

يعني أنه لا توجد هييدرو كربونات متحركة نتيجة لتأثير الغزو أو أن الطيقة لا تجري على هييدرو كربونات . أما إذا كانت النسبة S_w / S_{xo} أقل أو تساوي 0,7 فهذا يشير إلى وجود هييدرو كربونات متحركة . وتفيد أيضاً النسبة S_w / S_{xo} مع قيم المسامية والتثبيط في تقويم المخزون الطبيعي .

ولتعيين S_w من المعادلة (٢٦-٥) يجب معرفة S_{xo} . وبالنسبة لتأثير غزو متوسط أو نسبة متوسطة للتثبيط بالمواد الهيدرو كربونية المتبقية ، فإن علاقة تجريبية بين S_{xo} و S_w قد وجدت مقيدة $S_w^{1/5} = S_{xo}^{3/5}$. وبتعويض هذه القيمة في المعادلة (٢٦-٥) نحصل على :

$$S_w = \left(\frac{R_{xo} / R_t}{R_{mf} / R_w} \right)^{5/8} \quad ٢٧-٥$$

ويمكن إيجاد حلًّا بيانيًّا للمعادلة (٢٧-٥) من أجل قيم مختلفة لنسب التثبيط في المواد النفطية المتبقية (راجع القسم العملي) . نذكر أن العلاقة الأخيرة هي تجريبية حصرًا ويمكن أن تختلف عن الحالة الواقعية .

بـ طريقة المنطقة المغروبة لتعيين التثبيط : Invaded Zone Method

تهدف طريقة المنطقة المغروبة لتعيين التثبيط بالماء عندما لا توجد معلومات عن المسامية أو عامل التشكيلة ، وفي حالة توفر قياسات للمقاومة الكهربائية التقليدية أو مجموعة قياسات (تجريبي مع R_i) أو آية تسجيلات مقاومة أخرى قديمة . ولتطبيق هذه الطريقة يجب أن تكون R_i / R_m أقل من 10 .

نكتب معادلة أرضي للمنطقة المغروبة على النحو التالي :

$$S_i^2 = F R_z / R_t \quad ٢٨-٥$$

حيث R_z مقاومة السائل في المنطقة المغروبة . ويكون هذا السائل عبارة عن مزيج من راسح سائل الحفر والمياه الطبيعية . تقترح العديد من الدراسات أن S_i و S_w ترتبط فيما بينها

بالعلاقة :

$$S_i = S_w^{1/2} \quad ٢٩-٥$$

ومن العلائقين السابقتين نحصل على :

$$S_w = \frac{R_i / R_t}{R_z / R_w} \quad ٣٠-٥$$

ويتم تعين R_z من عياد مقاومية ضحل مثل LL أو R_{16} أو SFL وذلك بعد إبعاد تأثير حفرة البتر. أما R_z فتعطى بالعلاقة :

$$\frac{1}{R_z} = \frac{Z}{R_w} + \frac{(1-Z)}{R_{mf}} \quad ٣١-٥$$

حيث Z هو النسبة الحجمية للمياه الطبقية الموجودة في المنطقة المفروزة ، $(1-Z)$ النسبة الحجمية لراشح سائل الحفر في المنطقة المفروزة . وفي التطبيق العملي يتم إيجاد حل بسياني للمعادلة (٣١-٥) - القسم العملي .

ج - ميزان المسامية لتدقيق الغزو Porosity Balance

يمكن استخدام ميزان المسامية لتدقيق الغزو وحدود تأثيراته على طائق نسب مقاومية لتعيين التشبع . يتطلب ذلك معرفة قيمة المسامية من القياسات المخبرية أو الدراسات المترنمية ... الخ . وتسمح معرفة قيمة المسامية بدقة ، من تدقيق تطبيقات الطريقة النسبية وصحة تعين قيمة S_w الحصول عليها . وإذا تبين أن نتائج الطريقة النسبية خاطئة فإن ميزان المسامية سوف يشير إلى كيف يمكن تصحيح الخطأ .

تستند الطريقة على مقارنة قيمة المسامية الحقيقة (ϕ_i) مع قيمة المسامية المحسوبة (ϕ_e) التي تحصل عليها من تعين S_{wc} (قيمة S_{wc} وفق الطريقة النسبية) وذلك وفق العلاقة :

$$F_e = S_{wc}^2 (R_i / R_w) \quad ٣٢-٥$$

يتم الحصول على (ϕ_e) من F_e باستخدام علاقة تقريرية مناسبة $(\phi_e = F_e - F)$.

- فإذا كان : $\phi_i = \phi_e$ فإن حلول الطريقة النسبية صحيحة و $S_{wc} = S_w$.

- فإذا كان : $\phi_i > \phi_e$ عندها تكون F_e منخفض للغاية و S_{wc} قليلة للغاية ، وأن النسبة R_{xo} / R_i أو R_i / R_{xo} منخفضة للغاية ، ويحتمل أن يكون السبب أن الغزو إما عميق أكثر أو سطحي أكثر بحيث يمكن إغفال أحد قياسي المقاومية .

- وإذا كان : $\phi_i < \phi_e$ تكون S_{wc} كبيرة للغاية ، ويحصل ذلك عندما R_{xo} / R_i أو R_i / R_{xo} عالية للغاية ، كما يمكن أن يحدث في حالة الطرق المائي .

د - طائق نسب المقاومية الأخرى لتعيين التشبع Other Ratio Methods

يسمح الاستخدام المباشر لقياسات المقاومية المسجلة (مصححة من تأثير حفرة البتر

وسماكة الطبقة) بدلًا عن R_{x_0} و R_i ، بتعيين نسبة التشبع بالماء للطبقات المدروسة . وتقدم لوحات بيانية ملائمة حسب الأجهزة المستخدمة في القوايس ، قيم جيدة لتعيين التشبع في حالة أن الغزو محدود ومناسب . أما في حالة غزو عميق أو ضحل فإن قيمة التشبع تكون أقل أو أكبر قليلاً على التوالي (القسم العملي) .

إن عدم التأكيد من قطر الغزو يؤدي إلى نتائج غير دقيقة لتعيين التشبع بالماء . ولهذا فإن تصحيح الطرائق النسبية من تأثير الغزو يتطلب استخدام ثلاث قيم لقياسات المقارمية مختلفة في أعماق السير ، حيث يتم إدخالها في اللوحات المناسبة من أجل الحصول على R_i / R_{x_0} التي تستخدم في لوحات تعيين التشبع بالماء (القسم العملي) .

وعلى العموم ، فإن لوحات تصحيح الغزو قد فرضت مقطعاً معيناً للغزو . فإذا كان المقطع للغزو انتقالياً أو يوجد طرق مائي ، فإن قيم R_i / R_{ID} أو R_{x_0} / R_i الحصول عليها من اللوحات تكون غير دقيقة (خطاطنة) ، ولهذا نستخدم طريقة ميزان المسامية لتعيين أو تصحيح الأخطاء ، وهذا ما يتطلب معلومة مستقلة لقياس المسامية (يفضل قياس مباشر) . وننظر أصعوبة تحقيق ذلك في كثير من الأحيان ، فإن طريقة تشبع الماء النسبية (S_{wR}) العلاقة (٢٧-٥) تقارن مع علاقة أرشي التي تعين التشبع S_{wA} (٩-٥) فإذا كانت S_{wA} و S_{wR} متساوية فإن أثر آخر مقطع الغزو يكون صحيحاً ، وجميع القيم الحصول عليها $(R_{x_0} / R_i, R_i / R_{ID}, d_i, S_w)$ تعتبر حيدة .

وإذا كان $S_{wR} > S_{wA}$ فإنما أن يكون الغزو ضحلاً جداً أو أن مقطع الغزو من النوع الانتقالى . وفي هذه الحالات تعتبر S_{wA} أفضل لتعيين S_w .

وإذا كان $S_{wR} < S_{wA}$ فإن هذا يشير إلى مقطع الغزو من نوع الطريق المائي . في هذه الحالة ، فإن دقة أكبر لتعيين قيمة التشبع يمكن تقديرها باستخدام العلاقة :

$$S_w = S_{wA} \left(\frac{S_{wA}}{S_{wR}} \right)^{1/4}$$

٣٣-٥

وفي التطبيق العملي يتم استخدام لوحة بيانية تثلج حللاً للمعادلة السابقة .

- تعيين التشبع بطريقة عرض قيام R_{x_0} مع قيام R_i Overlay R_i :

تسمح تسجيلات قياسات المقارمية المسجلة على مقاييس لوغاريثمي بإمكانية قراءة نسب التشبع ، وذلك عن طريق عرض تسجيل أحد قياسات المقارمية العميقة فوق أحد

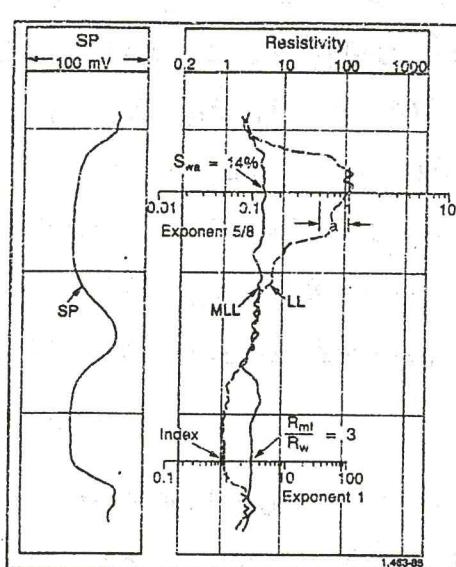
قياسات المقاومية الدقيقة ، وتطبيق طريقة النسبية للمقاومية مباشرة على التسجيلات . يتم ذلك ، بإجراء بسيط يعتمد على الفصل (Separation) بين المنحنيات ، وقياس هذا الفصل بقياس الشريط الشفاف المدرج لوغاريتميًا ، حيث يعين قيمة S_{ws} مباشرة . تعتمد تقنية هذه الطريقة على ما يلي :

إذا تم اختصار المعادلة (٢٧-٥) في حالة أن $R_{mf} \approx R_w$ فيكون لدينا :

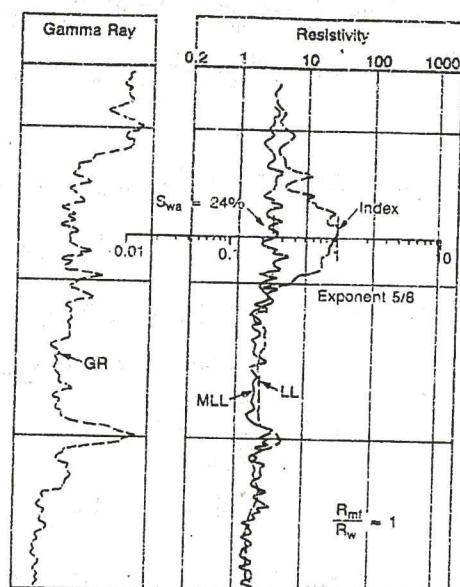
$$S_w \approx (R_{xo} / R_i)^{5/8} \quad ٣٤-٥$$

ويتم الحصول على S_{ws} باستخدام مقياس لوغاريتمي شفاف يتوافق مع قيمة الأس $5/8$ الذي يشير إلى أن طول عقد لوغاريتمي للتسجيلات يساوي $5/8$ من طول عقد لوغاريتمي لقياس الشريط الشفاف المدرج لوغاريتميًا .

يوضح الشكل (٢١-٥) طريقة تعين قيمة S_{ws} في حالة أن $R_{mf} \approx R_w$. يتم وضع خط دليل الوحدة (١) لقياس الشفاف على منحني المقاومية العميق ، ثم تقرأ قيمة S_{ws} مباشرة من على المقياس الشفاف عند نقطة التقاطع مع منحني المقاومية الضحل . في هذا المثال نجد أن قيمة $S_{ws} = 24\%$.



شكل ٢١-٥: تعين S_{ws} بطريقة عرض منحنيات المقاومية في حالة ($R_{mf} \neq R_w \neq 1$) .



شكل ٢١-٥: تعين S_{ws} بطريقة عرض منحنيات المقاومية في حالة ($R_{mf} = R_w = 1$) .

أما الشكل (٢٢-٥) فيوضح طريقة تعين التشعب في حالة أن $R_{mf} \neq R_w$ (عادة $R_w < R_{mf}$) . يتضمن تعين S_w خطوة أو مرحلة إضافية وذلك بإزاحة منحني المقاومة العميق حتى يتم التطابق مع منحني المقاومة الدقيقة وذلك مقابل مجال مائي معروف . بعدها يتم تطبيق دليل الوحدة (١) للمقياس الشفاف ذو الأس ٥/٨ على منحني المقاومة العميق وتقرأ قيمة S_w من عند تقاطع المقياس مع منحني المقاومة الضحل أو الدقيقة .

هـ - طريقة النظرة السريعة لمنحني العلاقة : (QuickLook R_{xo} / R_i) R_{xo} / R_i

يمكن استخدام العلاقة R_{xo} / R_i من أجل تمييز الطبقات الحاملة للهيدروكرbones و من أجل الإشارة إلى حرکة الهيدروكرbones (القابلة للانساج) .

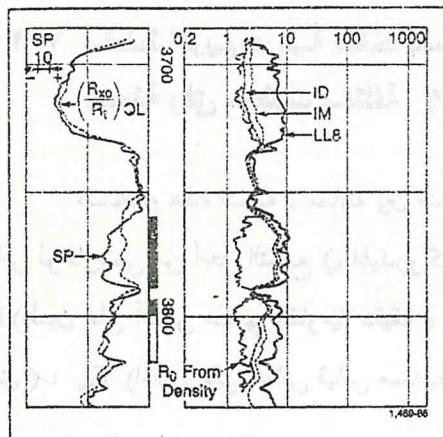
تسمى هذه التقنية بطريقة

النظرة السريعة لمنحني العلاقة R_{xo} / R_i التي تحسب من مقارنة قياسات المقاومة الضحلية والعميقة ، أو من تفسير ثلاث قياسات للمقاومة بأعمق سر مختلفة ، وبعدها يرسم منحني النسبة R_{xo} / R_i ويعرض مقابل منحني sp .

يزودنا الفصل بين منحني النسبة R_{xo} / R_i ومنحني sp بإمكانية تحديد سريعة المواقع (الحالات) المتوجه للنفط شكل (٢٣-٥) .

شكل ٢٣-٥ : منحني (R_{xo} / R_i) المستخدم للمقارنة مع sp من أجل تمييز الطبقات الحاملة للهيدروكرbones القبلة للحركة.

إذا كانت منحنيات sp والـ R_{xo} / R_i متطابقة أمام نظر ، فإن هذا المجال يتحمل أن يتتج ماء . وإذا كانت قراءات منحني R_{xo} / R_i منخفضة بصورة معتبرة (على سبيل المثال نحو اليمين) وأقل من sp فالمجال يجب أن يتتج هيدروكرbones . تعتمد تقنية تمييز الهيدروكرbones بهذه الطريقة على العلاقة النسبية بين التشعب للمنطقة الحقيقية



والتثبيت بالمنطقة المغسولة والتي يمكن كتابتها على النحو التالي :

$$S_w / S_{xo} = \left(\frac{R_{xo} / R_i}{(R_{mf} / R_w)_{sp}} \right)^{1/2} \quad ٣٥-٥$$

تطبق هذه التقنية في شروط الحفر لسائل حفر عذب (R_i / R_{xo}) وفي الطبقات أو المنطاقات التي يكون فيها الغزو واقعاً ضمن الحدود التي تسمح بتعيين حيد لـ (R_i / R_{xo}). يمكن تقدير التثبيت بالماء ونسبة التثبيت في حالة الطبقات النظرية بعمل مقارنة بين منحنيات الـ R_{xo} / R_i والـ R_{xo} / R_{mf} (المعادلات ٢٧-٥ ، ٣٥-٥).

٤-٣-٥ مخطط تقويم هركية النفط باستخدام طريقة عرض قيم عامل التشكيلية المعينة وهي معنونات مختلفة : F-MOP - Movable Oil Plot

تستخدم هذه التقنية ، مقابلة بين منحنى للمسامية ومنحنيات مقاومة مسجلة على مقاييس لوغاريتمي من أجل التثبيت في الهيدروكربونات وحركتها . إن المنحنيات المسجلة هي (F_{xo} المعين على أساس منحنى مقاومة دقيقة) ، F_{deep} (المعين على أساس منحنى مقاومة عميق) ، F_{sv} (المعين على أساس قياس مسامية - عادة صوتية) حيث إن :

$$F_{deep} = \frac{R_{deep}}{R_w} \approx F.S_w^2 \quad ٣٦-٥$$

$$F_{xo} = \frac{R_{xo}}{R_{mf}} \approx F.S_{xo}^2 \quad ٣٧-٥$$

$$F_{sv} = \frac{a}{\phi^m} \quad ٣٨-٥$$

يتم تسجيل أو رسم المنحنيات المذكورة على مقاييس لوغاريتمي الشكل (٢٤-٥). يمكن إيجاد منحنى عامل التشكيلية الظاهري F_{deep} و F_{xo} بإزاحة منحنيات مقاومة العمقة أو الدقيقة بمقدار يساوي لوغاريثم R_w أو لوغاريثم R_{mf} أي منها يكون أقرب .

ولتقدير حركة الميدروكربرنات فإن قيمة S_{x_0} تقارن مع S_w . ونجد قيمة S_w

كما هو موضح في الشكل (٢٤-٥)

وذلك بتطبيق مقاييس الشريط الشفاف

اللوغاريتمي ذي الأس ٠,٥ على الفصل

بين المنحنيين F_{sv} و F_{deep} بينما يتم

إيجاد قيمة S_{x_0} بنفس الطريقة ولكن

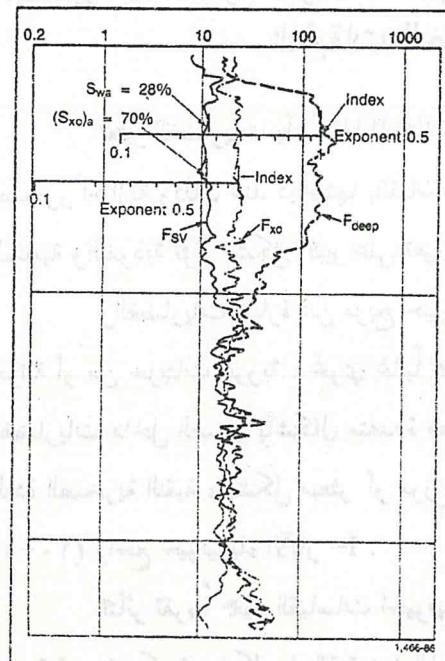
بتطبيق الشريط بين منحني F_{sv} و F_{xo} .

وفي كل حالة ، يتم تطبيق دليل الوحدة

(١) للشريط الشفاف على منحني

S_{x_0} أو F_{xo} ويقرأ قيمة S_w أو

على منحني F_{sv} .



شكل ٢٤-٥ : عرض لمدحنيات عامل التشكيل المعين وفق قياسات المقلومية العميقه والدقائقه وفق قياس مساميه .

الفصل الرابع

التفسيرات الكمية للقياسات الجيوفيزيكية البترية المسجلة مقابل الطبقات الخازنة الفضارية

تعتبر الفضاريات بأشكالها المختلفة من أكثر المركبات الشائعة وذات الأهمية في الصخور الخازنة وذلك عند دراستها بالقياسات الجيوفيزيكية البترية ، فبالإضافة لتأثيرها على المسامية والتنفسية تؤثر بشكل كبير على تعين نسبة التشبع بالسوائل .

والفضاريات عبارة عن مزيج حبيبي ناعم ، لدن ، رخو مكون من الطين بأحجام حزئية أو من حزبيات غروريه ، تحوي غالباً على نسبة عالية من الفلرات الفضارية . توجد الفضاريات داخل الصخر بأشكال متعددة معروفة : بشكل شرائح أو صفائح متداخلة بين المادة الصخرية النقيه ، بشكل مبعثر أو موزع داخل الصخر أو بشكل تركيبي أو بنوي . شكل (١٠-١) راجع جيوفيزياه الآبار - I .

تأثير تقربياً جميع القياسات الجيوفيزيكية البترية (المقاومية ، الاشعاعية ، النيوترونية ، الصوتية ...) بكمية وشكل طريقة توزع الفضاريات في الصخر الخازن . وقد تم ادخال مرکبة الفضار في العديد من النماذج الرياضية لاستجابات أحجهزة القياسات البترية (النيوترونية ، الكثافة ، الصوتية ، ...) أو نماذج رياضية تربط بين مقاومية الصخر ومقاومة وحجم الفضار وشكله . وكذلك ، تم ربط المقاومية ونسبة التشبع بالسائل بكمية الفضار وأشكال وجوده في الصخر ، وذلك وفق نماذج رياضية تأخذ بالاعتبار مرکبة المادة الصخرية (مثلاً الرمل) بالإضافة إلى مرکبة الفضار . وإدخال مرکبة الفضار في هذه النماذج ، يمكن أن تكون بسيطة أو معقدة تماماً ، وكذلك يمكن أن تكون مستقلة أو يمكنها أن تدخل على أساس صخري متعدد الفلرات (رمل غضاري) .

٤-٥ استجابة قياس للكمون الذاتي مقابل الطبقات الخازنة الفضارية :

إن ازدياد نسبة الفضاريات (Shale) يؤدي إلى تناقص سعة شواذ منحني الكمون الذاتي المسجل وذلك مقابل طبقة نظيفة تحوي على نفس المياه الطبقية داخل نفس البتر .

وكذلك فإن وجود الهيدرو كربونات في الطبقة يؤدي أيضاً إلى تناقص سعة شواد الكمون الذاتي . تدعى قيمة α_{sp} أمام الطبقات الحازنة الفضارية بالـ α_{sp} الرايسف أو المحادع (Psuedostatic) ويرمز له بـ α_{psp} تميزاً عن α_{ssp} (الكمون الذاتي المستاتيكي المسجل أمام طبقة نظيفة) . تعطى قيمة α_{psp} في حالة طبقة مشبعة كلها بالماء بالمعادلة :

$$\alpha_{psp} = -k \log R_{x_0} / R_i \quad ٣٩-٥$$

وإذا اعتبر أن $\alpha_{ssp} = \alpha_{psp} / \alpha$ وأن $S_{x_0} = S_w^{1/5}$ وأن $R_i = R_{x_0}$ (عامل إرجاع يتعلق بالفضار)،

يكون لدينا :

$$\frac{1}{\alpha} \log \frac{R_{x_0}}{R_i} = \log \frac{R_{mf}}{R_w} + \log(S_w)^{8/5} \quad ٤٠-٥$$

وتعتبر هذه المعادلة الأخيرة أساس تعيين التشبع بالماء للطبقات الحازنة الفضارية بالإضافة إلى خططات α_{sp} و R_{x_0} / R_i (القسم العملي) .

٤-٤-٢- استجابات قياسات المسامية في الطبقات الحازنة الفضارية :

إن استجابات قياسات الكثافة والنيوترونية للغضاريات التركيبية والشرائحية قد اعتبرت نفسها بالنسبة للطبقات الفضارية المحاذورة . ويمكن أيضاً أن توحد نفس الاستجابة بالنسبة للغضاريات المبعثرة . أما في حالة القياس الصوري ، فإن استجابته للغضاريات المبعثرة البنية يختلف تماماً عن استجابته للغضاريات الشرائحية أو التركيبية .

أ- استجابة القياس النيوتروني :

تعلق استجابة القياس النيوتروني بكامل الهيدروجين الموجود في الطبقة بما فيه هيدروجين المياه المترابطة في الغضاريات . فإذا وجدت الهيدرو كربونات في الطبقة وافتراض أن الجهاز معاير مقابل طبقة حاملة للمياه العذبة فإن قراءات المسامية من القياس النيوتروني تعطى بالمعادلة :

$$\phi_N = \phi S_{x_0} \phi_{Nmf} + V_{sh} \phi_{Nsh} + \phi S_{br} \phi_{Nbr} - \Delta \phi_{Nex} + (1 - \phi - V_{sh}) \phi_{Nma} \quad ٤١-٥$$

حيث أن : ϕ_{Nmf} - استجابة القياس النيوتروني في الطبقة المسبرة والمفترض أن يكون راشح سائل الحفر وإذا كانت مياه عذبة فإن $\phi_{Nmf} = 1$.

- استجابة القياس النيوتروني للغضاريات (تؤخذ مقابل طبقة غضاربة) في نفس البتر.

- استجابة القياس النيوتروني للهيدروكربونات - في حالة النفط تكون قريبة للماء وفي حالة الغاز مختلف .

- تأثير النحر (التحويف) على القياس النيوتروني

- استجابة القياس النيوتروني للمادة الصخرية وبساوي الصفر إذا كانت الطبقة كلسية وكان الجهاز معايير للكلس (CNL ، SNP) .

ب- استجابة قياس الكثافة :

إن العلاقة التي توضح الاستجابة لقياس الكثافة مقابل الطبقات الخازنة الغضاربة :

$$\rho_b = \phi(S_{xo}\rho_{mf} + S_{hr}\rho_{ha}) + V_{sh}\rho_{sh} + (1-\phi-V_{sh})\rho_{ma} \quad 42-5$$

حيث : ρ_{ha} الكثافة الظاهرية للهيدروكربونات ، وبقية الرموز معروفة .

ويمكن كتابة العلاقة السابقة في بعض الأحيان على النحو التالي :

$$\rho_b = \phi\rho_{mf} - \phi S_{hr}(\rho_{mf} - \rho_{ha}) + V_{sh}(\rho_{sh} - \rho_{ma}) + (1-\phi)\rho_{ma} \quad 43-5$$

حيث أن : $\phi S_{hr}(\rho_{mf} - \rho_{ha})$ - تأثير الهيدروكربونات على قياس الكثافة و $V_{sh}(\rho_{sh} - \rho_{ma})$ تأثير الغضاريات على قياس الكثافة .

ويمكن أيضاً ذكر علاقة لقيمة المسامية الظاهرية المقاسة بقياس الكثافة على النحو

التالي :

$$\phi_D = \phi(S_{xo} + S_{hr} - \phi_{Dh}) + V_{sh}\phi_{Dsh} \quad 44-5$$

حيث إن : ϕ_D و ϕ_{Dsh} مسامية قياس الكثافة الظاهرية للهيدروكربونات - والغضاريات الحاررة .

وتعطى بالعلاقات :

$$\phi_{Dh} = \frac{\rho_{ma} - \rho_{ha}}{\rho_{ma} - \rho_{mf}} \quad 45-5$$

$$\phi_{Dsh} = \frac{\rho_{ma} - \rho_{sh}}{\rho_{ma} - \rho_{mf}} \quad 46-5$$

وتكون قيمة ϕ_{Dsh} على العمر أقل من 0,2 ، ويمكن في بعض الأحيان أن تكون

صغيرة جداً وسالبة . وقد بينت الخبرة من بعض الحصول أن $\phi_D = \phi$ في حالة الرمال المائية والرمال المغزرة بالراشح (وهذا مكافئ $\rho_{ms} = \rho_{sh}$) .

ج - استجابة القياس الصوتي :

يكون عادة تأثير الغضاريات في الطبقات المتتماسكة (المترادفة) المشبعة بالهيدروكربونات مشابه كمال لو كانت الطبقات مائية ، وهذا فإن :

$$(t)\Delta t = (1 - \phi - V_{sh})\Delta t_{ms} + (V_{Lam} + V_{Str})\Delta t_{Lam} + (\phi + V_{dis})\Delta t_f \quad 47-0$$

$$\phi_s = \Delta t - \Delta t_{ms} / \Delta t_f - \Delta t_{ms} = \phi + V_{dis} + (V_{Lam} + V_{Str})(\phi_s)_{Lam} \quad 48-0$$

تشير الرموز Lam ، Str ، dis إلى الغضاريات الشريانية والتركيبية والمعشرة على

التراولي . وفي الرمال غير المتتماسكة تصير المعادلة السابقة :

$$\phi_s = C_p(\phi + V_{dis}) + (V_{Lam} + V_{Str})(\phi_s)_{Lam} \quad 49-0$$

حيث أن : C_p عامل تصحيح الذي يكون أكبر من 1 في الطبقات غير المتتماسكة . ويحصل عليه بمقارنة قيم ϕ و ϕ_N في الرمال النظيفة والمائية بالسائل .

وفي حال الرمال غير المتتماسكة الغازية (ϕ_g) تكون المسامية أكبر مما هو مبين في العلاقة (50-0) . تعطى قيمة $(\phi_g)_{Lam}$ للغضاريات الشريانية والتركيبية بالعلاقة :

$$(\phi_g)_{Lam} = \Delta t_{Lam} - \Delta t_{ms} / \Delta t_f - \Delta t_{ms} \quad 50-0$$

تقريباً قيمة Δt_{Lam} من الغضاريات المحاورة . تتغير قيمة $(\phi_g)_{Lam}$ من 0,2 - 0,4 .

وفي أغلب الحالات ، يمكن أن تكون أقل من 0,1 بالنسبة للغضاريات المرافقة للصخور الكربوناتية .

د - النموذج البسيط للغضاريات المعاشرة :

توحد استجابة القياس الصوتي للغضاريات المعاشرة مسارتها مثيلتها للماء .

$(\phi_g)_{dis} = \Delta t_{dis} / \Delta t_g = 1$. لقد أوضحت الخبرة الحقلية والمعطيات المخبرية ، أن هذا

التقريب صالح عادة لقيم q (V_{dis} / ϕ_{im}) حتى 40-50% (ولقيم أعلى لـ q تعتبر الطبقة ذات نفوذية ضعيفة جداً من أجل أن تكون متجهة اقتصادياً) . وعند وجود فقط الغضاريات المعاشرة في الصخر فإن استجابة القياس الصوتي تعطى بالعلاقة :

$$\phi_g = C_p(\phi + V_{dis}) \quad 51-0$$

وذلك في الطبقات المتماسكة حيث ϕ_{im} (المسامية بين المادة الصخرية بما فيها

الغضاريات المبعثرة).

وفي الطبقات الخاملة للمياه والمغزوة براشح سائل الحفر يكون :

$$\phi_D = \phi (\rho_{sh} = \rho_{ma})$$

وعليه يمكن كتابة العلاقة للطبقات المترادفة على النحو التالي :

$$\phi_s - \phi_D \approx V_{dis} = q\phi_{im}$$

$$\frac{\phi_s - \phi_D}{\phi_s} \approx \frac{V_{dis}}{\phi_{im}} = q \quad ٥٢-٥$$

والمعادلة (٥٢-٥) هي أساس قياس q (Q-Log) الذي يفيد في مناطق عديدة كمؤشر للنفاذية المتأثرة بالغضاريات المبعثرة.

٣-٤-٥ تعين نسبة الغضاريات وتصحيح المسامية باستخدام طريقة المخطط التقاطعي نيوترون - كلية :

عندما يعرف التركيب الليثولوجي ويكون متجانساً وتكون الطبقات المسبررة

بالتقياسات مشبعة بالماء فإن استجابة تقياسات النيوترون - كثافة تصبح على النحو التالي :

$$\phi_N = \phi + V_{sh} \phi_{Nsh} \quad ٥٣-٥$$

$$\rho_b = \rho_{ma} (1 - \phi - V_{sh}) + \rho_{sh} V_{sh} + \rho_f \phi \quad ٥٣-٥-ب$$

$$\phi_D = \phi + V_{sh} \phi_{Dsh} \quad ٥٣-٥-ج$$

وقد وضعت هذه المعادلات بافتراض أن استجابات النيوترون والكثافة للغضاريات الشرائجية والغضاريات المبعثرة هي نفسها . ويعني هذا أن V_{sh} هو الحجم الكلي للغضاريات المقاسة بالعلاقة مع شكل الغضاريات . ويمكن أن ن Hull بيانياً معادلات المسامية بالنسبة للمسامية ϕ والحجم الكلي للغضار V_{sh} باستخدام المخطط التقاطعي البياني .

يوضح الشكل (٢٥-٥) المخطط التقاطعي نيوترون - كثافة والذي ينشأ بالنسبة لغير ما أو حقل معين وضمن شروط القياس . يحدد المثلث نقطة المادة الصخرية ونقطة الماء ونقطة الغضار (Shale) عند الروس الثالث .

تحدد نقطة المادة الصخرية من أحجل ($\rho_{ma} = 2,65$, $\phi_N = 0$ كوارتر) . ونقطة

الفضاريات ($\rho_{sh} = 2,45$, $\phi_{sh} = 50$)

ونقطة الماء ($\rho_w = 1$, $\phi_w = 100$) .

وكمثال إذا تم توقع النقطة A داخل

المثلث فيمكن قراءة

($V_{sh} = 16\%$, $\phi = 23\%$) .

أما الشكل (٢٦-٥)

فهو رسم المخطط التقطعي بين قيم

ϕ_N ، إن النقاط التي تقع على

خط ميل 45° وتحت خلال المبدأ توافق
الطبقة النظيفة ($V_{sh} = 0$) .

والنقاط التي تقع نحو الأسفل

مع قيم منخفضة لـ ϕ ، تمثل تغيرات

V_{sh} وتوافق الخطوط المستمرة ، أما

التغيرات ϕ فتوافق خطوطاً متقطعة .

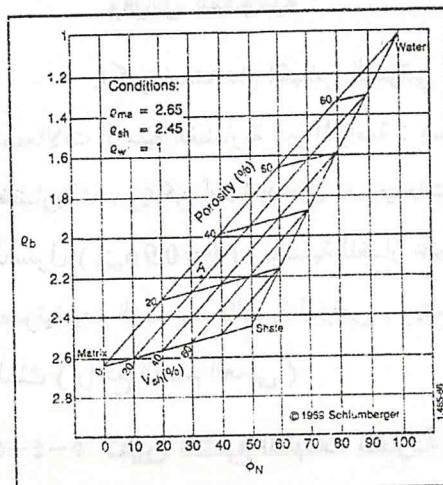
يتم تعين النسبة الحجمية للفضاريات

حسب موقع النقطة من الخطوط
المستمرة .

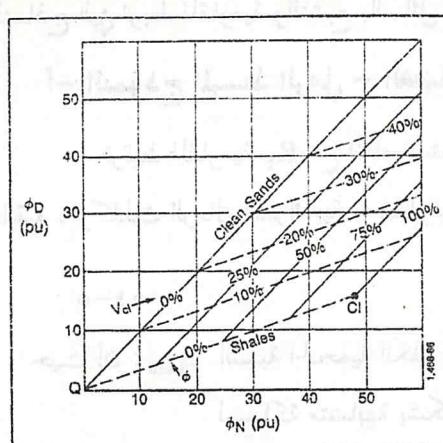
بودي وجود الفاز أو

الميدروكربونات الحفيفية إلى إزاحة

النقاط باتجاه الأعلى وإلى اليسار .



شكل ٢٥-٥ : مخطط تقطعي لقياس نيوترون
- كثافة يوضح نقاط المادة
الصخرية والفضار والماء ، من
أجل تعيين V_{sh} والمسامية .



شكل ٢٦-٥ : المخطط التقطعي بين ϕ_D
مقابل ϕ_N لتعيين نسبة الفضار
والمسامية .