مسح خصائص التربة بواسطة تقنية المقاومة النوعية الكهربائية

فيصل شمشير
ج . م . كاتي

ملخص :
تستخدم تقنية المقاومة النوعية الكهربائية من قبل الجيولوجين والجيوفيزيائيين للكشف عن نوعية الطبقات تحت سطح الارض ، وبالرغم من معرفة مهندس التربة باهمية هذه التقنية للمساعدة في سرعة استكشاف المواقع ذات المساحة الواسعة الا ان هذه التقنية لم تستغل بعد استغلالاً كافياً . في هذا البحث نتناول تعريف هذه التقنية وكيفية استخدامها من قبل مهندسي التربة ، اضافة الى تفاصيل المسح تحت سطح الارض عبر سبر الطبقات بواسطة المقاومة النوعية الكهربائية الراسية في المناطق المراد استكشافها ، وتعتبر هذه التقنية التي لا تمس طبقات التربة من احدى الطرق التقليدية في تحديد ومعرفة المياه الجوفية وخصائص طبقات التربة وغيرها من الظواهر التي تهم مهندسي التربة والمهتمين في هذا المجال .

المقدمة :

ان المساحة المطلوب تحديد خصائص تربتها في مشاريع الهندسة المدنية مثل السدود والانفاق والمنشات تحت الماء والمطارات ... الخ كبيرة جداً ويعتبر مسح ومعرفة خصائص هذه المساحة الواسعة بواسطة الطرق التقليدية عملية شاقة وصعبة جداً ، ومستهلكة للوقت ومكلفة . ومن هنا تاتي اهمية تقنية المقاومة النوعية الكهربائية للتربة وخاصة في المشاريع المذكورة انفاً ، بواسطة هذه التقنية يمكن الحصول على قطاع راسي وقطاع عرضي مستمر وبذلك نحصل على مخطط عام للتربة المراد استكشافها ، وهذه التقنية دون شك ذات فاعلية اكبر للكشف والمسح لمناطق واسعة جداً باقل تكلفة وفي وقت قياسي .

البحث الحالي يتناول بشكل مختصر شرح اسس ومبادىء هذه التقنية لكي يكون مهندسو التربة على علم بها لمعرفة مدى ملائمتها وجدواها . عمل هذا البحث كمحاولة لمعرفة خصائص التربة تحت سطح الارض ودراستها بواسطة سبر المقاومة النوعية الرأسية في الموقع .

سبر المقاومة النوعية :

تعتمد هذه الطريقة على مرور التيار الكهربائي في التربة مما ينتج عنه هبوط في الجهد يتناسب مع المقاومة عبر طبقات التربة وبذلك يمكن احتساب المقاومة الظاهرية للطبقات اما عمق تغلغل التيار الكهربائي في التربة يتوقف على توزيع التيار الكهربائي وجهد الاقطاب ، وبتغير المسافة بين الاقطاب يمكن احتساب المقاومة النوعية عند اعماق مختلفة وهذه الطريقة تسمى «سبر المقاومة النوعية» .

وفي دائرة وينر تم استخدام اربعة اقطاب على مسافات متساوية وفي خط واحد عند النقطة المراد استكشافها وبذلك يمكن حساب المقاومة الظاهرية (ρ_a) باستخدام المعادلة التالية :

$$\rho_a = 2\pi a R \quad (1)$$

حيث ان :

a – المسافة بين قطبين متتاليين

R – مقاومة الدائرة الكهربائية

وعمق تغلغل التيار المهربائي في التربة يساوي المسافة (a) . بواسطة استخدام هذه الطريقة يمكننا التعرف على طبقات التربة وعلى منسوب المياه الجوفية وذلك بناءاً على المقاومة الحقيقة (ρ) المقاومة الظاهرية التي تم التوصل اليها في نظام طبقات التربة عند اي عمق تتوقف على (ρ) وسمك الطبقات (t) التي مر التيار الكهربائي خلالها .

تفسير بيانات العمق المسبور :

تستخدم عدة تقنيات لتفسير قيمة (ρ) و (t) لكل طبقة من طبقات التربة . والاساليب الشائعة من التقنيات لتفسير طريقة وينر وهي : مخطط مورالتراكمي ، وامتداد هولمز ، الميل المباشر ، الميل المعكوس .

HANSHOOR

المنحنيات المعيارية الملائمة وطبقة يارنس . وتعتبر طريقة بارنس (1) ملائمة جداً لمهندسو التربة حيث ان العمق المطلوب استكشافه محدود مقارنة مع ما يتطلبه مهندسو الجيولوجيا والجيوفيزياء لاستكشاف اعماق كبيرة جداً .

وفي طريقة بارنس يمكننا تمييز مقاومة الطبقات كلا على حده وذلك بافتراض سمك طبقة التربة مساوٍ للزيادة في مسافة الاقطاب . وإذا كانت مقاومة التربة عند عمق معين تساوي (Rn – 1) لمجموع الطبقات(n-1) تقاس عند الطبقة التي تليها (n th) مضافاً اليها الزيادة بواحد في مسافة الاقطاب . حينئذ تكون المقاومة (Rn) للطبقة بالقراءة الجديدة والتي هي (Rn) طبقة ويمكننا الحصول على المقاومة النوعية للطبقات من المعادلة التالية :

$$\frac{1}{RL} = \frac{1}{Rn} - \frac{1}{Rn-1} \qquad (2)$$

ومعدل المقاومة الظاهرية (PL) الناتجة من (n th) طبقة يمكن حسابها من المعادلة التالية :

$$\rho L = \frac{2\pi aL}{1/RL} \qquad (3)$$

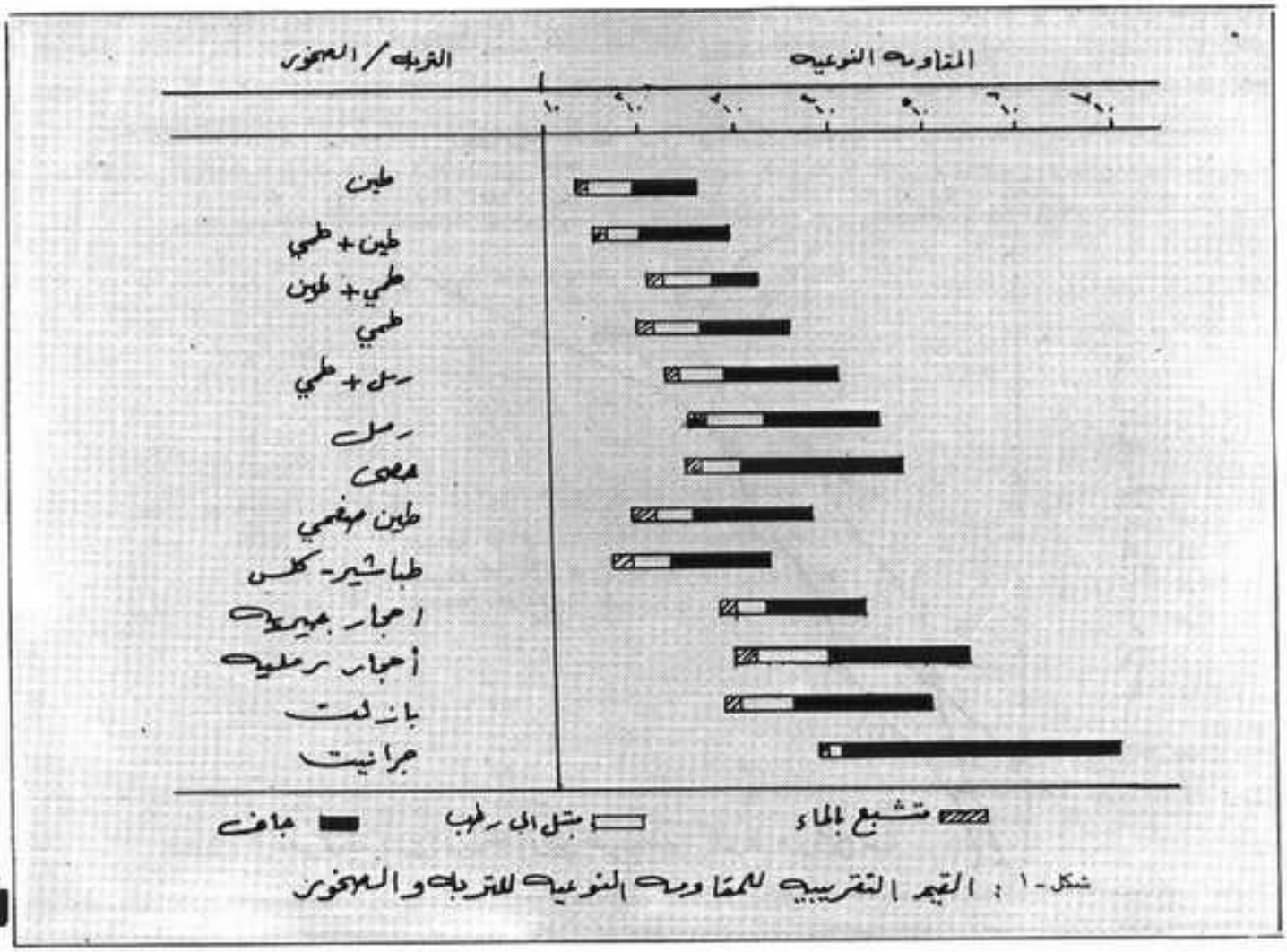
حيث ان :

al = الزيادة في مسافة الاقطاب والتي تعتبر ايضاً سمك الطبقة . $\frac{1}{RL}$ = يعرف (Conductance) ويقاس بوحدة اوم .

ومن ثمة المحاور يمكننا تمييز كل طبقة على حدة وبالتالي نتحصل على المقاومة الحقيقة لكل طبقة وسمكها .

التعرف على نوعية الطبقات :

التعرف على نوعية طبقات التربة تحت سطح الارض يعتمد اساساً على المقاومة النوعية الحقيقية للطبقات . وتصنف المقاومة الحقيقية لمختلف انواع التربة او الصخور كما هو مبين في شكل (١) . الا ان هذا التصنيف يستخدم بدقة وخبرة للتعرف على نوعية المواد . قبل التعرف على نوعية المواد يجب علينا معرفة رطوبة السطح والرطوبة الشعرية للطبقات ومقارنتها مع رطوبة التربة او الصخور لان وجود هذه الرطوبة ذو اهمية في احتساب المقاومة الحقيقة وخصوصاً في الكشف عن المساحات الواسعة او التربة المجهولة وقطاعاتها الجانبية وذلك من خلال الحفر بواسطة اختبار السبر لعدة مواقع . حيث تعتبر هذه المعلومات حقيقية وتساعد في الكشف عن حقيقة العمق المسبور



شكل - ١ : القيم التقريبية للمقاومة النوعية للتربة والصخور

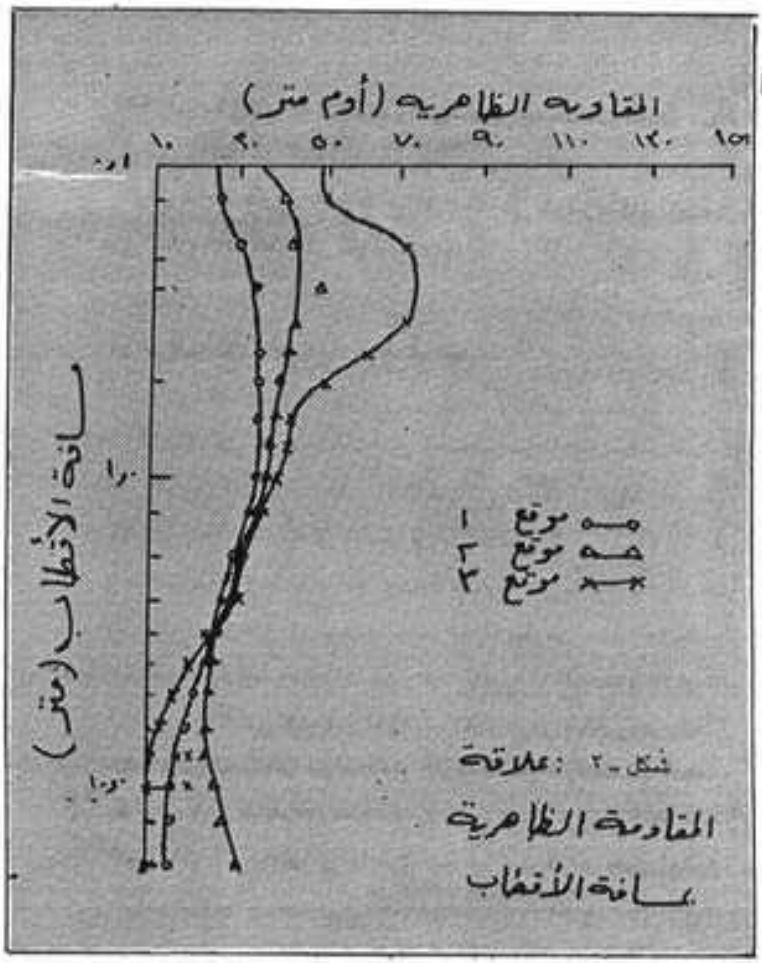
HANSHOOR

في الارض هذه العملية لاتساعد فقط في معرفة وتفسير القطاعات العريضة للتربة تحت سطح الارض ولكن تقوم بالربط بين الدلائل المفقودة واعطائنا ادق التفاصيل الاستكشافية .

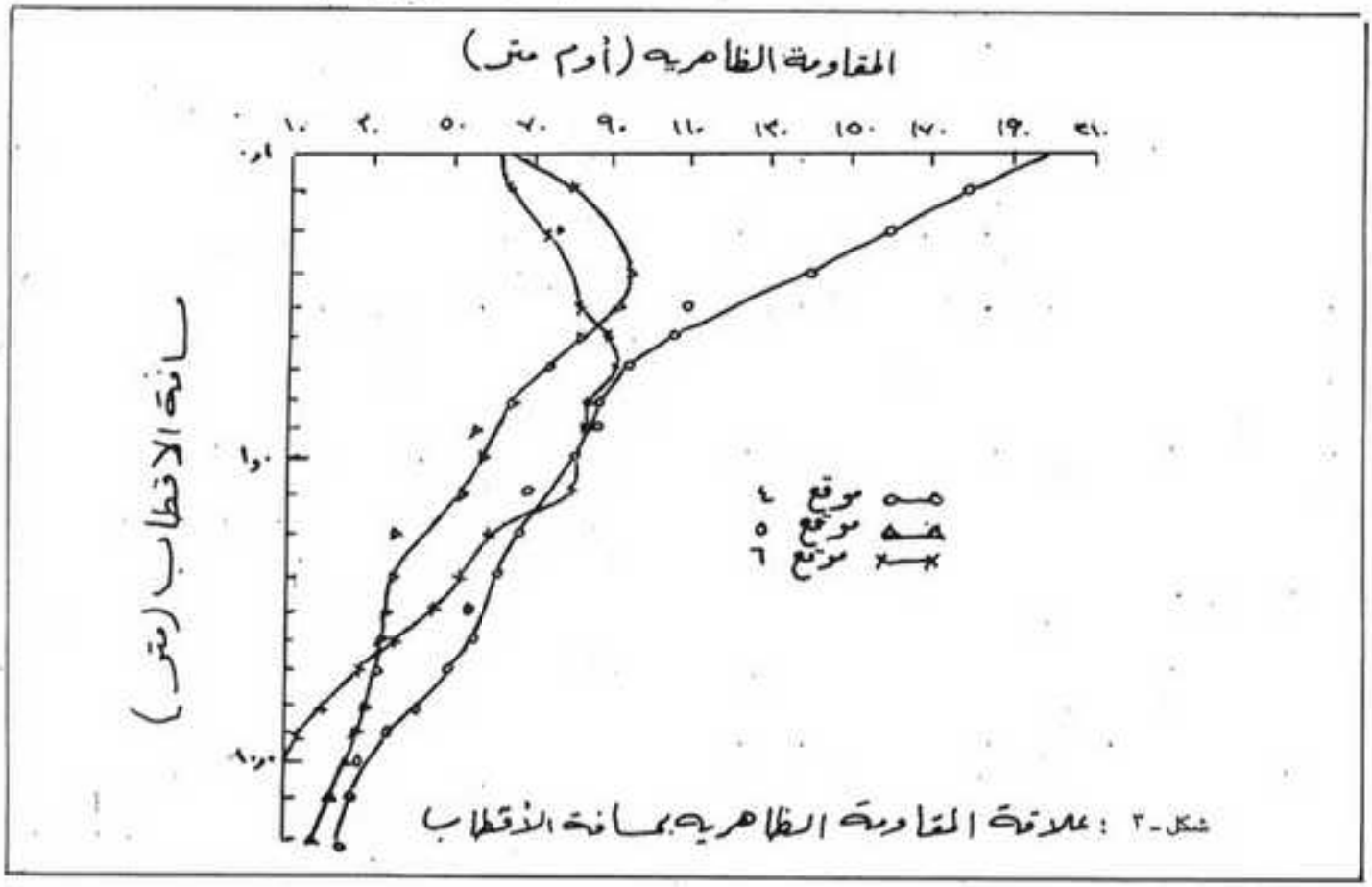
وكما هو معروف يولي مهندس التربة اهتماماً كبيراً في دراسة صلابة مواد التربة مع اختلاف طبقاتها تحت سطح الارض . وقد قام كاتي (٣٠٢) بعمل مناظرة بين المقاومة الحقيقية للتربة وتجربة الاختراق المعياري وعلاقتهما لكي يتوصل الى معرفة صلابة وخصائص مقاطع التربة تحت سطح الارض على اسس ومعلومات المقاومة الكهربائية الراسية .

استكشاف الموقع وتفسيره :

اعتمد البحث على دراسة مساحة تقدر بثلاثة كيلو مترات متمثلة بستة مواقع اجريت عليها التجارب لدراسة المقاومة الكهربائية الراسية بواسطة جهاز (D.C. Resistivity – meter) واختيار دائرة وينر للحصول على المقاومة الظاهرية للتربة . حيث ان مسافة الاقطاب تزداد في البداية بـ ١٥ ، ٠م الى ان تصل الى ٢,٥م باتجاه النهاية . وعمق تغلغل التيار الكهربائي في التربة الى عمق ٢٠م كحد اقصى . من خلال قراءة المقاومة الكهربائية للمواقع ثم تغيير خط الاقطاب عبر ٩٠ درجة كمعدل نهائي . واستخدمت معادلة (١) لحساب المقاومة الظاهرية (ρa).



شكل - ٢ : علاقة المقاومة الظاهرية بمسافة الأقطاب



شكل - ٣ : علاقة المقاومة الظاهرية بمسافة الأقطاب

HANSHOOR

جدول (١) : المقاومة الظاهرية وقيمها الصغرى والكبرى للمواقع المختلفة

رقم الموقع	الكبرى (أوم متر)	الصغري (أوم متر)
١	٤٦,٢	٥١,١
٢	٥٠,٢	٢٤,١
٣	٨١,٠١	٨,٩٨
٤	٢٠٠,٢	٢٣,٧٤
٥	٩٥,٧٧	١٦,٤٩
٦	٩٢,٣٢	٤,٠٨

وتم الاستفادة من طريقة بارنس لتفسير حساب المقاومة الحقيقية وسمك طبقات التربة تحت سطح الارض . حيث تمت معرفة نوعية طبقات ومواد التربة باستخدام شكل (١) . وبالتالي تحصلنا على المقاطع العرضية للتربة للمواقع الستة .

نتائج الدراسة وتحليلها :

نتائج المقاومة الكهربائية الرأسية للمواقع الستة استعرضت في شكل (٢) . (٣) بين المقاومة الظاهرية (pa) وتغير المسافة الكهربائية (a) رسمت على رسم بياني نصف لوغريتمي . قيم المقاومة الظاهرية (pa) الصغرى والكبرى لمختلف المواقع الستة مبينة في جدول (١) بنظرة فاحصة الى الجدول والاشكال يمكننا ان نقول بان هناك انخفاض في قيم المقاومة الظاهرية (pa) في قطاع التربة تحت الارض مما يؤشر الى احتمال وجود مياه في جوف الارض .

اما المقاومة الحقيقية وسمك طبقات التربة فسرت باستخدام طريقة بارنس للمواقع الستة كما هو مبين في جدول (٢) ومن خلال تحليلنا لهذا الجدول نرى ان قيم (t) تدل على احتمال وجود عدة طبقات للتربة تحت سطح الارض ولكن عندما نستعرض المقاومة الحقيقية المقابلة لها نجدها في مدى تمازجي لنفس المادة . وعلى سبيل المثال في الموقع (١) نجد ان سمك الطبقة العلوية ٠,٤ ومقاومتها الحقيقية (P) تساوي ٥٥ اوم متر وسمك الطبقة التالية ١,٥م ومقاومتها الحقيقية (P) تساوي ٢٧ اوم متر .. الخ عند مقارنة هذه القيم في شكل (١) نرى ان مدى المقاومة الحقيقية تدل على احتواء القيمتين والتي تحمل صنف واحد من التربة . وهذا يعني ان الطبقة العليا عبارة عن (طين + طمي) وذات سمك واحد يساوي ١,٩م ومثل هذا التعديل عمل في بعض المواقع الستة .

وفي اسفل جدول (٢) وضعت القيم المحققة والمعدلة لعدد وسمك الطبقات لكل من المواقع التي تناولها البحث . القطاع العرضي للتربة تحت سطح الارض للمواقع فسر بواسطة استخدام جدول (٢) كما هو موضح في شكل (٤) .

المساحة التي تناولها البحث بالدراسة تدل على انها تربة ذات خصائص ومقاطع جانبية منتظمة وتحتوي على طبقة طينية مع نسبة ضئيلة من الطمي ذات سمك يتراوح بين ١,٩م في موقع (١) وسمك ٤م في موقع (٦) كحد اعلى . وتعتبر الطبقة العلوية لسطح التربة عموماً . وفي المواقع ١ . ٤ . ٥,٦ نجد طبقة طينية تلي الطبقة العلوية

جدول (٢) : المقاومة الحقيقية وسمكها باستخدام طريقة بارنس

الموقع ١		٢		٣		٤		٥		٦	
متر	متر اوم	متر		متر	متر اوم	متر	متر اوم	متر	متر اوم	متر	متر اوم
٠,٤	٥٥	٠,٢٥	٩٤	٠,٤	٨٥	٠,٤	٦٩	٠,٣	٥٣	٠,٣	٦٧
١,٥	٢٧	١,٦	٣٢	١,١	٩٤	٢,٠	٤٣	٣,٢	٢٥	٢,١	٨٠
٨,٠	١٧	٨,١٥	٢٢	١٦,٦	٢٣	٧,٦	٢٥	٣,٠	١٢	٤,٢	٢٠
-	٢٥	-	٤٨	-	٣٤	-	١٤	١١,٥	٧	-	٢
								-	١٩		
	٥٥		٩٤		٨٥		٦٩		٥٣		٦٧
١,٩		١,٨٥		١,٥		٢,٤		٣,٥		٢,٤	
	٣٧		٣٢		٩٤		٤٣		٢٥		٨٠
-	١٧	٨,١٥	٢٢	-	٢٣	-	٢٥	-	١٢	-	٢٠
	٢٥	-	٤٨		٣٤		١٤		٧		٢
									١٩		

HANSHOOR

HANSHOOR