

# Reservoir drive mechanisms

الليات الدفع في المكامن

فرهاد حمزة محمد

ر. جيولوجيين

المكمن عبارة عن الصخور التي يتجمع فيها الهيدروكربون بشكل اقتصادي اي تحتوي على كمية كافية من الهيدروكربون بحيث يكون انتاجه ومعدل جريانه بمعدل اقتصادي . هناك عدة عوامل مؤثرة على صفة وسعة الجريان هم المسامية , النفاذية , الانضغاطية و تشبع الموائع. للحصول على كمية اقتصادية من النفط او الغاز لابد للمكمن ان يتجاوز اقل مسامية , اقل سمك ( thickness ) اقل مساحة (area) و اقل نفاذية .

هناك عدة مبادئ تصنف المكمن على ضوءها مثلا على مبدأ التأكد او شبه التأكد من وجود الهيدروكربون وتقسم الى :-

1- المكامن المثبتة او المؤكدة ( proven reservoir ) :- عبارة عن المكامن التي ثبت وجود الهيدروكربون فيها بواسطة تحاليل واكتشافات الجيولوجيين ومهندسي النفط وجرى فيها بعض العمليات . وهذا النوع تكون على شكلين المطورة وغير مطورة ( developed and un developed )

2- المكامن الغير مثبتة ( unproved reservoir ) :- عبارة عن المكامن التي لا توجد معلومات مؤكدة حول مدى اقتصاديتها . وهناك تصنيف اخر وهو مانركز عليه وهو طاقة الدفع للمكامن اي القوة التي يرفع النفط والغاز الى الاعلى .

Reservoir drive mechanism :- عبارة عن مصدر القوة التي يحرك الموائع نحو خارج البئر وليس بالضروري رفعه الى السطح (surface) ولكن في معظم الاوقات يصل الى السطح . وتعتبر هذه الطاقات طبيعية لان الانسان لا يضيف اليه اي نوع من الطاقة . وتقسم هذه الطاقات الطبيعية الى نوعين :-

1-depletion drive mechanism

2-water drive mechanism

وهناك انواع اخرى ولكن تعتبر ثانوية مثل , gravity drive ,  
compaction drive

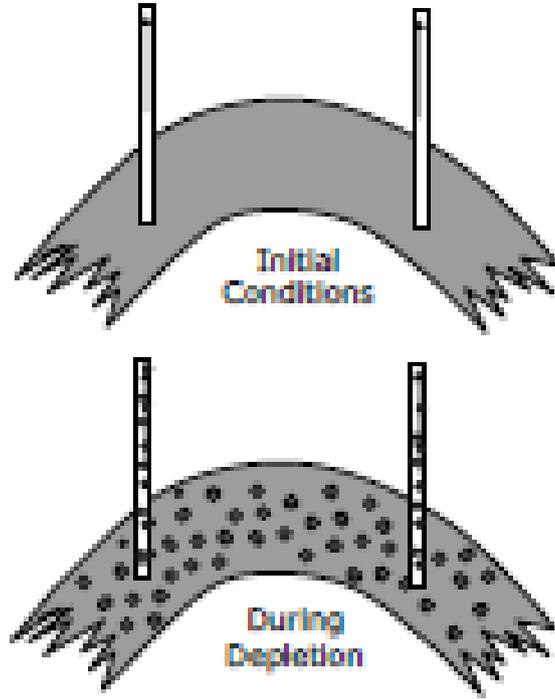
### Depletion drive mechanism -1

في هذا النوع من المكامن المنطقة الهايدروكاربونية ليس في اتصال مع جسم صخري الحاوي على الماء , المصدر الوحيد للطاقة يأتي من نظام المكامن نفسه , المنطقة المائية صغيرة او مهملة. اما المنطقة الهايدروكاربونية مطوق من قبل طبقات من الصخور ذات نفاذية قليلة يمنع انتقال الطاقة من مصادر اخرى .. هنا مصدر طاقة الدفع هو تمدد الموائع من المكامن والفجوات المصاحبة لها , وتقسم الى نوعان :-

**اولا طاقة الغاز المذاب solution gas drive** :- المكامن في الطور البدائي ( initial condition ) تحت الاشباع ( under saturated ) اي فوق bubble point , عند الانتاج يهبط الضغط المكامني الى ما دون bubble point , النفط والماء الحبيس connate water يولدان ضغطا ويبدأان بالتمدد و في النتيجة يتحرر الغاز من النفط .



## Solution Gas Drive



عند هبوط الضغط الى  $b_p$  في البداية الغاز الخارج قليل ولا يتحرك لانه ذات  $R_p$  relative permeability قليلة ولكن كلما يزداد  $R_p$  للغاز يقل  $R_p$  للنفط ويقل بالمقابل انتاج النفط ويزداد انتاج الغاز .

**OIL production** **انتاج النفط** :- بما ان ضغط البئر عالي فيكون الانتاج جيدا ويبقى مستقر لفترة من الزمن ثم يبدأ بالانحدار decline . افضل تشبيه لهذه العملية هو علبة من الاصباغ spray , في البداية يخرج بكثرة نتيجة الضغط العالي ثم يبدأ بالانحدار .

**GOR** (نسبة الغاز الى النفط في الظروف السطحية):- في بداية الانتاج GOR قليلة مقارنة بنسبة الغاز الى النفط في الظروف المكمنية ( $R_{si}$ ) لان الممكن في درجة عالية من التشبع . و بهبوط الضغط اكثر يصعد الغاز مع النفط بنسبة 3-4 . ينتج مع النفط كمية قليلة من الماء يمكن اهماله . بهبوط

الضغط بسرعة نحتاج الى الرفع الصناعي artificial left في مرحلة مبكرة من عمر المكمن .

استخلاص النفط ( oil recovery ) قليل يتراوح بين 5%-30% للنفط الاصلي . زوال او انتهاء المكمن يعتمد على GOR ونقصان ضغط المكمن .

### **ملخص اداء ( solution gas reservoir )**

ضغط المكمن :- يهبط بسرعة وباستمرار

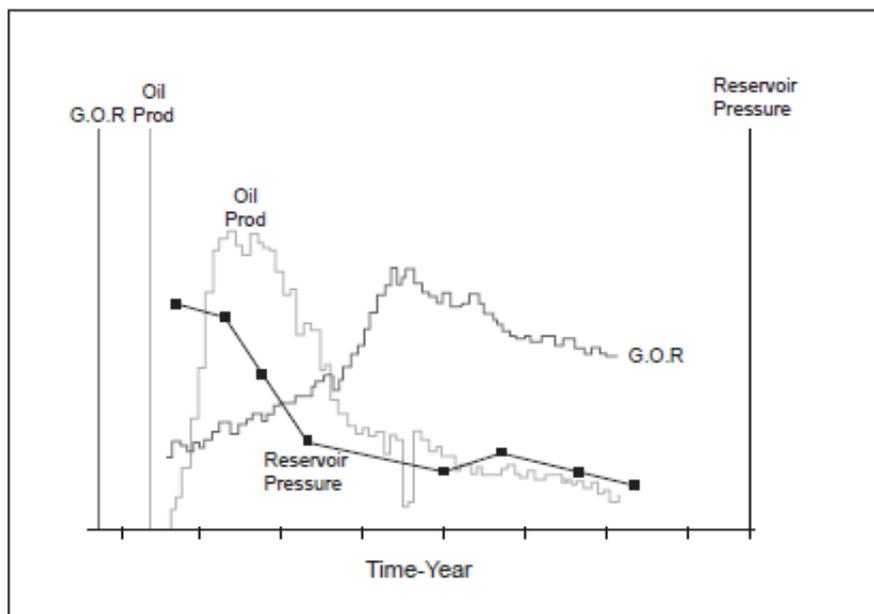
GOR :- في البداية قليلة ثم يصعد الى اعلى قيمة ثم يهبط

معدل الانتاج :- في البداية عالي ثم يقل بسرعة ويستمر بالهبوط الى ان يزول

انتاج الماء :- لا يوجد

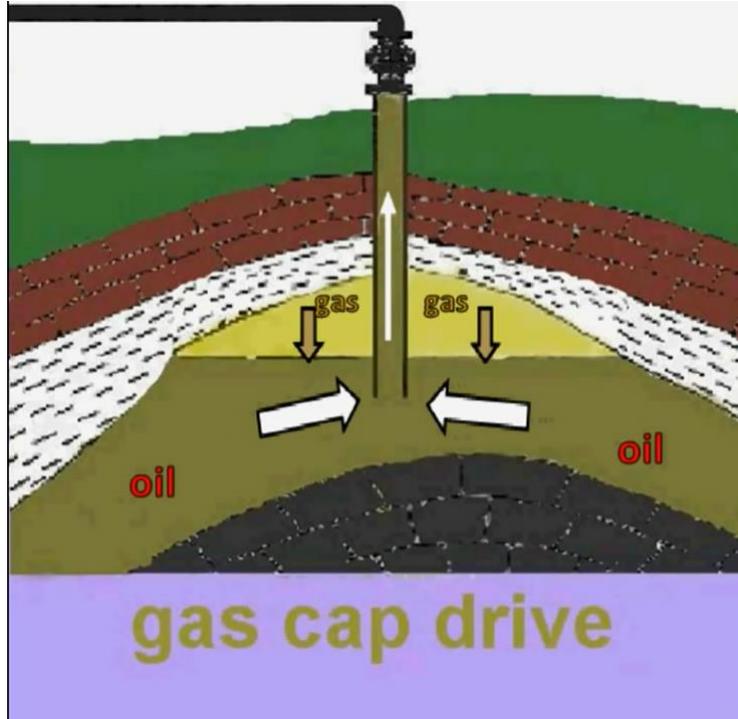
سلوك البئر :- في مراحله البدائية يحتاج الى رفع صناعي

Recovery factor معامل الاستخلاص :- 5%-30% للنفط الاصلي



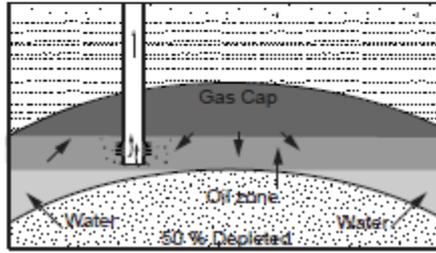
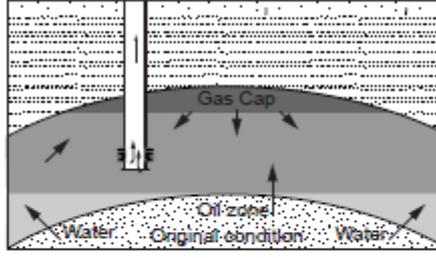
## ثانيا طاقة الدفع للقبة الغازية ( Gas cap drive )

في هذا النوع يتجمع غاز حر في اعلى المكمن مكونا قبة غازية Gas cap



يستمد المكمن طاقته من الضغط العالي للقبة الغازية بالاضافة الى طاقة الغاز المذاب في النفط .

عند الانتاج يتمدد القبة الغازية نحو الاسفل الى المنطقة النفطية لان الضغط في قاع البئر اقل من القبة الغازية , بالاضافة الى هذا يتحرر الغاز المذاب في النفط ولكن بكمية اقل . عمر المكمن متعلق بحجم Gas cap



انتاج كمية قليلة من النفط يصاحبه هبوط قليل للضغط بسبب الانضغاطية العالية للغاز , وتبقى كمية الانتاج ثابتة لمدة طويلة من عمر المكن .  
خلال سنوات يهبط الضغط ببطء وهذا الهبوط يتوقف على حجم Gas cap

قياسا بحجم النفط . اذا كان Gas cap يساوي 10% من حجم النفط يحتسب قبة غازية صغيرة , اما اذا يتجاوز 50% من حجم النفط يعتبر قبة كبيرة .

### ملخص اداء ( Gas cap reservoir )

ضغط المكن :- يهبط ببطء ويمكن ملاحظة انحدار الضغط عندما يصل 20% من الضغط الاصيل

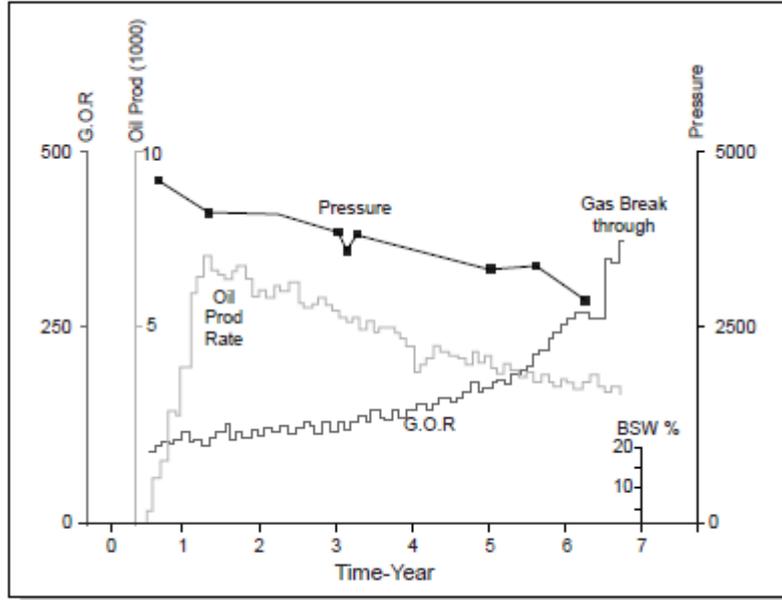
GOR :- يصعد باستمرار

معدل الانتاج :- في البداية عالي ثم يهبط تدريجيا

انتاج الماء :- غائب او مهمل

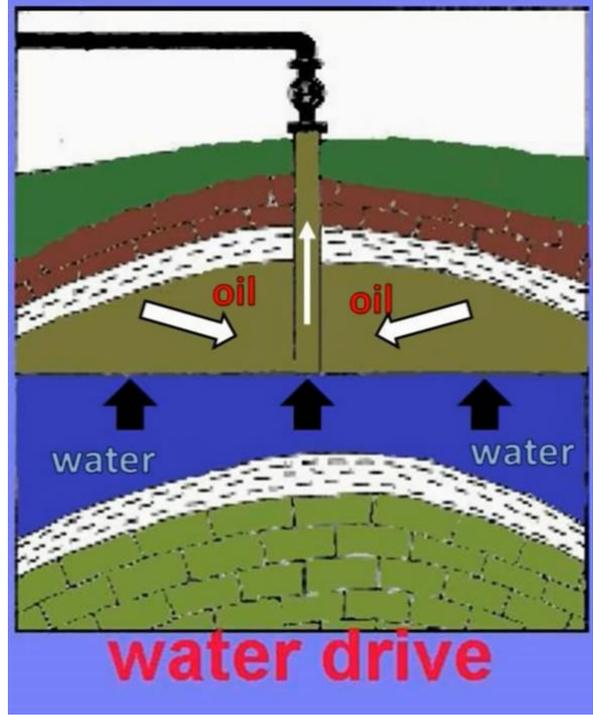
سلوك البئر :- عمره طويل اعتمادا على حجم Gas cap

Recovery factor :- 20%- 40%

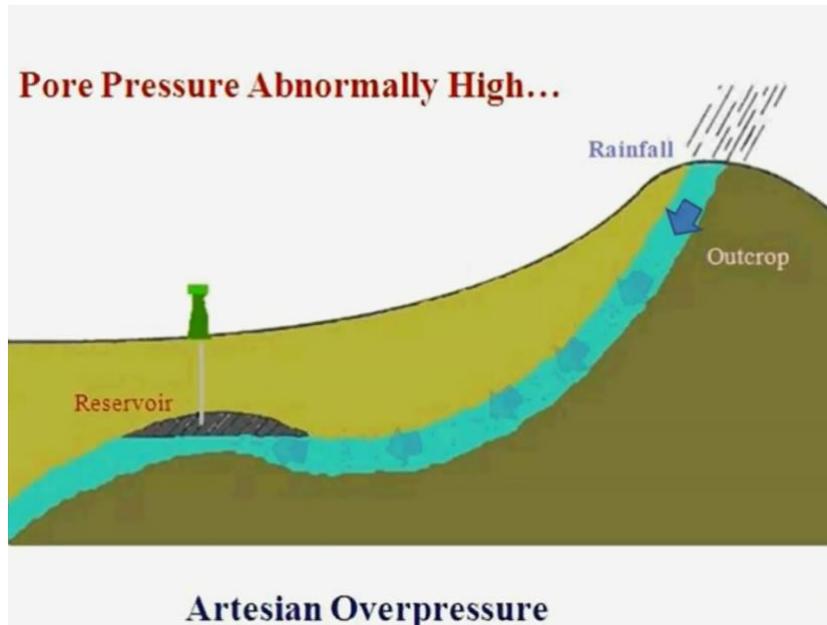


## 2- طاقة الدفع المائي (water drive mechanism)

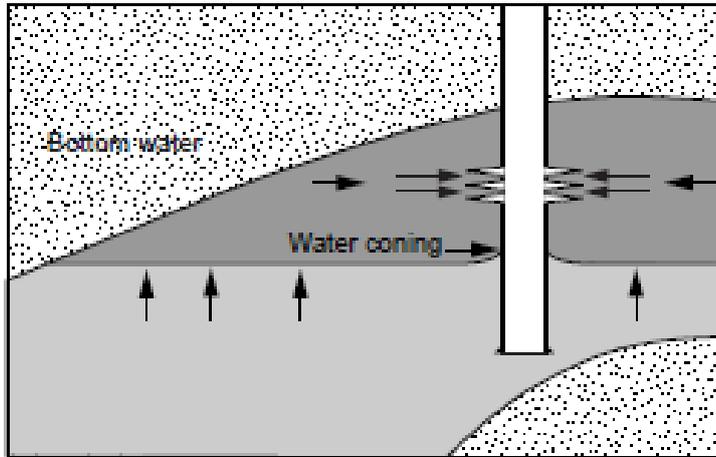
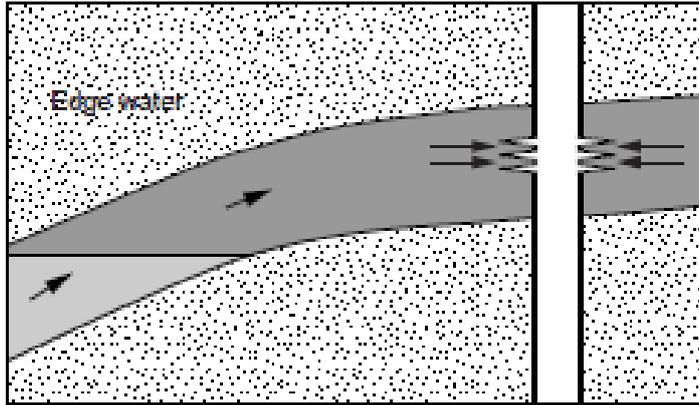
في هذا النوع تكون المنطقة الهيدروكاربونية في اتصال مع منطقتها مائية كبيرة , عند الانتاج تتمدد المنطقة المائية باتجاه المنطقة النفطية



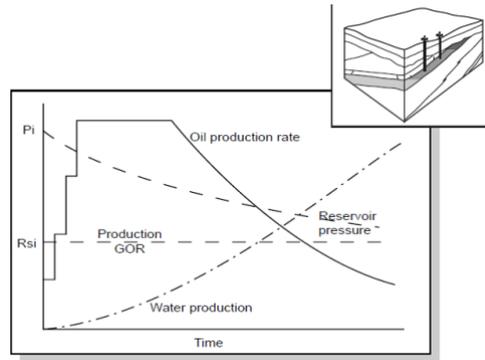
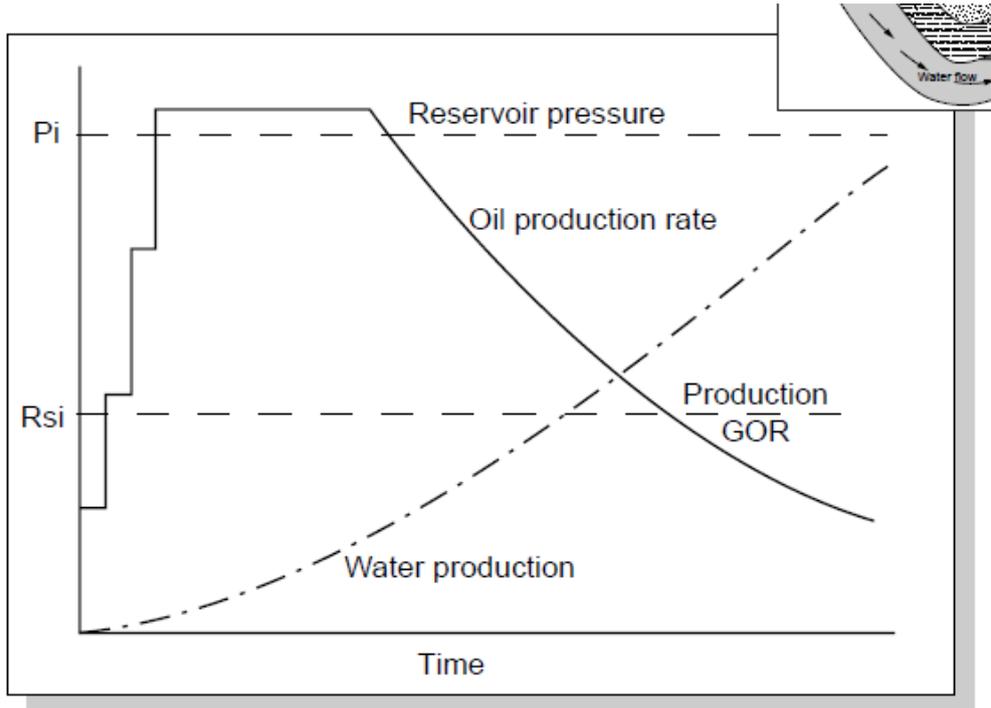
في هذه الحالة يؤخذ بنظر الاعتبار حجم المنطقة المائية وحركة المياه ,  
هناك بعض من المناطق المائية تأخذ الماء من السطح سواء أكانت مياه  
الانهار او الامطار



اما من ناحية كيفية تماسه مع المنطقة النفطية تقسم الى نوعان :- الاول  
تسمى (edge water drive) هنا المكنن في تماس مع النفط عند حافة  
المكنن . الثاني ( bottom water drive ) سمك المكنن كبير وكمية  
الماء الواقعة تحت المنطقة النفطية كثيرة



يعتمد تأثير water drive على قابلية الماء لاحتلال محل النفط المنتج  
, ويتحكم به عاملين مهمين لكي يصبح فعالة ومؤثرة وهما حجم الماء  
والنفاذية حتى يتمكن الماء من الجريان واحتلال محل النفط المنتج . اذا كان  
النفط المنتج اكبر من الماء المنحل يهبط الضغط المكنني و يحتاج الى طاقة  
دفع اخرى لجريان النفط مثل solution gas drive



إذا كان هناك ربط بين السطح والمنطقة المائية فعند أي إنتاج لا ينحدر الضغط لأن الماء السطحي يغذي المنطقة المائية ويحل محل النفط المنتج

إذا كانت نفاذية المنطقة المائية عالية جداً يهاجم الماء المنطقة النفطية وتصبح نسبة water cut عالية ولكن إذا كان كمية النفط المنتج أكبر من كمية الماء المتدفق ينحدر الضغط بسرعة أكبر ، وإذا اقترب الضغط الممكني إلى أقل من bubble point يرتفع GOR ونحس به في السطح

## ملخص اداء Water drive mechanism

- الضغط :- يهبط ببطء ويترك البئر عندما يصل water cut حوالي 50%
- GOR :- يبقى منحنى GOR ثابتة , واذا هناك اختلاف يعود الى اسناده من قبل Solution gas drive
- انتاج البئر :- يبدأ مبكرا ثم يزداد .
- سلوك البئر :- يبقى منتجا الى ان يصبح water cut فوق 60% .