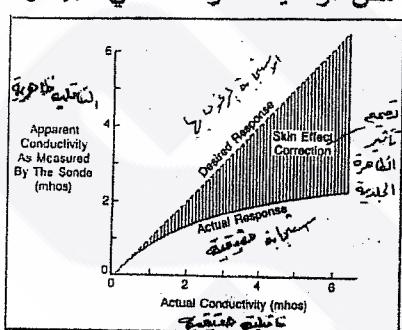


وشاشة مرسلة ومستقبلة مجمعة. ويتعلق استجابة كل زوج من الوشائط بالعدد الناتج من اللقات لكلا الوشيعتين وبمساحة المقطع العرضي لها. وتنبع استجابات جميع الأزواج المضافة بالإشارة الجبرية لمساهمتها ولموقعها النسبي.

نقدم الأجهزة المتعددة الوشاشة أو الأجهزة الموجهة، مميزات معينة، بالنسبة للاستجابة العمودية التي تحسن وذلك بتخميد الاستجابة الآتية من الطبقات المجاورة، وكذلك فإن عمق السير القطرى يتحسن بتخميد الاستجابة الآتية من عمود سائل الحفر والطبقة القريبية من الحفرة.

7 - 5 - تأثير المغناطيسية أو الظاهرة الجلدية (Skin Effect)

في حالة الطبقات ذات الناقلة العالية جداً، فإن التيارات المترسبة الثانوية تكون كبيرة في الدارات الحقيقة الأرضية وأيضاً فإن حقولها المغناطيسية مهمة. تحرض الحقول المغناطيسية لهذه الدارات الحقيقة الأرضية قوة محركة كهربائية إضافية في الدارات الحقيقة الأرضية. ويكون للقوة المحركة الكهربائية المحرضة لها طور مختلف عن الطور لتلك المترسبة من الوشيعة المرسلة في الجهاز التحربي.



شكل (7 - 5) الاستجابة السايبرية الفعلية لقياس

التحربي بالمقارنة مع الاستجابة المطلوبة.

يوضح الشكل (7 - 5) استجابة السايبرية بالعلاقة مع ناقلة الطبقة. يصبح التأثير الظاهرة الجلدية بارزاً عندما تزيد ناقلة الطبقة عن 1 موهو / متر.

والتسجيلات التحربية المنفذة من قبل شركة شلمبرجير يتم تصحيحها بصورة آلية بالنسبة للتأثير الجلدي (القشرى) خلال عملية التسجيل ويستخدم

التصحيح على حجم الاستجابة غير المصححة للجهاز المتعامل معه باعتباره في وسط متجانس.

اما التصحيح للتأثير الجلدي الثانوي الذي يحصل عندما يكون الوسط المجاور للجهاز غير متجانس بالنقلية، فيتم إدخاله في اللوحات التفسيرية المختلفة التي تخص الأجهزة التحريرية.

7 - 6- الأجهزة التحريرية وفضائصها القياسية:

لقد كانت الأجهزة التحريرية من الأجهزة الكهربائية المقاومية الأساسية التي تستخدم في قياسات المقاومة المتوسطة والقليلة للطبقات المحفورة بمياه عذبة، نفط او هواء وذلك لأكثر من خمس وعشرون سنة خلت. وخلال هذه الفترة فإن عدة أنواع من الأجهزة قد طورت واستخدمت. وأهم الأجهزة المتوفرة لدى شركة شلميرجير والتي تدخل ضمن السايرات المركبة هي:

7 - 6 - 1 - الجهاز التحريري 40 - 6FF: ويدخل في سايرة المسح الكهربائي (IES) - حيث يتضمن 6 وشائع وهو جهاز تحريري موجه والتبعاد الأساسي للجهاز 40 بوصة (وهكذا أنت التسمية 40 6FF) ويجمع مع جهاز تقليدي عادي - 16 بوصة وقطب SP. وقد تم إدخال الجهاز في نهاية عام 1950 وكان جهاز تحريري معياري خلال عام 1960. وقد تم تعويضه بأجهزة أخرى مجتمعة.

7 - 6 - 2 - مجموعة النظام LL8 - DIL: وتستخدم جهازاً تحريرياً ذا فراءة عميقه (ID) وهو مشابه لـ 6FF40)، وجهازاً تحريرياً متوسطاً (IM) وجهازاً LL8 (حل محل جهاز عادي 16 بوصة) وقطباً لقياس SP. وجهازاً IM استجابة عمودية مشابهة لجهاز 40 - 6FF ولكن له نصف عمق سبره. وجهازاً LL8 الموجه الذي يتميز بعمق سبر ضحل وذي استجابة أفضل بالنسبة للطبقات الواقية، وأقل تأثراً بحفرة البئر من جهاز عادي 16 بوصة.

7 - 6 - 3 - مجموعة أو السايرة التحريرية - السيفل (ISFL). وتتضمن جهازاً تحريري عميق مشابه لـ 40 6FF وجهازاً سيفل وقطب SP. وتركب السايرة مع سايرة صوتية تعويضية لحفرة البئر بالإضافة إلى جهاز قياس إشعاع

طبيعي. وتقديم هذا الاتحاد عند سير بعض الأفق الطبقية الجيولوجية قدرة على تقويم الكمون الهيدروكربوني للبئر وذلك خلال عملية قياس بمشوار واحد. يقدم جهاز القياس الصوتي تقويمًا للمسامية ويزودنا تسجيل ISF بتنقية نسبة التشبع.

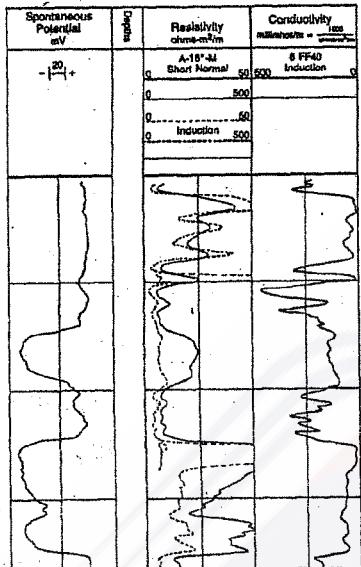
7 - 6 - 4 - السايرة المركبة **SFL** - **DIL**: شابه السايرة LL8 - DIL ماعدا أن SFL قد حل محل LL8 كجهاز سير ضحل. ويتميز جهاز SFL بالتأثير الأقل من جهاز LL8 بالنسبة لحفرة البئر.

7 - 6 - 5 - السايرة التحربيضية الطورية - سيفل **Induction** . The Phasor Induction وتضم جهازاً تحربيضاً بقراءة عميقة (IDPH)، وجهازاً تحربيضاً بقراءة متوسطة (TMPh)، وجهاز **SFL**، وقطباً لقياس **SP**. تستخدم السايرة إرسالاً رقمياً ونظام معالجة وتدقيق مستمر للمعايرة، وأيضاً يمكن أن يستخدم عند تردد 10 و 40 كيلوهرتز بالإضافة إلى استخدام 20 كيلوهرتز (وهو التردد المعمول به في معظم الأجهزة التحربيضية السابقة).

7 - 6 - 6 - جهاز 28 - **6FF**: ويدخل ضمن مجموعة السايرة IES. يتميز قطره 2.5/8 بوصة، وهو جهاز 40 6FF تم تحويله وتنصييره، (التباعد = 28 بوصة) - تضم السايرة جهازاً عاديًا 16 بوصة وقطب **SP**. وتستخدم لقياسات في الآبار قليلة القطر ولأجل العمليات خلال مواسير الحفر. تسمح السواير التي تحتوي على ثلاثة أجهزة بأعمق سير متوازية بتحديد R_f و R_{x0} في ظروف بئرية متفاوتة من الغزو (الاجتياح) وفي حالة وجود الظاهرة الحقيقة **Annulus**.

7 - 7 - **تمثيل التسجيلات والمقاييس المستخدمة:**
يتم تسجيل منحني Δ **SP** ومنحني **GR** في حقل التسجيل الأول. يوضح الشكل (7 - 6) التسجيلات بالسايرة IES. يتم في بعض الأحيان تسجيل منحني الناقلة في حقل التسجيل الثاني والثالث. يستخدم العقياس الخطي لتسجيل الناقلة والوحدة المستخدمة هي ميلي موهو/ متر حيث يزداد من اليمين إلى اليسار. يتم في الحقل الثاني تسجيل منحني 16 - بوصة والمنحني التحربيضي التبادلي وذلك في مقابس

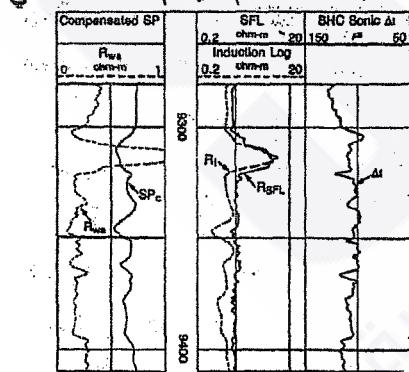
خطي تقليدي للمقاومية، وعندما يتم التسجيل بالسابرة DTL - LL8، يتم استخدام



شكل (7 - 6) تمثيل التسجيل الكهربائي التجريبي.

7 - 8 دراسة تأثير الوسط المختلف على قياس المقاومية بالأجهزة التحريضية وتلقيها التعميمات:

تتأثر القياسات التحريضية كما هو الحال بالنسبة لقياسات المقاومية السابق ذكرها، أيضاً بحفرة البئر وبالطبقات المجاورة وكذلك بالغزو. ويجب أن يتم تصحيح القياس التحريضي من هذه التأثيرات قبل استخدام القيم المقاومة في التفسيرات الكمية.



شكل (7 - 7) تمثيل لتسجيلات السابرة ISF - صوتي.

المقياس الأومي اللوغاريتمي لتسجيل منخنيات المقاومية التي تسجل في الحقلين الثاني والثالث.

وعندما يتم التسجيل بالسابرة DTL - SFL المركبة مع قياس صوتي، يتطلب تعديل المقياس حيث يستخدم عقدان لوغاريميان لتسجيل المقاومية في حقل التسجيل الثاني، ويتم تسجيل القياس الصوتي في حين التسجيل الثالث ذو المقياس الخطى (الشكل 7 - 7).

وبما أن التسجيلات التحريضية قد صممت نوعياً للتقليل الأصغرى لهذه التأثيرات، وهي عادة ليست كبيرة، ويمكن في عدد من الحالات تجاهلها دون أخطاء معتبرة.

ومع ذلك فمن الحكمة عمل هذه التصحيحات الثلاث - حفرة البئر - الطبقات المجاورة - الغزو. ولتحقيق هذا الغرض، تتوافر اللوحات البيانية المناسبة بالنسبة للأجهزة المستخدمة في التسجيل، ويجب التذكر دائماً أن التصحيحات تتم وفق ترتيب ثابت كما هو مذكور أعلاه.

7 - 8 - 1 - تصحيح حفرة البئر:

يتم تدبير إشارات الناقلية من سائل الحفر باستخدام العوامل الهندسية المرتبطة بقطر البئر الفعلي وبناقلية سائل الحفر. وفي بعض الأحيان يتم حذف هذه اشارات من القیاس المسجل، وعندما تكون إشارات حفرة البئر كبيرة، فيجب مراجعة رأس القياس للتأكد فيما إذا تم التصحيح إليها. ويتم الاحتياط خاصة بالنسبة للأجهزة التحريرية المتوسطة السبر بسبب تأثيرها الكبير بقطر حفرة البئر (راجع القسم العملي).

7 - 8 - 2 - تصحيح الطبقات المجاورة:

تتوفر لوحات تصحيح خاصة بالأجهزة المستخدمة بالنسبة لثخانة الطبقة. ففي حالة الطبقات الرقيقة يجب أن يتم التصحيح، أما في حالة الطبقات ذات الثخانة بين 10 - 30 قدم وأن مقاومية الطبقة تتجاوز 5 أوم. متر، فليس هناك حاجة للتصحيح. ويتم التمييز بين هاتين حالة طبقات ذات مقاومية موجودة بين طبقات ناقلة أو أقل مقاومية بكثير، أو حالة طبقات ذات مقاومية موجودة بين طبقات ذات مقاومية أكبر (راجع القسم العملي).

في حالة استخدام الجهاز التحريري الطوري فإن تصحيحاً قليلاً يطلب أو لا يطلب بالنسبة لتأثير الطبقات المجاورة في حالة أن الطبقات المدروسة أكبر من 6 قدم.

7 - 8 - 3 - تصحيح الغزو:

لقد تم إيجاد لوحات تصحيح الغزو من الفرضيات المتعلقة بالعامل الهندسي وبقطع الغزو (قطع الغزو هو الحالة التي يغزو فيها سائل الحفر دافعاً أمامه كل

المياه المترابطة أمامه مثل عمل مكبس). والاستجابة بالنسبة لقياسات DIL - SFL فرضيا هي:

$$C_{ID} = G_m + C_m + G_{xo} C_{xo} + G_t C_t;$$

$$C_{IM} = G'_m C_m + G'_{xo} C_{xo} + C'_m C_t;$$

$$R_{SFL} = J_m R_m + J_{xo} R_{xo} + J_t R_t;$$

حيث تشير m إلى عمود سائل الحفر و xo إلى المنطقة المسؤولة، t إلى الطبقة غير المغزوة وغير الملوثة، وإن C و R الناقلة والمقاومة على التوالي بالنسبة للكهرباء المنافذ، G ، G' ، J ، J' العوامل الهندسية لهذه المناطق بالنسبة للأجهزة SFL , IM , ID على التوالي وجميعها تابع إلى قطر منطقة الغزو نفسها. يوجد ثالث قيم غير معروفة في هذه المعادلات R_{xo} , R_t , d_{xo} (قطر الغزو وقطر حفرة البئر يحددان عليا جميع العوامل الهندسية).

ولحل المعادلات يتم إدخال القيم SFL , RIM , RID بعد عمل التصحيحات الأولية (حفرة البئر، الطبقات المجاورة) في اللوحات البيانية (الزوبعة) حيث تزورنا بقيم $-R_t$, R_{xo} , d_{xo} .

إن تعين d_{xo} يسمح بتقدير قيمة حيث نجد عندما يكون d_{xo} أصغر بكثير من قطر السير للجهاز تكون قيمة $R_t \approx R_{xo}$ أما في الحالة المعاكسة عندما يكون d_{xo} أكبر من قطر السير للجهاز فإن قيمة $R_t \neq R_{xo}$. (راجع القسم العلوي).

8 - 4 - دراسة تأثير المقاومية العالية للطبقات في استجابة الأجهزة:

يؤدي وجود الطبقات ذات المقاومية العالية إلى نقصان في قيم المقاومية الظاهرة المسجلة وذلك بسبب التأثير النسبي لعمود سائل الحفر على قيمة الإشارة الخاصة بالناقلية المسجلة التي تكون أكبر. وبسبب هذه النتيجة فإن قياس المقاومية للطبقات التي تزيد مقاومتها عن 100 أوم. متر بوساطة الأجهزة التحريرية يأخذ بنوع من التحفظ ومع ذلك تبين أن في حالة هذه الطبقات وبعد عملية المعايرة، مايلزال يوجد قيمة غير معينة بحوالي 2 ± 0.5 مللي موليو / متر على القياسات التحريرية المعيارية (28, 40, 6FF, 40, ID, IM, 6FF). ويمثل هذا خطأ مقداره % 20

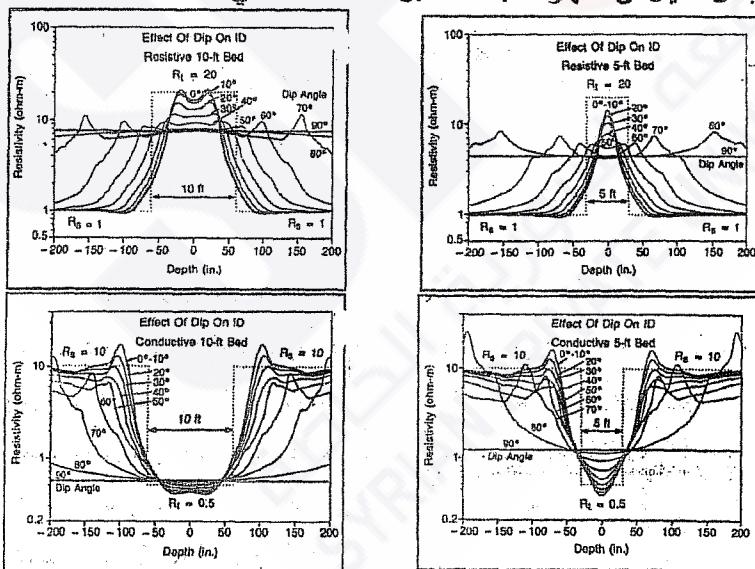
على الإشارة من الطبقة ذات المقاومية 100 أوم. متر. وهذا الخطأ يمكن انقاذه بوضوح بعملية المحايرة داخل حفرة البئر إذا وجدت طبقة كثيمة سميكة ذات مقاومية عالية جداً. عند استخدام الجهاز التحريريطيوري ذي الدقة الأكبر، فإن الخطأ يكون أقل من $0.75 \pm$ ملي موهو / متر عند العمل بتردد 20 كيلو هرتز و حوالي $0.40 \pm$ ملي موهو / متر عند العمل بـ 40 كيلو هرتز.

7-5. - تأثير الميل الطيفية:

لقد سمحت الحواسيب الحديثة بتطوير نماذج بالغة التعقيد لاستجابة سابرر القياس التحريريطيوري بالنسبة إلى هندسة القياسات الواقعية. وقد تمت دراسة حديثة لتحليل تأثير الميل الطيفية في استجابة أجهزة التحرير.

يوضح الشكل (7 - 8) تأثير الميل على استجابة جهاز ID بالنسبة لطبقات ذات سمك 5 و 10 قدم وذلك في حالتي الطبقات المقاومية والناقلة الموجودة بين طبقات مجاورة، والتباين في المقاومية 1 : 20 في جميع الحالات. وبعد دراسة النتائج النظرية والتطبيقية تم التوصل إلى ما يلي:

- يجعل الميل أن تظهر الطبقات أكبر سمك مما هي عليه.



شكل (7-8) تأثير الميل الطيفي على استجابة التحريريطيوري العميق في حالة طبقات مختلفة الخصائص

- يمكن التبو على العموم أن قراءات R_t مقابل منصف الطبقة تكافئ قراءات R_t ويمكن أن تكافئ قراءة R_t وليس من السهل تحديد طريقة لتعيينها.
- الطبقات الرقيقة أكثر تأثراً من الطبقات السميكة.
- تتأثر ذات المقاومة أكثر من الطبقات الناقلة.

7 - 8 - 6 - تأثير الطوق المائي Annulus

يمكن أن يتشكل في الطبقة الحاملة للهيدروكربونات ذات النفوذية العالية ونسبة التشبع بالماء المنخفضة جداً، وطوق ذو إشباعية عالية جداً بالماء بين المنطقة المغسولة (R_{X0}) والطبقة غير المتأثرة (R_t). إذا كانت مقاومة راشح سائل الحفر (R_{mf}) أكبر من مقاومة المياه الطبيعية، (R_w)، فإن الطوق الحقلي يمكن أن يكون له مقاومة أقل من R_{X0} أو R_t (شكل 1 - 38، 1 - 40). ويمكن في بعض الحالات أن تكون المقاومة أقل بدرجة معتبرة.

يؤدي ذلك إلى إنفاس قراءة المقاومة التحريرية، وبالتالي فإن قيمة قليلة خاطئة يتم الحصول عليها بعد تطبيق التصحيحات المعيارية. وبالتالي، فقد لوحظ أن التأثير يكون واضحاً على قياسات IM ، ومع ذلك يمكن أن يؤثر في ID وذلك حسب الموقع الصحيح للطوق الحقلي وحجمه.

والحقيقة، أن تشكيل الطوق الحقلي المائي تعود أسبابه نوعاً ما، إن لم يكن كلها، إلى وجود الطبقات الحاملة للهيدروكربونات. ومهما يكن، فإن تأثيره على القياسات التحريرية يكون على الأغلب مهملاً. فخلال عملية حفر البئر، فإن الطوق المائي يمكن أن يكبر أو يتضاعل أو يتحرك. وهكذا في طبقة ما، يمكن أن يكون واضحاً عند تنفيذ تسجيل أولي، ولكن عند التسجيل الآخر فإنه يغيب كلها.

يسمح عند استخدام الأجهزة المكونة من جهاز تحريري مضاعف مع جهاز الاترولوغ - ٨ بتعيين وجود النطاقات المائية ذات المقاومة المنخفضة، حيث يتم ذلك بملحوظة أن القراءات من على المنحني المسجل بجهاز ILm تكون ذات قيمة أقل من تلك المقدرة من على المنحنيات المسجلة بجهاز الاترولوغ - ٨ وجهاز التحريري مضاعف العميق (ILD).

$$R_{ILd} > R_{ILm} > R_{IL8}$$

ومهما يكن فإن الناقلة الكبيرة للنطاق المائي يكون لها تأثير في حالة أن قطر غزو راشح سائل الحفر يتراوح وسطياً بين (4-50) (3-25) ويؤدي ذلك إلى أن القراءة المأخوذة من على منحنى تحربي وحيد تكون ذات قيمة مقاومية أقل من

$$R_t, R_{x_0}$$

7 - 8 - تأثير نوعية سوائل الحفر في استجابة الأجهزة التحربيه:
يؤدي تكون المنطقة المتأثرة براشح سائل الحفر إلى أن قيمة الناقلة الكلية C_t تتعلق بمجموع ناقلة الأوساط المجاورة لجهاز القياس، فإذا كانت الطبقة المدروسة ذات سمك كبيرة فإن الناقلة الكلية تعطى بالعلاقة:

$$C_t = C_m G_m + C_{x_0} G_{x_0} + C_t G_t$$

فإذا كان قطر البئر غير كبير وسائل الحفر عذب نسبياً (أو ذو أساس نفطي)، فيمكن إهمال تأثير ناقلة حفرة البئر، وعندما الناقلة الكلية تعطى بالعلاقة.

$$C_t = C_{x_0} G_{x_0} + C_t G_t$$

فإذا تم استخدام جهاز ID وكان عمق قطر الغزو حوالي 65 بوصة فإن قيمة العامل الهندسي في هذه الحالة يساوي (0.2) (الشكل 7 - 2)، وإذا كانت

R_{x_0} تساوي 4 عندما C_{x_0} تساوي 4 / C_t وأن استجابة الجهاز التحربي هو:

$$\begin{aligned} C_{ID} &= G_{x_0} C_{x_0} + G_t C_t \\ &= (0.2)(C_t / 4) + (0.8)C_t \\ &= 0.85 C_t \end{aligned}$$

وفي الحالات نفسها ولكن باستخدام سائل حفر مالح، نعد أن R_{x_0} تساوي $R_t/4$ فإن الاستجابة تكون:

$$\begin{aligned} C_{ID} &= (0.2)4 C_t + (0.8)C_t \\ &= 1.6 C_t \end{aligned}$$

وهذا ما يميز الأجهزة التحربية في حالة استخدام سوائل الحفر العذبة وكذلك المالحة. ولهذا يجب أخذ قيم مقاومية المقرورة من التسجيلات التحربية بحرص شديد حين استخدام سوائل الحفر المالحة.

وكلقاعدة عامة توجيهية، يجب أن تكون R_t أصغر من ($R_{x0} = 2.5$) وأن R_t ليس أكبر من 100 بوصة من أجل أن نحصل على قيمة R_t بشكل مرض ودقيق في حالة استخدام الأجهزة التحريرية العميقة.

ومهما يكن، فإذا كان الغزو ضحلاً والطبقات ذات مقاومية منخفضة وأن قطر حفرة البئر حتى 9 بوصة أو أقل، فإن السايرة التحريرية يمكن أن تكون مناسبة وكافية لاستخدامها في سوائل الحفر المالحة.

7 - 9. السايرة المركبة: التحريرية الطورية . السيفيل

Phasor Induction SFL TOOL

تستخدم السايرة المركبة - التحريرية الطورية - السيفيل - تشكيلين تحريريين تقليديين مع السيفيل، من أجل تسجيل معطيات المقاومية عند ثلاثة أعمق سبعة. يتصف الجهاز التحريري الطوري بالإضافة إلى قياس الطور العادي (إشارة R) كما يتم في الأجهزة التحريرية الأخرى، بقدرته على قياس عالي الجودة لإشارة التربيع التحريرية (إشارات X). وبجمع هذه القياسات مع التقدم الجديد في معالجة الإشارة فإن التسجيل التحريري الطوري يزودنا بإستجابة جيدة للطبقات الأقل سمكًا من 2 قدم، وكذلك يمكن عمل جميع التصحيحات المتعلقة بتأثير الأوساط المجاورة (حفرة البئر والطبقات المجاورة).

لقد تم إدخال السايرة التحريرية المضاعفة منذ عام 1960 لعمل التسجيلات المقاومية من أجل تقويم الطبقات المحفورة بسوائل حفر عذبة، أو ذات أساس نفطي. ومع ذلك، فإن الأجهزة السابقة تعطي تسجيلات ذات استجابات محددة. وهذه الحدود تتطلب عادة عمل تصحيحات يدوية مضجرة. وفي بعض الحالات الخاصة جداً، فإن حدود استجابة السواير التحريرية قد أعطت صفات خاطئة للتسجيلات بالنسبة للخصائص الجيولوجية. كذلك فإن قيم المقاومية الطبقية غير الدقيقة نتيجة تأثير الاستجابة والجوار الذي يمكن التنبأ به تماماً من النظرية الكهرمغناطيسية، والتصحيحات الحسابية الآلية لم تكن ناجحة قبل الآن بسبب عدم خطية قياس إشارة - R، وهو القياس الوحيد الذي كان يتم في الأجهزة القديمة.

ولقد سمحت التطورات الحديثة في الصناعة الإلكترونية، وفي تطوير برامج الحاسوب وأيضاً نظرية المعالجة الحديثة للإشارة والنمذج الطبقية الحقيقة، لاستجابة الساورة التحريرية، بتطوير ساورة أحدث قادرة على تجاوز حدود مجالات السواير القديمة.

وأساس هذا التطور هو منهجية الترشيح العكسي غير الخطى الذي يصحح التسجيل التحريري في زمن حقيقى بالنسبة لتأثير الجوهر ويحسن الاستجابة العمودية للطبقات الرقيقة وذلك لتكامل مجال الناقلات الطبقية. يدعى هذا الحساب الجامع بالمعالجة الطورية الذى يتطلب استخدام الإشارات التربيعية التحريرية أو إشارات X ، والتي تقيس عدم الخطية مباشرة. تقدم المعالجة الطورية تصحيح تأثير الجوهر وترودنا باستجابة لطبقة رقيقة أقل من قدمين في حالات عديدة.

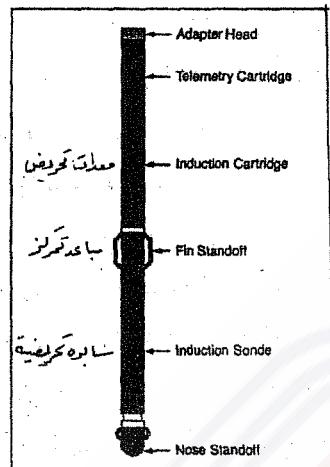
وعند استخدام جهاز قياس قطر البئر متحدا مع الساورة المركبة، فيمكن أن يتم تصحيح تأثير حفرة البئر مباشرة (في الوقت الحقيقى). وبإبعاد هذه التأثيرات للمحيط (الأوساط) فإن الحصول على المعطيات مباشرة لعمل نموذج غزو بثلاثة معايير، يمكن أن يتم عمله عند البئر.

وأيضاً، يزودنا تصميم الساورة التحريرية الطورية بميزات إضافية عديدة تميزها عن السواير الموجودة. وتتضمن تحسينات في نظام المعايرة، الخطأ التوازني للساورة، استجابة الـ SFL وإنقاص الإشارة وضجيج (الكابل) السلك. وجميع هذه التحسينات تساهم باتجاه الحصول على دقة أكبر لقياسات المقاومة وذلك لمجال واسع من قيم المقاومة وشروط حفرة البئر.

٣. ٩ - ١ - خصائص ووصف الجهاز التحريري الطوري:

يمكن تجميع الساورة المركبة - التحريرية الطورية - سيفل مع سواير القياسات الهندسية. والقيم المقاسة العائدة إلى الأجهزة السطحية تتضمن: إشارات R للحريري العميق والمتوسط وإشارات X للحريري العميق والمتوسط، وكعون التيار لـ SFL ، التيار الموجه لـ SFL ، كعون ذاتي، (SP)، وقيمة الجهد لـ SP

والقياس الحراري. إن جميع القياسات رقمية ماعدا الـ SP. ويتم معايرة قنالات القياس كل 6 بوصات أثناء التسجيل.



يختار التردد المعمول به في التشكيلات التحريرية عند 10، 20، 40 كيلوهرتز، وبإهمال التردد 20 كيلو هرتز، يزودنا الجهاز أيضا بقياسات مهمة لإشارات متتالية وضبط مستمر للإشارات الرقمية كمساعدة في تحديد الهبوطات والتحليلات. يوضح الشكل (7 - 9) مخطط توضيحي لأجزاء السايرة التحريرية الطورية.

شكل (7 - 9) مخطط توضيحي لسايرة التحرير الطوري

لقد أدت التحسينات في تصميم السايرة مع قياسات الإشارة $- \times$ ، والمعالجة الطورية وتصحيحات حفرة البئر، إلى الحصول على دقة أكبر لقيم المقاومة بالمقارنة مع دقة القياسات عند استخدام الأجهزة التحريرية الأخرى وذلك ضمن مجال واسع من قيم المقاومة وثخانة الطبقات وشروط حفرة البئر.

يبين الشكل (7 - 10) مقارنة بين التسجيلات التي تمت لنفس البئر في حالة استخدام السايرة التحريرية المضاعفة السابقة والسايرة التحريرية الطورية $- \times$ السيف ذات الاستجابة العمودية 2 قدم حيث نلاحظ الجودة في الاستجابة ودقة تسجيلات الطورية.

7 - 9 - 2 - التأثيرات والتصحیحات للأوساط المحيطة بالسايرة التحريرية الطورية:
تزوّد السايرة التحريرية الطورية بمجموعة متتالية من التصحیحات الآلية لتأثيرات الأوساط المحيطة. وتكون هذه بصورة رئيسية:

- تأثير الجوar واستجابة الطبقة الرقيقة.

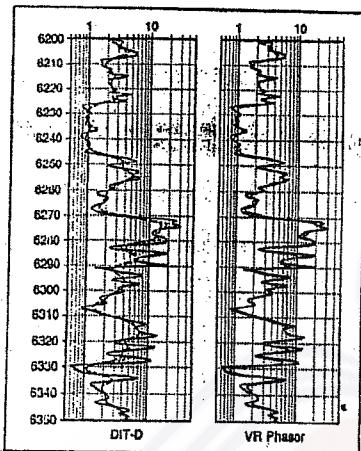
- تأثير الظاهرة الجلدية

- تأثير حفرة البئر والتكهف.

- تأثير حفر الآبار الواسعة.

- تأثيرات الغزو.

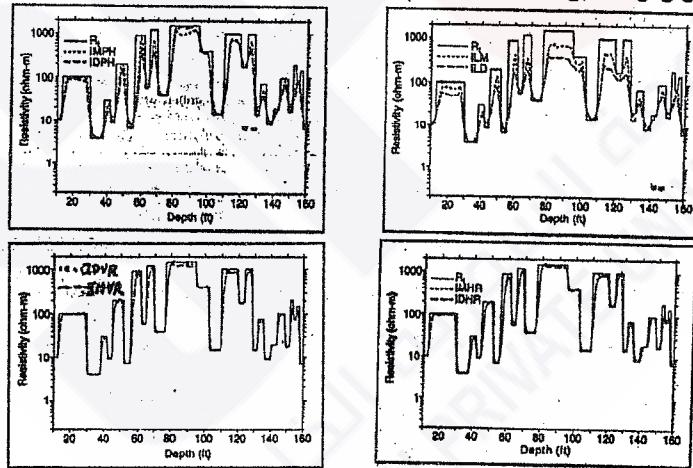
أ - تأثير الجوار واستجابة الطبقات الرقيقة:



شكل (7-10) مقارنة بين تسجيلات السايرة التحريرية

المضاعفة والسايرة التحريرية الطورية ذات الاستجابة العمودية 2 قم.

العميق والمتوسط، فالاستجابة العمودية للـ ID التقليدي هي حوالي 8 قدم. ولـ IM التقليدي حوالي 6 قدم. أما في حالة استخدام الترشيح العكسي الطوري لتصحيح تأثير الجوار وتحسين الاستجابة أمام الطبقات الرقيقة فتتحفظ حتى 2 قدم.



شكل (7-11) مقارنة القياسات التحريرية التقليدية مع قياسات التحرير الطوري
إن جميع التسجيلات التحريرية الطورية مصممة تصحيحاً كاملاً بالنسبة
لتأثير الجوار ولها استجابة عمودية ثابتة بتغير نقلية الطبقة ويكون لها تقريباً
استجابة قطرية خطية أيضاً.

يبين الشكل (7 - 11) التحسينات للمعالجة الطورية على المعالجة التقليدية عند استخدام ID من أجل ثلاث استجابات عرضية. هذه التسجيلات المحسوبة هي لنموذج طبقي أخذ من بئر في أوكلادوما.

ب - تأثير الظاهرة الجلدية:

إن تأثير الظاهرة الجلدية يكون واضحًا أكثر في حالة المقاومية القليلة مما عليه في حالة المقاوميات العالية. يتم تصحيح تأثير الظاهرة الجلدية بوساطة إشارة X، حيث يمكن قراءة القياس الطوري ID بأقل قيمة 0.05 أوم. متر.

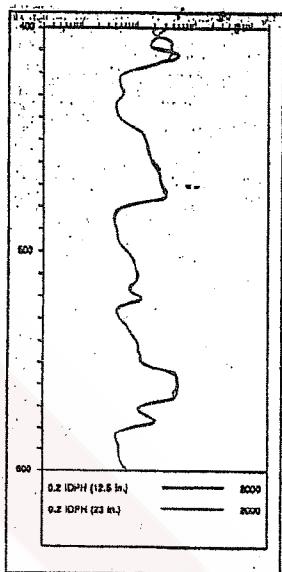
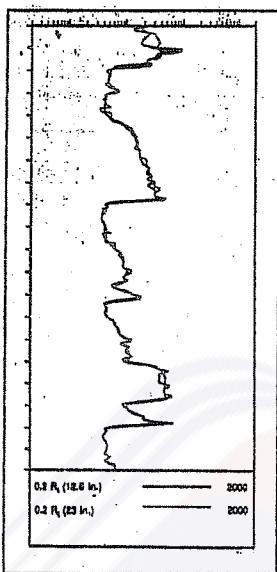
ج - تأثير حفرة البئر والتکهف:

بما أن الساپرة التحریضیة هي جهاز ينشد الناقلية، فيمكنه الاستجابة بقوة إلى الناقلية العالية لحفرة البئر. لقد تم تجهيز لوحت بيانیة للأجهزة السابقة تستند على المعطيات المعینة تجربیاً وهي صالحة فقط في الحفر العمیاء.

لقد تم تطوير نماذج لحساب إشارة البئر مع قيم اعتباطية لناقلية الطبقة ولحفرة البئر، وذلك بالنسبة لحفرة البئر ولمباعد تمركز ما. وهذه التصحيحات الحساپية للساپرة التحریضیة الطوريّة – سیفل توافر ضمن زمان التسجيل. وتستخدم الحسابات المعلومات المقاسة لوسط حفرة البئر، مثل قطر البئر وناقلية حفرة البئر لتعيين التصحيحات المطلوبة بالنسبة لعمق معین.

د - تأثير حفر الآبار الواسعة:

يمكن أن تزودنا الساپرة التحریضیة الطوريّة – سیفل المركبة (المجموعة) مع أجهزة قياس خاصة مجهزة بقياسات نيوترون، كثافة وصوتي بتسجيلات ممتازة في حالة حفر الآبار الواسعة. يوضح الشكل (7 - 12 - a) تسجيل لقياسات الطوري ID في بئر محفور بدقاقي 12.5 بوصة وقد تم توسيعه بدقاقي 23 بوصة. وكلا التسجيلين تم تصحيحهما آلياً بالنسبة لتأثير الجوار ولتأثير حفرة البئر والتکهف. أما الشكل (7 - 12 - b) فيبيّن مقارنة بين منحنیات ID وقيم R_t المصححة من تأثير الغزو.

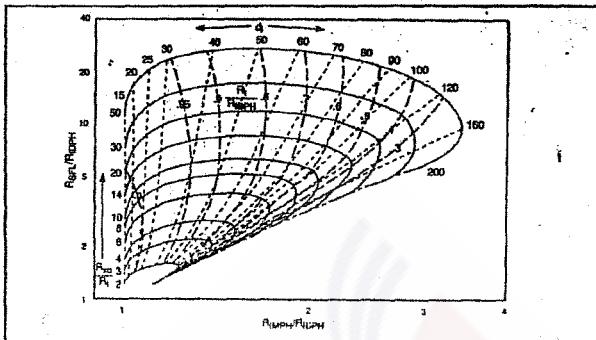


شكل (7 - 12 - b) منحنيات تصحيح R_t من تأثير الغزو حالة قطر 12.5 وقطر = 23.

شكل (7 - 12 - a) تسجيلات الطوري ID في بكر ذي قطر 12.5 بوصة و ذو قطر 23 بوصة
هـ - تصحيحات الغزو (الاجتياح):

وكما سبق فإن تصحيحات الغزو يتم دراستها وفق حالتين:

- حالة $R_t > R_{x0}$: لقد طورت السايرة التحريرضية المضاعفة DIL أساساً من أجل تعين R_t في حالة وجود الغزو، وتستخدم قراءة ثلاثة قياسات على أعماق سبعة مختلفة، لإيجاد المعايير لنموج غزو بسيط معتبرين فيه فقط المنطقة لمغسولة والمنطقة غير المتأثرة. ويقدم الحل بشكل لوحة تصحيح بيانية لها شكل لزوعية (راجع القسم العلوي). وللسايرة التحريرضية الطورية - سيفل المهمة نفسها، ولكن بسبب استخدام إشارات \times ، فإن خصائص لوحات التصحيح لطوري تكون مختلفة. يوضح الشكل (7-13) اللوحة البيانية للتحريض الطوري - سيفل في حالة R_{x0} تساوي 10 أوم متر. لاحظ أنه يمكن التعين عند أقطار غزو حتى 200 بوصة. وقد تم عمل الحسابات وتجهيزها للربط بين نقاط معطيات لوحة تصحيح تعطينا قيم R_t , R_{x0} , d_t . وقد استخدم في الحسابات ثلاث قيم لـ R_{x0} وافق ثلاث حالات مفروضة.

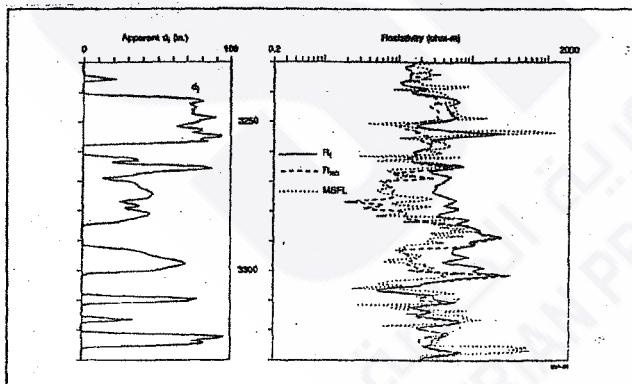


- شكل (7 - 13) لوحة تصحيح للتحريضي الطوري - سيفل في حالة $R_{x0} = 10\Omega \cdot m$

- حالة $R_t < R_{x0}$: في هذه الحالة تكون السايرة المقترحة أو الملازمة لمثل هذه الحالات هي دائماً للاتزولوغ المضاعف. ومع ذلك، طالما أن الغزو متوسط، فإن قياس التحريضي الطوري يعمل عملاً جيداً. وعمق السبر الإضافي لـ ID المزود بإشارة X يساعد في الفصل بين هذه المعطيات. ويتضمن حساب مقطع الغزو هذه الحالات تماماً مثل الحالات العادية $R_t < R_{x0}$ (راجع القسم العملي).

٧- ٣ - التفسيرات بوجود المناطق (المناطق) الانتقالية:

تستند تفسيرات الغزو في حالة الطرائق التقليدية على افتراض خطوة الغزو Stop Profile Invasion للتفسير بالنسبة إلى مقطوع غزو حقيقي، بينما المناطق الانتقالية يمكن أن تعدد التسجيل التحريضي.



شكل (7 - 14) تفسير الغزو من التسجيل الطوري مع منحني الميكروسيفل