الدراسة الحقلية

آلية تنفيذ القياسات الجيوفيزيائية لتقييم المـــرادم المنزليـــة

2021

الجمعية الكويتية لحماية البيئة
Kuwait Environment Protection Society

الصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي
Arab Fund for Economic and Social Development

مقـــــدمـــة

تتطلب أي خطة لإدارة مردم النفايات الحصول على المعلومات الكافية والضرورية لجميع تفاصيل المردم، بما فيها خواصه الجيولوجية والهيدرولوجية، ومحتوياته ومخرجاته، ومدى تأثير هذه المخرجات على البيئة المحيطة، ومن هنا تكمن أهمية برامج تقييم و رقابة المرادم ، حيث يمكن من خلالها معرفة طوبوغرافية أرض المردم و حجمه، وأنواع النفايات المردومة فيه وأعماقها وحدودها، وأيضاً منسوب المياه الجوفية ومدى تأثرها بالملوثات، بالإضافة إلى أن هذه البرامج ستوضح مدى حساسية البيئة المحيطة عبر مراقبة جميع مخرجات المردم من غازات منبعثة وعصارة راشحة ومعرفة مساراتها المحتملة.

وعبر برنامج التقييم البيئي ومعرفة كل هذه التفاصيل الخاصة بالمردم ، يمكن ضمان تشغيل المردم والتحكم فيه وفقاً للمعايير البيئية المحددة، وضمان أن يكون الموقع آمنا في جميع الأوقات، كما أن برنامج التقييم سيساهم في اتخاذ طرق علاجية سريعة ومناسبة للحد من المخاطر الناجمة عنه، ومساعدة الجهات المعنية في تحديد الطريقة الأنسب للتخلص من النفايات على النحو الأمثل، كما أنه من الممكن استصلاح هذه الأراضي وتطويرها وبالتالي الاستفادة من مساحات شاسعة مهدرة وغير مستغلة، بالإضافة إلى تدريب وبناء القدرات البشرية في الجهات المعنية في مجال تقييم المرادم.

الهدف من التقرير

يهدف هذا التقرير إلى توضيح مدى أهمية عمليات التقييم والرقابة البيئية لكل أنواع المرادم المغلقة والعاملة، والخطوات والطرق التي تتم من خلالها هذه العمليات، والأدوات والأساليب المتبعة لجمع وتحليل القراءات والنتائج.

أولاً:

خطوات رصد ورقابة المرادم

تتم عملية رصد ورقابة المرادم عبر عدة خطوات، حيث تبدأ بجمع المعلومات الخاصة بالمردم ومراجعتها ودراسة تاريخ المنطقة، وأيضاً لابد من زيارة الموقع وإجراء المقابلات مع الموظفين المختصين ليصبح لدى الفريق المعلومات الكافية حول حدود المردم وتاريخ التشغيل ونوع النفايات المردومة، بعد ذلك تبدأ عملية تصميم وتنفيذ خطة متكاملة للرصد والرقابة لجمع معلومات أكثر دقة عن المردم، وتشمل هذه الخطة دراسة طوبوغرافية سطح المردم، وتحديد نوعية ومكونات النفايات ومنسوب المياه الجوفية عبر القياسات الجيوفيزيائية، ويتم التحقق من هذه النتائج عبر الجسات الأرضية boreholes التي يتم حفرها في المردم خلال أعماق مختلفة.

بعد الانتهاء من تلك العملية وأخذ المعلومات الضرورية حول المردم ومحتوياته تبدأ عملية التقييم البيئي للمردم، وتشمل دراسة نواتج المردم ومدى تأثيرها وخطورتها على البيئة المحيطة، وتتم هذه العملية عبر بناء آبار لمراقبة المياه الجوفية والغازات المنبعثة، وعبر مراقبة التغيرات والهبوطات التي تحدث لسطح المردم settlement ، بعد ذلك يتم تفسير ودراسة البيانات التي تم جمعها من كل المراحل و العمليات السابقة لمعرفة حالة المردم بجميع تفاصيله، حينها يمكن اتخاذ إجراءات وقائية للحد من أخطاره الناتجة.

ثانياً:

طرق رصد ورقابة المرادم

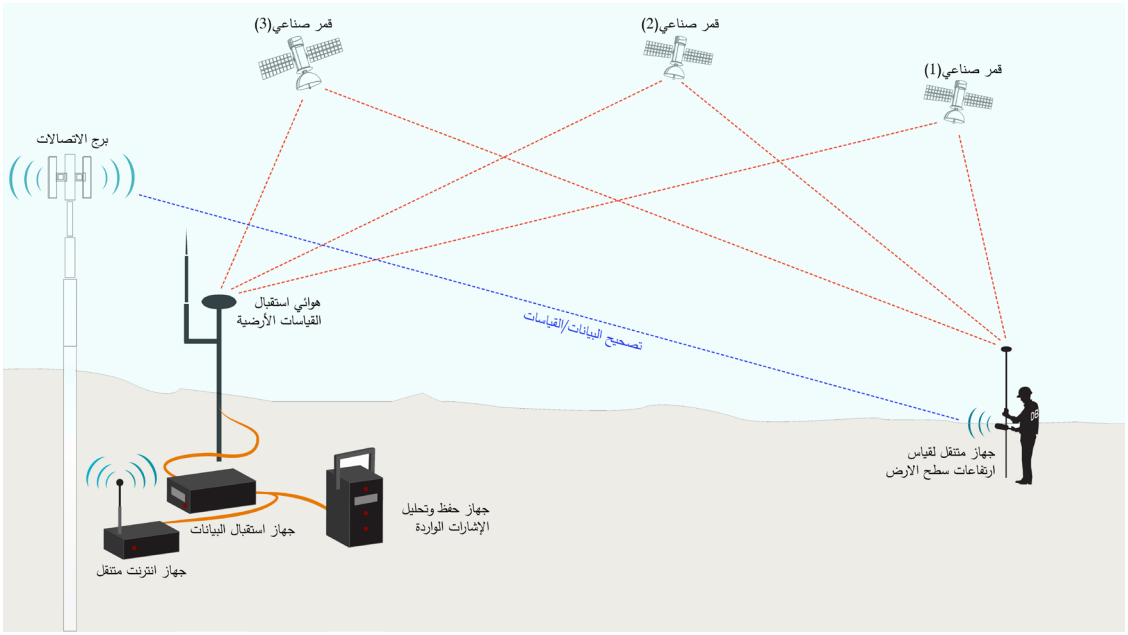
تستخدم عدة طرق وتقنيات لرصد ورقابة المرادم، حيث تعطي هذه الطرق المعلومات الكافية حول المردم بما في ذلك نوع النفايات المردومة فيه وحدودها والمساحة التي تغطيها تحت سطح الأرض وعمقها والمسافة التي تفصل بينها وبين المياه الجوفية، وغيرها من المعلومات،

ومن هذه الطرق ما يلي :

ا. المسح الطوبوغرافي لأرض المردم:

تهدف عملية المسح الطوبوغرافي إلى التمثيل ثنائي وثلاثي الأبعاد لسطح الأرض على الخريطة الطوبوغرافية، حيث تحتوي هذه الخريطة على ملامح سطح المردم و معالمه الجغرافية والطبيعية، ونقاط حدوده، وإحداثياته وارتفاعات سطحه بالنسبة لمستوى سطح البحر أو نقاط وطنية معروفة ومحددة سلفا من قبل الجهات المختصة بالدولة كالبلديات أو أجهزة المساحة.

تُستخدم أدق المعدات والأساليب المتطورة لإجراء المسح الطوبوغرافي لأرض المردم، حيث يتم استخدام نظام تحديد الموقع الفرقي DGPS; Differential Global Positioning System (كما هو موضح في الشكل رقم 1) للحصول على بيانات الموقع الدقيقة، وتعتمد فكرة هذه الأنظمة على وجود جهازين لاستقبال الإشارة، أحدى هذه الأجهزة يكون ثابتا وذا إحداثيات معلومة، حيث يستخدم كمحطة مرجعية أرضية ثابتة fixed ground-based reference والآخرى كمحطة متنقلة، حينها يتم حساب إحداثيات المواقع المتنقلة نسبة إلى المحطات الثابتة، كما تستخدم أجهزة خاصة كجهاز Trimble TSC3 لقياس الإحداثيات ثلاثية الأبعاد X,Y,Z coordinates.

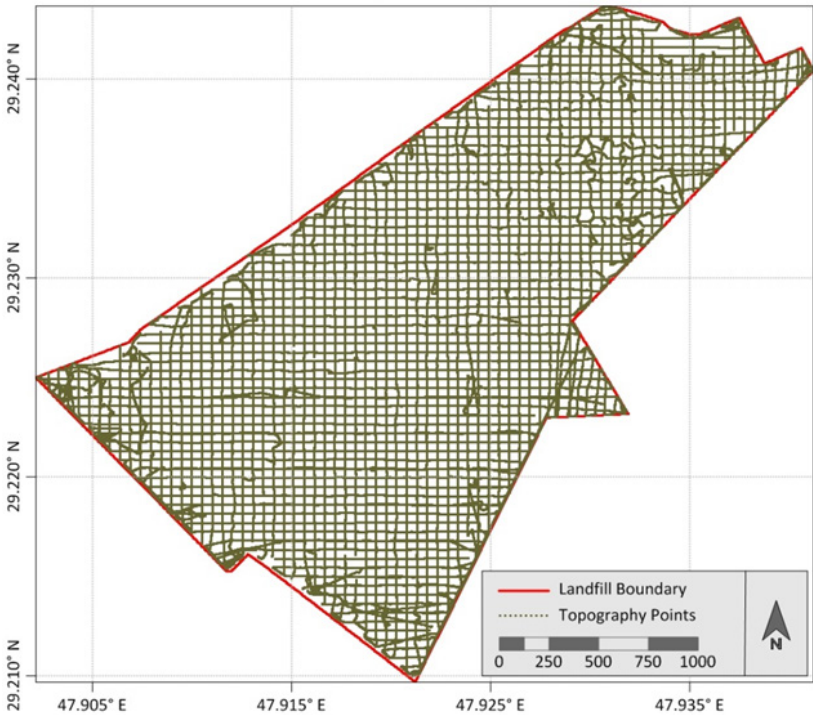


شكل 1: المسح الطوبوغرافي بطريقة (D G P S) نظام الإتجاهات العالمية المتعددة.

يوضح شكل رقم 2 أحد الأدوات المستخدمة للمسح الطوبوغرافي والتي تستخدم في المواقع الإنشائية أو البيئية أو غيرها.

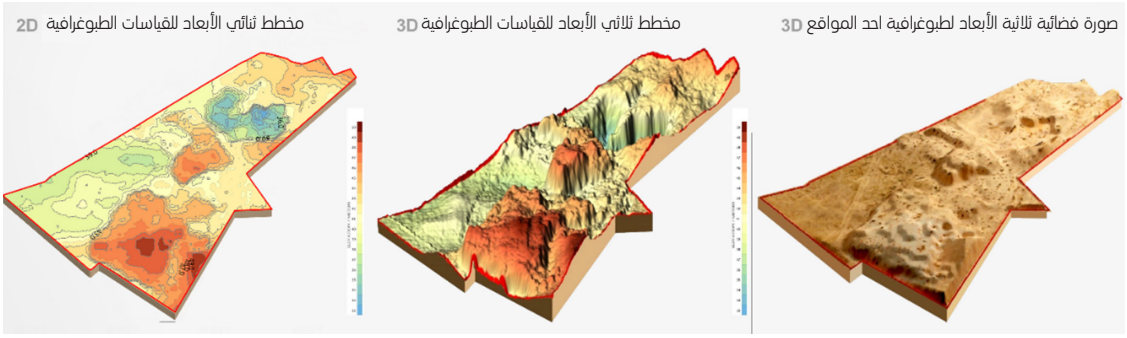
شكل 2: أدوات المسح الطوبوغرافي

يتم قياس إحداثيات المردم ثلاثية الأبعاد X,Y,Z coordinates على ثلاث مراحل، في المرحلة الأولى يتم قياس إحداثيات حدود المردم، يتلوها إحداثيات خطوط القطاعات الرأسية والأفقية (Profiles locations)، ثم تؤخذ إحداثيات عشوائية بين خطوط القطاعات الهدف منها قياس النقاط في الفراغات لزيادة دقة النتائج ، وبالتالي يتم تكوين شبكة grid على كامل مساحة المردم (كما هو موضح في الشكل رقم 3).



شكل 3: شبكة خريطة المسح الطوبوغرافي لاحد المواقع التي تم دراستها في دولة الكويت في العام 2018

بعد أخذ ارتفاعات ومواقع النقاط على طول هذه الخطوط يتم معالجة البيانات إلى خريطة طوبوغرافية، عبر تحويل النتائج إلى صورة ثنائية وثلاثية الأبعاد للمردم كما هو موضح في الشكل رقم 4.



شكل 4: خرائط طوبوغرافية ثنائية و ثلاثية الأبعاد تم تطويرها من شبكة المسح الطبوغرافي المبينة بالشكل السابق (شكل رقم 3) يمثل اللون الأحمر المواقع الأكثر ارتفاعاً بينما اللون الأزرق المواقع الأكثر إنخفاضاً.

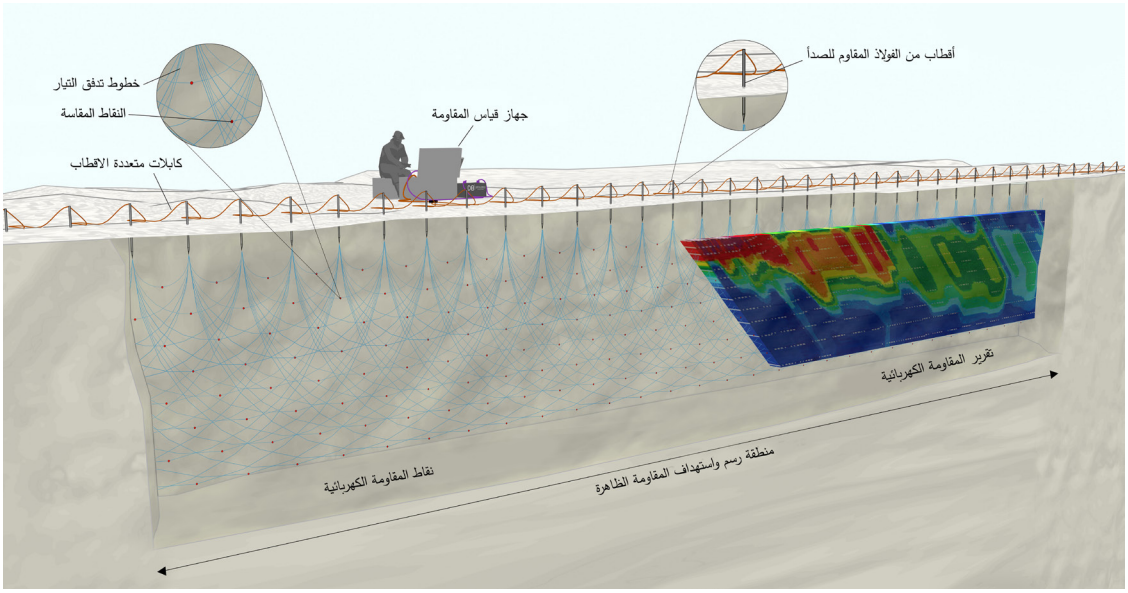
II. القياسات الجيوفيزيائية:

تعتبر القياسات الجيوفيزيائية من العمليات المهمة، حيث أن لها العديد من الاستخدامات في المجالات البيئية والهندسية و أعمال التنقيب تحت السطحية (Schoor, 2002)، وتبنى هذه الطريقة على افتراض أن الأجسام الدفينة كالمعادن و الصخور و الهياكل المملوءة بالماء والهواء تتميز بتباين مقاومتها الكهربائية (Pánek, et al., 2010) ، وبالتالي فإن لهذه القياسات دور رئيسي وفعال في عمليات رصد الطبقات التحتية، حيث أن لكل مادة مقاومة معينة تميزها عن غيرها من المواد.

تتم هذه العملية من خلال قياس مقاومة المواد المردومة Resistivity عبر جهاز قياس المقاومة (Automated Resistivity meter) Resistivity meter ARES II، حيث أنه يتم إرسال موجات اهتزازية إلى باطن الأرض واستقبالها على السطح (كما هو موضح في الشكل رقم 6) عن طريق تثبيت قضبان معدنية في خطوط مستقيمة على سطح المردم metal electrodes (شكل رقم 5)، حيث تُستخدم 64 قضيبا معدنيا على القطاع الذي يبلغ طوله 320 مترا كحد أقصى، أما في حالة القطاعات التي يزيد طولها عن 320 مترا فيعاد تكرار العملية على هيئة أجزاء متتالية ومتداخلة overlapping segments لتغطية طول القطاع.

شكل 5: أحد أجهزة وأدوات القياس الجيوفيزيائي

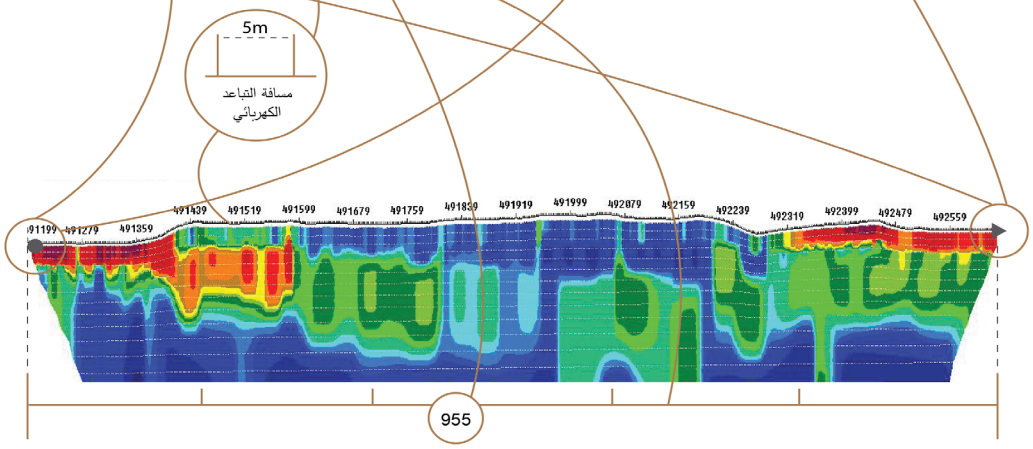
أما في حالة المرادم الخطرة فيتم قياس درجة توصيل المواد Conductivity عوضاً عن مقاومتها عبر أدوات خاصة لا تُغرس على سطح المردم، حتى لا تسبب أي مخاطر للعاملين بالموقع.
يوضح الشكل رقم 6 أماكن وضع القضبان المعدنية على طول القطاع و شكل الموجات الاهتزازية الناتجة عنها.



شكل6: طريقة القياس الجيوفيزيائي لحساب مقاومة المواد تحت سطح الأرض

بعد جمع نتائج القياسات الجيوفيزيائية يتم معالجة هذه البيانات وعكسها على مقاطع جيوفيزيائية (Resistivity Profiles) و التي تشمل طول القطاع، نقطة بداية ونهاية القطاع، إحداثيات القطاع، عدد الأجزاء المستخدمة Segments، وقيم المقاومات، ومواقع النقاط على القطاع (كما هو موضح في الشكل رقم 7).

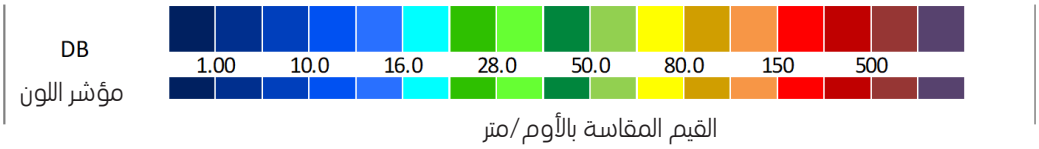
DB	رقم الخط المقاس	تاريخ القياس		مسافة التباعد الكهربائي	طول القياس	شرائح القياس	إحداثيات أول خط مقاس			إحداثيات آخر خط مقاس		
LF-05	Pro #	البدء	الإنتهاء	متر	متر	Nos.	الطول	العرض	الإرتفاع	الطول	العرض	الإرتفاع
P.M.D; W to E	JLH-03	10.05.17	11.05.17	5	955	5	47.914122	29.215874	45.32	47.923944	29.215886	49.35



شكل7: مقطع من القياسات الجيوفيزيائية لأحد مواقع ردم النفايات المغلقة بدولة الكويت، و يعبر الترميز اللوني عن مقاومة المواد تحت السطحية

كما أن لكل مقاومة ترميزا لونيا محددا يعبر عنها (شكل رقم 8)، وبالتالي يتم استخدام هذا الترميز اللوني كدلالة على نوع المواد تحت السطحية.

DB	مؤشر قياس قيم المقاومة



شكل 8: الترميز اللوني الخاص بمقاومة المواد

III.القياسات الجيوتقنية:

وهي مرحلة تلي القياسات الجيوفيزيائية، يتم من خلالها عمل الجسات الأرضية في المردم، وهي عبارة عن حفر أرضية يتم حفرها بأعماق مختلفة، يمكن من خلالها الحصول على عينات التربة للتعرف على نوعية وترتيب طبقات النفايات التحتية، وتحديد منسوب المياه الجوفية، ويعتبر الهدف الأساسي منها هو المقارنة مع النتائج الجيوفزيائية لزيادة دقة المعلومات.

تتم عملية الحفر في الموقع عبر معدات آلية كالمثقاب الآلي Motorized Auger Drilling Rig، وهو

شكل 9: الحفر باستخدام المثقاب الآلي – طريقة القياسات الجيوتقنية

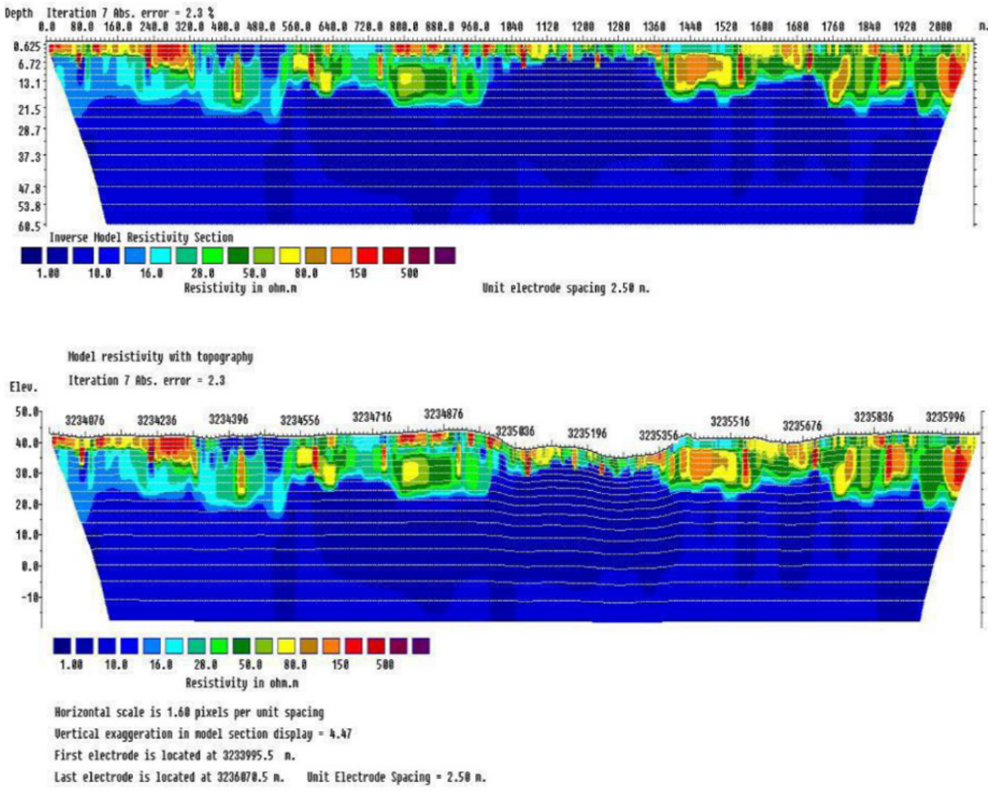
آلة فولاذية لها حواف حادة قادرة على اختراق التربة ومحتوياتها (شكل رقم 9) .
تستخرج العينات نتيجة الحفر بمعدل عينة كل متر على الأقل تحت إشراف جيولوجي مختص يحدد النوعية المبدئية للمواد (شكل رقم 10) ثم تؤخذ هذه العينات للاختبارات المعملية لتأكيد النتائج ومعرفة تفاصيلها.

شكل 10: العينات الناتجة عن عملية الحفر بمعدل عينة كل متر واحد – طريقة القياسات الجيو تقنية

ثالثاً:

النتـــائـــج

بعد الانتهاء من عمليات الرصد السابقة، يتم دمج البيانات الطوبوغرافية والجيوفيزيائية لإسقاط البيانات الجيوفيزيائية على الخريطة الطوبوغرافية كما هو موضح في الشكل رقم 11.

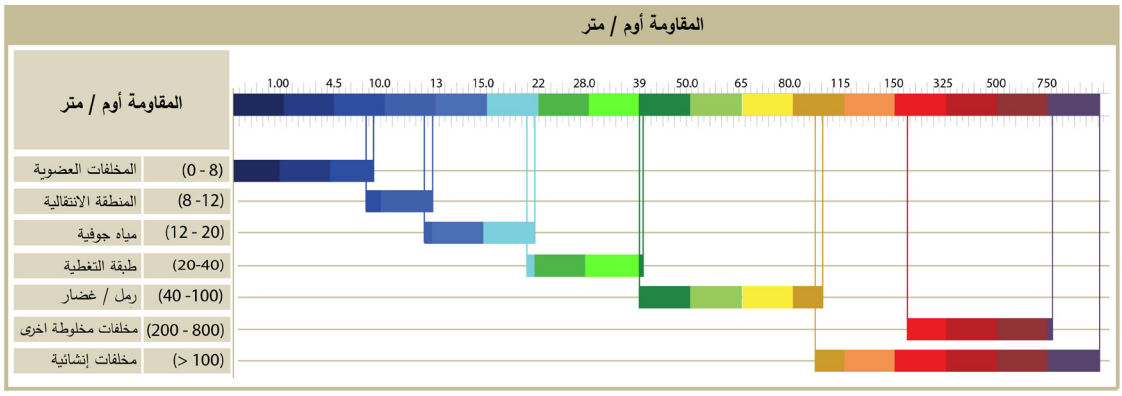


(أ) قبل إضافة البيانات الطبوغرافية

(ب) بعد إضافة البيانات الطبوغرافية

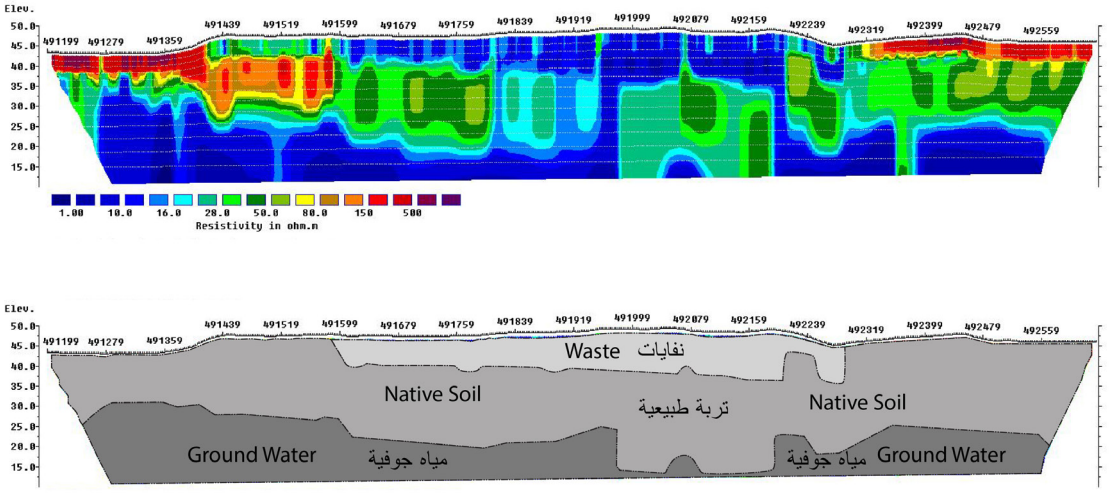
شكل 11: (أ) و (ب) يوضحان المقاطع الجيوفيزيائية قبل وبعد دمجها مع البيانات الطوبوغرافية

وعن طريق استخدام سجل مرجعي (كود) لمقاومة المواد المردومة (شكل رقم 12) يتم تحديد أنواعها ما إذا كانت نفايات منزلية أو إنشائية أو تربة طبيعية جافة أو رطبة أو مياه جوفية.



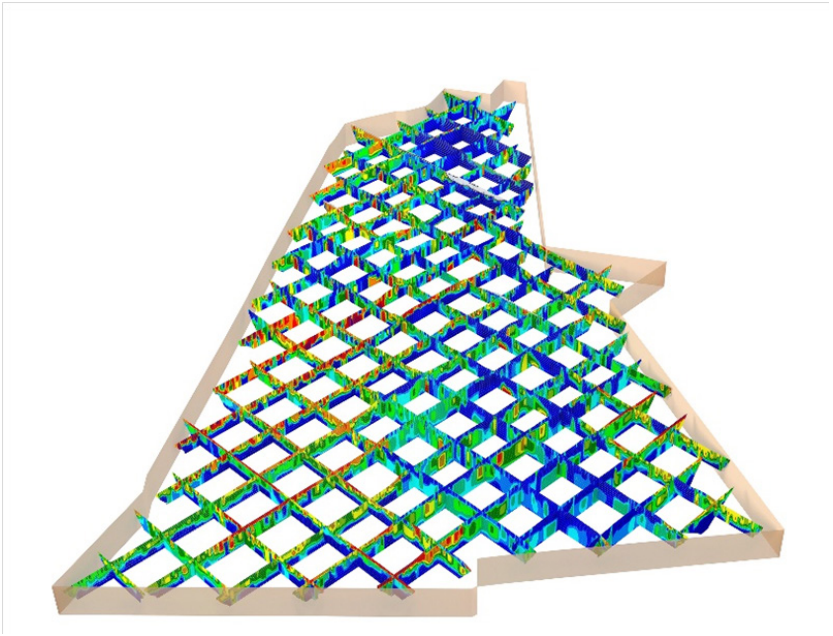
شكل12: السجل المرجعي (الكود) الخاص بتحديد نوعية المواد عبر قيم مقاومتها (Al ahmad, 2012)

بعد ذلك يتم تطبيق هذه المعلومات على المقاطع الجيوفيزيائية وتحديد أنواع هذه المواد تبعاً للسجل المرجعي (شكل رقم 13).



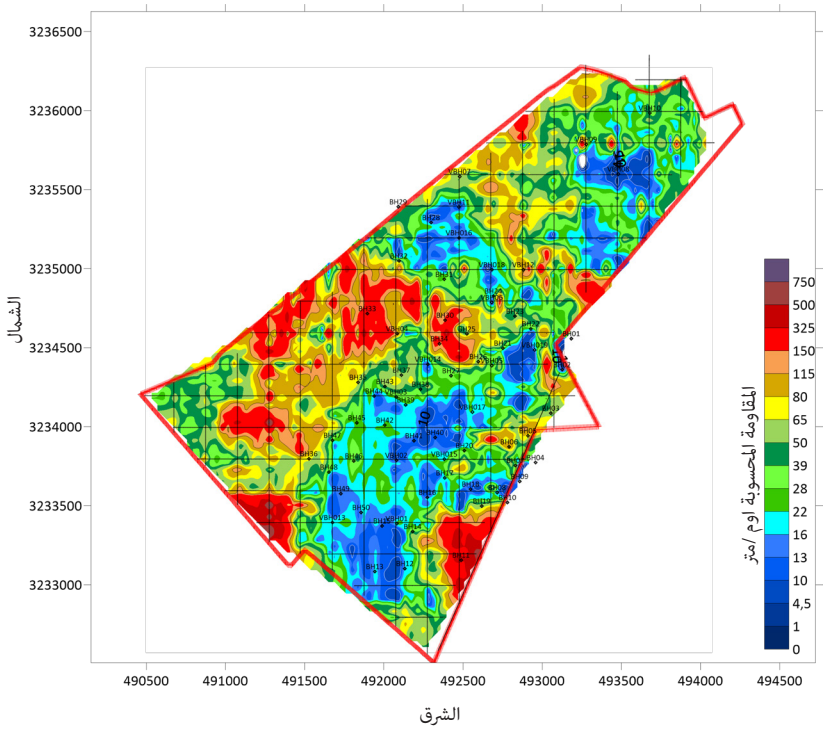
شكل 13: تحديد أنواع المواد المردومة

يتم إسقاط كل المقاطع الجيوفيزيائية الرأسية والأفقية في مواقعها على المردم (شكل رقم 14).



شكل 14 : خريطة ناتجة عن إسقاط كل المقاطع الجيوفيزيائية الرأسية والأفقية على كافة المردم

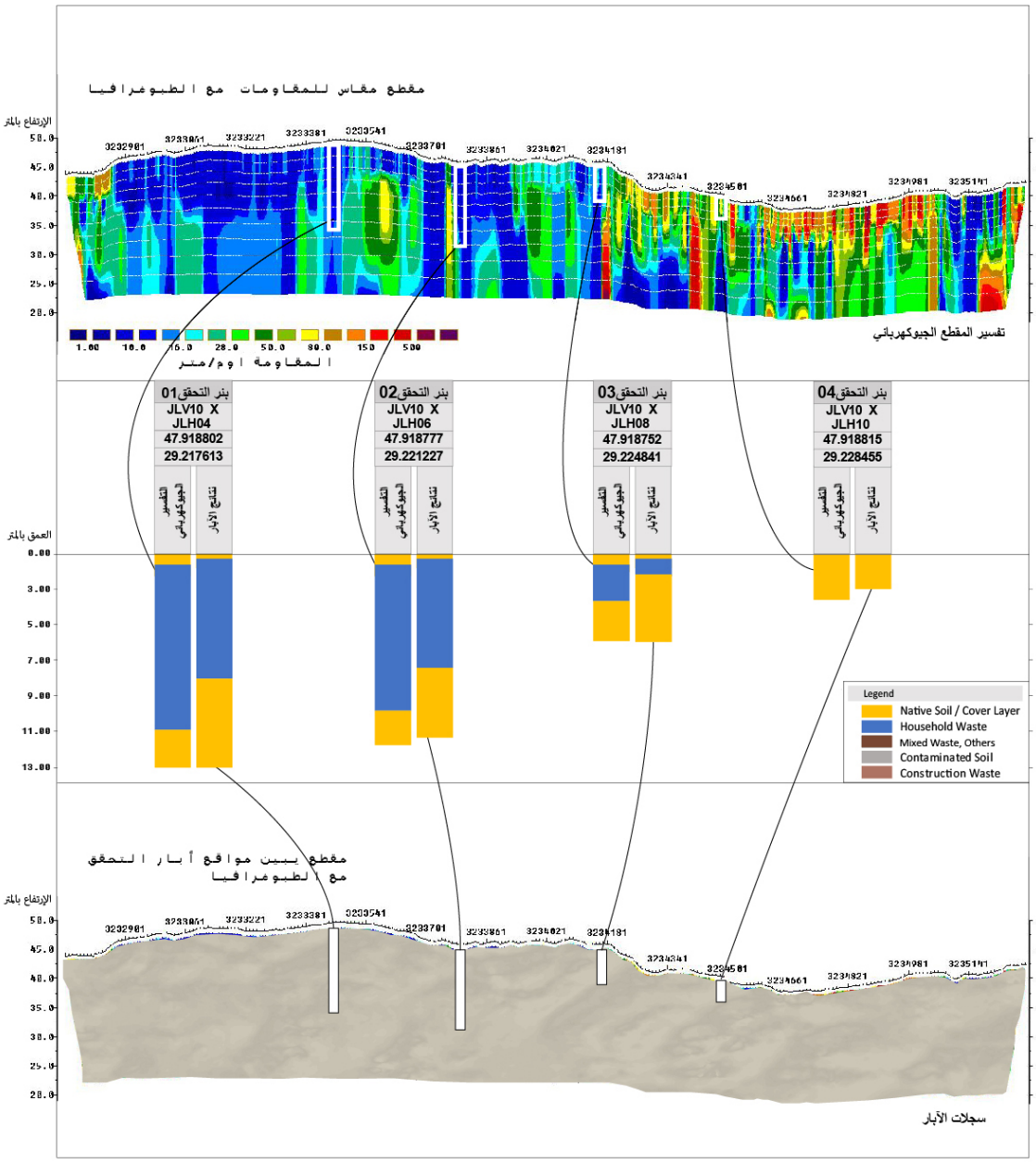
ومن ثم يتم دمج القيم المتساوية للمقاومات وتوصيلها ببعضها (كما هو موضح في الشكل رقم 15).



شكل 15: خريطة ناتجة عن دمج القيم المتساوية للمقاطع الجيوفيزيائية ببعضها

وباستخدام هذه الخرائط والمعلومات يتم معرفة حدود انتشار المواد المردومة على الخريطة ككل تحديداً المساحة والعمق والحجم الذي تشغله هذه المواد.

وللحصول على نتائج أكثر دقة حول أنواع المواد المردومة وأعماقها يتم اختيار نقاط محددة نسبة إلى القياسات الجيوفيزيائية المدمجة لعمل الجسات الأرضية، ثم يتم مقارنة نتائج عينات الجسات مع نتائج القياسات الجيوفيزيائية، كما هو موضح في الشكل رقم 16.



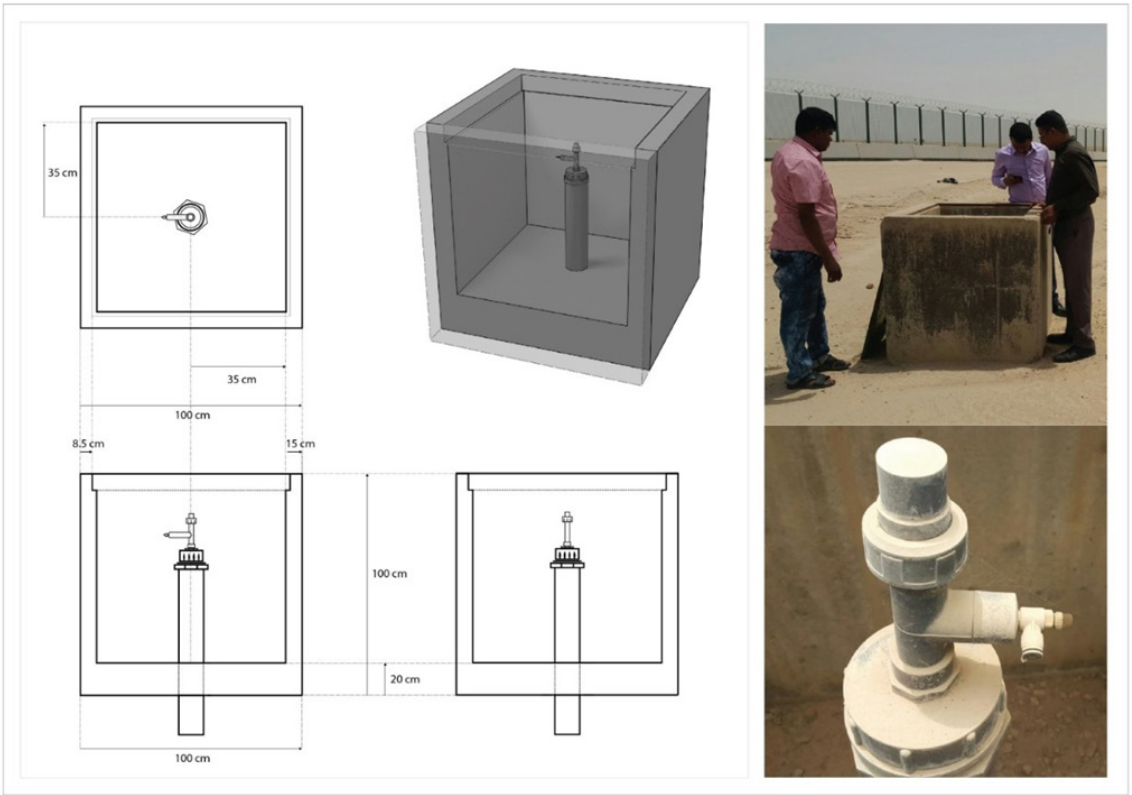
شكل 16: مقارنة نتائج القياسات الجيوفيزيائية مع نتائج الجسات الأرضية (القياسات فعلية لاحد مواقع ردم النفايات بدولة الكويت -مردم جليب الشيوخ 2018).

رابعاً:

برنامج التقييم البيئي للمرادم

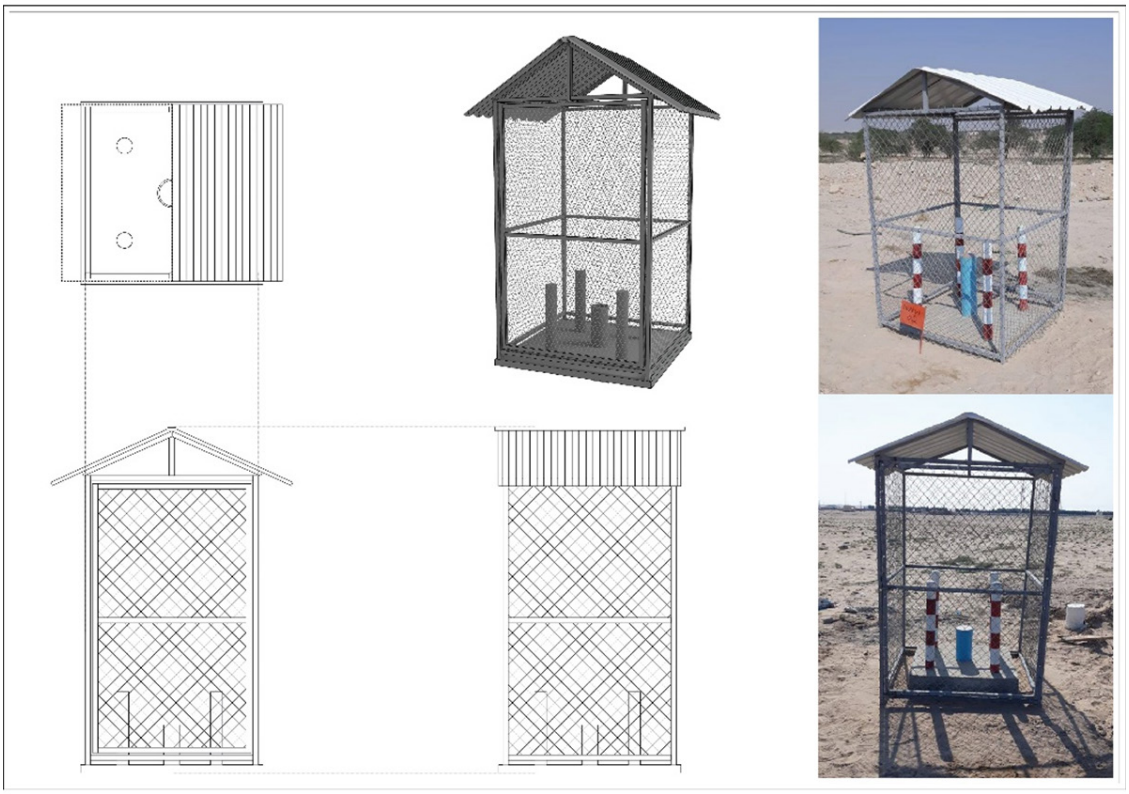
بعد الحصول على النتائج يتم استخدام هذه المعلومات لعمل برنامج للتقييم البيئي، ويشمل هذا البرنامج تحديد نوعية الغازات المنبعثة ومسارات هجرتها ونمط تولدها، وأيضاً تحديد مستويات المياه الجوفية وجودتها ومراقبة تأثرها بفعل الملوثات، بالإضافة إلى التغيرات الناتجة عن هبوط أرض المردم بفعل عمليات التحلل البيولوجي للنفايات المردومة، وانخفاض سطح الأرض بسبب وزن طبقات النفايات العلوية، وعبر تطبيق هذا البرنامج يتم معرفة نواتج المردم ومدى تأثيرها على البيئة المحيطة فبه.

يتم استخدام آبار لمراقبة الغازات كما هو موضح في الشكل رقم 17، وعبر عينات الغاز يتم معرفة نوعية وخصائص الغازات المنبعثة من المردم.



شكل 17: آبار مراقبة الغازات

كما يتم استخدام آبار أخرى لجمع عينات المياه الجوفية (شكل رقم 18) لتحديد مدى تأثر المياه الجوفية بالملوثات المحيطة، وغالباً ما تكون الملوثات عبارة عن رواسب صلبة أو عصارة راشحة.



شكل 18: آبار مراقبة المياه الجوفية

أما بالنسبة إلى نقاط مراقبة هبوط الموقع ، فكلما هو موضح في (الشكل رقم 19) توضع نقاط على سطح المردم ويتم مراقبتها على مدى فترة زمنية معينة، وتكون هذه النقاط معلومة الإحداثيات (X,Y,Z)، حيث يمثل الإحداثي Z- Coordinate عمق المردم.

علماً بأنه كلما زاد تحلل المواد العضوية داخل المردم زادت كمية الغازات الناتجة، و بالتالي زيادة هبوط سطح المردم.

شكل 19: نقاط مراقبة هبوط أرض المردم

تقرير عن الدراسة الميدانية لتقييم ورقابة مرادم النفايات

الخاصة بمشروع

مشروع تطوير إدارة النفايات في بعض الدول العربية

الدراسة	آلية تنفيذ القياسات الجيوفيزائية لتقييم مرادم النفايات	موقع الدراسة	مردم جليب الشيوخ- دولة الكويت.
تاريخ الدراسة	2019/4/23-22	العدد الإجمالي للمشاركين	20 شخصا
نوع الدراسة	جيوتقنية (عملي). جيوكهربائية (عملي). ورشة عمل (نظري).		

القياسات التي تمت في الدراسة

بغرض تعزيز الجانب المعرفي لدى المشاركين في ورشة العمل، فقد تم تنفيذ العديد من القياسات الميدانية وفقاً لتقنيات المسح الجيوكهربائي (Geo electrical)، وهي قياسات جيوفيزيائية تعمل على معرفة المقاومة الكهربائية للمواد تحت الأرض أو المواد المردومة، وبالتالي تعمل على تحديد نوعها بشكل دقيق، وكذلك القياسات الجيوتقنية وهي نوع من القياسات الأرضية التي يتم بموجبها حفر أماكن محددة لأعماق معينة لبيان المواد المتواجدة وأخذ عينات منها إذا لزم الأمر، كما تم بيان ذلك سابقا.

القياسات التي تم تنفيذها

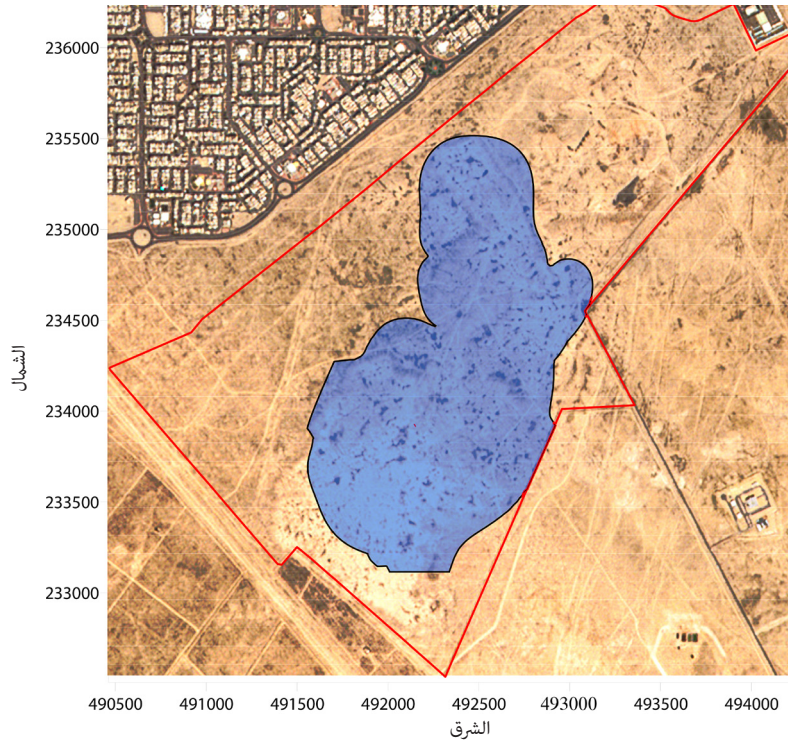
تم تصميم القياسات الجيوفيزيائية الميدانية بحيث تغطي كامل متطلبات التدريب والتأهيل للكوادر المشاركة ومشاركتهم فعليا في معرفة كيفية تصميم القياسات وتنفيذها وتحليل نتائجها. بناء على ما هو مذكور تفصيلا في الفصل الأول من الدراسة.

يبين الجدول التالي البيانات العامة لموقع القياسات الميدانية وتفاصيل إجراءها :

الرقم	الموقع	طول القياسات	طبيعة القياس	نوع القياس	مسافة القياس	عمق المقاس
1	مردم جليب الشيوخ. «دولةالكويت»	315 متراً	جيوفيزيائي جيوكهربائي (Geoelectric)	ديبول - ديبول	مكثفة كل 5 أمتار	45 متراً

ثم إجراء القياسات في أحدى المرادم المنزلية القديمة المغلقة بدولة الكويت، «مردم جليب الشيوخ»، وهو أحد أكبر المرادم فيها ويقع نطاق الاشراف عليه لـ «بلدية الكويت».

تم تنسيق البرنامج مع بلدية الكويت، و تم إجراء القياسات الجيوفيزيائية بطول 315 متراً امتدت من الناحية الشمالية الغربية من المردم إلى الناحية الجنوبية الشرقية فيه، استخدمت في هذه القياسات التقنية الجيوكهربائية وفقا لنوع ديبول – ديبول (Dipol – Dipol)، وهي تحديد أكثر دقة للمواد المتواجدة تحت سطح الأرض ومعرفة مقاومتها بالأوم، مما ينعكس على قدرة الفنيين في إجراء المرحلة الثانية الجيوتقنية لتحديد نوع هذه المواد، ويبين الشكل التالي موقع المقطع المقاس من المردم:



(شكل رقم 20) موقع مردم النفايات بمنطقة جليب الشيوخ المحدد باللون الأحمر
وتبدو منطقة المردم الفعلية فيه باللون الأزرق

برنامج التدريب أثناء اجراء الدراسة الميدانية

يوضح الجدول رقم (6) برنامج التدريب المكثف التذي تم إجراؤه لتأهيل وتدريب المشاركين في دراسة آلية تنفيذ القياسات الجيوفيزيائية لتقييم المرادم المنزلية، حيث تم الحرص على تغطية الجوانب النظرية والعلمية لمثل هذه الدراسات:

اليوم والتاريخ	الساعة		البرنامج	ملاحظات
	من	إلى		
الإثنين 2019/4/22	9:00 صباحا	1:00 ظهراً	شرح نظري لعملية المسح وإجراء القياسات وأخذ العينات بشكل تفصيلي.	
الثلاثاء 2019/4/23	9:00 صباحا	1:00 ظهراً	التنفيذ العملي لعملية المسح للموقع وإجراء القياسات وأخذ العينات.	

صـــــور المشـــاركين

(صورة رقم 1 تبين التدريب النظري)

(صورة رقم 2 تبين الشرح العملي لاجهزة القياس)

(صورة رقم 3 تبين التدريب العملي)

(صورة رقم 4 تبين كيفية تحليل نتائج القياسات الطبوغرافية في مردم جليب الشيوخ)

(صورة رقم 5 تبين تكريم أحد المشاركين بالدراسة الحقلية)

مـــــراجـــع

1 - Al Ahmad, M. (2012). "Optimization of the Assessment and Rehabilitation of Old Landfills in Kuwait". PhD Dissertation, Rostock University, Germany, Calculated Resistivity Index.

2 - Pánek, T., Margielewski, W., Tábo_rík, P., Urban, J., Hradecký, J., & Szura, C. (2010). Gravitationally induced caves and other discontinuities detected by 2D electrical resistivity tomography: case studies from the Polish Flysch Carpathians. 165 ,123e180.

3 - Schoor, V. (2002). Detecting of sinkholes using 2D electrical resistivity imaging. 50,393e399.