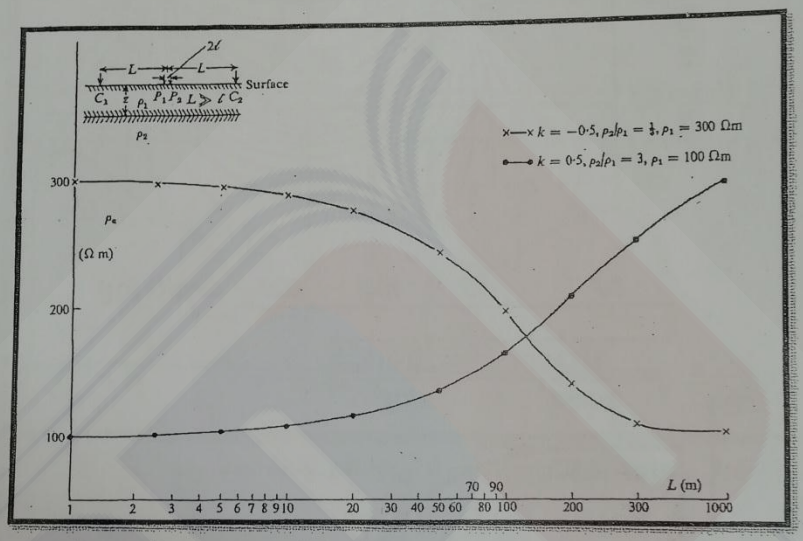
الأسبوع التاسع (٨٠-٩٠)

الرمل في الحوض بدلاً من الماء، ويغرس في الحوض أجسام ناقلة متعددة مثل شرائح عازلة أو أسطوانات وكتل مختلفة لمحاكاة حالة الحقل (الأشكال 3-8، 3-9، 3-10).

يظهر الشكل (3-8) زوج من منحنيات المقاومية لطبقتين بتباين 3 و 3/1. مقاومية الطبقة العليا 100 Ωm ومقاومية الطبقة الدنيا 300 Ωm، وسماكة الطبقة العليا 100m.



الشكل (3-8). تطبيق تشكيل شلمبرجيه المتمدد فوق طبقتين أفقيتين والمقاومية محسوبة من المعادلة النظرية.

يظهر الشكل (3-9) طبقة من الغضار منخفضة المقاومية 20 Ωm تحت طبقة عالية المقاومية 380 Ωm. يظهر الرسم العلوي مخطط توزع خطوط التيار تحت السطح، بينما يعطي المنحني الأسفل المقاومية الظاهرية. من الواضح بأن المقاومية ستكون عالية طالما أن التيار لا يمر إلى الطبقة الدنيا ذات الناقلية الجيدة. في حال وجود طبقتين سيكون منحني المقاومية الظاهرية سهل التفسير، ويمكن وضع تقريب للنقطة التي يبدأ فيها المنحني بالانخفاض إلى المقاومية المنخفضة.

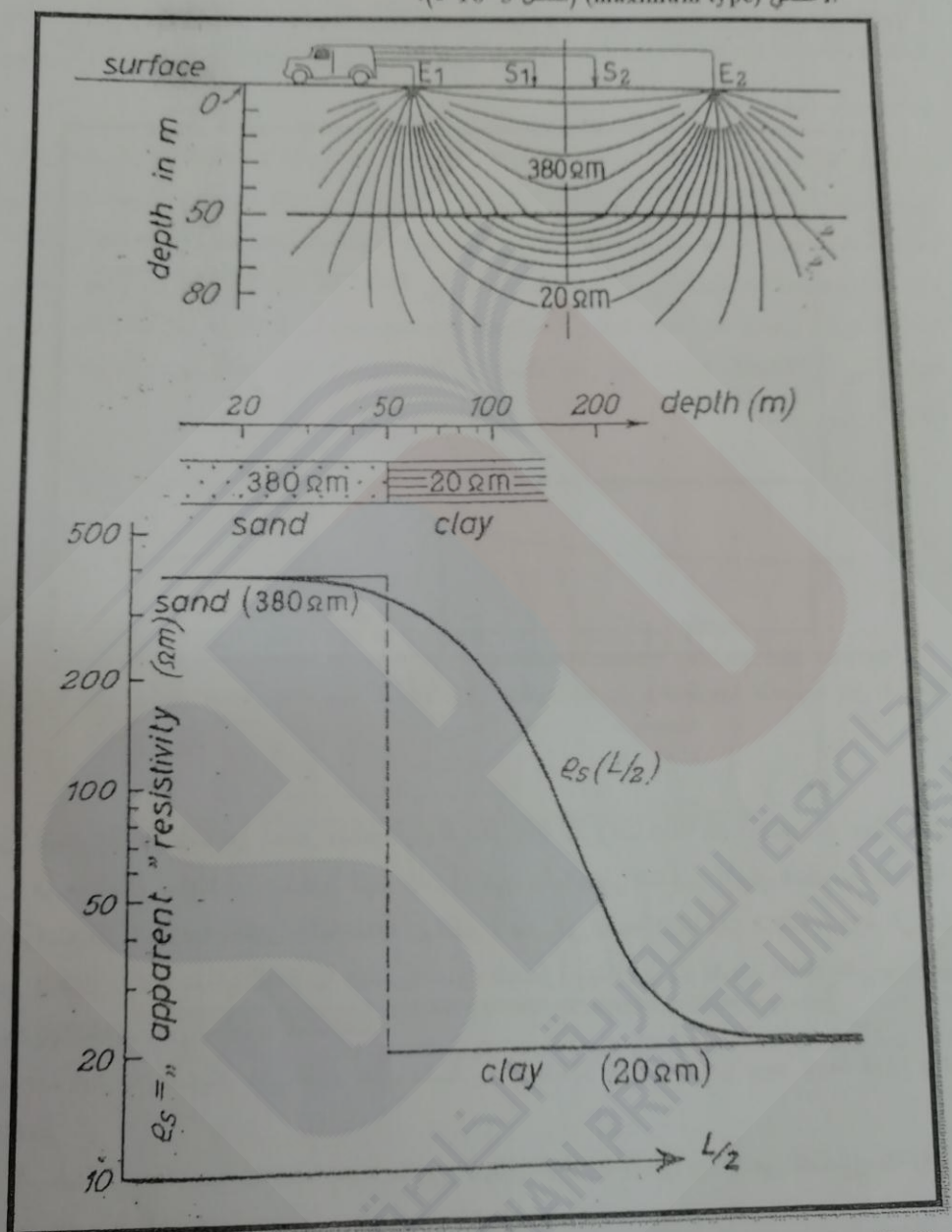
يوجد عدد كبير من المشاكل التي تقابل عند معالجة حالة الطبقات الثلاث. مبدئياً يوجد أربعة أنواع يمكن تمييزها:

1- طبقة ذات مقاومية منخفضة متوضعة بين طبقتين مرتفعة المقاومية. يدعى المنحنى هنا بالنوع الأصغري (minimum type) (الشكل 3-10-أ).

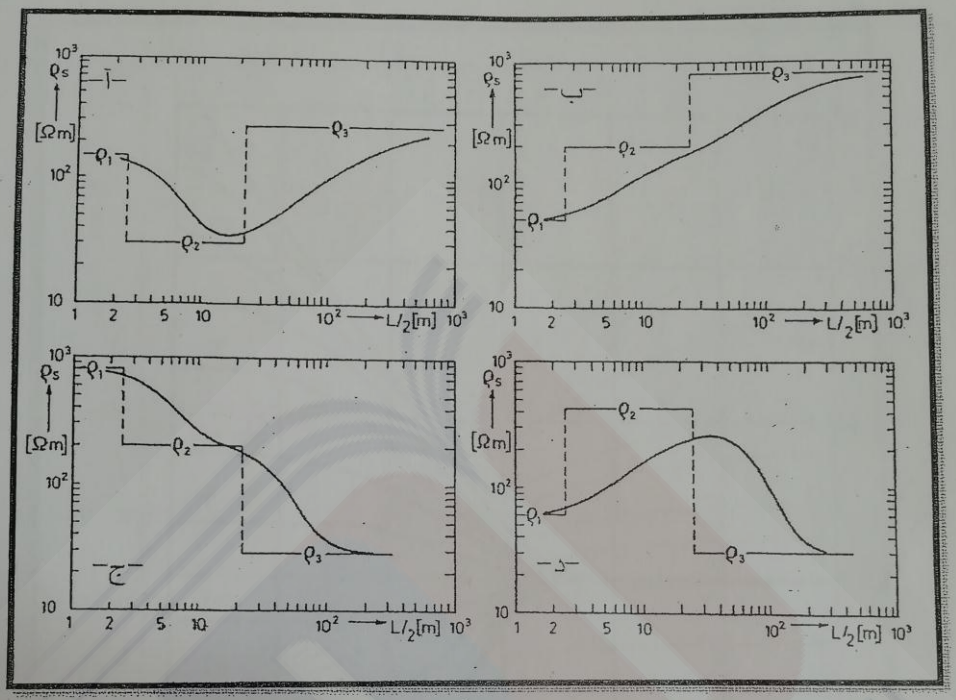
2- حالة ثلاث طبقات متزايدة المقاومية نحو الأسفل. يدعى المنحني هنا بالمنحني مزدوج التزايد (double increasing curve) (الشكل 3-10-ب).

3- حالة ثلاث طبقات متناقصة المقاومية نحو الأسفل. يدعى المنحني هنا بالمنحني مزدوج التناقص (double decreasing curve) (الشكل 3-10-ج).

4- حالة طبقة ذات مقاومية مرتفعة متوضعة بين طبقتين منخفضة المقاومية. يدعى المنحنى هنا بالنوع الأعظمي (maximum type) (الشكل 3-10-د).



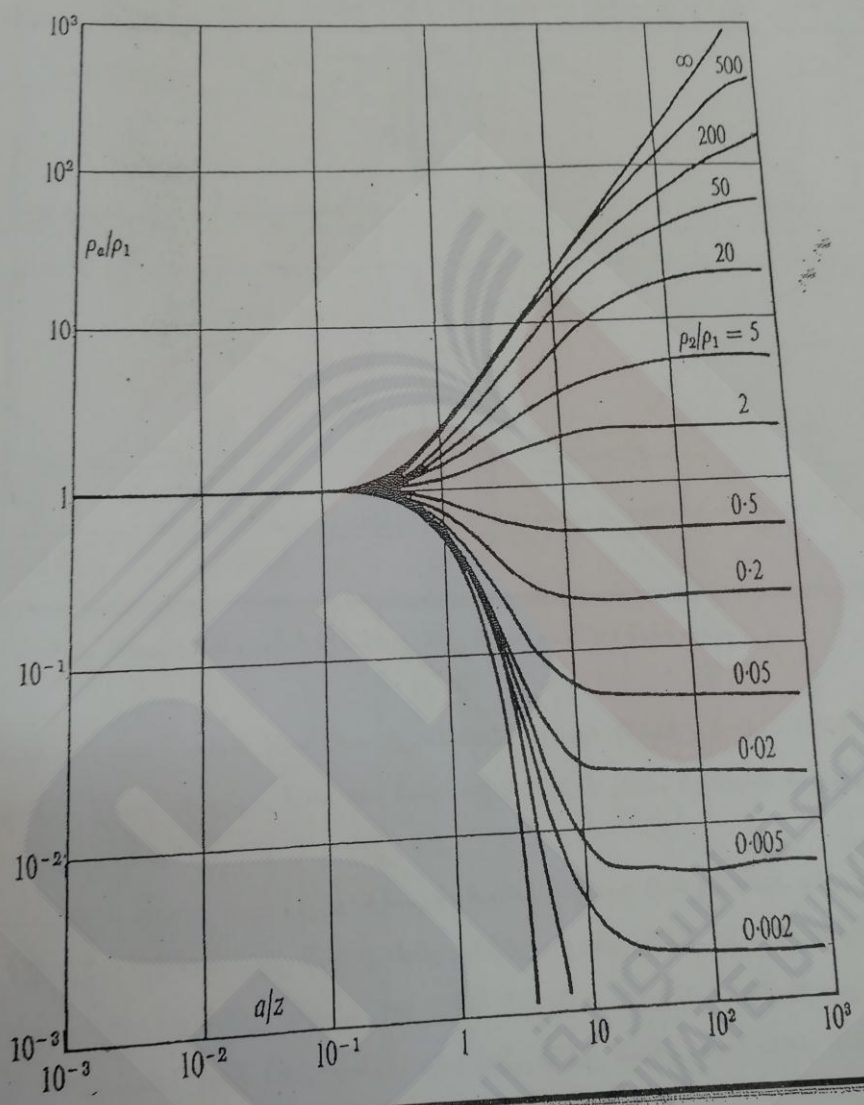
الشكل (3-9). تمثيل لسبر طبقتين، حيث E1 و E2 مسريا التيار و S1 و S2 مسريا الكمون.



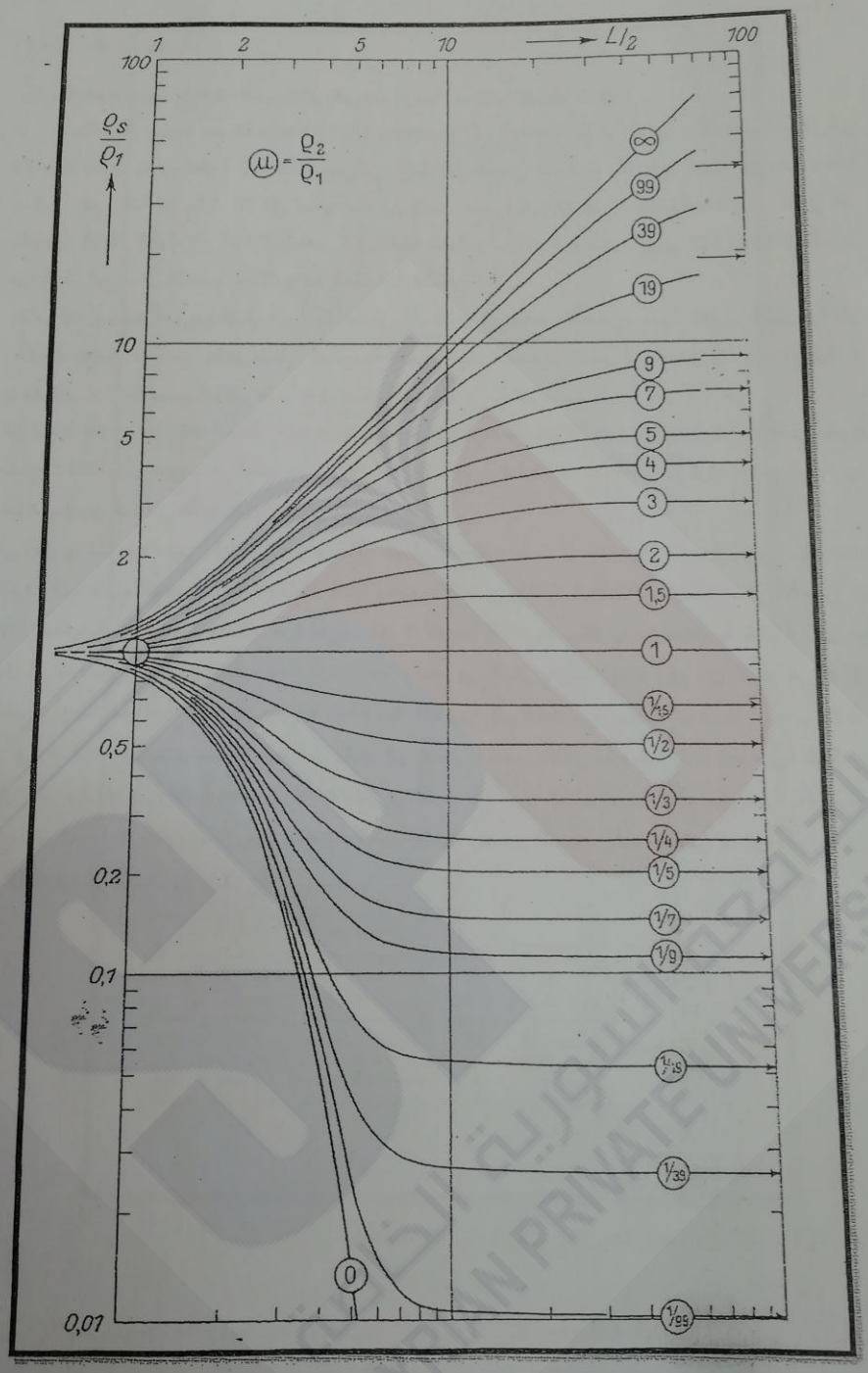
الشكل (3-10). منحنيات المقاومية فوق نموذج ثلاثي الطبقة ومختلف المقاوميات.

إن الحسابات الرياضية معقدة، لكنها قادت إلى منحنيات نموذجية (الشكلان 3-11، 3-12). يمكن وضع جميع المعادلات بصيغة ρ_a/ρ_1 ثم ترسم هذه النسبة مع $a/z, L/z, r/z$، أي التباعد الكهربائي مقسوم على الأعماق إلى الطبقة العليا.

ترسم المنحنيات النموذجية على ورق لوغارتمي شفاف لمقارنتها مع النتائج الحقلية. يظهر الشكل (3-11) المنحنيات النموذجية لتشكيل وينر لنموذج طبقتين أفقيتين، ويظهر الشكل (3-12) المنحنيات النموذجية لتشكيل شلمبرجيه لنموذج طبقتين أفقيتين. تحدد النقطة التي تكون $\rho_a/\rho_1 = a/z = 1$ على ورقة المنحنيات قيم ρ_a و z على محاور ورقة العمل الحقلية، بينما يعطي تطابق المنحني قيمة معامل الانعكاس k وبالتالي ρ_2 حيث $k = (\rho_2 - \rho_1)/(\rho_2 + \rho_1)$



الشكل (3-11). المنحنيات النموذجية لتشكيل وينر لنموذج طبقتين أفقيتين.



الشكل (3-12). المنحنيات النموذجية لتشكيل شلمبرجيه لنموذج طبقتين أفقيتين.

3-8 – أمثلة حقلية:

يمكن توضيح طبيعة منحنيات السبر الكهربائي من دراسة الحالات البسيطة التالية:

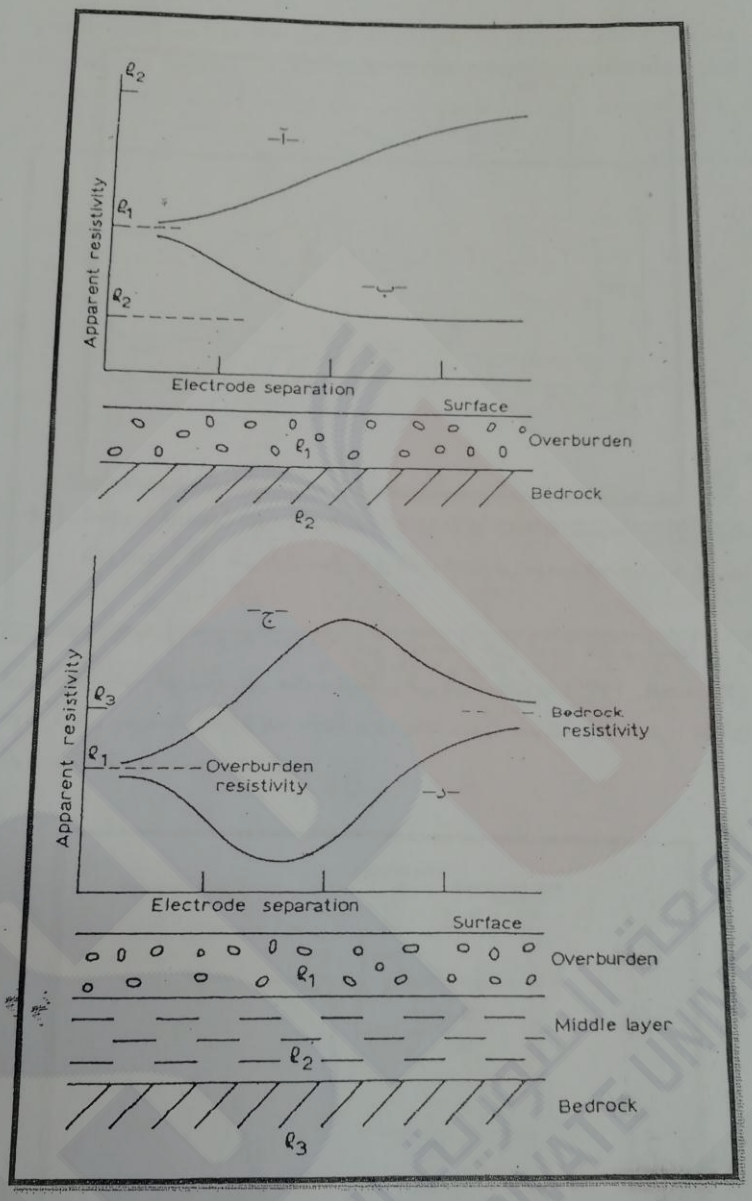
لو اعتبرنا طبقة وحيدة بسماكة محددة (Parasnis, 1975) واقعة فوق صخر أساس يمتد نحو الأسفل إلى اللانهاية بحيث تكون الطبقة العليا ناقل كهربائي أفضل من الصخر الأساس، مثل تربة ناقلة كهربائياً تغطي صخور غير ناقلة كهربائياً. إذا كان تباعد مسريي التيار صغيراً فلن تختلف المقاومية الظاهرية كثيراً عن مقاومية الطبقة العليا، لأن التيار سينحصر في الطبقة السطحية. إذا زاد تباعد مسريي التيار فسيدخل المزيد من التيار إلى صخر الأساس، وبذلك تزداد المقاومية الظاهرية.

عندما يكون تباعد مسريي التيار كبيراً جداً يتدفق كل التيار في صخر الأساس، بحيث تقترب المقاومية من مقاومية الصخر الأساس. يظهر منحني المقاومية الكلي الشكل المصقول الظاهر في الشكل (3-13-آ) حيث لا يوجد تغير حاد بالمنحني كمؤشر على عمق صخر الأساس.

من ناحية أخرى، إذا كانت الطبقة العليا عالية المقاومية بالنسبة للصخر الأساس، وكان صخر الأساس مشرباً بكباريت ناقلة مثل البيريت أو المغنيتيت ....الخ، فإن المقاومية الظاهرية ستتناقص مع تزايد تباعد المساري، عندها سيكون المنحني مثلما يظهر بالشكل (3-13-ب).

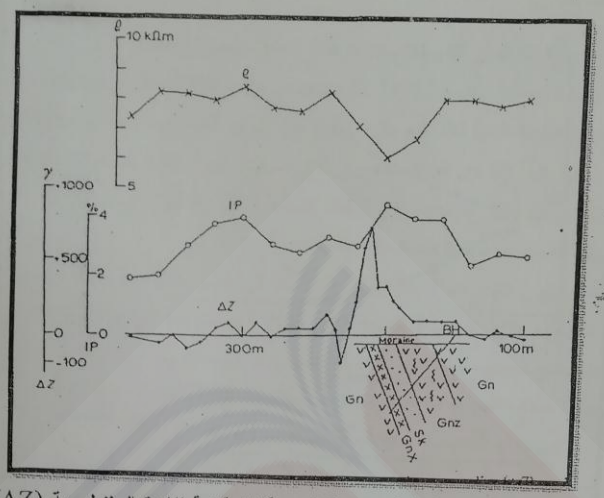
في حال وجدت طبقة بين الطبقة العليا وصخر الأساس، ستنتج منحنيات مقاومية ظاهرية متعددة. إذا كانت الطبقة الوسطى ناقلاً جيداً بالنسبة للطبقة العليا وصخر الأساس (الشكل 3-13-د)، وكان صخر الأساس هو الأكثر مقاومية من الطبقات الثلاث. مرة أخرى، فإن المقاومية الظاهرية ستقترب من مقاومية الطبقة العليا من أجل تباعد صغير لمسريي التيار، ومع ازدياد تباعد مسريي التيار سيدخل جزء مهم من التيار في الطبقة الثانية وتهبط المقاومية الظاهرية. ستهبط المقاومية الظاهرية إلى قيمة صغري عند تباعد ما لمسريي التيار. مع ازدياد تباعد المساري يدخل المزيد من التيار إلى صخر الأساس الأكثر مقاومية وتبدأ المقاومية الظاهرية بالارتفاع مرة أخرى. وعند تباعد كبير جداً للمساري تقترب المقاومية الظاهرية من مقاومية صخر الأساس.

إذا كانت الطبقة الوسطى ناقلاً رديئاً بالنسبة للطبقة العليا وصخر الأساس يأخذ منحني المقاومية الظاهرية الشكل الوارد في الشكل (3-13-ج).



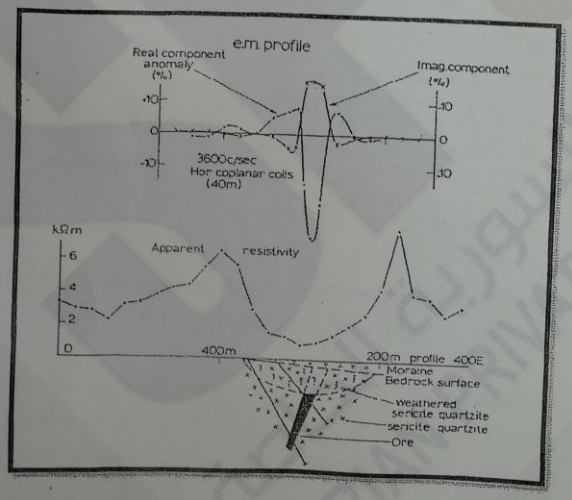
الشكل (3-13). منحنيات السبر الكهربائي فوق أرض متطبقة أفقية.

يظهر الشكل (3-14) المقاومية الظاهرية على طول مسار عبر نطاق من صخر الغرانيوليت المرافق بفلزات التوتياء والفضة والمغنيتيت وكمية قليلة من البيريت عبر نطاق الفضة في هارمسارفيت في وسط السويد (Parasnis, 1975).



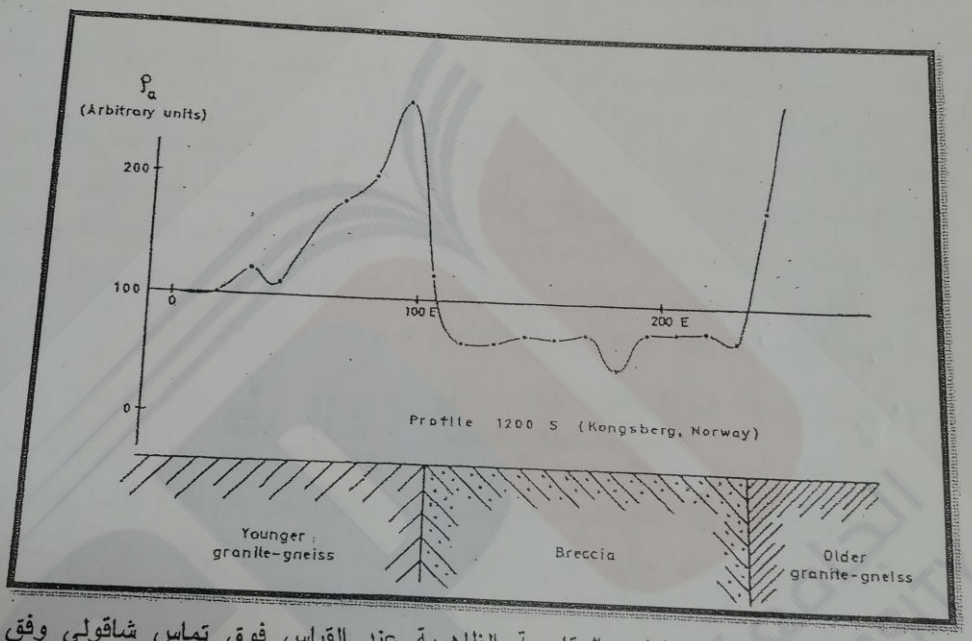
الشكل (3-14). المقاومية الظاهرية (ρ)، وشواذ المركبة الشاقولية للشدة المغنطيسية (ΔZ)، والاستقطاب التحريضي (IP) على طول مسار فوق نطاق الفضة في هارمسارفيت في وسط السويد.

يظهر الشكل (3-15) مثالاً عن تخريط المقاومية على طول مسار فوق الجسم الفلزي كيمهيدين، وهو جسم فلزي كباريتي (يغلب عليه البيريت) عبر حقل سكيليفتي في شمال السويد (Parasnis, 1975). صخور المنطقة المجاورة هي سيريسيت-كوارتزيت مغطاة برسوبيات جليدية بسماكة 1-2-متراً. تشكلت عدسات الخام على طول عرف بشكل صفائح حادة الميل.



الشكل (3-15). منحنيات المقاومية الظاهرية والكهرطيسية .e.m عبر الجسم الفلزي كيمهيدين.

يظهر الشكل (3-16) مثالاً حقلياً لقياس المقاومية الظاهرية فوق تماس شاقولي، وفق تشكيل شلمبرجيه النصفي (تدرج) فوق تماس بين صخور غرانيت-غنايس عالي المقاومية وبريشيا منخفضة المقاومية.



الشكل (3-16). مثال حقلي لقياس المقاومية الظاهرية عند القياس فوق تماس شاقولي وفق تشكيل شلمبرجيه النصفي (تدرج).

الفصل الرابع

طرائق السيسمية

Seismic Methods

الجامعة السورية الخاصة
SYRIAN PRIVATE UNIVERSITY