 = الزمن السابق
- Ti + 1 = الزمن اللاحق

الباب الرابع

تطبيق على بيانات حقلية لتشخيص مشاكل زيادة انتاج المياه

وصف البيانات (Data Description)

تم الحصول على خمسة آبار سودانية مسمية بـ (A-B-C-D-E).وكان بداية تاريخ انتاج البئر (A) في العام 2001 وكان تاريخ انتاج البئر(B) 1997. وكان بداية تاريخ انتاج البئر (C)عام 1999 والبئر (D)كان تاريخ انتاجها 1999 وفي عام 2010 كانت بداية انتاج البئر (E) ومن الملاحظ ان تلك الابار تعاني من مشكلة انتاج المياه المفرط.

وقد أخذت بيانات الانتاج لهذه الابار كل شهر وأخذ نسبة مئويه لمشكلة انتاج المياه بصوره مفرطه .

ونجد هذه المشكلة ظهرت عندنا في البئر (A) وكانت نسبة انتاج المياه 0.71 % واستمرت في الزيادة حتى وصلت الى 97.13 % عام 2012 ، ونجد ان البئر (B) لم تتأثر بهذه المشكلة حتئ تاريخ 1997/7/1 حيث كانت المياه النتجة تمثل بنسبة 4.74 % من تاريخ انتاجها، واستمرت الزيادة حتى وصلت الى 92.94 % في العام 2012.

وفي البئر(C) كانت نسبة المياه المنتجة 4.79 % بتاريخ 1999/6/1 واستمرت في الزيادة حتى عام 2012 حتى وصلت نسبة الزياده في المياه الى 96.12 %.

البئر (D) كانت نسبة انتاج المياه 4.99 % بتاريخ 1999/6/1 استمرت في الزيادة حتى وصلت الى 93.87 % عام 2012.

وفي البئر (E) كانت نسبة انتاج المياه 0.13 % في عام 2010 واستمرت في الزيادة حتى وصلت الى 90.47 % عام 2012.

طريقة الحساب

بعد الحصول على البيانات التالية :

جدول 1.4: بيانات متحصل عليها من بئر به مشكلة زيادة إنتاج المياه

Date	Liq_Rate bbl/d	Producing Days Oil Rate bbl/d	Water Rate bbl/d	W/C%	BHP	DFL m	WELLHEADPRESS
5/24/1999						708.75	0
6/1/1999	1991.17	1991	0	0		454.545	0
6/19/1999						883.575	0
6/20/1999						867.038	0
6/21/1999						860.895	0
6/23/1999						843.413	0
6/26/1999						796.163	137.9
7/1/1999	2135.56	2034	101.21	4.74			

نجد فيما ان WOR معطى بقيمة مطلقة و نسبة مئوية ممثله في W.C% كما في الجدول اعلاه ، و تم بعد ذلك حساب WOR` بطريقة (Chan) حسب المعادلة:

$$\frac{dWOR}{dt} = \frac{(WOR_i - WOR_{i-1})(t_{i+1} - t_i)^2 + (WOR_{i+1} - WOR_i)(t_i - t_{i-1})^2}{(t_{i+1} - t_i)(t_i - t_{i-1})^2 + (t_i - t_{i-1})(t_{i+1} - t_i)^2}$$

حيث:

t = تمثل الزمن

WOR = تمثل معدل جريان الماء و الزمن

ولحسابها تم تحويل الزمن بالايام و عمل مجموع تراكمي لها ، وبعد ذلك تم ترتيب WOR ترتيباً تصاعدياً و ادخلت القيم بعد ذلك في المعادلة لتعطي عموداً جديداً لـ WOR` وبعدها تم إنشاء الأشكال وكان الرمز ● يمثل WOR و الرمز ▲ يمثل WOR` .

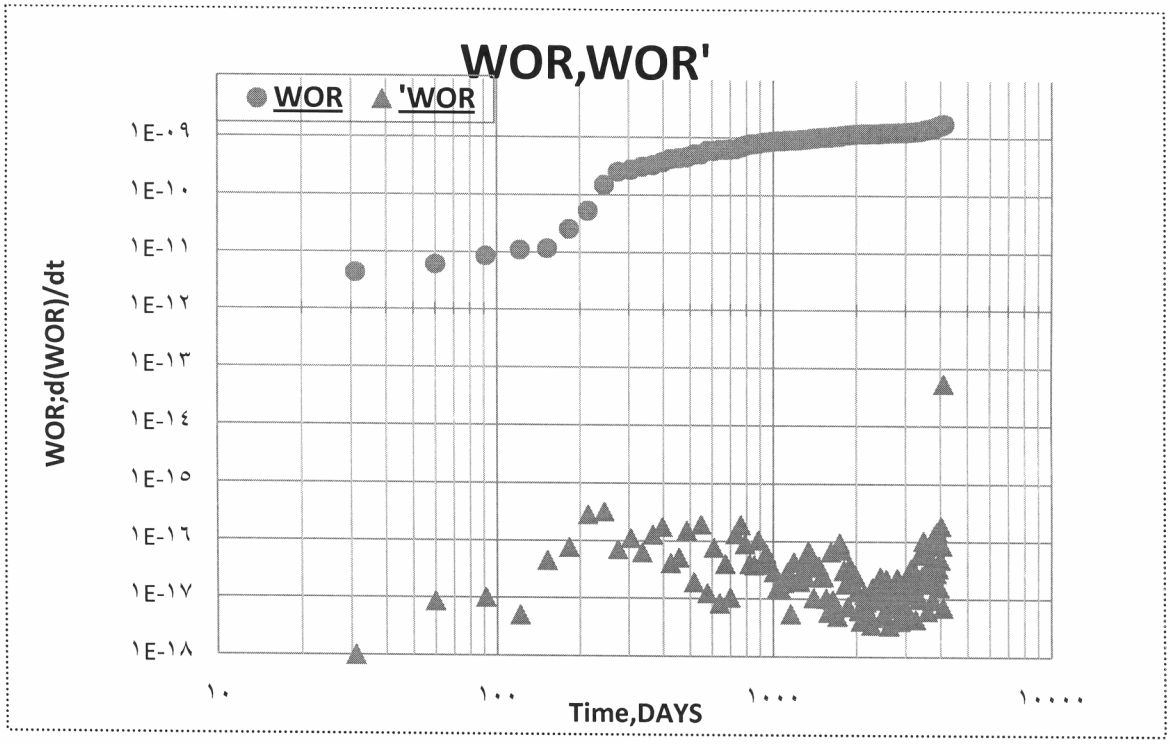
مثال لكيفية حساب الـ WOR` من بيانات الـ WOR المتحصل عليها من البئر الاول:

جدول 2.4: بيانات لبئر تم حساب الـ WOR` لها من الـ WOR

Days	Time, Days	WOR	WOR'	WOR'
30	30	4.36	0	1.06815E-05
31	61	6.08	106815.2	1.01904E-05
31	92	8.61	101903.8	5.09272E-06
30	122	10.94	50927.19	4.55251E-05
31	153	11.7	455250.7	7.63311E-05
30	183	25.56	763310.8	0.000291506
31	214	53.16	2915059	0.00034727
31	245	149.12	3472697	5.65759E-05
28	273	251.39	565759	0.000112288
31	304	273.61	1122876	6.3383E-05
30	334	308.53	633830.1	0.000133405
31	365	330.4	1334048	0.000144181
30	395	372.19	1441810	5.76004E-05
31	426	424.73	576004.2	5.12025E-05
31	457	441.37	512024.7	0.00015229
30	487	456.61	1522901	1.91528E-05
31	518	513.23	191527.6	0.0001974
30	548	516.89	1973996	1.25036E-05

31	579	591.2	125035.7	8.01546E-05
31	610	592	801546.1	7.72598E-06
29	639	616.33	77259.82	4.04799E-05
31	670	617.47	404799	1.05886E-05
30	700	629.68	105886.4	0.000139327

ومن الحسابات اعلاه يوضح الرسم كالتالي :



شكل 1.4: الرسم التشخيصي للبئر 1

الباب الخامس

النتائج و المناقشة

Results and Discussion

تحليل البيانات (Data Analysis)

في البئر رقم (1) نجد حدوث Coning ويلاحظ ذلك في ظهور الميل بالموجب، وكانت بداية الانتاج بتاريخ 2001/8/1 بمعدل انتاج مياه 8.61 bbl/d ونسبة w.c 0.71% . كانت نهاية الانتاج بتاريخ 2012/10/1 بمعدل انتاج مياه 1410.1 bbl/d و نسبة w.c 97.13% .

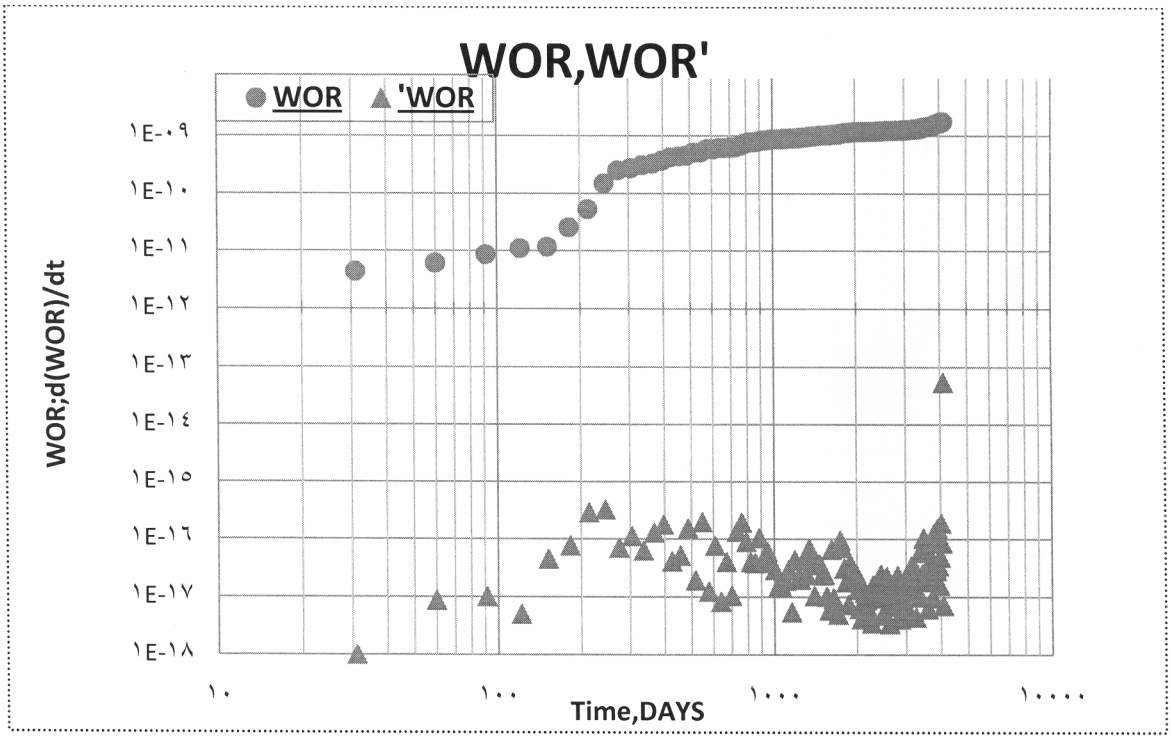


Figure 1 Possible water coning with late time channeling – Well # (1)

وفي البئر رقم (2) نجد حدوث Coning ويلاحظ في ظهور الميل بالموجب، وكانت بداية الانتاج بتاريخ 1999/7/1 بمعدل انتاج مياه 101.21 bbl/d ونسبة w.c 4.74% . كانت نهاية الانتاج بتاريخ 2011/12/1 بمعدل انتاج مياه 2254.13 bbl/d ونسبة w.c 93.58% .

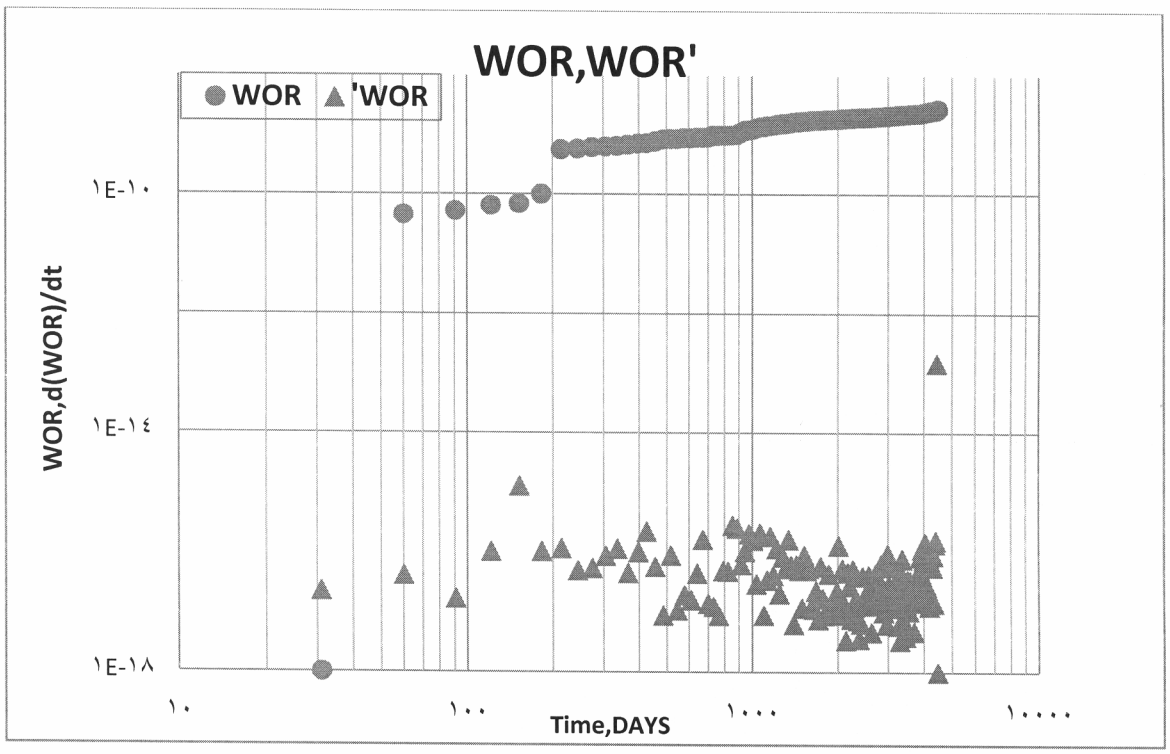


Figure 2 possible water coning with late time channeling – Well # (2)

ونجد حدوث الـ Coning مع ظهور الـ Channling في البئر 3 و 4 . كذلك مع ملاحظة ظهور الميل بالموجب في وقت مبكر . وتحول الميل بالسالب مع مرور الزمن.

في البئر رقم (3) كانت بداية النتاج بتاريخ 1999/6/1 بمعدل انتاج مياه 87.5 bbl/d ونسببة 4.79% w.c . كانت نهاية الانتاج بتاريخ 2012/12/1 بمعدل انتاج مياه 6892.32 bbl/d ونسبة 96.16% w.c.

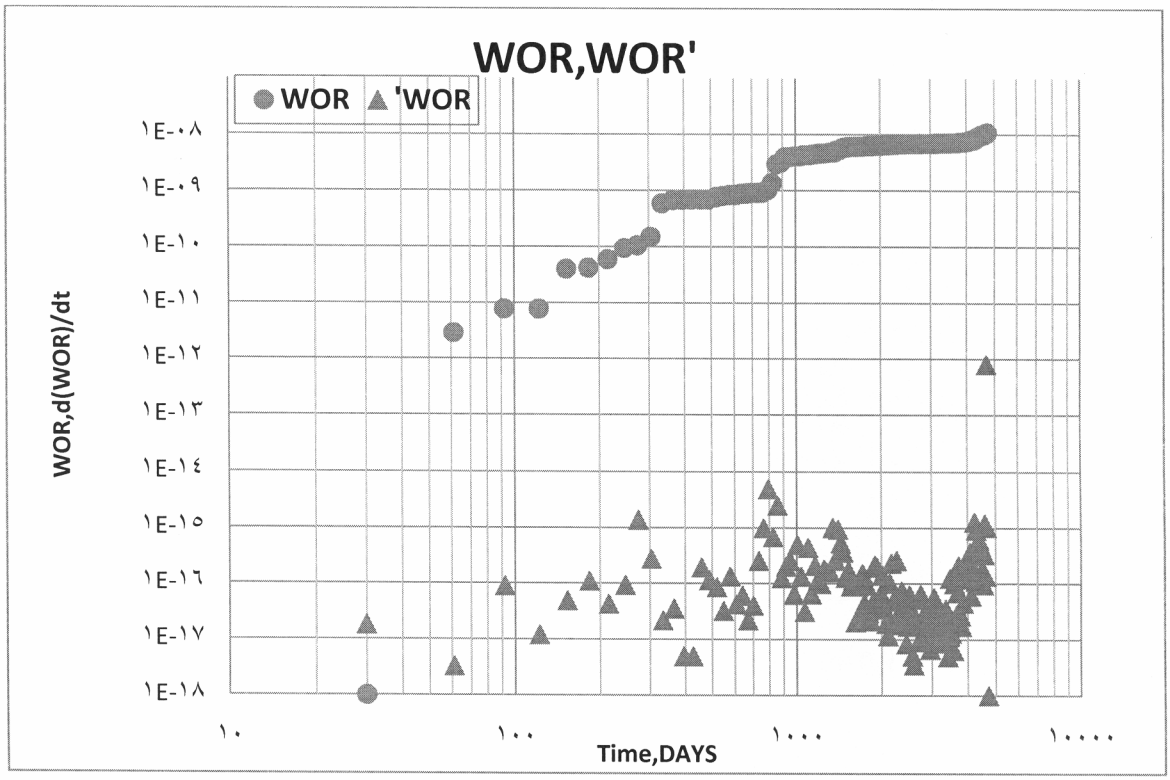


Figure 3 water coning with late time channeling – Well # (3)

وفي البئر رقم (4) كانت بداية الانتاج بتاريخ 1999/6/1 بمعدل انتاج مياه 95.4 bbl/d ونسبة w.c 4.99 % . كانت نهاية الانتاج بتاريخ 2012/4/1 بمعدل انتاج مياه 7662.42 bbl/d ونسبة w.c 97.23 % .

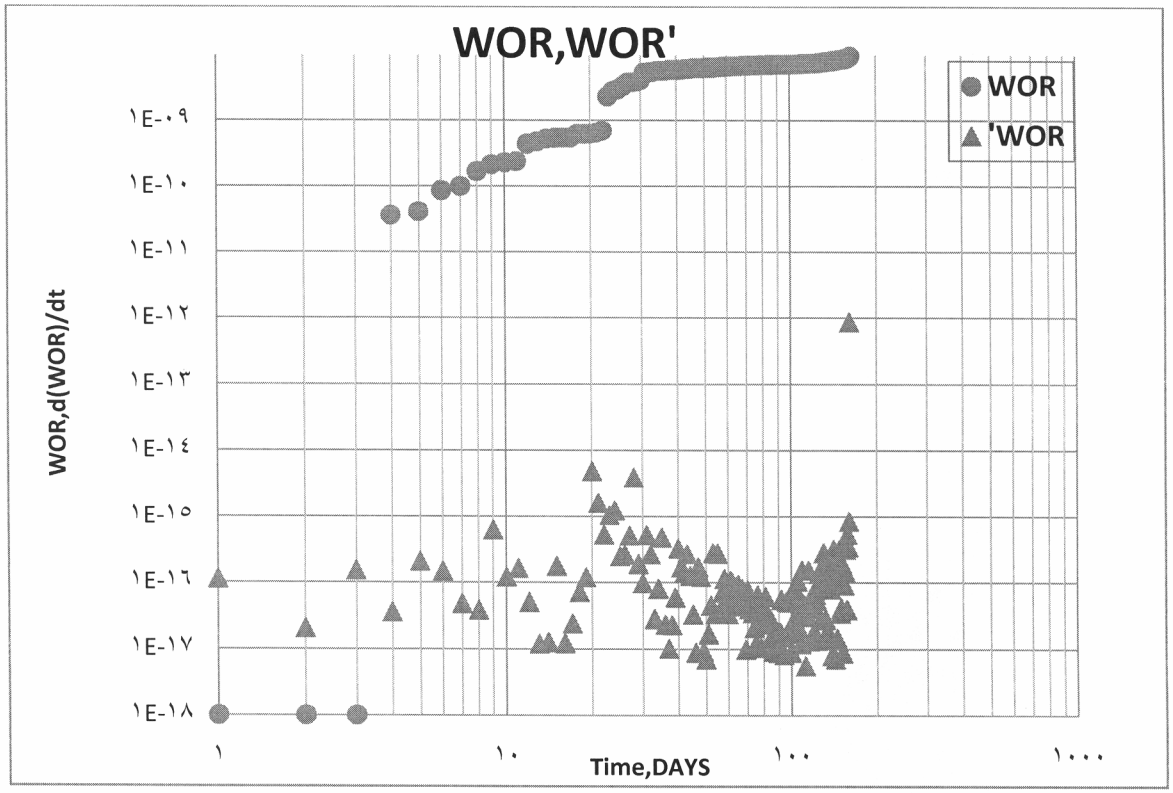


Figure 4 water coning with late time channeling – Well # (4)

وفي البئر رقم (5) نجد حدوث الـ Channaling ويلاحظ ذلك في ظهور الميل بالسالب ، وكانت بداية الانتاج بتاريخ 2012/5/1 بمعدل انتاج مياه 1.52 bbl/d ونسبة w.c 0.13% . كانت نهاية الانتاج بتاريخ 2012/12/1 بمعدل انتاج مياه 541 bbl/d ونسبة w.c 90.47 %.

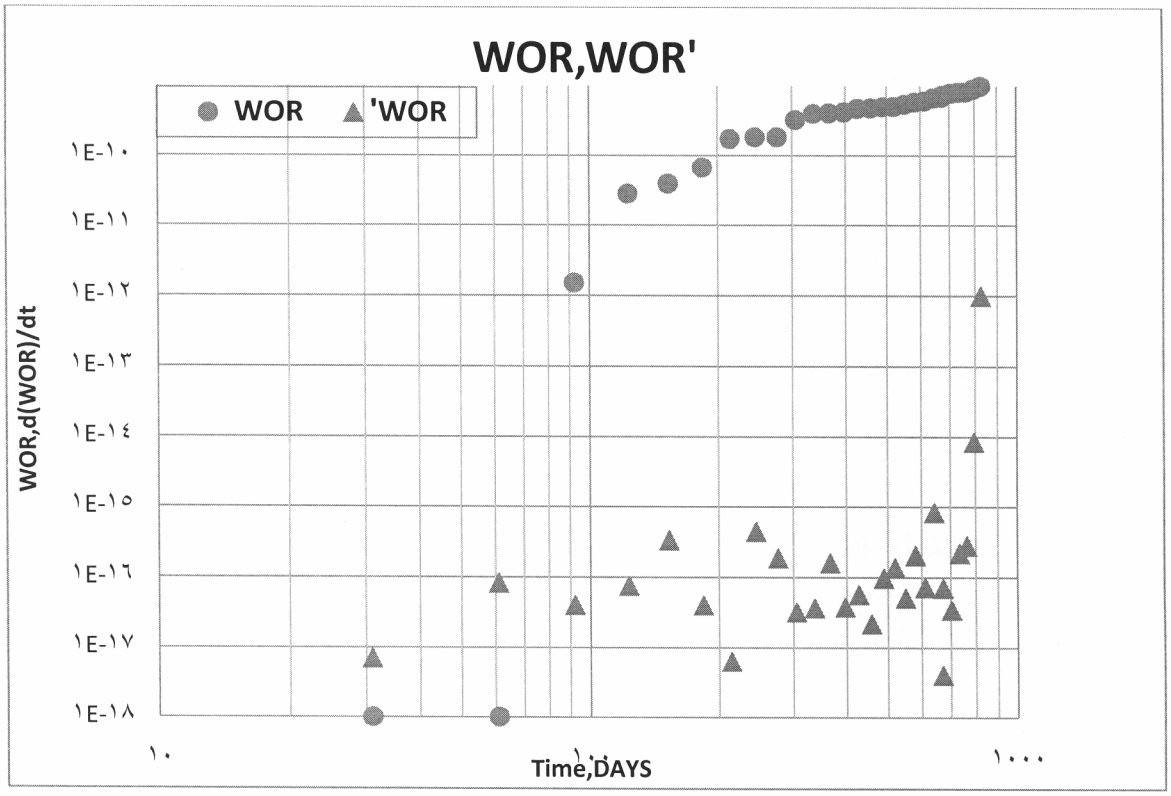


Figure 5 Water channeling – Well # (5)

الخاتمة (Conclusions)

دراسة هذه النظرية توفر تطبيق سريع لتقييم وتشخيص الية المياه المنتجة .

واشتقاق الـ WOR يساعد في تحديد الية المياه المنتجة بصوره مفرطة.

الـ Channeling and Coning يمكن ايجادهما من بيانات انتاج البئر .

هذه النظرية يمكن ان تستخدم كاداة في اختيار المعالجة والتحكم في الابار واختيار الابار المرشحه للمعالجة والتاكد منها عن طريق اختبارات الابار وتسجيلاتها.

تخفيض حجم الـ Chock يساعد في تخفيض انتاج الماء .

يتمكن المراقب من معرفة الـ Coning اثناء حياة البئر عن طريق تسجيلات واختبارات البئر .

معرفة تفاصيل انتهاء العمل وتاريخه ونتائج اخر تسجيلات واختبارات للبئر تحسن من سلوك جريان المكمن والية إنتاج المياه المفرطه .

المراجع

1.Bailey,B. et. al ," Water Control," Oil Field Review , 30-51, (Spring 2000).

2. Economides,M.J., Hill,A.D., and Ehlig-Economides,C.:"Petroleum Production Systems," printed in 1994 by Prentice Hall,PTR.

3. Seright,R.S.,Lane,R.H., and Sydansk,R.D.:"A Strategy For Attacking Excess Water Production,"SPEPF 158-169.,paper SPE 84966, (August 2003).

4. Seright, R.S., Liang,J., and Seldal, M. ,1998.:"Sizing Gelant Treatmant in Hydraulically Fractured Production Wells."SPEPF ,13(4):223-229.SPE-522398-PA.

5. Bournazel C., and B., "Fast Water Conning Evaluation" SPE Paper 3628,1971

Appendix الملحق

أمثلة للبيانات الحقلية المستخدمة في الدراسة:

Well #1

Date	Liq_Rate bbl/d	Producing Days Oil Rate bbl/d	Water Rate bbl/d	W/C%	FLOW_LINE TEMP	FLOWLINE PRESS	PUMP FREQUENCY	WELLHEAD PRESS
7/1/2001								
8/1/2001	1218.06	1209	8.61	0.71				
8/13/2001						69		**68.9**
8/17/2001					50	400		**400**
8/27/2001					47	420	38	**430**
9/1/2001	1230.7	1219	11.7	0.95				
9/3/2001					47		38	**400**
9/6/2001					42	400	38.5	**400**
9/21/2001					50	380	38.5	**400**
9/27/2001					50	380	38.5	**400**
10/1/2001	1257.73	1247	10.94	0.87	47.5	69	35	**351**
10/2/2001					50	345	36	**413**
10/3/2001					52	379	40	**413**
10/4/2001					52	400	42	**400**

10/5/2001					50	400	44	**410**
10/11/2001					48	400	38.5	**430**
10/18/2001					51	345	38.5	**413**
10/25/2001					52	400	46	**400**
11/1/2001	1274.9	1269	6.08	0.48	48	400	46	**430**
11/8/2001					46	400	46	**440**
11/18/2001					45	400	46	**420**
11/25/2001					48.5	400	48	**400**
12/1/2001	1294.72	1290	4.36	0.34				
12/2/2001					47	400	50	**400**
12/3/2001					49	400	51	**400**
12/7/2001					50	470	51	**470**
12/14/2001					47	470	50	**480**
12/30/2001					52	500	50	**500**
1/1/2002	1358.17	1333	25.56	1.88				
1/3/2002					49	530	51	**550**
1/17/2002					50	510	51	**540**
1/28/2002					52	500	51	**500**
2/1/2002	1432.63	1379	53.16	3.71	48	590	51	**600**
2/8/2002					38	551	51	**551**
2/15/2002					48	500	50	**550**

2/22/2002					51	530	50.9	**540**
3/1/2002	1327.63	1179	149.12	11.2	47	550	50	**550**
3/17/2002					53	800	52	**800**
3/31/2002					52	850	52	**850**
4/1/2002	1550.53	1277	273.61	17.7				
4/8/2002					59	800	52	**800**
4/16/2002					54	850	55	**850**
4/27/2002					52	800	55	**800**
5/1/2002	1603.9	1273	330.4	20.6				
5/10/2002					54	840	55	**860**
6/1/2002	1663.12	1146	516.89	31.1				
6/7/2002					50	350	55	**360**
6/15/2002					**51**		**55**	**350**