

تقييم أدائية مكنن الزبير/عضو السجيل الأعلى/الوحدة المكننية Z/1A في حقل اللحييس جنوب العراق باستخدام طرائق الضغط الشعيري والنفاذية النسبية

هبة منذر شاكر الجناعي و موفق فاضل جبر الشهوان
قسم علم الأرض/ كلية العلوم- جامعة البصرة

الخلاصة

أجريت الدراسة ل(241) أنموذجا من ألباب الصخري لتكوين الزبير في حقل اللحييس للآبار (Lu2, Lu4, Lu8, Lu13, Lu14, Lu19, Lu20)، وإستحصال نتائج الفحوصات البتروفيزيائية (المسامية والنفاذية)، فضلا عن إجراء فحوصات اللباب الخاصة(الضغط الشعيري والنفاذية النسبية) ل(49) إنموذجا. قسم تكوين الزبير(عضو السجيل الأعلى) الى أربع وحدات مكننية مختلفة الإنتاجية(وحدة مكننية ذات إنتاجية جيدة جدا، وحدة مكننية ذات إنتاجية جيدة، وحدة مكننية ذات إنتاجية متوسطة، وحدة مكننية ذات إنتاجية ضعيفة) وأظهرت الدراسة تحسن المواصفات البتروفيزيائية المكننية باتجاه شمال وغرب الحقل. كما تم تقييم أدائية نظام إزاحة النفط بالماء للوحدتين المكننيتين(ذات الإنتاجية الجيدة جدا وذات الإنتاجية الجيدة) واللتان تمثلان الوحدتين المكننيتين الرئيسيتين إذ تبين ان الحاجة لزيادة عمليات الإنتاج ورفع الضغوط المكننية وتحسين الإستخلاص النفطي بحاجة الى حقن كميات كبيرة من المياه والذي سيؤدي بدوره الى حدوث الخرق المائي المبكر والتي ستعود بجدى غير إقتصادية في عمليات الإنتاج النفطي.

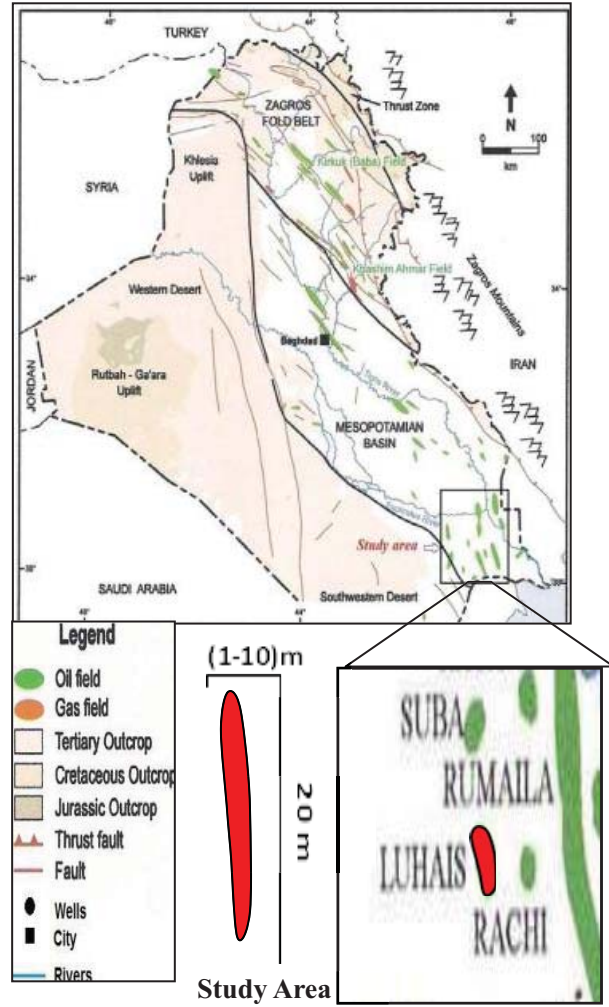
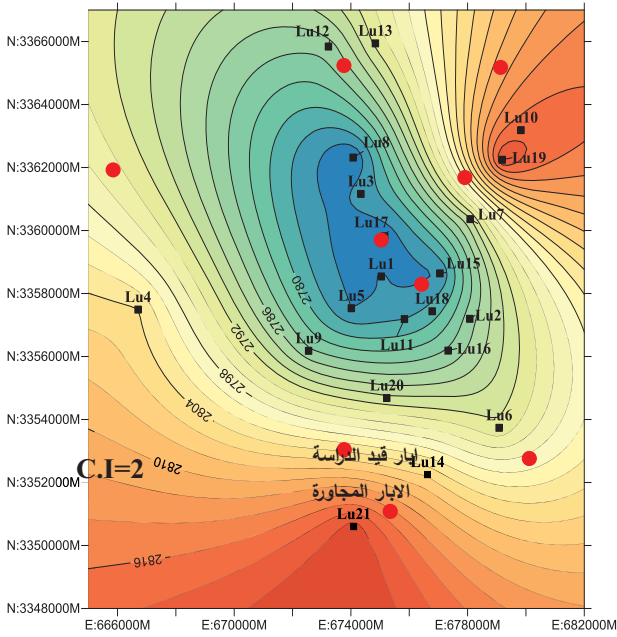
الكلمات المفتاحية: تحاليل اللباب الصخري، وحدات مكننية، نظام إزاحة النفط بالماء، حقل اللحييس النفطي، جنوب العراق.

المقدمة

تحتل صخور العصر الطباشيري(Cretaceous) موقعا مميزا ضمن العمود الطباقى في جنوب العراق، إذ تمثل تكوينات هذا العصر صخور ذات احتمالات نفطية جيدة فبعض هذه التكوينات تعد صخورا مصدرية مولدة للهيدروكربونات والبعض الآخر تمثل مكامن نفطية ذات إحتياطي نفطي عالي [1] يعد تكوين الزبير التكوين المكننى الأكثر أهمية في دورة الطباشيري الأسفل الترسيبية في العراق[3] ، ولأهمية هذا التكوين فقد أجريت العديد من الدراسات في مختلف التخصصات الجيولوجية وإكمالا للدراسات المكننية فقد ركزت الدراسة الحالية على تحاليل الضغط الشعيري(Capillary Pressure) والنفاذية النسبية(Relative Permeability) للاعماق المختارة ضمن آبار قيد الدراسة لمكنن الزبير/ عضو السجيل الأعلى /الوحدة المكننية Z/1A في حقل اللحييس بغية تقييم أدائية المكنن.

منطقة الدراسة Study Area

يقع حقل اللحييس على بعد 80 كم شمال غرب البصرة في جنوب العراق، ويمثل تركيباً بشكل أميبي غير معقد وغير متأثر بصدوع، وأن الحافات الشرقية للتركيب تمتاز بميلها الحاد نسبيا عن الحافات الغربية [20]. يبلغ طول الحقل حوالي(20 كم)، أما عرضه فيتراوح بين(5 كم) في جزئه الشمالي الى(10 كم) في أجزائه الوسطى والجنوبية [19] الشكل(1).



C.I=2

ابار قيد للدراسة
الابار للمجاورة

شكل (1) حقول النفط والغاز الرئيسية في العراق
[13] إضافة الى موقع منطقة الدراسة

شكل (2) خارطة تركيبية لقمة تكوين الزبير في حقل اللحيس

إستنادا الى تقسيمات

[7] التكتونية تقع منطقة الدراسة في الجزء الجنوبي من العراق ضمن حوض وادي الرافدين للرف التكتوني المستقر، والذي يتميز بوجود تراكيب ذات إمتدادات طولية نسبيا. يقسم الرف المستقر في العراق الى ثلاث أنطقة تكتونية كبيرة رئيسية تشمل نطاق رطبة - جزيرة في الغرب، ونطاق (السلمان و وادي الرافدين) بالشرق. ويمثل نطاق وادي الرافدين الوحدة الواقعة الى الجزء الشرقي للرف المستقر. قسم نطاق وادي الرافدين الى ثلاث أنطقة ثانوية: (نطاق الزبير، نطاق الفرات، نطاق دجلة) إذ يقع حقل اللحيس ضمن نطاق الزبير الثانوي. اختيرت سبعة آبار موزعة على طرفي وقمة تركيب حقل اللحيس وتمثلت بالآبار (Lu2, Lu4, Lu8, Lu13, Lu14, Lu19, Lu20) لتغطي الحقل بصورة شاملة، الشكل(2).

طرائق العمل Methodology**1.الضغط الشعيري Capillary Pressure**

الضغط الشعيري هو الضغط اللازم لتحريك المائع خلال العنق المسامي والإحلال محل المائع المسامي المبلل [87]. بالإمكان قياس الضغط الشعيري مختبريا بعدة طرائق وفقا ل [47]: (طريقة الغشاء المسامي Porous Diaphragm وهي عبارة عن خلية إزاحة ومن الضروري في هذه الطريقة وجود غشاء نفاذ وحجم مساماته منتظم التوزيع وبالوقت نفسه لايسمح للسائل أن يمر خلاله عندما يضغط ذلك السائل اثناء التجربة، وطريقة حقن الزئبق Mercury Injection ويعتمد جهاز قياس الضغط الشعيري للزئبق على كون الزئبق بصورة اعتيادية سائل غير مرطب، حيث تدخل عينة اللباب في حجرة الزئبق Mercury Chamber وتفرغ من الهواء ثم يضخ الزئبق الى اللبابة تحت ضغط معين، ومن حجم الزئبق المضخ في كل خطوة بالإمكان تحديد وحساب تشبع الطور غير المبلل، وهذه العملية تستمر الى ان تمتليء اللبابة بالزئبق او ان ضغط الضخ يصل قيمة قد حسبت مسبقا).

2.النفاذية النسبية Relative Permeability

أعتمدت الدراسات المكنية في حساباتها على العديد من المعطيات البتروفيزيائية ومنها النفاذية النسبية (للنفط وللماء) بإستخدام اجهزة مختبرية متخصصة لهذا الغرض. اما في الدراسة التي قدمت من قبل [8] فقد اعتمد على الاسلوب الاحصائي لبيانات تقنية الضغوط الشعيرية لايجاد النفاذيات النسبية، واستخدم الاسلوب نفسه في تحديد قيم النفاذية النسبية لآبار الدراسة الحالية. فضلا عن امكان تحديد النفاذية النسبية بطرائق مختبرية كطريقة الفيضان (الازاحة) بالماء (water flooding)، فضلا عن الطرائق الرياضية المقترحة من قبل [4] والتي تعتمد بالاساس على بيانات الضغط الشعيري بطريقتي الغشاء المسامي وحقن الزئبق.

الحسابات والنتائج Calculations & Results**أ. الضغط الشعيري Capillary Pressure**

بغية الحصول على نتائج البيانات المتعلقة بفحوصات الضغط الشعيري يتم اجراء مايلي:

1. تحويل الضغوط الشعيرية من ضغوط شعيرية بطريقة الغشاء المسامي ($\theta=0$ ، $\sigma = 72$) الى ضغوط شعيرية بطريقة حقن الزئبق ($\theta=40$ ، $\sigma = 480$):

$$PcHg = Pc \text{ brine } (\sigma \cos \theta \text{ Hg} / \sigma \cos \theta \text{ brine}) \dots (1)$$

PcHg: الضغط الشعيري للزئبق (psi)

Pc brine: الضغط الشعيري للمحلول الملحي (psi)

σ : قوة الشد السطحي (داين/سم)

θ : زاوية التماس

2. تحويل الضغوط الشعيرية من ضغوط شعيرية بالظروف المختبرية الى ضغوط شعيرية بالظروف المكنية:

$$Pcr = Pcl (\sigma \cos \theta \text{ res} / \sigma \cos \theta \text{ lab}) \dots (2)$$

Pcr: الضغط الشعيري بالظروف المكنية

Pcl: الضغط الشعيري بالظروف المختبرية

σ : قوة الشد السطحي (30 داين/سم)

θ : زاوية التماس (30°)

ب. النفاذية النسبية Relative Permeability

1. حساب النفاذية النسبية للماء من حساب المساحات الجزئية والكلية للمنحني الناتج من رسم المعيار $(1/Pc^2)$ مقابل التشبعات الزئبقية (SHg) لكل إنموذج من المعادلة ادناه وفقا ل [8].

$$K_{rw} = A_p / A_T \dots\dots\dots (3)$$

A_p: المساحة الجزئية من المنحني مقابل تشبع مائي معين.

A_T : المساحة الكلية تحت المنحني.

2. حساب النفاذية النسبية للنفط

$$K_{ro} = [1 - S_w^*]^{2+\lambda} [1 - (S_w^*)^\lambda] \dots\dots\dots (4)$$

$$S_w^* = (S_w - S_{wirr}) / (1 - S_{wirr}) \dots\dots\dots (5)$$

S_w: التشبع المائي لمدى معين.

S_{wirr}: التشبع المائي غير القابل للازاحة.

S_w*: التشبع المائي الفعال.

λ : عامل هندسة المسامات.

حيث تمثل قيمة (λ) المقلوب السالب لميل الخط المستقيم الناتج من رسم قيم (**S_w***) مقابل قيم (J-Function) المستخرجة من المعادلة (6) بمحاور ذات تقسيم لوغاريتمي – لوغاريتمي.

$$J \text{ function} = Pc / \sigma \cos \theta * \sqrt{k/\phi} \dots\dots\dots (6)$$

3. حساب الجريان النسبي Fractional Flow، حسب قيمة الجريان النسبي للنفط وللماء باستخدام معادلات [6] و [17] كالآتي:

$$F_w = 1 + \frac{1}{(K_{ro}/K_{rw})(\mu_w/\mu_o)} \dots\dots\dots (7)$$

$$F_o = 1 - F_w \dots\dots\dots (8)$$

F_w: الجريان النسبي للماء.

F_o: الجريان النسبي للنفط.

K_{ro}: النفاذية النسبية للنفط.

K_{rw}: النفاذية النسبية للماء.

μ_w : لزوجة ماء المكمن عند درجة حرارة (م).

μ_o : لزوجة نفط المكمن عند درجة حرارة (م).

حسبت دالة الجريان النسبي للماء وللنفط (Fo, Fw) للعينات ذات قيم النفاذية النسبية المحسوبة رياضيا من بيانات الضغط الشعيري وللعينات ذات قيم النفاذية النسبية المقاسة مختبريا من اجل تحديد سلوكية الجريان النسبي للماء مقابل النفط، وذلك لتقييم ادائية نظام ازاحة النفط بالماء لمكمن الزبير في حقل اللحيس بوساطة الطرق التقليدية.

4. حساب قيم النسبة الحركية (mobility ratio) حسب المعادلة (9) وذلك من اجل فهم وتفسير طبيعة جريان النفط وانتاجه من جهة وعلاقته بطبيعة وجريان الماء المحقون والماء المصاحب من جهة اخرى.

$$M = \frac{K_{rw}}{\mu_w} * \frac{\mu_o}{K_{ro}} \dots \dots \dots (9)$$

5. حساب نسبة (الماء المصاحب، النفط المستخلص) وحجم الماء المحقون

(Water Cut, Oil Recovery)Ratio and Injected Water

تُحسب نسبة الماء المصاحب ونسبة النفط المستخلص وحجم الماء المحقون من اجراء فحص النفاذية النسبية بالحالة المستقرة، حيث يكون فيها الضغط ثابتا وسرعة الجريان متغيرة والإنموج داخل خلية الجهاز في حالة تهيئة، تبدأ بعملية حقن المحلول الملحي بضغط حسب نفاذية الإنموج ويجرى في هذه العملية حساب السوائل الناتجة (نفط ماء) وكذلك الزمن مع ملاحظة نقطة الاختراق والتي تمثل اول قطرة ماء تخرج مع النفط، وبعدها يكون النفط المستخرج معه ماء اي نفط رطب وتستمر الازاحة الى أن يصبح الماء المنتج الى الحجم الكلي (99.9%) وباستخدام المعادلات الآتية حسب معادلات [6] و [17]:

$$\text{Water cut}(\%) = \text{water read} / \text{total production}(w+o) * 100 \dots \dots \dots (10)$$

$$\text{Oil Recovery}(\%) = \text{Cumulative oil produced} / \text{initial oil} * 100 \dots \dots \dots (11)$$

$$\text{Injected Water} = \frac{\text{total}(w+o)}{\text{pore volume}} - (\text{pore volume of oil} + \text{water accumulation}) \dots \dots \dots (12)$$

ج. تقييم أدائية المكمن Reservoir Performance Evaluation ، طبقا ل [8] فقد اعتمد على بيانات الضغط الشعيري لتحديد القابلية الانتاجية للصخور فضلا عن حجم ونمط توزيع الاعناق المسامية من خلال حساب معاملات مكنية مستنبطة من منحنيات الضغط الشعيري، واتبع في الدراسة الحالية الاسلوب نفسه.

1. المسامية الفعالة Effective Porosity، تمثل الحيز المسامي المشغول بالموائع المتحركة وهي بذلك تعد كدالة للتشبع بالطور غير الرطب (Melas and Friedman, 1992)، علما أنها بالإمكان أن تحسب من المعادلة الآتية:

$$\text{Øe} = \text{Ø} \times \text{SHg} / 100 \dots \dots \dots (13)$$

Øe : المسامية الفعالة.

Ø : المسامية الكلية.

SHg / 100 : نسبة التشبع بالزئبق.

2. درجة تماثل الاعناق المسامية **Pore Throat Sorting**، يمثل مقدار الفرز للأعناق المسامية (اي درجة تماثلها) داخل الإنموذج الصخري طبقا ل [11] والذي وضع حدودا لدرجة الفرز للأعناق المسامية. تستخرج قيم درجة تماثل الأعناق المسامية من عمل مرتسم شبه لوغاريتمي (للضغط الشعيري مقابل التشبع النفطي لتحديد قيم قيمة الضغط الشعيري عند نسبة تشبع نفطي 25% وقيمة الضغط الشعيري عند نسبة تشبع 75%) حسب المعادلة (14).

$$P.T.S. = \sqrt{\frac{Q3Pc}{Q1Pc}} \dots\dots\dots (14)$$

Q3 Pc: الربع الثالث للضغط الشعيري.

Q1Pc: الربع الاول للضغط الشعيري.

3. **ضغط الازاحة Displacement Pressure**، وهو الضغط الذي يبدأ عنده المانع المحقون بإحتلال المكنن وهو يعكس مدى المعدل الحجمي للأعناق المسامية السائدة، فالصخور ذات القيم العالية من ضغط الازاحة تشير الى حجم مسامي ناعم يحتاج الى ضغوط عالية للوصول الى اعلى نسبة حقن من الزئبق، في حين ان الصخور التي تمتلك قيمة واطنة من ضغط الازاحة تعكس مسامية خشنة. يتم تحديد ضغط الازاحة من مرتسم شبه لوغاريتمي للضغط الشعيري مقابل التشبع الزئبقي [8]. كما يحسب ضغط الازاحة رياضيا وفق [10] من المعادلة الآتية:

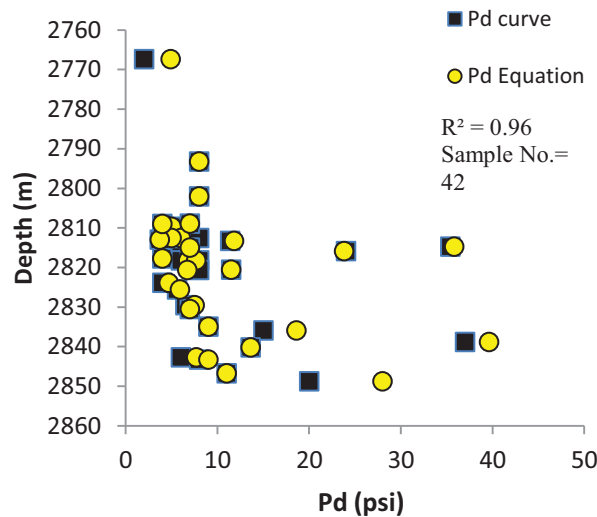
$$Pd=937.8/(Ka^{0.3406} \times \emptyset) \dots (15)$$

Pd: ضغط الازاحة psi

Ka: نفاذية الهواء md

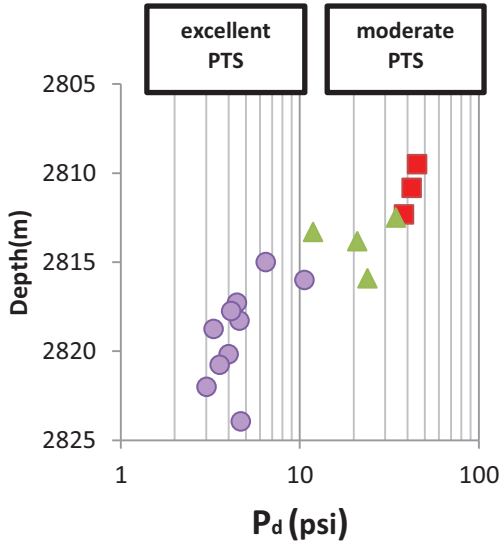
∅: المسامية(%)

أظهرت قيم ضغط الازاحة المحسوب رياضيا من المعادلة أنفة الذكر ارتباط موجب قوي (0.96) بقيم ضغط الازاحة المقروءة من منحنيات الضغط الشعيري للنماذج وبالغ عددها (42) الشكل (3).

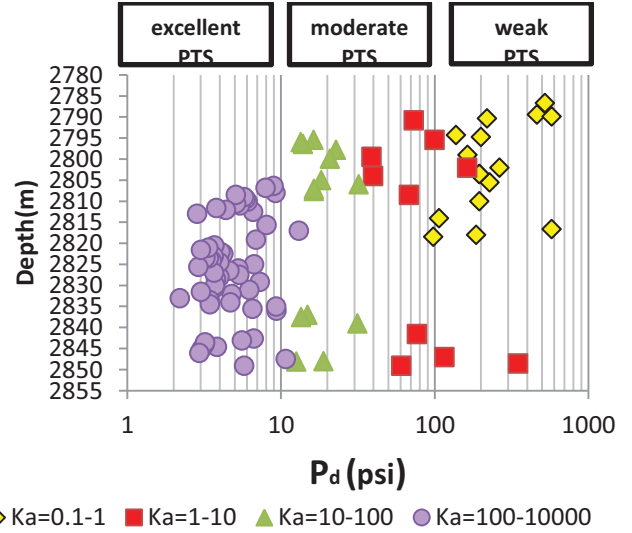


شكل (3) مقارنة ضغط الازاحة المحسوب من المعادلة الى المقروء من المنحنى

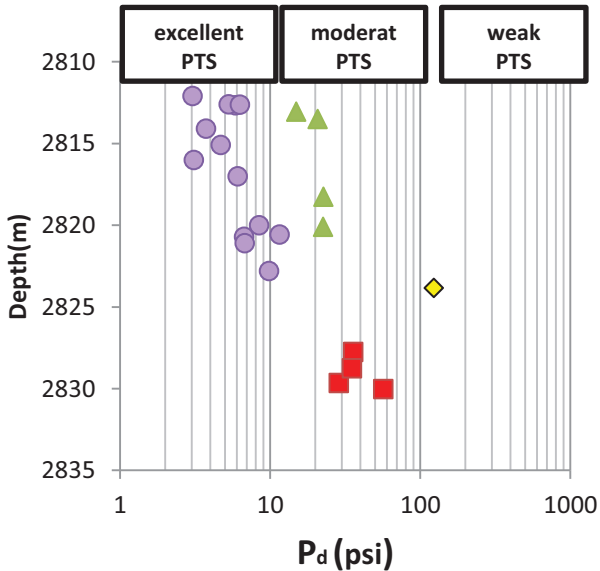
وبالاعتماد على المقارنة الانفة الذكر، جرى تعميم هذه الطريقة لإستخراج قيم P_d لكل النماذج المأخوذة على طول اللبابة لآبار الدراسة وذلك من اجل رسم صورة تخمينية لتوزيعات ضغوط الازاحة لكل بئر وذلك من خلال ربط قيم ضغوط الازاحة المحسوبة بالنفاذيات من جهة وبالاعماق من جهة اخرى، من شكل(4)الى شكل(10).



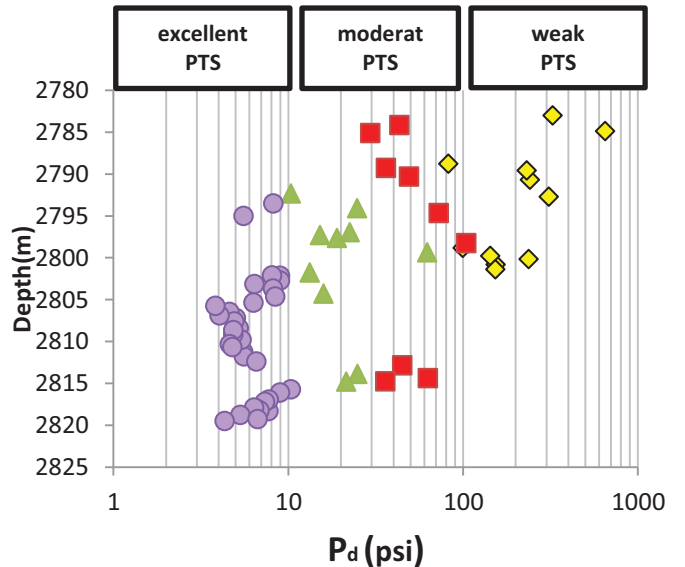
شكل(5) ضغوط الازاحة وتوزيع اعناق المسامات للبئر Lu4



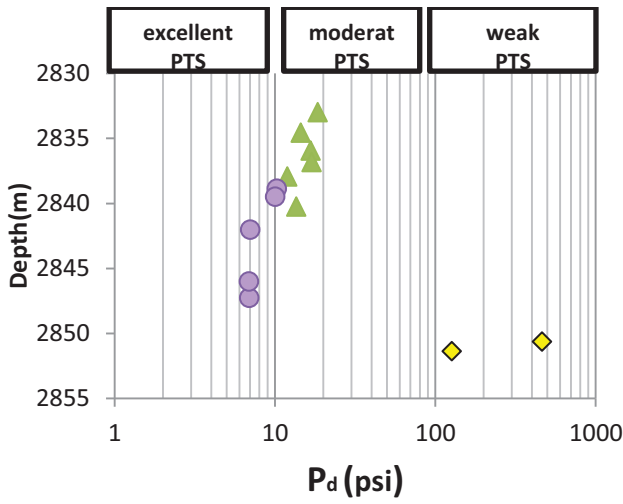
شكل(4) ضغوط الازاحة وتوزيع اعناق المسامات للبئر Lu2



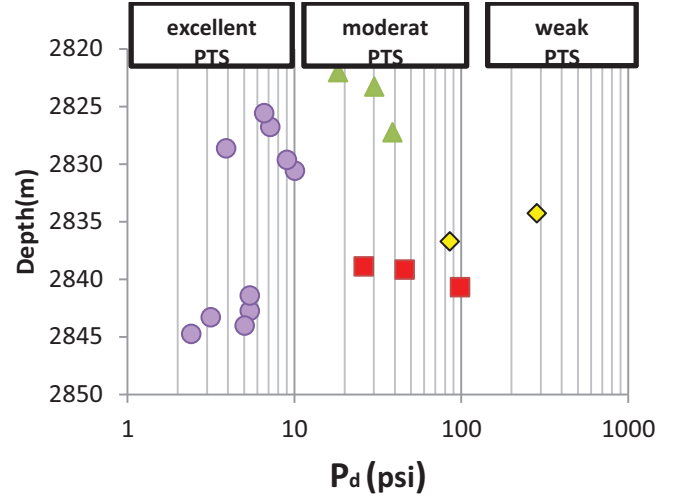
شكل(7) ضغوط الازاحة وتوزيع اعناق المسامات للبئر Lu13



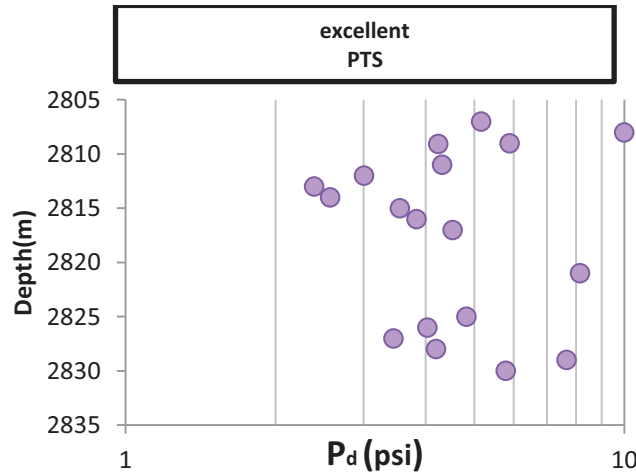
شكل(6) ضغوط الازاحة وتوزيع اعناق المسامات للبئر Lu8



شكل(9) ضغوط الازاحة وتوزيع اعناق المسامات للبنى Lu19



شكل(8) ضغوط الازاحة وتوزيع اعناق المسامات للبنى Lu14



شكل(10) ضغوط الازاحة وتوزيع اعناق المسامات للبنى Lu20

4. التشبعات المائية غير القابلة للازاحة Irreducible Water Saturation

بعد التشبع المائي غير القابل للازاحة كمية بتروفيزيائية تستخدم روتينيا لوصف نوعية الصخور الممكنية [14]، والمرافقة بصورة طبيعية لتحليل الضغط الشعيري لنظام (صخر- مائع) ويعرف أنه الحجم المسامي المملوء بالماء والذي ليس بالإمكان إزاحته خارج النظام المسامي بضغط إزاحة أثناء عمليات التصريف (drainage process) بتجارب الضغط الشعيري [9]. بين [11] أن الصخور الرملية خشنة الحبيبات لها قيم واطئة من (Swirr%) نتيجة صغر المساحة السطحية في حين الصخور الرملية الناعمة والناعمة جدا لها نسب عالية من (Swirr%) لكبر المساحة السطحية لها.

5. نصف قطر الاعناق المسامية (R-35) Pore Throat Radius

إستخدم [18] منحنيات الضغط الشعيري لتطوير علاقة تجريبية بين المسامية والنفاذية وأنصاف اقطار الاعناق المسامية، فقد قام بتحليل اكثر من (300) إنموذج مختلف التبللية وقد وجد النظام المسامي الفعال المسيطر على الجريان خلال الصخرة يقابل تشبع بالزئبق عند (35%) وعليه فإن النظام المسامي الذي له نصف قطر عنق مسامي فعال يحدث عنده الجريان يسمى ب(R-35)، بالإمكان تحديد قيمة هذا المعامل (R-35) مباشرة من منحنيات الضغط الشعيري [5]. علما أن النظام المسامي يصنف بدلالة قيم المعامل [12]:

6. الارتفاع فوق سطح تماس نפט - ماء Height Above Oil - Water Contact

طبقا ل [8] هي القيمة التراكمية المتكونة نتيجة ارتفاع العمود النفطي بشكل عمودي مستمر مع احتوائه على مستوى مائي حر عند قاعدته، إذ أن زيادة ارتفاع العمود النفطي تعكس تنعم النظام المسامي ووجود صخور مكمية غير جيدة الانتاجية وتحتاج الى ضغوط عالية لكي تصل الى حالة الاشباع، بينما نقصان ارتفاع العمود النفطي يعكس تخشن النظام المسامي ووجود صخور مكمية جيدة الانتاجية وتحتاج الى ضغوط واطنة لكي تصل الى حالة الاشباع. وبالإمكان حساب قيمة ارتفاع العمود النفطي وفعال [16] من المعادلة (16).

$$HFWL = 12.7 * Pd * \frac{(Sw - Swirr)^{11\lambda}}{(1 - Swirr)^{11\lambda}} \dots (16)$$

HFWL: ارتفاع عمود النفط فوق سطح الماء الحر (ft).

Pd: ضغط الازاحة (psi).

Sw: التشبع المائي.

Swirr: التشبع المائي غير القابل للازاحة.

λ : عامل هندسة المسامات.

7. رتبة المكنن Reservoir Grade

تمثل (R.G.) قيم نسبية لحجم الاعناق المسامية فالقيم الواطنة تعكس مسامية كبيرة لها القابلية على تشبعات نفطية عند الضغط الواطيء نسبيا، في حين القيم الكبيرة تعطي دليلا على صغر حجم الاعناق المسامية والتي تستلزم ضغوطا كبيرة للحصول على تشبع اقتصادي من النفط. يشير هذا المعامل الى نوعية المكنن وقد عبر عنه [8] بقيم عديدة.

$$RG = (\text{area under the curve} / \text{total area}) * 100 \dots \dots \dots (17)$$

تفسير النتائج والمناقشة**أولاً: الوحدات المكمنية Reservoir Units****1. وحدة مكمنية ذات إنتاجية جيدة جدا**

تتميز هذه الوحدة بصخور رملية نظيفة ودرجة فرز جيدة الى ممتازة، تمتلك مسامية خشنة جدا الى خشنة ونفاذية اكثر من (500) ملي دارسي، مساميتها الفعالة حوالي (12-22) % وقيم تشبع مائي غير قابل للازاحة بمعدل (12)% مما يدل على انها ذات تشبع نفطي عالي. معظم الاعناق المسامية هي ممتازة الى متوسطة التناسق وتتميز صخور هذه الوحدة كذلك بدرجة مكمنية ممتازة وضغط الازاحة واطيء (10-1) psi.

2. وحدة مكمنية ذات إنتاجية جيدة

تتميز هذه الوحدة بصخور رملية شبه نظيفة ودرجة فرز جيدة، مساميتها الفعالة حوالي (8-23) % وقيم تشبع مائي غير قابل للازاحة بمعدل (26)% مما يدل انها ذات تشبع نفطي عالي، ومعظم صخور هذه الوحدة تمتلك مسامية خشنة ونفاذية حوالي (500-50) ملي دارسي، الاعناق المسامية ممتازة الى متوسطة التناسق. تتميز صخور هذه الوحدة بدرجة مكمنية جيدة-جيدة جدا وضغط الازاحة حوالي (10-30) psi،

3. وحدة مكمنية ذات إنتاجية متوسطة

تتميز صخور هذه الوحدة بدرجة فرز متوسطة، تشير نتائج الفحوصات البتروفيزيائية الى ان صخور هذه الوحدة ذات مسامية متوسطة ونفاذية تراوحت حوالي بين (10-50) ملي دارسي، وقيمة التشبع المائي غير القابل للازاحة بحدود (50) %، مسامية فعالة متوسطة بمعدل (16)% . تناسق اعناق مسامية متوسطة الى جيدة ورتبة مكمنية جيدة، معظم الاعناق المسامية متوسطة الى ناعمة وضغط ازاحة بحدود (30-100) psi.

4. وحدة مكمنية ذات إنتاجية ضعيفة

تتمتع هذه الصخور بنسيج متوسط الى ناعم ودرجة فرز متوسط الى رديء وتتصف بمسامية ضعيفة الى متوسطة ونفاذية اقل من (10) ملي دارسي، مسامية فعالة بمعدل (3)% . وتشير المعاملات المكمنية بوصفها صخور تمتلك درجة تناسق اعناق مسامية متوسطة الى رديئة ودرجة مكمنية متوسطة الى رديئة وتشبع مائي غير قابل للازاحة تقريبا (80) % والقيم العالية من ضغط الازاحة (اكبر من 100) psi التي تعكس نظام مسامي ناعم جدا. مجمل هذه المواصفات تجعل منها صخور غير قادرة على انتاج النفط لامتلاكها منطقة انتقالية كبيرة ومن ثم سيكون الانتاج أغلبه الماء.

ثانياً: توزيع الوحدات المكمنية ضمن آبار الدراسة

تباينت توزيعات هذه الوحدات ضمن ابار الدراسة (Lu2, LU4, Lu8, Lu13, Lu14, Lu19, Lu20) امتازت الوحدة المكمنية ذات الانتاجية الجيدة جدا بالسيادة ، تليها الوحدة المكمنية ذات الانتاجية الجيدة، ثم الوحدة المكمنية ذات الانتاجية الضعيفة والتي تمثل الطفل الصفائحي (shale) فالوحدة المكمنية ذات الانتاجية المتوسطة. يظهر التداخل الكبير للوحدات المكمنية الاربع ضمن ابار الدراسة الحالية والتي تظهر بشكل مستمر حيناً وتتقطع بشكل متباين حيناً اخر، إذ ان البئر Lu20 يمثل منطقة نفطية ذات مواصفات جيدة جدا مستمرة الامتداد إذ لا يوجد سطح تماس (نقط- ماء)، وتوجد طبقة سجيل تحت الطبقة النفطية مباشرة و عليه فان سطح تماس (نقط- ماء) سجل عند عمق (2830) م فضلا عن ان العمق (2820) يمثل بداية تواجد النفط الخام مع الماء ويستمر الى اسفل البئر، اما في البئر

Lu19 فيلاحظ تواجد للمنطقة النفطية ذات المواصفات (جيدة جدا-جيدة) والمنتبهة بصخور رديئة المواصفات المكمنية والتي من المحتمل ان تكون امتداد لطبقة السجيل المتواجدة اسفل المنطقة النفطية في بئر Lu20. ويظهر التباين العمودي بشكل واضح في البئر Lu14، إذ يظهر تواجد للصخور الممثلة للسجيل في منتصف الوحدة المكمنية Z/1A والذي يقسم الوحدة المكمنية الى نطاقين نفطيين(علوي، سفلي)، بينما المنطقة النفطية ذات المواصفات الجيدة جدا والجيدة في بئر Lu13 فهي متمثلة بالجزء العلوي والاطوسط من البئر، ويلاحظ في البئر Lu8 تواجد نطاقين للمنطقة النفطية ذات المواصفات (جيدة جدا-جيدة) والمتمثلة بالجزئين الاوسط والاسفل من الوحدة المكمنية Z/1A وامتداد لنطاق متداخل من الصخور مختلفة المواصفات في جزئه العلوي والتي يبرز فيها تواجد واضح للطبقات السجيلية وهو نمط التوزيع نفسه تقريبا في البئر Lu2 عدا ان البئر انف الذكر يتميز بامتداد اكبر للنطاق النفطي. يمثل البئر Lu4 امتداد للجزء السفلي لبئر Lu2 وهذا يأتي من التشابه الكبير لصخور بئر Lu4 وصخور الجزء السفلي لبئر Lu2.

ثالثا: تقييم ادائية نظام ازاحة النفط بالماء

Performance Evaluation of Oil Displacement by Water System

استخدمت النتائج النهائية المستحصلة من تقنيات النفاذية النسبية للنفط وللماء (Kro,Krw)، ومعدل التشبع المائي (Sav.)، الجريان النسبي للماء (Fw)، ونسبة الاستخلاص النفطي (Oil Recovery%)، والنسبة المرحلية للماء المصاحب للنفط (Water Cut%)، والتشبع المائي عند نقطة الاختراق (Water Break Through)، وتشبع النفط المتخلف (Sor)، ثم تفسير العلاقة بين التشبع المائي (Sw %) مقابل نسبة النفاذية النسبية للنفط الى النفاذية النسبية للماء (Kro/Krw)، وفق النمط الآتي (ادائية الصخور للانتاج النفطي مقابل حجم مسامي ماء محقون متراكم، والجريان النسبي للنفط وللماء، وسلوكية النفاذيات النسبية للنفط وللماء)، والتي أظهرت حدوث خرق مائي مبكر مع وجوب حقن كميات كبيرة من المياه وهذا بدوره يعد غير مجدي إقتصاديا.

الاستنتاجات Conclusions

اعتمادا على قيم التحليلات البتروفيزيائية والفحوصات المختبرية تم تحديد اربع وحدات مكمنية متداخلة خاصة عند البئر Lu2, Lu8 في الجزء العلوي للوحدة المكمنية Z/1A. تحسن المواصفات البتروفيزيائية المكمنية باتجاه شمال وغرب الحقل. الجدوى غير الاقتصادية بالاستمرار في استخدام اساليب التقنية التقليدية في حقن الماء لكثرة سلبياتها وخاصة الخرق المائي المبكر عند ادنى حجم مسامي ماء محقون. الاستمرار في ازاحة النفط بهذه التقنية لاجل الحصول على (60%) استخلاص نفطي متراكم، يتوجب حقن اكثر من (26 vpi) حجم مسامي ماء محقون متراكم والذي يمثل حقليا حقن كميات هائلة جدا من مياه الحقن والتي تسبب تضرر اضافي كبير للمكمن، مع نفط متخلف غير قابل للازاحة بمعدل (34%). الازاحة غير المستقرة المتكررة الحدوث والتي يمكن ملاحظتها من خلال معيار الازاحة المهم (حركية الموائع) نجد انه ذو قيمة نسبية عالية جدا ($M > 7$) وهي خارج القيمة المطلوبه ($M < 1$) وهذا يترافق مع قيم واطئة لنسبة ($Kro/Krw < 0.3$) والتي من المفترض ان تكون ($Kro/Krw > 1$). السلوكية السلبية للوحدات المكمنية المتصفة بمواصفات مكمنية عالية دلالة على عدم موائمة هذه التقنية للانتاج النفطي للوحدة المكمنية Z/1A.

المصادر

1. Al-Gailani, M.B. Hydrocarbon potential of Iraq, Sedimentary petrology p. 1-24. (1991).
2. Ali, J. A. and Nasser, M. E Facies Analysis of the lower cretaceous oil-Bearing Zubair formation in southern Iraq: Modern Geology, Vol. 13, pp.225-242. (1989).
3. Al-Sayab, A. (1989). Geology of petroleum, 472 pp. (University of Baghdad press,Baghdad).
4. Amyx, J.W. Bass, D.M. Jr. and Whiting, K.L. Petroleum Reservoir Engineering, McGraw Hill Book Co. New York. (1960).
5. Beaumont, E. A., Foster, N. H. Exploring for Oil and Gas Traps Treatise of Petroleum Geology, Handbook of Petroleum Geology Series, Chapter 5 and 9. (1995).
6. Buckley, S.E. and Leverett, M.C. Mechanism of Fluid Displacement in Sands. Trans. AIME(146), PP.107-116. (1942).
7. Jassim, S.Z. and Goff, J.C. Geology of Iraq, Czech Republic, 341 pp. (2006).
8. Jennings, J.B. Capillary Pressure Techniques: Application to Exploration and Development Geology, AAPG Bulletin, vol. 71, no. 10, pp: 1196-1209. (1987).
9. Marshall, D., Gardner, J.S., Mardon, D., and Coates, G.R., Method for Correlating NMR Relaxometry and Mercury Injection Data. Society of Core Analysts International.(1995). Symposium, San Francisco, California, 7-10 September.
10. Joseph M. Hawkins, Donald L. Luffel and Thomas G. Harris. Capillary Pressure Model Predicts Distance to Gas/Water, Oil/Water Contact, Oil and Gas Journal, Jan 18, pp39-43. (1993).
11. Melas, F.F. and Friedman, G.M., Petrophysical Characteristics of The Jurassic Sackover formation, Jay. Field, Conecuh Embayment, Alabama and Florida: AAPG.Bull., Vol.55, pp.514-522. (1992).
12. Pittman, E.D. Relationship of Porosity and Permeability to Various Parameters Derived From Mercury Injection Capillary Pressure Curves for Sandstones, AAPG Bulletin, VOL. 76, no. 2. (1992).
13. Pitman, J.K.; Steinshouer, D. and Lewan, M.D. Petroleum generation and migration in the Mesopotamian Basin and Zagros fold belt of Iraq result from a basin-modeling study, vol. 9 No. 4, Gulf Petro Link Bahrain p. 41-72. (2004).
14. Timur, A. An Investigation of Permeability, Porosity, and Residual Water Saturation Relationships for Sandstone Reservoir, the Log Analyst, 9(4): 8-17. (1968).
15. Thomas G. Harris. . Capillary Pressure Model Predicts Distance to Gas/Water, Oil/Water

Contact, Oil and Gas Journal, Jan 18, pp39-43. (1993).

16.Udegbunam, E. and Amaefule J.O. An Improved Technigue for Modeling Initial Reservoir Hydrocarbo Saturation Distrebutions, Application in Illinois (USA) Aux V oil reservoir JPT 21. (1998).

17.Welge, H.J. A Simplified Method for Computing Oil Recovery by Gas or Water Drive. Trans.AIMT. 195:98. (1952).

18.Winland, H.D.Evaluation of gas slippage and pore aperture size in carbonate and sandstone reservoirs: Amoco Production Company Report F76-G-5, 25. (1976).

19. حسين، هناء (1984). تفاسير مجسات ابار حقل اللحيس (تكوين نهر عمر والزبير).

20. دراسة جيولوجية لحقل اللحيس (1988) ، شركة الاستكشافات النفطية.