مقرر 215 أثر

جيولوجيا آثرية (3)
جيوفيزياء (الطرق الكهربية)

د. محمد متولي

1434-1435هـ

- ومن الطرق الجيوفيزيائية الأكثر استخداما:

1- الطرق الزلزالية (السيزمية).

2- الطرق الكهربية.

3- الطرق التثاقلية.

4- الطرق المغناطيسية.

5- الرادار الأرضي.

6- الطرق الحرارية.

7- الطرق الكهرومغناطيسية.

8- الطرق الإشعاعية.

- وتنقسم هذه الطرق إلى نوعين:

أ- طرق نشطة (Active methods): هي التي تعتمد على إرسال موجات أو تيارات كهربية إلى باطن الأرض ثم استقبالها بأجهزة خاصة بكل طريقة.

ب- طرق تقليدية (Classical passive methods): هي التي تعتمد على رصد وقياس خاصية طبيعية موجودة فوق سطح الأرض أو في باطنها.

ثانياً- الطرق الكهربية

- الكهرباء عبارة عن سريان مجموعة من الإلكترونات عبر الأسلاك خلال وحدة الزمن.

- ويقاس التيار الكهربائي بالأمبير (Amperes) ويعرف بأنه كمية الالكترونات المارة خلال سلك مساحة مقطعه A بالنسبة للزمن. لذلك تكون وحدة التيار الكهربائي كولوم /ثانية = أمبير.

- في عام 1827 اكتشف أوم العلاقة بين شدة التيار الكهربائي (I) المار في سلك تتناسب طردياً مع فرق الجهد بين طرفيه (ΔV).

- فرق الجهد (Voltage) يطلق على طاقة الدفع التي تسبب حركة الإلكترونات من القطب السالب إلى القطب الموجب.

- أى أن فرق الجهد بين طرفي المقاومة يؤثر في شدة التيار المار في المقاومة .

- أيضاً هناك عامل آخر يؤثر على شدة التيار المار وهو قيمة المقاومة .

- وتعرف المقاومة (R) بخاصية ممانعة التيار من خلال السلك وتعطى قيمتها من خلال العلاقة التالية:

$$R=\Delta V \setminus I \quad \text{(قانون أوم)}$$

- تقوم فكرة المقاومة الكهربية على إرسال تيار كهربي مستمر (Direct current) إلى الأرض من خلال قطبين ثم يتم قياس الجهد عند السطح من خلال قطبين آخرين ثم يتم حساب قيمة المقاومة الكهربية من خلال قانون أوم.

- تعتبر الطرق الكهربية إحدى طرق الاستكشاف الجيوفيزيائي وتعتمد علي اكتشاف التباين في ماهو موجود تحت سطح الأرض اعتماداً علي اختلاف المقاومة، حيث أن الطبقات المختلفة تظهر تفاوتاً واضحاً في مقاومتها الكهربية.

- ومن العوامل التي تؤثر في قيمة المقاومة الكهربية للصخور:

1- نوع الصخر.

2- نسبة تشبع الصخر بالسوائل ونوعية السوائل.

- مثال: الحجر الجيري يختلف في مقاومته للتيار الكهربي عن الطمي والصخور الطينية حيث ينعدم الماء في الأول تقريبا ويكثر في الثاني بصورة تزيد من قدرته على توصيل التيار وبالتالي تقل قيمة مقاومته النوعية.

- أى أن عند مرور تيار كهربي في الماء تكون قيمة المقاومة منخفضة، أما في حاله أن يكون ما هو تحت الأرض فحم مثلا أو صخر صلب فانه يقاوم التيار الكهربي وتكون قيمة المقاومة مرتفعه. هذا التباين وما يعكسه من دلائل يعطينا فكره أوليه عن نوعية الصخور تحت الأرض.

- ينتقل التيار الكهربائي من مناطق الجهد المرتفع إلى مناطق الجهد المنخفض مثل تيارات المياه التي تنتقل من المناطق المرتفعة إلى المناطق المنخفضة.

- تتنوع الطرق الكهربية إلى أنواع عديدة منها:

1- الطرق النشطة التي نقوم من خلالها بحقن التيار الكهربائي في الأرض (Direct current).

2- الطرق السلبية والتي تقوم بقياس التيارات الطبيعية الموجودة في باطن الأرض والتي يطلق عليها اسم (الجهد الذاتي).

- تستخدم الطرق النشطة فقط في مجال التنقيب عن الآثار وكذلك حمايتها من أخطار المياه الجوفية.

- ولتطبيق إجراء القياسات تستخدم تشكيلات (Configurations) مختلفة في وضع الأقطاب أو الإلكترودات (Electrodes) وذلك للحصول على قياسات للمقاومة الكهربية النوعية بطرق مختلفة تناسب الظروف الجيولوجية الموجودة وأيضا الأعماق ودرجة الوضوح المطلوبة.

- من أشهر التشكيلات المستخدمة في البحث والاستكشاف:

1- تشكيل شلمبرجير (Schlumberger).

2- تشكيل فينر (Wenner) .

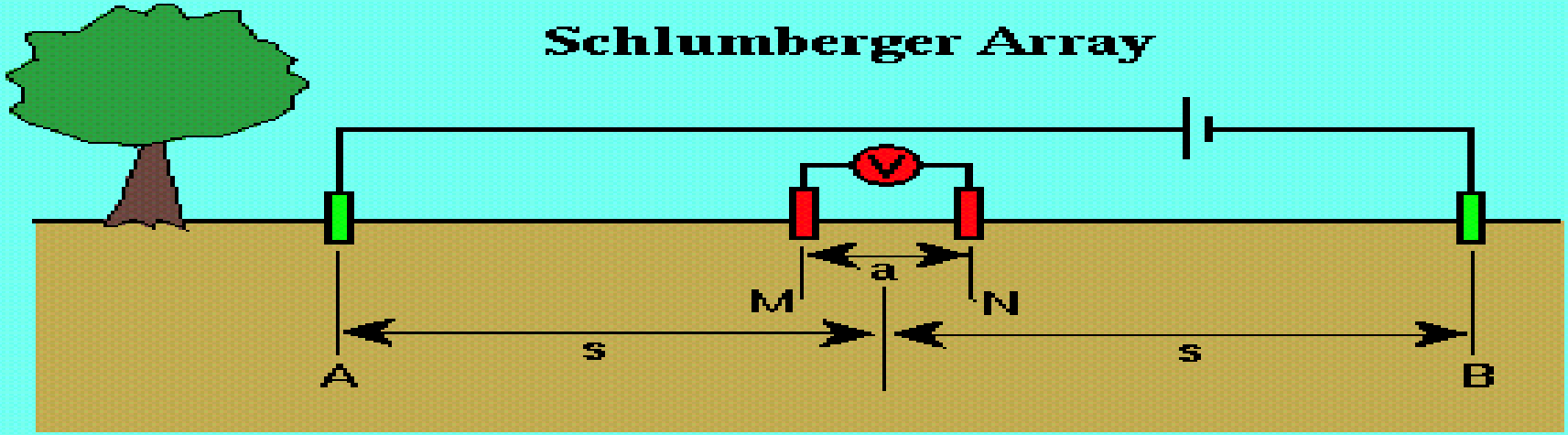
- يعتمد عمق القياسات على المسافة بين أقطاب التيار المستخدمة في القياس، ويتراوح العمق من 1م إلى مئات الأمتار.

1- تشكيل شلمبرجير

- تقع الأقطاب الأربعة على خط واحد متناظرة إلى مركز القياس (a)

- A and B أقطاب التيار M and N - أقطاب الجهد

- MN/AB < 1/5



$$\rho_a = \frac{\pi(s^2 - a^2/4)}{a}\frac{\Delta V}{i}$$

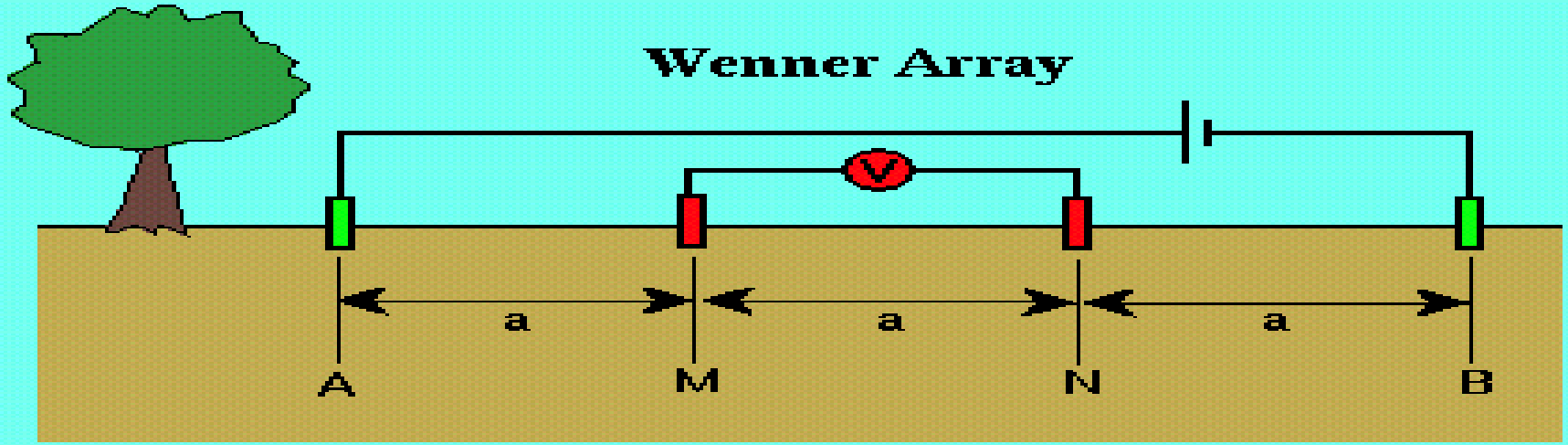
2- تشكيل فينر

- تقع الأقطاب الأربعة على خط واحد وتتساوى دائماً

$$AM = MN = NB$$

- A and B أقطاب التيار M and N - أقطاب الجهد

$$MN/AB = 1/3$$



$$\rho_a = 2\pi a \frac{\Delta V}{i}$$

- تستخدم هذه الطرق في حساب المقاومة النوعية لصخور الطبقات التحت سطحية ومن ثم عمق (Depth) وسمك (Thickness) هذه الطبقات، وبالتالي يمكن معرفة أماكن الخزانات الجوفية والموجودات الأثرية المدفونة.

- من مميزات الطرق الكهربية:

1- سهله الاستخدام.

2- قليله التكلفة مقارنه بالطرق الجيوفيزيائية الأخرى.

3- قدرتها على دراسة وتقديم المعلومات عن التراكيب التحت سطحية وكذلك تتابع الطبقات.

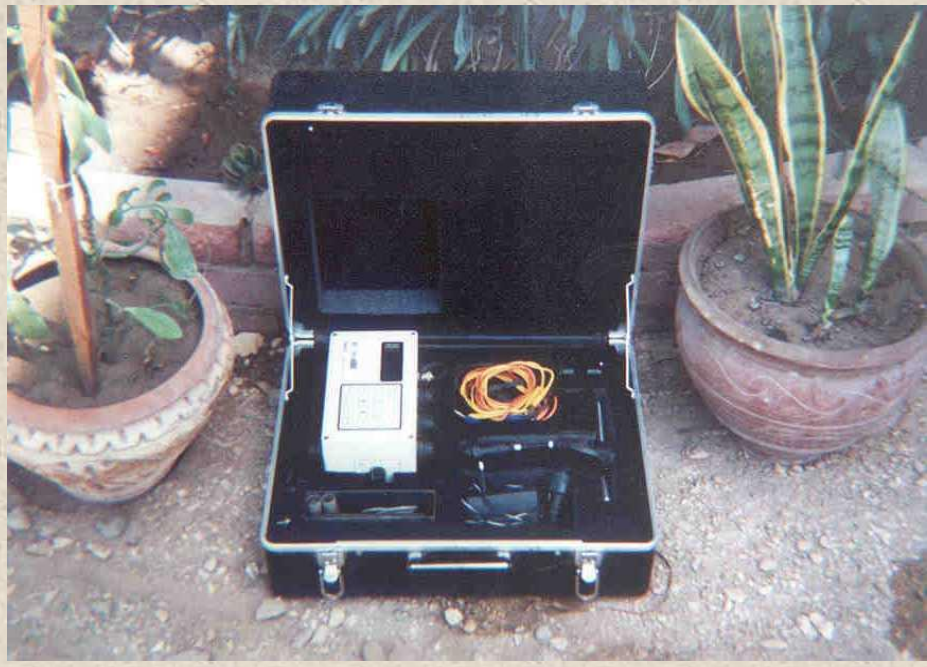
الأجهزة المستخدمة في القياسات الكهربية

أجهزة قياس المقاومة الكهربية للتيار المستمر

GG30 system

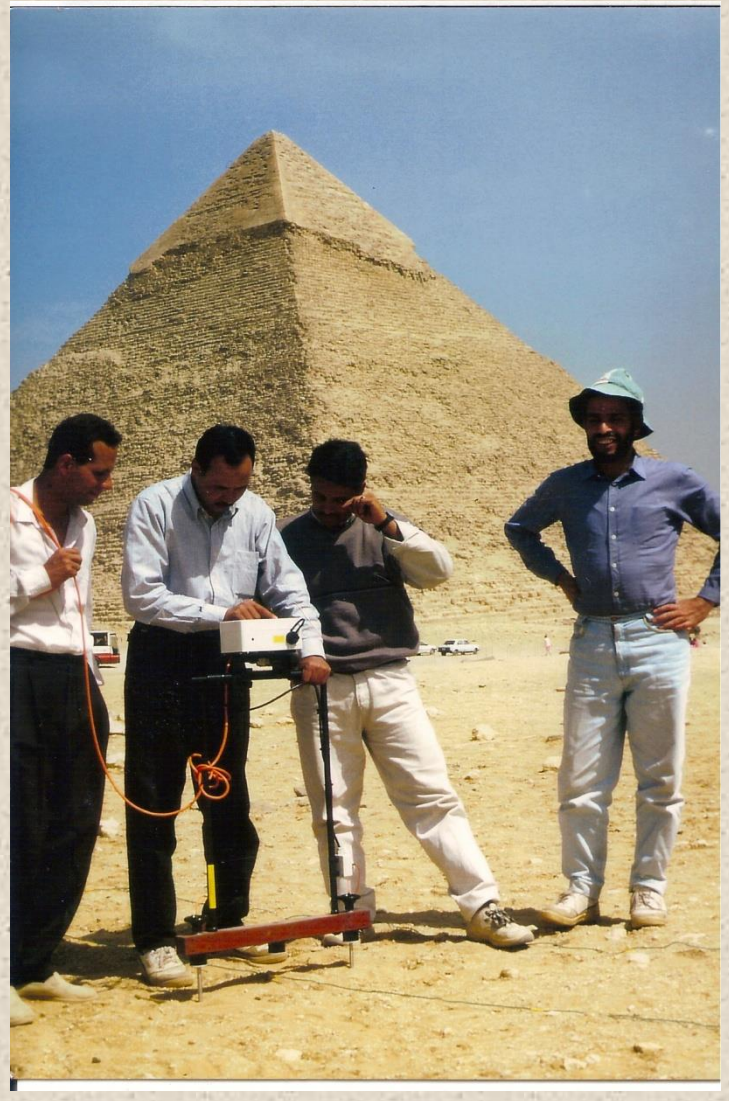
Syscal system

أجهزة التصوير الكهربي



Geoscan RM-15 Resistance meter

The RM-15 Resistance Meter



مسح حقلي باستخدام

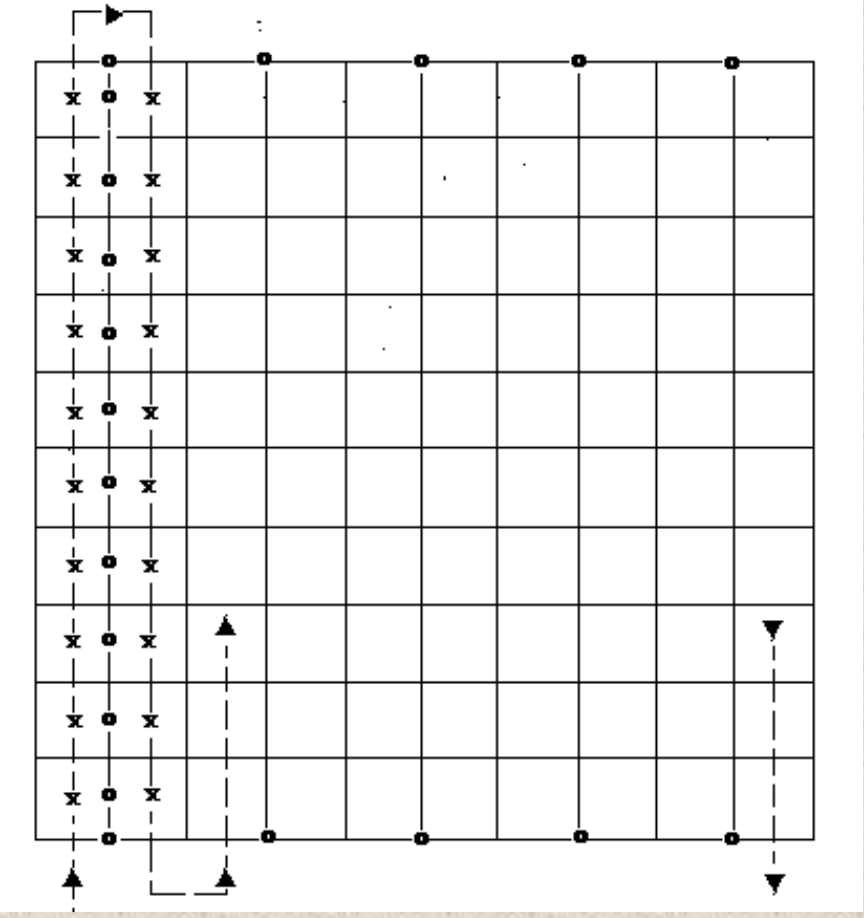
Geoscan RM-15 Resistance Meter

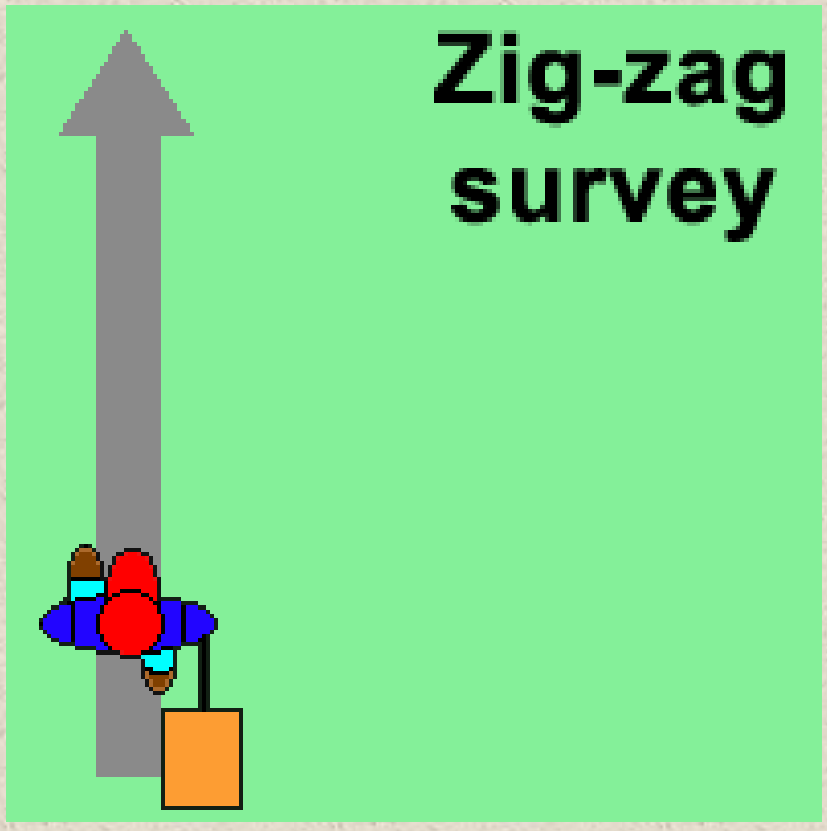
التطبيق الأثري

- تعتبر المقاومة الكهربية من أوائل الطرق التي تم تطبيقها في التنقيب عن الآثار في إنجلترا.

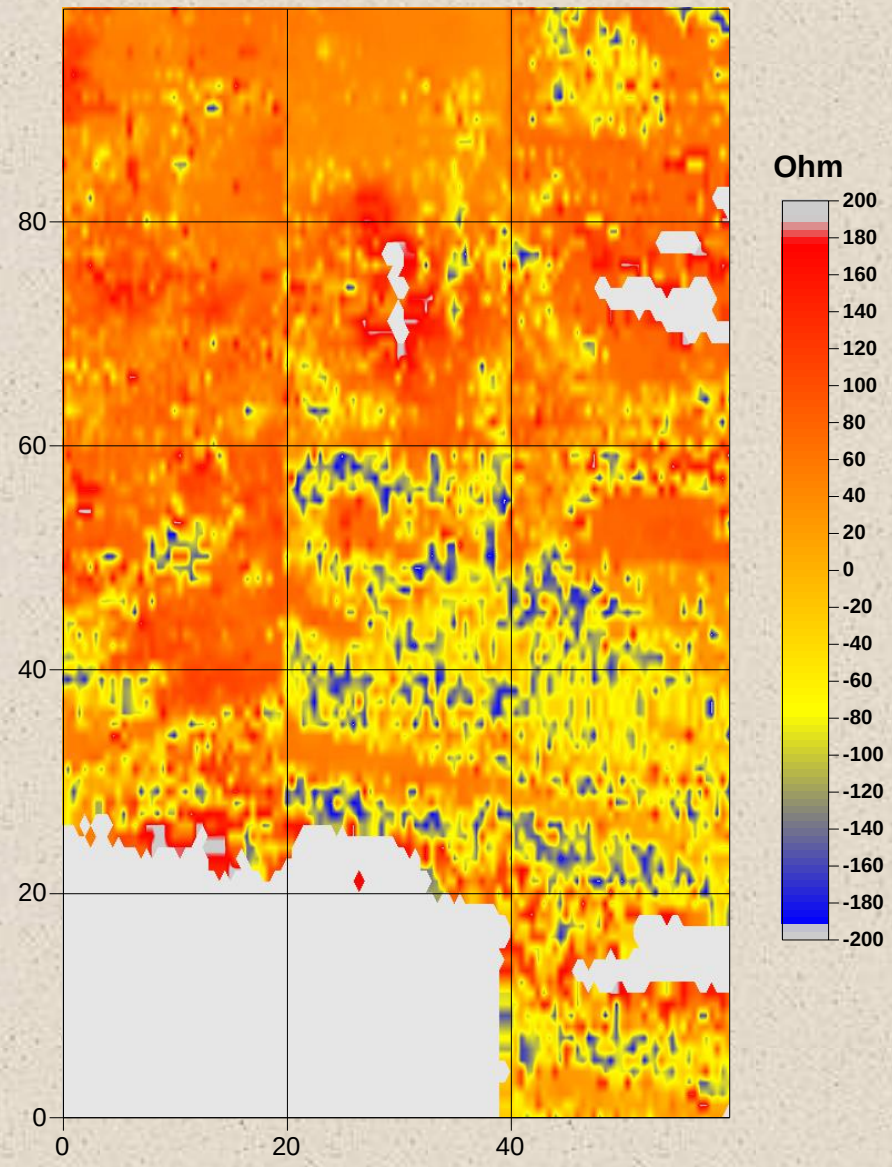
- وقد نجح تطبيقها في مجال الآثار نظراً لما تتميز به بعض الآثار من خواص كهربية معينة مثل المقابر والمعابد المكونة من الحجر الجيري والصخور الجرانيتية التي تعطي مقاومة كهربية عالية عما حولها فيظهر وجودها بوضوح في الصور والخرائط الناتجة من القياسات، وعكسها تماماً بعض التراكيب الأثرية التي تحتوي بداخلها على رواسب رطبة حيث يعطي مقاومة كهربية ضعيفة.

طريقة Zig-zag المستخدمة في المسح الكهربي

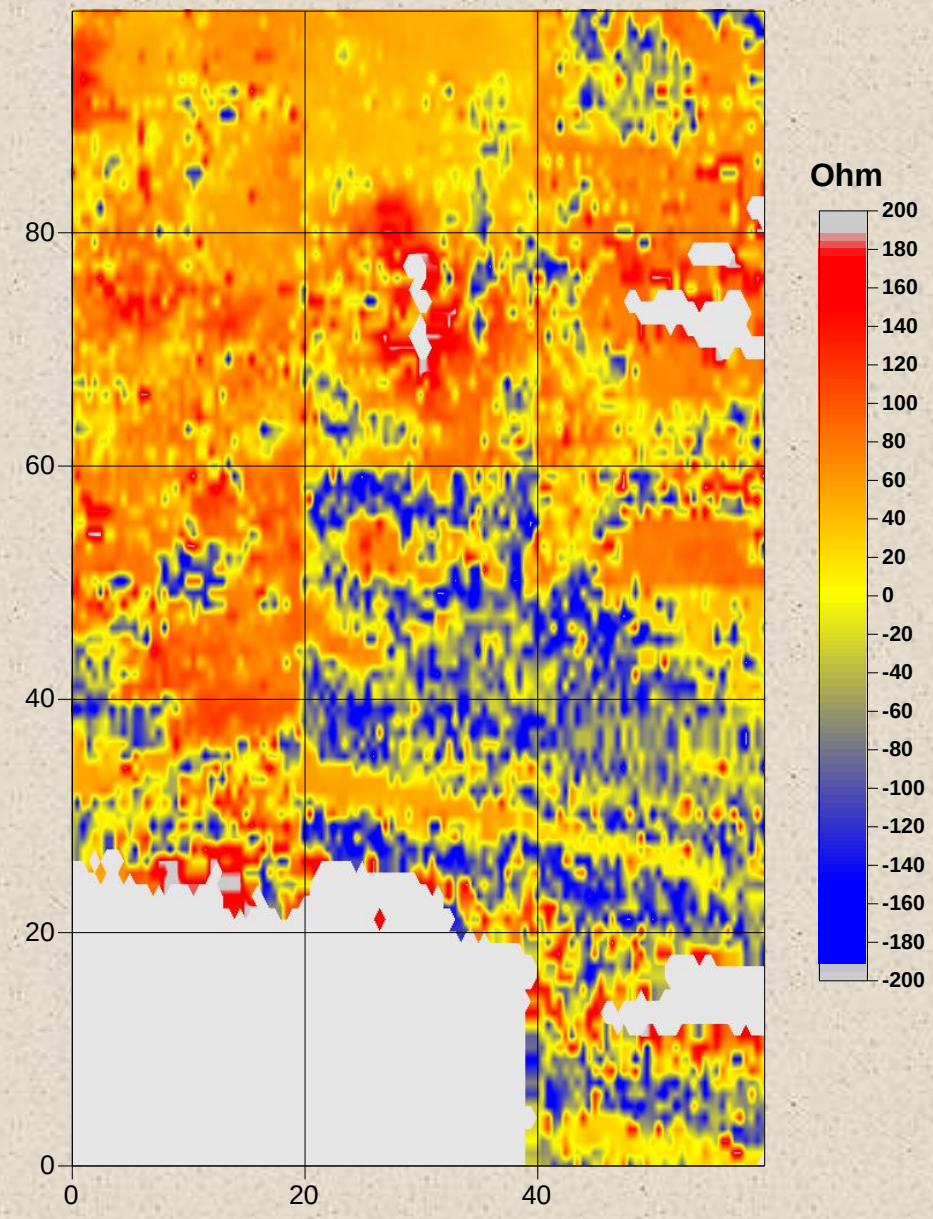




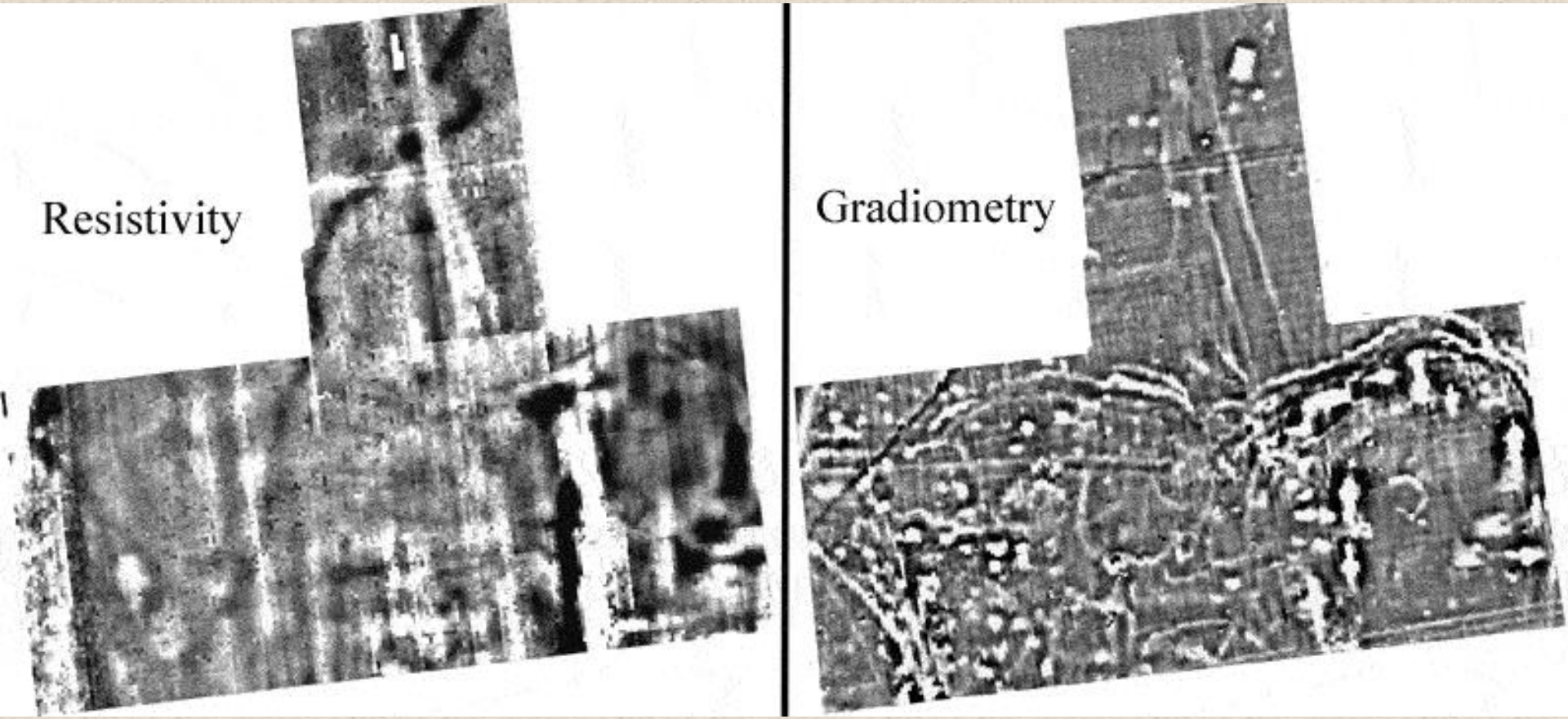
القياسات الكهربية الحقلية في منطقة دهشور



التصوير الكهربي للبيانات المعالجة في منطقة دهشور



مقارنه بيانات التصوير الكهربي و بيانات التدرج المغناطيسي



مثال للصور الإلكترونية خلال أجهزة الكهربية في موقع تل بسطة الآثري بدلتا مصر

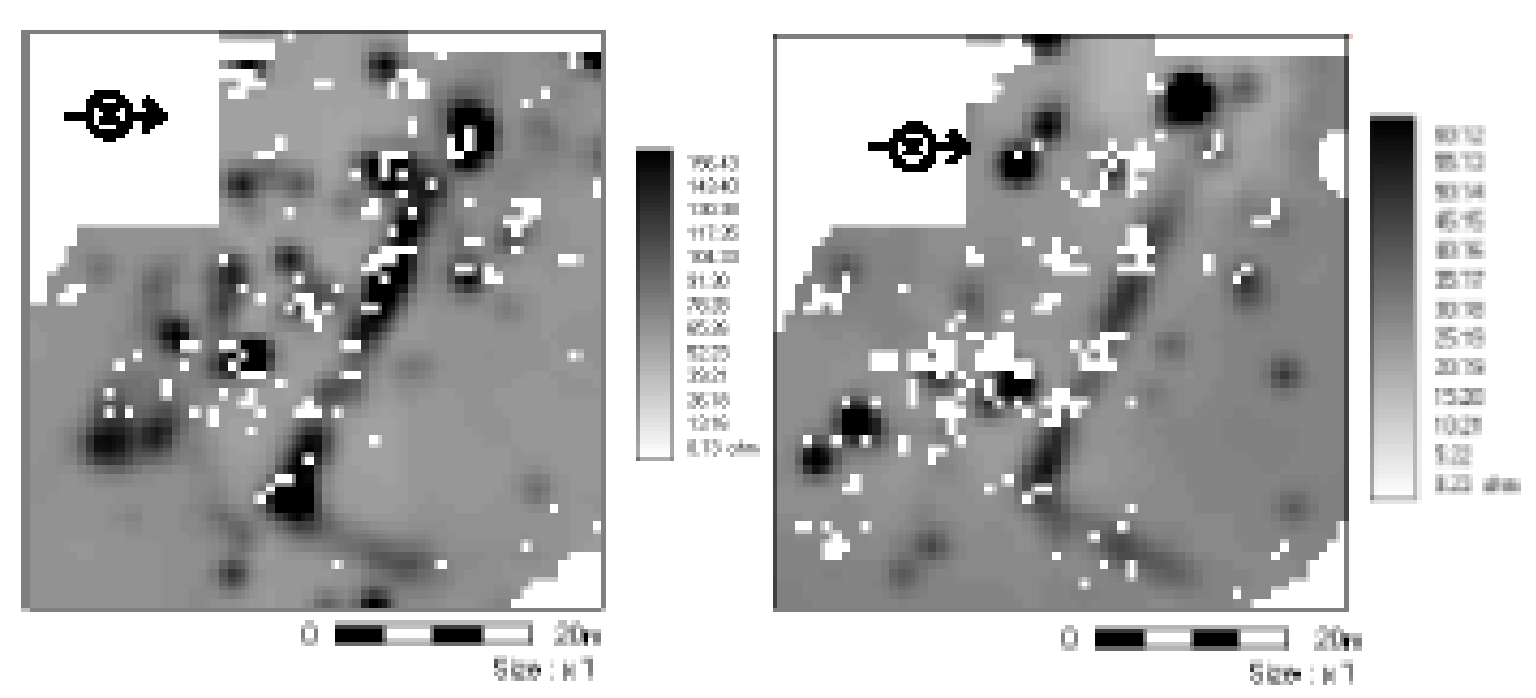
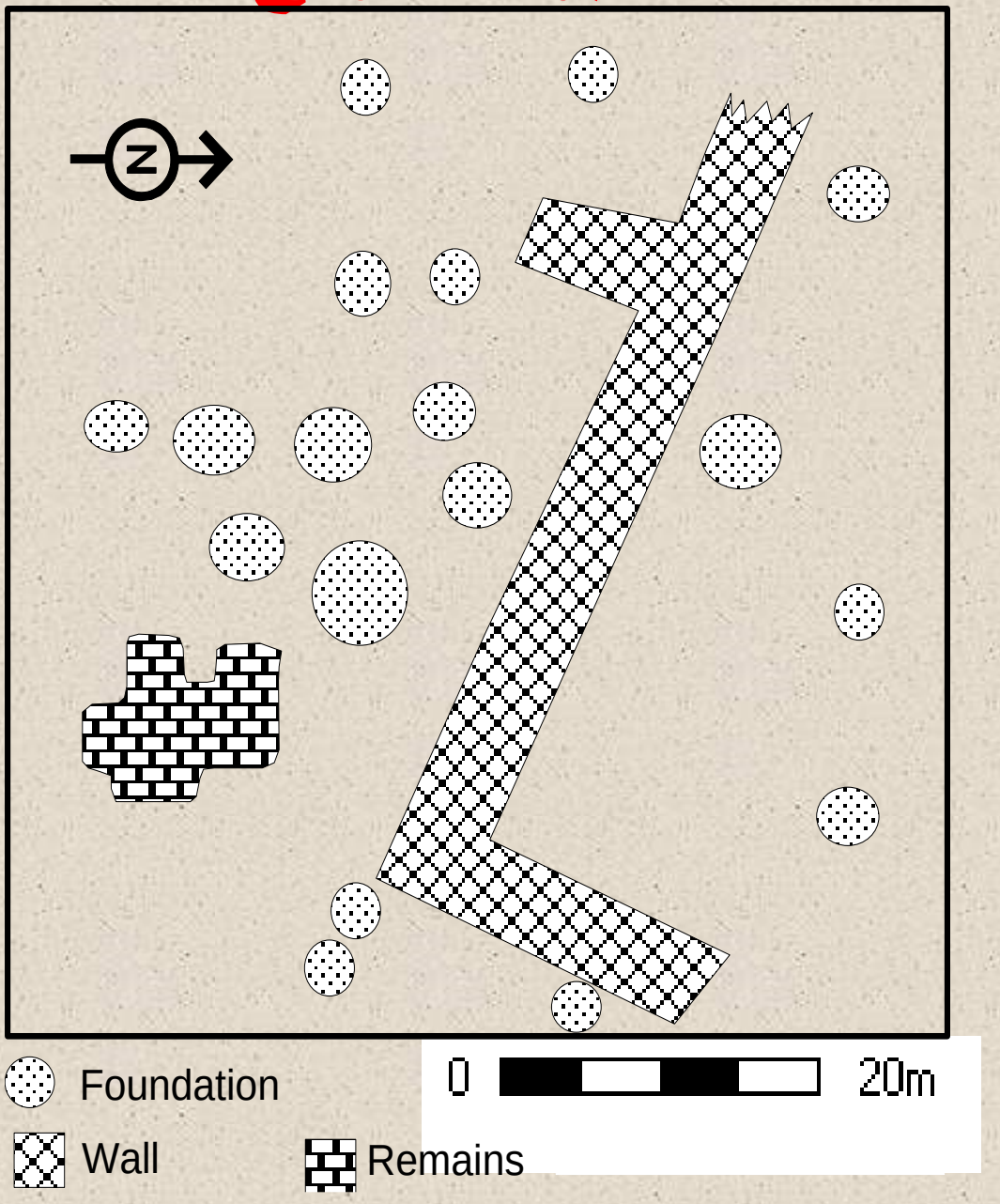


Image from array of 0.5 m. Image from array of 1.0 m

Resistance image resulted from geoelectrical scanning at Tell Basta archeological site

التفسير المُتوقع



Thank you