

الفصل الثالث

الكمون الذاتي Spontaneous Potential SP

ينتج الكمون الذاتي عن تيارات كهربائية متقدمة من سائل الحفر في حفرة البتر إلى الطبقة أو العكس، وهذه التيارات تحدث بسبب وجود قوى دافعة كهربائية (مولد) في التشكيلة ناتجة عن مصادر كهروكيميائية مثل الامتصاص "Absorption" ومصادر كهروحركية مثل الانتشار "Diffusion". وأول من لاحظ هذا الكمون الذاتي وسجله هم الأخوة Schlumberger عام ١٩٢٩ SP.

3 - مصادر الكمون الذاتي

مصادر الكمون الذاتي متعددة وتقسم كما ذكرنا إلى مصادر كهروكيميائية ومصادر كهروحركية ويعبر عن هذه المصادر بالعمليات التالية:

- انتشار الشوارد وتحركاتها ناتجة لفرق التراكيز بين المياه الطبقية وسائل الحفر وتسمى هذه العملية بالانتشار "Diffusion".
 - امتصاص الشوارد من المحاذيل وتنبيتها على السطح الخارجي للجزئيات الصلبة المؤلفة للصخر. وتسمى هذه العملية بالامتصاص "Absorption" وهاتان العمليتان تحدثان معاً وبأن واحد ولذلك ندعوهما بعملية الانتشار - الامتصاص.
 - عملية الأكسدة والإرجاع التي تحصل عند اتصال سائل الحفر مع سطوح الصخر وذلك نتيجة تبادل الألكترونات بين السائل والصخر. (عملية الأكسدة هي فقدان الجسم للألكترونات أو عملية ثبيت الكلور).
 - عملية الارشاح الكهربائي وتحصل نتيجة لتغلغل راسح سائل الحفر في المسامات الصخرية الشعرية وتظهر هذه الكمونات بشكل واضح مقابل الطبقات الضعيفة التماسك.
- و عند كل عملية من العمليات السابقة تظهر الحقول أو الكمونات الكهربائية التالية:
- أ - كمون الانتشار - الامتصاص**
 - ب - كمون الأكسدة والإرجاع**
 - ج - كمون الارشاح.**

3 - 2 - كمون الانتشار - الامتصاص

تولد الكمونات الانتشارية - الامتصاصية في الآبار، نتيجة لاتصال سائل الحفر مع الطبقات النفوذة أو الكتيمة ومع المياه الطبقية الموجودة في التشكيلات النفوذة، وسيطر النشاط الانتشاري مقابل الطبقات النفوذية والخالية من الغضار.

3 - 2 - 1 - كمون الانتشار Ed

و B محلولان من ملح كلور الصوديوم $NaCl$ لهما تركيزان مختلفان C_A و C_B ، مفصولةن عن بعضهما ب حاجز كما في الشكل (3 - 1) و عند رفع الحاجز فإن الشوارد تبدأ بالانتقال من A أو B تحت تأثير فرق التركيز (معنى آخر فرق الضغط التاضحي) محاولة تحقيق التوازن بين تركيزي السائلين.

وبما أن للشوارد سرعه انتشار وكذلك اتجاهات مختلفة فإن هذا يؤدي في المحصلة إلى تجمع الشوارد ذات السرعه الأكبر في جهة (شوارد الكلور Cl^-) سرعة انتقال أكبر من شوارد Na^+ المحلول الأول تركيزاً والشوارد البطئه في جهة المحلول ذي التركيز الأعلى، وهذا تتشكل طبقة كهربائية مضاعفة ويحصل بين المنطقتين فرق في الكمون يسمى بفرق الكمون الانتشاري Ed .

إن كمون الانتشار Ed يعطى في حالة الطبقات الخالية من الغضار والنفوذة

وفق علامة نرنست NERNST

$$Ed = \frac{R \cdot T}{n \cdot f} \cdot \frac{\nu_{Cl^-} - \nu_{Na^+}}{\nu_{Cl^-} + \nu_{Na^+}} \cdot \ln \frac{a_w}{a_{mf}} \quad (1-3)$$

R : هي ثابتة الغازات العامة $Jol / C^\circ \cdot g$

f : ثابتة فارادي Columb

$\nu_{Cl^-} = 67,6 \cdot 10^{-5} \text{Cm/s.v}$

ν_{Cl^-} : سرعة انتشار شوارد الكلور

$\nu_{Na^+} = 45,6 \cdot 10^{-5} \text{Cm/s.v}$

ν_{Na^+} : سرعة انتشار شوارد الصوديوم

aw : نشاط حرکية المياه الطبقية.

a_{mf} : نشاط حرکية راسخ سائل الحفر.

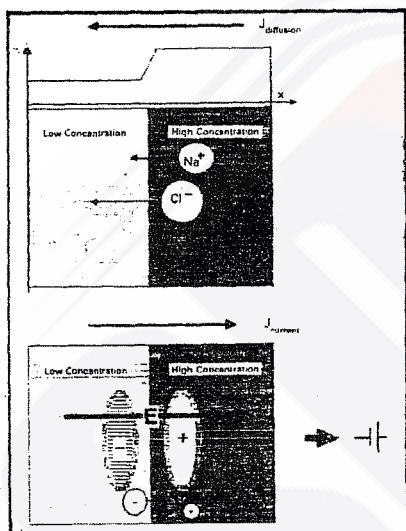
n : كمون تشد المحلول (في حالة $NaCl$ فإن $n = 1$)

T: درجة الحرارة المطلقة بـ K°
والمعادلة 3 - 1 بمراعاة اتجاه التيار تكتب

$$Ed = Kd \ln \frac{a_w}{a_{mf}} \quad (2-3)$$

حيث Kd تعطى وفق العلاقة

$$Kd = \frac{R \cdot T}{n \cdot f} \cdot \frac{c_1^{-\nu} Na^+}{c_1^{+\nu} Na^+} \quad (3-3)$$



K ثابتة القوة المحركة الكهربائية للانتشار وتعتمد كما نبين العلاقة 3 - 3 على درجة الحرارة T للوسط الذي يتشكل فيه الكمون. ويعبر عن نشاط المياه الطبيعية أو حرکية المياه a_w تبعاً لتركيز الأملاح المنحلة فيها C_w ولمعامل النشاط f_w وعن نشاط راشح سائل الحفر أو حرکته a_{mf} تبعاً لتركيز الأملاح المنحلة فيه C_{mf} ولمعامل النشاط f_{mf} وفق العلاقات التالية:

شكل 3 - 1 تمثيل بياني لنشوء اتصال السوائل (كمون الانتشار)

$$a_w = C_w \cdot f_w \quad (4-3)$$

$$a_{mf} = C_{mf} \cdot f_{mf} \quad (5-3)$$

بيدال قيم a_w و a_{mf} في المعادلة (3 - 2) ينتج

$$Ed = Kd \cdot \ln \frac{C_w \cdot f_w}{C_{mf} \cdot f_{mf}} \quad (6-3)$$

ولكن معامل النشاط للمياه الطبيعية f_w ولراشح سائل الحفر f_{mf} فريقان من الواحد ومتباينين تقريباً (لأن الملح السائد في كلا السائلين هو NaCl). وبذلك تصبح العلاقة (3 - 6) على الشكل التالي

$$E_d = K_d \cdot \ln \frac{C}{C_{mf}} \quad (7-3)$$

ولكن التركيز يتناسب طرداً مع الناقلة الكهربائية وعكساً مع المقاومة:

$$C_w = C_d \approx \frac{1}{R_w} \quad (8-3)$$

$$C_{mf} \approx C_d \approx \frac{1}{R_{mf}} \quad (9-3)$$

نعرض في العلاقة (3 - 7) فينتج

$$E_d = K_d \cdot \ln \frac{R_{mf}}{R_w} \quad (10-3)$$

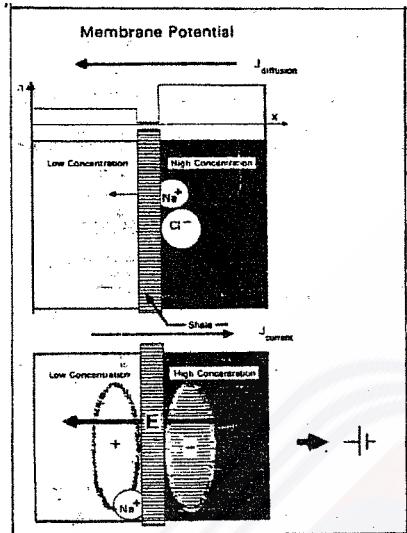
كما قلنا إن K_d ثابت القوة المحركة الكهربائية للانتشار يتعلق بدرجة الحرارة T ، ونحسب من العلاقة (3 - 3)، فعند درجة الحرارة 25°C وبالانتقال إلى اللوغاريتم العلوي تصبح المعادلة (3 - 10) على الشكل التالي

$$E_d = 11.6 \log \frac{R_{mf}}{R_w} [\text{m.v}] \quad (11-3)$$

وهي العلاقة العامة لحساب الكمون الانشراري.

3 - 2 - 2 - 3 - كمون الامتصاص

إذا وجد محلولان A و B لهما تراكيزان مختلفان من ملح كلوريد الصوديوم NaCl ($C_B > C_A$) ومفصولان عن بعضهما بغشاء نفاذ ذي يسمح بمرور إحدى الشوارد ويمعن الأخرى. انظر الشكل (3 - 2) فالغضار يؤدي دور



شكل 3 - 2 تمثيل بياني لتشوه كمون الامتصاص

$$E_a = \frac{R \cdot T}{n \cdot F} \cdot \ln \frac{a_{Cl^-}^v - v}{a_{Cl^-}^{mf} + v} \cdot \ln \frac{a_{Na^+}^a}{a_{Na^+}^{mf}} \quad (12 - 3)$$

و بما أن سرعة انتشار شوارد الكلور (v_a) معدومة لعدم قدرتها على النفاذ فتصبح

المعادلة (12 - 3) كمالية :

$$E_a = \frac{RT}{n \cdot F} \cdot \ln \frac{a_w}{a_{mf}} \quad (13 - 3)$$

وبطريقة مشابهة لكمون الانتشار نتوصل إلى العلاقة التالية:

$$E_a = K_a \cdot \ln \frac{\frac{R}{R_w} \cdot mf}{\frac{mf}{R_w}} \quad (14 - 3)$$

وإذا حسبنا ثابت القوة المحركة للامتصاص في درجة الحرارة $25^{\circ}C$ وبالانتقال إلى اللوغاريتم العشري مع مراعات اتجاه التيار في البتر (انظر الشكل 3 - 3) نجد

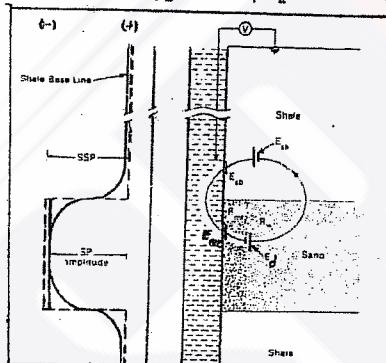
$$E_a = 59.1 \log \frac{mf}{R_w} [m.v] \quad (15 - 3)$$

وهي العلاقة العامة لحساب كمون الامتصاص.
ويرجع الباحث الروسي داخنوف DACHNOV النشاط الامتصادي إلى الأسباب التالية

- أ - امتصاص المحاليل الشاردية الحيادية (NaCl)
- ب - امتصاص الشوارد الموجودة في الشبكة البلورية الصخرية.
- ج - امتصاص الايونات من المحاليل وتشكيل مركبات صعبة الاحمال.
- د - امتصاص الايونات الناتجة عن تفكك الفلزات المكونة للصخر.

2-3-3 - كمون الانتشار - الامتصاص

إن فرق الكمون الناتج Ead أو الكمون الذائي الستاتيكي (السكنوي) SSP بشكل



العنصر الأساسي في الكمون الذائي المتكون داخل حفرة البئر. وقوى المركبة الكهربائية الناتجة عن عملية الامتصاص والانتشار في البئر، ترتبط على التسلسل فيما بينها. وعند عدم مرور أي تيار ضمن عمود سائل الحفر يظهر فرق في الكمون

شكل 3-3 مخطط بياني لتشكيل الكمون الذائي في البئر

عند السطح الفاصل بين الطبقة الرملية النفوذية وبين الطبقة الغضارية وهذا الكمون يعطى بالعلاقة التالية:

$$Ead = SSP = Ea + Ed \quad (16-3)$$

وبمراجعة اتجاه التيار في البئر ينتج

$$Ead = SSP = -70.7 \log \frac{\frac{R_w}{R_s}}{R_w} \quad (17-3)$$

3 - كمون الأكسدة والإرجام

وهو الكمون الناتج عن عملية تبادل الالكترونات بين العناصر الصلبة المؤلفة للصخر والسوائل الموجودة في الطبقة. مما يؤدي إلى فصل في الشحنات الموجبة

والسالبة، مما يؤدي إلى حدوث فرق في الكمون يسمى بكمون الأكسدة والإرجاع ويعطى بالعلاقة:

$$E_{OR} = K_{OR} \ln \frac{C_1}{C_2} \quad (18 - 3)$$

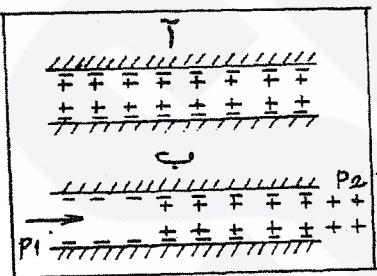
حيث: E_{OR} : كمون الأكسدة والإرجاع.

K_{OR} : ثابت القوة المحركة الكهربائية الناتجة عن عملية الأكسدة والإرجاع.
 C_1, C_2 : تركيز المواد التي توجد في الدرجة الأكبر والأصغر للأكسدة والإرجاع.
 وتظهر هذه الكمومات عند اختراق الآبار للمناطق المعدنية (مثل المكمان الكربوني). الطبقات الكربونية التي لم تترسب في وسط مرجع - مؤكسد والتي تحوي على مواد هيدروكربونية لانلاحظ عادة وجود فروقات في الكمون ناتج عن عملية الأكسدة - والإرجاع.

3 - 4 - كمون الارتشام:

تؤدي عملية ارتشام سائل الحفر في الطبقة التفوذة أثناء اختراقها إلى خلق فروقات في الكمون الكهحركي (الارتشامي) وتظهر هذه الفروقات في الكمون بصورة واضحة عن ارتشام سائل الحفر إلى المسامات الشعرية للصخر

ونتيجة لخواص المسامات الشعرية يتشكل ما يشبه المكثفة حيث تتولد طبقة كهربائية مضاغفة انظر الشكل (4 - 3)، طبقة ثانية ناتجة عن امتصاص الجزيئات المعدنية على طول جدار المسامات الشعرية، والطبقة الأخرى متحركة نتيجة فرق الضغط بين البتر والطبقة، تتحرك الايونات



شكل (4 - 3) تمثيل حركة جريان السائل الشاري عبر القواعد الشعرية

الموجبة مما يشكل كمون الارتشام ويعطى هذا الكمون بالعلاقة:

$$E_f = 0.37 \sqrt{R_{mc} - h_{mc} - V_f \cdot \Delta P} \quad (19 - 3)$$

حيث: R_{mc} : مقاومة كعكة سائل الحفر.

b_{mc} : سماكة حكمة سائل الحفر.

V_f : حجم راشح سائل الحفر مقدراً بـ السُّمّ^٣ خلال نصف ساعة عند

ضغط 7Kg/Cm^3 أو 100 PSI .

ΔP : فرق الضغط بين عمود سائل الحفر والضغط الطبقي Kg/Cm^2 .
ان كمون الارشاح ذو القيمة المعتبرة، تحصل في حالة الطبقات الضعيفة التماسك، وفي حالة استخدام بعض سوائل الحفر الضعيفة المعدنية وفي الحالة العامة فإن هذا الكمون ذو قيمة مهملة ولا يؤثر كثيراً في قيمة الكمون الذاتي الكلي.

3 - 5 - الكمون الذاتي الكلي ESP

كما رأينا يتكون الكمون الكلي من مجموع الكمونات التالية:

أ - كمون الارشاح E_f .

ب - كمون الأكسدة والإرجاع EOR

ج - كمون الانتشار - الامتصاص $Ead = Ea + Ed$

وبفرض أن كل الكمونات موجودة فإن Esp تعطى بالعلاقة

$$Esp = E_f + E_{OR} + E_a + E_d \quad (20-3)$$

ويؤدي هذا الكمون إلى مرور تيار طبيعي قيمته Isp وله اتجاه القوة المحركة نفسها Esp وتكتب العلاقة بينهما حسب قانون أموم.

$$Esp = R \cdot I_{sp} \quad (21-3)$$

عملياً يعد كمون الأكسدة والإرجاع EOR مهملاً في حالة الآبار النفطية وعند عدم تواجد تجمعات معدنية. وكذلك الكمون الارشاحي لا يؤثر بشكل فعال في قيمة الكمون الكلي كما أثبتت الدراسات والتجارب العملية.

مما سبق نستنتج أن كمون الانتشار - الامتصاص هو السادس في البئر.

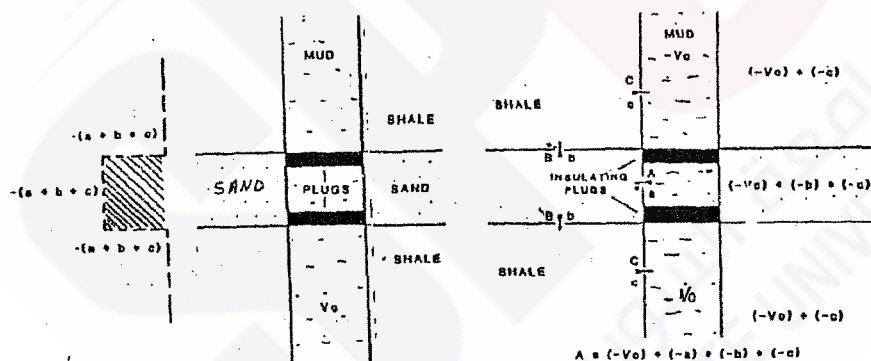
3 - 5 - 1 - الكمون статички SSP والكمون المقاس SP .

إن القوة المحركة الكهربائية المولدة لتيار الكمون Isp والناتجة بشكل أساسى من الظاهرتين الكهروكيميائية والكهرومagnetية تشكل ثلاثة مناطق حدودية مبينة في الشكل (5-3) المنطقية الأولى: A حدود الاتصال بين سائل الحفر والمياه الطبيعية.

المنطقة الثانية: B حدود الاتصال بين المياه الطبقية والغضار.

المنطقة الثالثة: C حدود الاتصال بين الغضار وسائل الحفر.

إن القوة المحركة الكهربائية EMF توجد أصلاً عند كل منطقة اتصال على حدة وبفرض أن كل وسط متجانس فإن EMF ستكون منتظمة على طول الحدود المتشابهة. ولفهم أفضل لتأثير EMF نتخيل وجود سدادتين تمنعان مرور تيار SP ضمن سائل الحفر الموجود في البئر كما في الشكل (3 - 6) ومقطع البئر مؤلف من طبقتين متتاظرتين من الغضار بفصل بينهما طبقة رملية تحتوي على مياه طبقية. إن وجود السدادة لا يؤثر في EME في المناطق C, B, A حيث توجد القوى المحركة الكهربائية Ec, Eb, Ea على التوالي. وبما أن السدادة تمنع مرور Isp فإن الكمون ثابت ضمن كل منطقة حدودية أو مفصولة بالسدادة. وبما أن الكمون يتغير من وسط لأخر فإن اختلاف الكمون بين وسطين متتاليين يصبح مساوياً للقوة المحركة الكهربائية الموجودة في منطقة الاتصال المشتركة والمجموع الجيري



شكل 3 - 6 - يوضح الكمون الستاتيكي SSP

شكل 3 - 5 المناطق الحدودية

في البئر وقيم كمون كل منطقة.

لقوى المحركة الكهربائية للمناطق A, B, C والكمون الأولى V_0 يحدد كمون

كل منطقة كمالي:

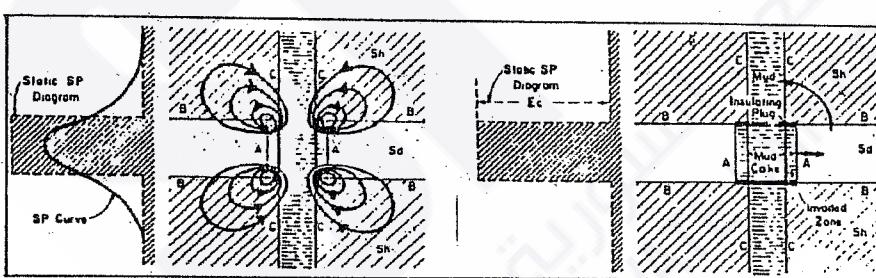
* قيمة كمون المقطع العلوي لسائل الحفر V_0 .

* قيمة كمون طبقة الغضار العلوية $.Ec + V_0$

- * قيمة كمون الطبقة الرملية $E_b + E_c + V_o$
- * قيمة كمون مقطع سائل الحفر المخصوص بالسدادة $E_a + E_b + E_c + V_o$
- * قيمة كمون طبقة الغضار السفلية $E_c + V_o$
- * قيمة كمون المقطع السفلي لسائل الحفر V_o .

من وجهة قياس SP فإن الكمونات المقاسة في المقاطع المختلفة لسائل الحفر هي المهمة بالنسبة لنا. ولذلك يجب أن نلاحظ بانتهاء بأن كمون مقطع الطفلة مقابل الطبقات الغضارية السفل والعليا متساو. ونلاحظ أيضاً بأن كمون الطفلة مقابل الطبقة الرملية النفوذة يختلف عن كمون الطفلة (V_o) مقابل الطبقات الغضارية بقيمة مقدارها ($SSP = E_a + E_b + E_c$) وهي مجموع قيم القوى المحركة الكهربائية للمناطق الحدودية الثلاث التي لها اتصال مشترك.

إذا فالكمون статيكي SSP يظهر عند عدم مرور أي تيار (الحالة الساكنة) ويمثله الخط المنقط في الشكل (3 - 7).
عند إزالة السدادة فإن تيار الكمون I_{sp} يعود للمرور عبر الطفلة والطبقات وتخفي الحالة السكونية لتحول محلها الحالة الحركية (DINAMIC CASE).



شكل (3 - 7) يمثل الكمون статيكي والكمون المقاس وخطوط تيار الكمون
القسم الأكبر من القوى المحركة الكهربائية تجمع تأثيرها معاً لتنتج تيار
الذي يتبع في سيره الطريق المبينة في الشكل (3 - 7) بخطوط متصلة تقطع
المناطق الحدودية الثلاث، وجهة التيار موافقة للأسماء المبينة.

إن كثافة خطوط التيار في سائل الحفر تعتمد فقط على المجموع الجبري لأجزاء EMF في الدارة ولا تعتمد على توزيع أو حرصس التوى المحركة الكهربائية لكل منطقة حدودية.

يجب على تيار SP المرور على طول البئر عبر مقاومات موجودة على التسلسل بما مقاومة الطبقات ومقاومة سائل الحفر وهذا يؤدي حسب قانون أوم إلى تغيرات في الكمون المقاسة.

والخط المتصل في الشكل 3 - 7 يمثل الكمون المقاس SP وهو كما نرى أصغر قيمة من الكمون ستاتيكي وأكثر اتساعا.

3 - 6 - مبدأ جهاز قياس الكمون الذاتي.

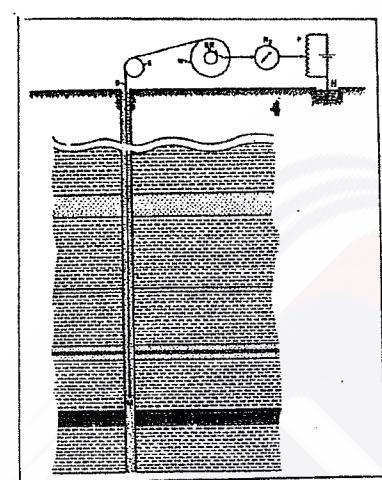
نحصل على منحني الكمون الذاتي في الآبار بتسجيل فرق الكمون الطبيعي بين مسرعين من الرصاص (شكل 3 - 8) بما قطب القياس M المتحرك في البئر (المليء بسائل الحفر) والموصول بنهاية قبل القياس، الذي يربط طرفه الآخر بأحد طرفي مقياس جهد (G) والطرف الآخر يربط مع دارة مقسم جهد (P) ومن ثم بالقطب الأرضي N الذي يوضع عادة في خزان الطفلة أو حفرة مليئة بالطفلة مجهزة لذلك، وتكون حركة الفيلم أو المنحني في جهاز التسجيل متاظرة وحركة قطب القياس وبذلك يسجل الكمون الذاتي بشكل مستمر في مقابل عمق القطب M على طول البئر.

ويمـا أن الطفلة تـشكل ضغطاً ستاتيـكياً أكبر أو مـساوـاً للضغط الطـبقي فـain السـواـلـاتـ المـوجـودـةـ فيـ الطـبـقـاتـ النـفـوذـيـةـ لـنـ تـلوـثـ سـائـلـ الحـفـرـ المـوجـودـ فيـ البـئـرـ بعدـ سـائـلـ الحـفـرـ مـتجـانـساـ نـظـراـ لـكـونـهـ فـيـ حـرـكةـ دائـمةـ أـشـاءـ الحـفـرـ وـقـبـلـ إـجـراءـ الـقـيـاسـاتـ الـبـئـرـيـةـ.

إن مقياس الجهد G يسجل كل فروقات الكمون الظاهرة بين القطبين M و N والتغيرات على منحني SP تعتمد على اختلافات فروق الكمون الناتجة عن مرور تيار SP في الطفلة والطبقات المقاسة.

هناك فرق في الكمون ثابت يظهر بين قطبي القياس N, M في حالة عدم وجود أي تيار للكمون، فرق الكمون هذا لا يسجل على منحني SP لأن مهندس القياس يقوم بتعديل هذا الفرق على السطح بواسطة دارة مقسم الجهد P. وكما تساعد هذه

الدارة على التحكم بتوضع خط الغضار الاصطلاحي بإزاحته نحو اليمين أو اليسار كي يقع مخطط SP في المجال المخصص له. ومن الجدير بالذكر بأن قيمة شواز SP الموجودة على المخطط تفاص بدءاً من خط الغضار وليس من بداية الحقل، لهذا فإن قرب أو بعد منحني SP عن بداية الحقل ليس له آية أهمية. في الواقع يمثل منحني المسجل تغير الكمون الذاتي المقياس SP بالقطب M مع العمق.



شكل 3 - 8 مبدأ جهاز قياس الكمون الذاتي SP

3 - 7 - العوامل المؤثرة في منحني الكمون الذاتي.

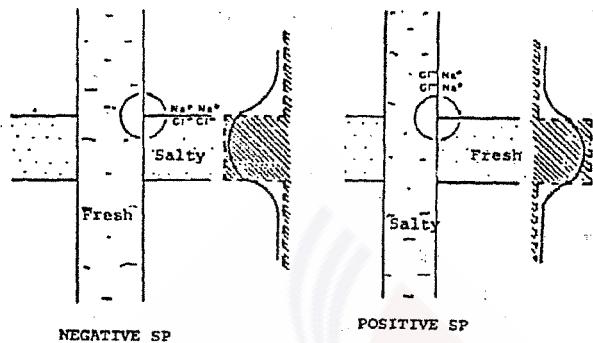
عندما يتحرك قطب القياس M مقترباً من القيمة العظمى لـ EMF يلاحظ على منحني SP نقطة انعطاف، وهي تلك النقطة التي يتغير قيم الميل عندما هو موضع في الشكل (3 - 12).

ان نقاط انعطاف منحني SP مهمة جداً في عملية تفسير هذه المنحنيات لأنها تمثل حدود النقاء الطبقات النفوذة مع الطبقات الأخرى.

يعتبر الانحراف سالباً عندما يكون انحراف المنحني نحو اليسار في هذه الحالة تكون ملوحة المياه الطبقية أكبر من ملوحة الطفلة.

ويعد الانحراف موجباً عندما يكون انحراف المنحني نحو اليمين من خط الغضار في هذه الحالة تكون ملوحة الطفلة أكبر من ملوحة المياه الطبقية، والشكل (3 - 9) يوضح ذلك.

إن شكل شواز منحني SP وسعته مقابل طبقة معينة يمكن أن يتأثر بالعوامل التالية:



شكل 3 - 9 يمثل الانحراف الموجب والسلبي لمنحنى الـ SP

١ - اتجاهات القوى المحركة الكهربائية (EMF) الكلية المساعدة في تكوين SP وقيمها،
٢ - سمكية الطبقات المقاسة.

٣ - المقاومية الكهربائية للطبقات المقاسة والمجاورة.

٤ - مقاومية سائل الحفر. R_m

٥ - قطر منطقة الغزو

٦ - نسبة تواجد الغضار V_{sh}

نقسم الطبقات من وجهة نظر SP إلى ثلاثة مجموعات الأولى مسامية وكثيمة وناقلة للتيار الكهربائي Impervious bed وتعبر عن الطبقات الفضارية والممارلية، والثانية متربطة وفاسية وغير ناقلة للتيار (Hard Formation) أو تعowi القليل جداً من المياه مثل انهريت، دلوميت، جص، حجر كلاسي غير مسامي، والثالثة طبقات نفوذة Permeable bed مثل الرمال والحجر الكلسي المسامي.. وهي الطبقات النفوذة وإن كانت نفوذيتها ضعيفة جداً.

٣ - ٧ - ١ - تأثير القوى المحركة الكهربائية EMF في منحنى SP

عند بقاء كل العوامل الأخرى ثانية، فإن تغير قيمة EMF الكلية يؤثر في قيمة أو سعة شواز SP ولكنها لا تؤثر في شكل منحنى SP. عملياً تختلف EMF المشاركة كثيراً من بتر لآخر وذلك لإمكانية تغير أي من ملوحة الطفلة أو المياه الطبقية أو فرق الضغط الستابتيكي للطفلة والضغط الطبقي. ومع ذلك تمثل EMF لأن تكون

ثابتة في البئر الواحد مقابل الغضارير أو الرملية السميكة حيث يبدي منحنى SP مقابل هذه الطبقات مستقيماً واضحاً يشكل خط الأساس.

إن قيم منحنى SP مقابل الطبقات السابقة لها يشكل عام ذات السعة، لأن قيم EMF متساوية في مقابل تلك الطبقات.

إن قيمة EMF تبقى ثابتة في الطبقات النفوذة ذات المسامية المختلفة أو التي لها حجم حبيبات متباينة، أي أن EMF لا تعتمد على قيم النفوذية طالما أن التغير أصغر من مللي دارسي واحد.

2 - 7 - 3 - تأثير سماكة الطبقات في منحنى SP

إن سعات الشواد على منحنى SP مقابل الطبقات السميكة سواء أكانت نفوذة أو كثيفة تكون قريبة جداً من SSP.

ولكن يمكن أن توجد ضمن الطبقات النفوذية السميكة طبقات غضارير أو كثيفة رقيقة أو العكس ويظهر منحنى SP شواد ذات سعات أقل لا تصل إلى خط الأساس، فلابد أن نعتقد أن هذه الطبقات الرقيقة تتبع EMF أصغر بل هي متساوية لـ EMF مقابل الطبقات السميكة لأنه من المرجح بقاء الظروف ذاتها من ملوحة وفرق ضغط مقابل الطبقات الرقيقة.

الشكل (3 - 10) يظهر مقطعاً من الطبقات الرملية الحاوية على مياه مالحة مفصولة بطبقات غضارير سميكة الجزء اليساري من الشكل يظهر منحنى SP للطبقات التي مقاومتها متساوية إلى مقاومة الطفلة.

إن سعة شواد منحنى SP مقابل الطبقات السميكة ($d = 20$) تكون عملياً متساوية لـ SSP. وإن منحنى SP يظهر انحساء ذا قطر صغير عند حدود الطبقات وكذلك قيم الشواد تكون منحنية. ومن أجل الطبقات الأقل سماكة فإن السعة الأعظمية تنخفض بشكل واضح ويزداد انحساء قمة الشواد.

أما الطبقات الرملية التي سماكتها أقل من $d = 1/2$ فإن سعة القمة تكون تقريباً متناسبة مع السماكة وعامل التاسب يكون مماثلاً لسماكة الطبقة h منسوباً إلى

$$SP = SSP \cdot \frac{h}{d}$$