جمهـورية العـــراق
وزارة التـــعليم العـالي والبـحث العلمي
جـــامعة تكريت - كلـــية العلوم
قســـم علوم الأرض التطبيقية
المرحلة الرابعة

دراسة بعض الخواص الجيوتكنيكية للترب في مواقع مختارة في جامعة تكريت

بحث تخرج أعدته الطالبة:

رؤى ضياء مهدي

مقدم الى مجلس كلية العلوم – قسم علوم الأرض التطبيقية –جامعة تكريت كجزء من متطلبات الحصول على شهادة البكالوريوس في علوم الأرض التطبيقية

بإشراف

أ.م. د. مهند عيسى خضر

1447 هـ

2026م

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

﴿وَقُلِ ٱعْمَلُواْ فَسَيَرَى ٱللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُۥ وَٱلْمُؤْمِنُونَ ۖ وَسَتُرَدُّونَ إِلَىٰ عَٰلِمِ ٱلْغَيْبِ وَٱلشَّهَٰدَةِ فَيُنَبِّئُكُم بِمَا كُنتُمْ تَعْمَلُونَ﴾

صدق الله العظيم

سورة التوبة – الآية 105

الإهداء

لحمد لله حباً وشكراً وامتنان على البدء والختام (وَآخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنِ الحَمْدُ للهِ رَبِ العَالَمِين)

لم تكن الرحلة قصيرة ولا الطريق محفوظاً بالتسهيلات، لكنني فعلتها، فالحمد لله الذي يسر البدايات وبلغنا النهايات بفضله وكرمه

أهدي هذا النجاح لنفسي الطموحة أولاً ابتدأت بطموح وانتهت بنجاح ثم إلى كل من سعى معي لإتمام مسيرتي الجامعية مرحلة البكالوريوس دمتم لي سنداً لا عمر له

بكل حب أهدي ثمرة نجاحي وتخرجي

إلى النور الذي أنار دربي والسراج الذي لا ينطفئ نوره والذي بذل جهد السنين من أجل أن اعتلي سلالم النجاح إلى من أحمل اسمه بكل فخر وإلى من حصد الاشواك عن دربي ليمهد لي طريق العلم لطالما عاهدته بهذا النجاح ها أنا اتممت وعدي وهديته إليك "والدي العزيز"

إلى من علمتني الأخلاق قبل الحروف إلى الجسر الصاعد بي إلى الجنة إلى اليد الخفية التي أزالت عن طريقي الأشواك ومن تحملت كل لحظة ألم مررت بها وساندتني عند ضعفي وهزلي مُلهمتي ومُعلمتي الأولى وقوتي وثباتي، ملاذي وملجئي وأماني، إلى من غمرتني بدفئها، واحتضنتني بدُعائها، من كان فضلها –بعد الله– سبباً في كل ما وصلتُ إليه وبلغته "والدتي الحبيبة"

أهدي تخرجي إلى مُلهمي نجاحي، من ساندني بكل حب عند ضعفي وأزاح عن طريقي المتاعب مُمهداً لي الطريق زارعاً الثقة والإصرار بداخلي، سندي والكتف الذي استند عليه دائماً لطالما كانوا الظل لهذا النجاح "إخوتي"

وأخيراً من قال أنا لها "تالها" وأنا لها وإن أبت رغماً عنها أتيت بها، نلتها وعانقت اليوم مجداً عظيماً، فعلتها بعد أن كانت مستحيلة...ما كنت لأفعل لولا توفيق من الله،

ها هو اليوم العظيم هنا، اليوم الذي أجريت سنوات الدراسة الشاقة حالمة فيها حتى توالت بمنه وكرمه لفرحة التمام،

الحمد لله الذي نظن به خيراً فيكرمنا بأفضل مما ظننا به.

الشكر والتقدير

الحمدُ لله حمداً يليق بجلال وجهه وعظيم سلطانه، الذي أنار لنا دروب العلم، ووفّقنا لإتمام هذا الجهد المتواضع، والصلاة والسلام على سيد الخلق أجمعين، نبينا محمد وعلى آله وصحبه الطيبين الطاهرين.

بمشاعر يملؤها العرفان، وامتنانٍ يعجز اللسان عن وصفه، أتقدّم بأسمى آيات الشكر والتقدير إلى جامعة تكريت / كلية العلوم / قسم علوم الأرض التطبيقية، هذا الصرح العلمي الشامخ، الذي كان ولا يزال منارةً للعلم والمعرفة، ومهدًا لتخريج الكفاءات العلمية المتميزة، لما وفره من بيئة أكاديمية رصينة أسهمت في إتمام هذا البحث.

كما أخصّ بجزيل الشكر وعظيم الامتنان الأستاذ الدكتور (مهند عيسى خضر)، المشرف على هذا البحث، الذي كان مثالًا يُحتذى به في العلم والتفاني، إذ لم يدّخر جهداً في توجيهي، ولم يبخل بعلمه وخبرته، فكان لدعمه المستمر، وتوجيهاته الدقيقة، ونصائحه السديدة، الأثر البالغ في إنضاج هذا العمل وإخراجه بالصورة التي هو عليها.

ولا يسعني إلا أن أتقدّم بخالص الشكر والتقدير إلى السادة أعضاء الهيئة التدريسية كافة، لما بذلوه من جهود مباركة في مسيرتنا العلمية، وكذلك إلى كل من مدّ لي يد العون وساهم، ولو بكلمة طيبة أو دعم معنوي، في إتمام هذا البحث.

وفي الختام، أسأل الله تعالى أن يجعل هذا العمل خالصًا لوجهه الكريم، وأن ينفع به، وأن يكتب التوفيق والسداد لكل من كان له فضل في إنجازه.

المحتويـــــــات

ت	الموضوع	الصفحة
1	الآية	أ
2	الاهداء	ب
3	الشكر والتقدير	ت
4	المحتويات	ث
5	الملخص	
6	**الفصل الاول: منهجية البحث**	5-1
7	١.١ المقدمة	1
8	2.1 الهدف من الدراسة	1
9	3-1 مبررات الدراسة	2
10	4.1 منطقة الدراسة	3-2
11	١_٥ جيولوجية منطقة الدراسة	3
12	6-1 دراسات سابقة خواص جيوتكنيكية	5-4
13	الفصل الثاني: طرائق البحث	18-6
14	1.2 مرحلة التحضيرية	6
15	2.٢ مرحلة العمل الحقلي	8-6
16	٣.٢ مرحلة العمل مختبري وطريقة العمل	18-9
17	الفصل الثالث:	25-19
18	1.3 نتائج ومناقشة	24-19
19	2.3 استنتاجات وتوصيات	25
20	قائمة المصادر	26

الملخص

يهدف هذا البحث إلى دراسة وتقييم الخواص الجيوتكنيكية للترب في مواقع مختارة ضمن جامعة تكريت، وذلك لتحديد مدى ملاءمتها للأغراض الهندسية المختلفة. تم اختيار أربع محطات تمثل التوزيع المكاني للتربة في منطقة الدراسة، وأُجريت عليها مجموعة من الفحوصات الحقلية والمختبرية وفق المواصفات القياسية (ASTM)، شملت التحليل الحبيبي، الوزن النوعي، المحتوى الرطوبي، وحدود القوام (أتربيرك).

أظهرت نتائج التحليل الحبيبي أن التربة في المحطتين الأولى والثانية تتكون أساساً من الرمال مع نسب قليلة من المواد الناعمة، وصنفت كتربة رملية غرينية (SM)، بينما المواد الخشنة (حصى ورمل) في المحطتين الثالثة والرابعة، مما أدى إلى تصنيفها كتربة حصوية غرينية (GM). كما تبين أن التربة بشكل عام ضعيفة التدرج (Poorly graded)، مما يدل على تنوع الأحجام الحبيبية.

تراوحت قيم الوزن النوعي بين (2.42 – 2.57)، وهي ضمن المدى الطبيعي للترب المعدنية، مع انخفاض ملحوظ في إحدى المحطات احتمالية وجود مواد عضوية أو تأثير الجبس. أما المحتوى الرطوبي فقد تراوح بين (5.1% – 8.7%)، مما يشير إلى أن التربة جافة نسبياً مع تباين مرتبط بطبيعة التربة والظروف البيئية.

كما أظهرت نتائج حدود القوام أن التربة ذات لدونة منخفضة إلى متوسطة، حيث تراوحت قيم معامل اللدونة بين (4.87 – 7.85)، وتقع جميع العينات ضمن نطاق الترب الغرينية منخفضة اللدونة (ML) وفق مخطط اللدونة.

بشكل عام، تشير النتائج إلى أن تربة منطقة الدراسة ملائمة نسبياً للأعمال الإنشائية، إلا أن وجود الجبس والتباين في الخصائص الجيوتكنيكية يستدعي أخذ الاحتياطات اللازمة، وإجراء فحوصات إضافية لتقييم السلوك الميكانيكي وتحسين التربة عند الحاجة لضمان استقرار المنشآت.

الفصل الأول

١.١ المقدمة:

الجيولوجيا الهندسية هي أحد الفروع التطبيقية لعلم الجيولوجيا وتهدف إلى توظيف المعارف الجيولوجية في دعم وتنفيذ الأعمال الهندسية المختلفة لغرض ادراك تأثير العوامل الجيولوجية المختلفة في تحديد المواقع للمنشآت الهندسية أو لأغراض اجراء التصاميم الهندسية وتشمل أعمال الانشاء والصيانة ومواد الانشاء وهذه الأعمال تشمل انشاء طرق وموادها الأساسية وإقامة السدود والانفاق والجسور والعمارات وغيرها من المشاريع الهندسية.

يتناول هذا البحث الخواص الجيوتكنيكية لتربة منطقة الدراسة وتقييمها للأغراض الهندسية للوصول إلى فهم دقيق لتصرف التربة بصورة عامة، وعند إقامة المنشآت الهندسية عليها بصورة خاصة وبعدها، ويتطلب هذا التقييم إجراء مناقشة للفحوصات المختبرية على النماذج المفحوصة الممثلة للترب السائدة في منطقة الدراسة للتعرف على خواصها الفيزيائية والهندسية التي تعد من العوامل الرئيسة في عملية التصميم الأولى للمشاريع .

أصبح من الضروري دراسة المواقع المراد تنفيذ المنشآت عليها بدقة من خلال معرفة الخواص الفيزيائية والهندسية والمعدنية للتربة وهذه الخواص تؤثر على إقامة المشاريع والمنشآت المختلفة من الناحيتين التصميمية والتنفيذية (مجيد,2004).

تعد التربة مهمة جداً من الناحية الهندسية بسبب تحملها للأساسات المختلفة أذ يجب ضمان عدم فشلها تحت تأثير الأحمال المسلطة عليها لذلك يتوجب التعامل بحذر مع التربة والقيام بجميع الفحوصات الضرورية وأخذها بنظر الاعتبار إثناء تصميم المشاريع الهندسية (الراشدي، 2004).

١_٢ مبررات الدراسة:

تنبع أهمية هذه الدراسة من الموقع الاستراتيجي لجامعة تكريت بوصفها مركزاً علمياً وتنموياً، مما يستدعي تقييم الخصائص الجيوتكنيكية لتربتها في المواقع المقترحة للإنشاءات المستقبلية، كما أن طبيعة التربة المعقدة واحتوائها على نسب متفاوتة من الجبس، إضافة إلى التباين في خصائصها الجيوتكنيكية، يتطلب إجراء دراسة متكاملة باستخدام الفحوصات الهندسية.

١_٣ الهدف من الدراسة:-

إن الهدف من هذا البحث هو إجراء تقييم جيوتكنيكي للتربة عن طريق دراسة ومعرفة بعض الخصائص الجيوتكنيكية للتربة في جامعة تكريت وتحديد الاعمال. وتهدف هذه الدراسة إلى تحديد الاعمال الهندسية لأغراض البناء وتقليل المخاطر الجيوتكنيكية، بما يحقق تخطيطاً عمرانياً مستداماً داخل الحرم الجامعي.

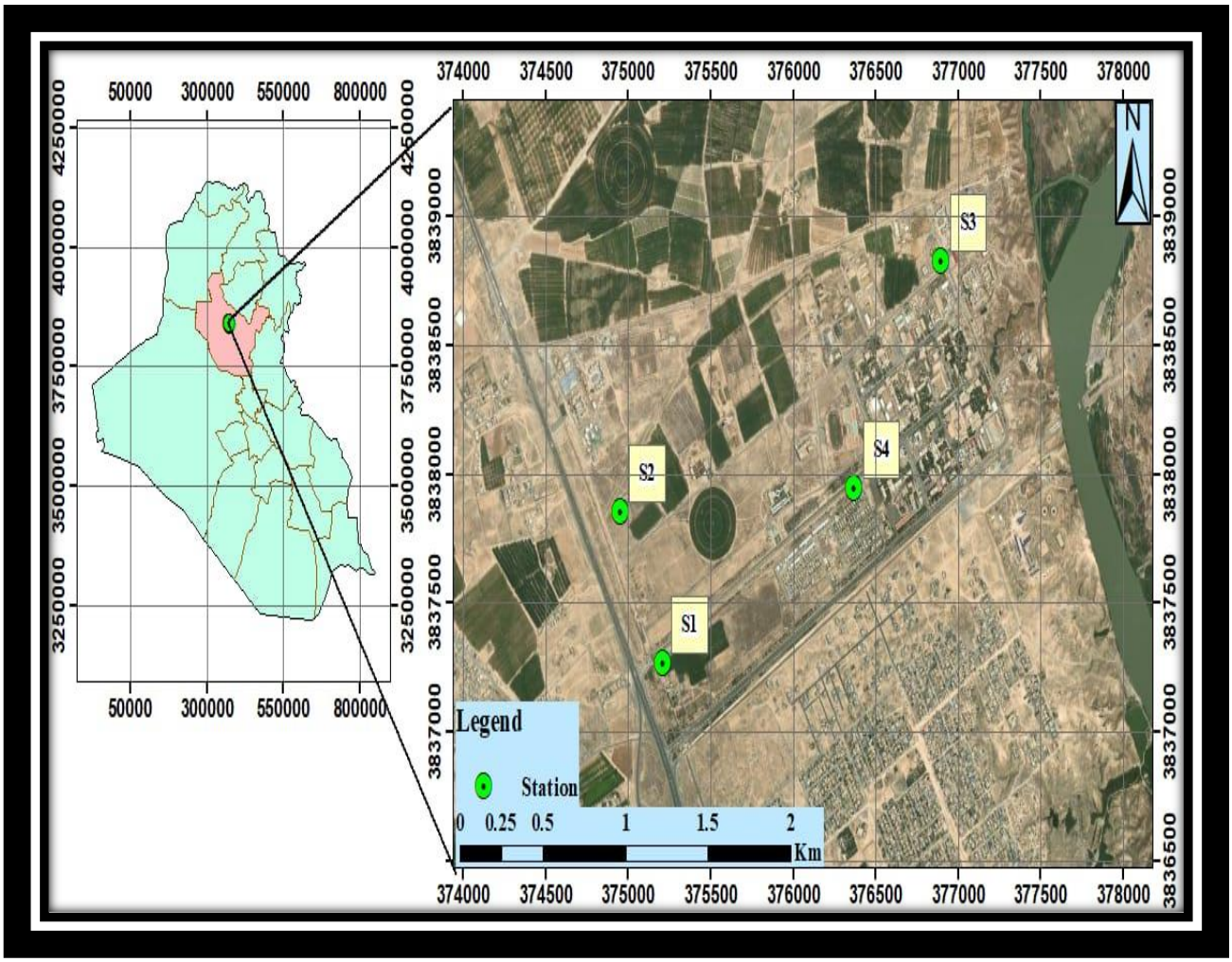
١_٤ منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة إدارياً ضمن محافظة صلاح الدين في مركز قضاء تكريت (جامعة تكريت).

احداثيات منطقة الدراسة:

جدول (١) احداثيات منطقة الدراسة

رقم المحطة	X	Y	Z
المحطة الاولى	٣٧٥٢١٠	٣٨٣٧٢٦٧	١٢٦ م
المحطة الثانية	٣٧٤٩٥٣	٣٨٣٧٨٥٥	١١٨ م
المحطة الثالثة	٣٧٦٨٩٩	٣٨٣٨٨٢٩	١١٢ م
المحطة الرابعة	٣٧٦٣٧٢	٣٨٣٧٩٤٧	١١٩ م



شكل (1-1) خارطة موقعيه لمنطقة الدراسة

١_٥ جيولوجية منطقة الدراسة:

الترسبات في منطقة الدراسة التي تم النمذجة منها هي:

ترسبات فتاتية مختلطة (رمل + غرين + حصى + جبس) ذات أصل نهري أو فيضي (Alluvial deposits) مع تأثير واضح للجبس (Gypsiferous soils).

١_٥_١ ترسبات رباعية نهرية جبسية (Gypsiferous Alluvial Deposits – Quaternary Age):

تُعد التربة في منطقة الدراسة جزء من ترسبات العصر الرباعي حديثة ذات أصل نهري (فيضية)، تتكون من مزيج غير متماسك من الرمل والغرين مع نسب متفاوتة من الحصى والجبس، مما يعكس بيئة ترسيبية متغيرة تحت ظروف مناخية جافة إلى شبه جافة.

١_٦ الدراسات السابقة:

تناولت العديد من الدراسات الحديثة في جامعة تكريت خواص الجيوتكنيكية للتربة في مواقع مختلفة، ففي دراسة تقييم الخواص الجيوتكنيكية وتحليل مقاومة القص للتربة الغنية بالجبس في جامعة تكريت تم تحليل التربة من مواقع داخل الحرم الجامعي، واستخدام خواصها الهندسية لتنبيه إلى المشكلات الإنشائية المحتملة عند وجود نسبة عالية من الجبس.

حيث أجرى عدد من الباحثين تقييماً لخصائص التربة الفيزيائية والميكانيكية في مواقع مختلفة من المدينة.

١. ليث إخلاص صلاح. (2021). تقييم هندسي لتربة المجمعات السكنية الحديثة (بيتي، اليرموك، والجوهرة) في مدينة تكريت، محافظة صلاح الدين.

هدفت الدراسة إلى إجراء تقييم هندسي لتربة مواقع المجمعات السكنية الحديثة في مدينة تكريت (مجمع بيتي، اليرموك، والجوهرة)، وقد توصل الباحث من خلال الفحوصات المختبرية إلى أن التربة في منطقة الدراسة ذات محتوى جبسي مرتفع، مما يجعلها عرضة لمشاكل هندسية مستقبلية مثل التشققات وهبوط الأساسات في حال تسرب المياه إليها. وأوصت الدراسة بضرورة اتخاذ إجراءات معالجة للتربة وضمان كفاءة شبكات التصريف لمنع ذوبان الأملاح والجبس تحت المنشآت.

٢. السامرائي، آية أحمد كردي، 2023م، تأثير إضافة الفحم الحيوي في بعض الخصائص الهيدروفيزيائية ونوعية التربة الجبسية، رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة تكريت. تبينت الدراسة أن إضافة الفحم الحيوي أسهمت في تحسين الخصائص الهيدروفيزيائية للتربة الجبسية، من خلال زيادة قدرتها على الاحتفاظ بالماء وتحسين بنيتها الداخلية.

٣. الراوي، فاضل أحمد، 2017م، الخواص الهندسية لتربة مدينة تكريت وتأثيرها في تصميم الأساسات، أطروحة دكتوراه، كلية الهندسة، جامعة تكريت. أوضحت الدراسة أن الترب الجبسية في مدينة تكريت تؤثر سلباً في كفاءة الأساسات بسبب انخفاض قوة التحمل وارتفاع قابلية الانضغاط، مما يتطلب اعتماد تصاميم خاصة للأساسات.

٤. العزاوي، رياض مهاوش رشيد، 2024م، تقييم خصائص التربة للأغراض الهندسية باستخدام تقنية التصوير الكهربائي ثنائي الأبعاد في جامعة تكريت، أطروحة دكتوراه، قسم علوم الأرض، كلية العلوم، جامعة تكريت، العراق.

توصلت الدراسة أن تقنية التصوير الكهربائي ثنائي الأبعاد تُعد وسيلة فعالة في تحديد التغيرات الطبقية للتربة، وتقييم ملاءمتها للأغراض الهندسية بدقة عالية.

٥. رويدة خالد صابر (٢٠٢١). التنبؤ بتصلب ونوعية التربة الفيزيائية من منحنى الوصف الرطوبي وعلاقتهما بدرجة رص التربة الجبسية. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة تكريت. أشارت الدراسة إلى وجود علاقة وثيقة بين منحنى الوصف الرطوبي ودرجة رص التربة، الأمر الذي ينعكس بشكل مباشر على صلابتها وخصائصها الفيزيائية.

٦. العبيدي، أحمد محمد، والراوي، فاضل أحمد، 2019م، تقييم بعض الخواص الجيوتكنيكية لتربة موقع مقترح لمجمعات سكنية شمال غرب تكريت، مجلة علوم الأرض العراقية. بينت الدراسة أن التربة في الموقع المقترح شمال غرب تكريت تعاني من ضعف في بعض الخواص الجيوتكنيكية، مما يستوجب معالجتها قبل استخدامها في المشاريع السكنية.

٧. خلف، رقية زاحم، 2024م، تقييم الخواص الجيوتكنيكية لتربة موقع مقترح لإنشاء مجمعات سكنية شمال غرب مدينة تكريت / محافظة صلاح الدين، رسالة ماجستير، قسم علوم الأرض التطبيقية، كلية العلوم، جامعة تكريت.

أظهرت الدراسة أن التربة في المواقع المدروسة شمال غرب مدينة تكريت تعاني من مشاكل في الاستقرارية والهبوط، مما يتطلب اتخاذ إجراءات تحسين مناسبة.

٨. حسين، محمد أمين محمد، 2024م، الخواص الجيوتكنيكية لأطيان تكوين جركس في مواقع مختارة من شمال العراق وتقييمها لبعض الأغراض الهندسية، رسالة ماجستير، قسم علوم الأرض التطبيقية، كلية العلوم، جامعة تكريت.

يتضح من الدراسات السابقة أن معظم ترب مدينة تكريت، بما فيها مواقع جامعة تكريت، تتصف بكونها تراباً رملية غرينية غنية بالجبس، مما يؤثر بشكل مباشر في خواصها الجيوتكنيكية مثل مقاومة القص وقابلية التحمل، ويؤدي إلى مشاكل هندسية عند تعرضها للمياه، الأمر الذي يستدعي إجراء دراسات تفصيلية لكل موقع قبل تنفيذ المشاريع الإنشائية.

الفصل الثاني

طرائق العمل:-

٢_١ مرحلة التحضيرية:

تتضمن هذه المرحلة جمع المعلومات اللازمة عن منطقة الدراسة عن طريق الاطلاع على البحوث والتقارير كافة المتعلقة بمنطقة الدراسة، وكذلك تهيئة المعدات المطلوبة للعمل الحقلي مثل: جهاز تحديد الموقع (GPS) , المطرقة الجيولوجية , أكياس خاصة للنمذجة, قلم ترقيم.

2_٢ مرحلة العمل الحقلي:-

تم اختيار مواقع منطقة الدراسة بالتنسيق مع مدير المشاريع الهندسية في جامعة تكريت وبدورهِ متفضلاً إعطائنا تصور أولي عن مواقع المشاريع الهندسية المقترح تنفيذها في الجامعة مستقبلاً.

حيث تم تحديد مواقع أربع محطات لغرض الدراسة واسقاطها على الخارطة الموقعية للمنطقة الشكل (١-١)، وذلك باستعمال جهاز(GPS) لإيجاد احداثيات التشميل والتشريق والارتفاع عن مستوى سطح البحر بنظام (UTM).

اعتمد اسلوب النمذجة على انتخاب محطات موزعة على الأركان الأربعة في الجامعة على أساس أن تكون هذه المحطات ممثلة للتربة الموجودة في جامعة تكريت.

المحطة (١):

قرب بوابة تدريسين الرئيسية بالجزء الجنوبي الغربي لجامعة تكريت تمت عملية النمذجة بعد إزالة الجزء العلوي للتربة المعرضة للتجوية وكانت التربة في هذه المحطة عبارة عن ترب ناعمة

لوحة (1) توضح عملية النمذجة في محطة الأولى

المحطة (٢):

بين بناية كلية التمريض الجديدة وبناية الأقسام الداخلية للطلبة تقع في الجزء الشمال الغربي في جامعة تكريت إثناء عملية النمذجة لوحظ وجود ترب جبسية واضحة في الموقع.

لوحة (٢) توضح عملية النمذجة في المحطة الثانية.

المحطة (٣):

بين بنايتي كلية الطب البيطري الجديدة والأقسام الداخلية للبنات في الجزء الشمال الشرقي في جامعة تكريت يذكر أن هذه المحطة مرشحة للإنشاء بناية مستقبلية تابعة للأقسام الداخلية للبنات.

_ تميزت تربة هذه المحطة بخليط من الترب الناعمة والخشنة والقليل من الحصى.

_ إثناء عملية النمذجة لوحظ وجود كتل واضحة من الجبس.

لوحة (٣) توضح عملية النمذجة في محطة الثالثة.

المحطة (٤):

تقع بين كلية العلوم الإسلامية وحي السكني للتدريسيين عبارة عن محطة مفتوحة مؤهلة للاستغلال البناء المستقبلي.

تميزت تربة هذه المحطة بخليط من الترب بكافة أحجامها.

٢_٣ مرحلة العمل المختبري:-

شملت هذه المرحلة إجراء الفحوصات بعض الفحوصات الهندسية للتربة في المختبر حيث أجريت الفحوصات وفق المواصفات الامريكية (ASTM) في ورشة قسم علوم الأرض التطبيقية في كلية العلوم جامعة تكريت على النحو الاتي:

. الفحوصات الفيزيائية Physical Tests شملت الخواص :

1_**تحليل الحجم الحبيبي : Grain Size Analysis**حسب المواصفات الامريكية (ASTMD,٤٢٢_,٢٠٠٤).

2_الوزن النوعي SpecificGravity: حسب المواصفة الامريكية (D,ASTM,02_2004,854).

3_المحتوى الرطوبي Water content:حسب المواصفة (D2216,ASTM,2004).

4_حدودالقوام (حدود اتربيرك)Atterberg Limits:حسب المواصفة الامريكية (2004,4318-D,ASTM,).

. التحليل الحجمي الحبيبي (تحليل المنخلي) Grain Size Analysis:

*التحليل الحجمي يعبر التوزيع الحجمي للحبيبات المكونة للتربة عن النسبة المئوية لوزن أصناف الحجوم المختلفة لحبيبات التربة (Wilun & Starzewski, 1975). بصورة عامة تتكون التربة من حبيبات ذات أحجام مختلفة ويمكن إيجاد النسب المئوية لهذه الأحجام بواسطة التحليل الحجمي الحبيبي اي فصل التربة الى مجاميع حجمية خشنة (حصى, رمل) ومجاميع ناعمة (غرين,طين) (علي وأخرون 1991).

. التربة العابرة من منخل 4 # Gravel و sand.

. التربة العابرة من منخل 40 # تربة متوسطة الحجم هو الفاصل بين silt و sand.

. التربة العابرة من منخل 200 # هي تربة ناعمة Clay.

. الغاية أو الهدف من الفحص :

. إيجاد تدرج التربة ومعرفة ما فيها من مواد حصوية ورملية وطينية.

. معرفة تدرج التربة هل هي جيدة أو رديئة أو منتظمة.

التصنيف الموحد للتربة (Unified Soil Classification System):

إن التقسيم الأساسي في هذا النظام في التصنيف يعتمد على رمز المجموعة والذي يتكون من حرفين الحرف الاول يدعى (primary letter) والحرف الثاني يدعى (secondary letter) كما في الجدول التالي:

جدول (٢) التصنيف الموحد للتربة:

Primary letter	Secondary letter
G = Gravel حصى	W = well جيد التدرج graded
S = sand رمل	P = poorly سيء التدرج graded
M = silt غريني	M = silt غير لدوني
C = clay طيني	C = Clay لدونية عالية (لدونة عالية)
O = organic عضوي	H = high plasticity (L.L>50%)
Pet = peat طيني	L = low plasticity (L.L<50%)

تضم المجموعة الخشنة كلاً من (G and S) كحرف رئيسي primary وتكون الحروف المصاحبة لها C,W,P,M وتضم الحبيبات الناعمة كلاً من (M,C and O) كحرف رئيسي وتليه (H and L) كحرف ثانوي.

على سبيل المثال عند تصنيف التربة الخشنة مثلاً GW تمثل تربة حصوية جيدة التدرج وSP تربة رملية سيئة التدرج و CH تربة طينية ذات لدونة عالية و ML تربة غرينية ذات لدونة واطئة و GC تربة حصوية طينية أو حصوية تحتوي على أكثر من 12٪ مواد ناعمة ومن الخطأ أن نقول GH لان حد السيولة لا يقاس للتربة الخشنة وكذلك لا يمكن أن نقول CP لأن التدرج لا يقاس للتربة الطينية.

طريقة العمل التحليل الحجمي المنخلي (التحليل الجاف):

. يتم إجراء هذا الفحص حسب المواصفة الامريكية القياسية (ASTM,D–421).

1. تم أخذ وزن المطلوب من النموذج بعد الانتهاء من عمليات تهيئة النموذج بكمية (٥٠٠) غرام.
2. نستخدم مجموعة من المناخل لفصل نموذج التربة حجمياً إلى أجزاء متعددة حسب حجم الفتحة المنخلية ويطلق على هذا النوع من التحليل بالتحليل الحجمي المنخلي وفيه يتم ترتيب مجموعة من المناخل بعضها فوق بعض الآخر بطريقة بحيث تكون المناخل ذات الفتحات الأكبر في الأعلى وتتدرج بعد ذلك المناخل تنازلياً إلى الأسفل نحو الفتحات المنخلية الأصغر ويوضع في النهاية إناء (pan) تتجمع فيه الأجزاء الناعمة جداً من النموذج ويجب أن يحتوي المنخل العلوي أو الأكبر حجماً على غطاء لغرض المحافظة على النموذج.
3. توضع المناخل المرتبة في الطريقة أعلاه في هزاز كهربائي وتربط بإحكام ثم يتم تشغيل الهزاز تتراوح بحدود (١٥) دقيقة للتأكد من توزيع وانفصال الحبيبات الحجمية المختلفة حسب الحجم. يمكن اجراء عملية النخل هذه يدوياً عند تعذر الحصول على هزاز كهربائي.
4. تفريغ أجزاء النموذج الذي تم فصله في كل منخل كل على حده حيث توضع أكياس خاصة ويثبت على كل كيس الحجم الحبيبي لذلك المنخل، بعد ذلك نبدأ في تنظيف المناخل المفرغة حيث يوضع كل منخل على ورقة نظيفة وإزالة الحبيبات العالقة في فتحات المنخل بواسطة فرشاة خاصة للتنظيف وتضاف هذه الحبيبات إلى الأكياس كل حسب حجمه.
5. توزن أجزاء النموذج المأخوذ من كل منخل بدقة في ميزان حساس.
6. نحسب النسبة المئوية لكل وزن متبقي على المنخل حسب الحجم.
7. يتم حساب نسبة الوزن العابر من كل منخل والذي يمثل النسبة التراكمية لكل جزء من الأجزاء المفصولة.
8. معامل تدرج التربة: $Cu = D60/D10$
9. $Cc=(D30)^2/(D10*D60)$
10. إذ تمثل D60 حجم الحبيبات المقابلة للنسبة المئوية العابرة 60%
11. وتمثل D30 حجم الحبيبات المقابلة للنسبة المئوية العابرة 30%.
12. وتمثل D10 حجم الحبيبات المقابلة للنسبة المئوية العابرة ١٠٪

لوحة (٤) توضح العمل المختبري

❖ **الوزن النوعي Specific Gravity:**

الهدف من التجربة:

- هو إيجاد الوزن النوعي للتربة.

طريقة العمل الوزن النوعي للتربة:

13. يجب تنظيف دورق الحجمي جيداً ثم تجفيفه.
14. نملأ الدورق بالماء المقطر إلى حد ٥٠٠ مل.
15. نقوم بوزن دورق الحجمي مع الماء المقطر والذي يمثل W1.
16. يتم قياس درجة حرارة الماء المقطر باستخدام المحرار.
17. نأخذ نموذج من التربة(٥٠ غرام) إذا كان نوع التربة ناعمة و (١٠٠ غرام) إذا كان نوع التربة خشنة.
18. نخلط التربة مع كمية من الماء المقطر في وعاء التبخير.

19. ننقل الخليط من الوعاء إلى دورق الحجمي نضيف كمية من الماء المقطر إلى ثلثي الدورق.
20. نفرغ الخليط من الهواء بإحدى الطريقتين:

. باستخدام جهاز التفريغ.

. باستخدام التسخين: نسحن الخليط في الدورق على الهيتر لمدة (١٠_١٥) دقيقة.

21. ترك الخليط الموجود في الدورق إلى أن يبرد ويصل إلى درجة حرارة مساوية إلى درجة T1.
22. نكمل ملأ الدورق بالماء المقطر إلى حد العلامة ونأخذ وزنه W2.
23. نفرغ الخليط الموجود في الدورق إلى وعاء التبخير ونضعه في فرن تجفيف وبدرجة حرارة تتراوح ما بين 45 _ 55 لمدة ٢٤ ساعة.
24. بعد مرور ٢٤ ساعة نخرج الخليط من الفرن ونأخذ وزنه والذي يمثل W3.
25. يتم الحساب من العلاقة الرياضية: $Gs\ (\ at\ T1\ c\ )= W3\ /\ ((\ W1+\ W3)\ -W2)\ \times A.$

لوحة (5) توضح العمل المختبري

_المحتوى الرطوبي Water content:

الهدف من التجربة:

- هو إيجاد محتوى الرطوبة للنموذج التربة معينة.

طريقة العمل:

26. تم أخذ نموذج معين من التربة المراد فحصها.
27. يتم وزن وعاء النموذج وهو فارغ بعد تنظيفه بصورة جيدة ويرمز له بالرمز W1.
28. يتم وضع النموذج في الوعاء ثم يتم وزنه (وزن الوعاء + وزن التربة الرطبة) W2.
29. يتم وضع الوعاء مع النموذج في فرن التجفيف لغرض طرد نسبة الرطوبة من نموذج التربة يترك النموذج في الفرن لمدة (٢٤) ساعة وبدرجة حرارة (45 _ 55) يجب تجنب درجة الحرارة العالية التي تؤدي إلى حرق وتدمير المواد العضوية ومن الممكن أن تؤدي إلى حصول تغيير في التركيب المعدني للحبيبات.
30. بعد انتهاء فترة التجفيف يتم وزن النموذج الجاف مع الوعاء (وزن الوعاء+ وزن التربة الجافة) W3
31. $$W\%=(W2-W3)/(W3-W1)\times 100$$

لوحة (6) توضح العمل المختبري

حدود القوام (حدود اتربيرك) (Atterberg limits)

وتمثل النسبة المئوية لرطوبة التربة عند حدود التغيير الذي يطرأ على حالتها، إذ تبدي جميع أنواع التربة تأثراً واضحاً وسلوكاً مختلفاً عند تغير نسبة الرطوبة فيها وخاصة التربة الطينية التي تتأثر بصورة واضحة جداً (ثابت والعشو ، 1993). إن أول من وضع حدود القوام للتربة هو العالم السويدي Atterberg في عام(1911)، إذ قسم التربة تبعاً لحالتها إلى أربع حالات هي:

32. الحالة السائلة Liquid State
33. الحالة اللدنة Plastic State
34. الحالة شبه الصلبة Semi- Solid State
35. الحالة الصلبة Solid State

وبين حدود الانتقال من حالة إلى أخرى وعبر عنها بالنسبة المئوية للماء الموجود في مزيج التربة عند انتقالها من حالة إلى أخرى وهذه الحدود هي:.

1. حد السيولة Liquid limit

2. حد اللدونة Plastic Limit

3. حد الانكماش

. فحص حد السيولة Liquid limit test:

يعتمد في الفحص المواصفة الامريكية ASTM, D4318)) وبإستخدام طريقة (كاساكراندي).

طريقة العمل:

36. يتم وزن وعاء تجفيف النموذج عدد (٤) وهي فارغة ونظيفة ويتم تسجيل الوزن W1.
37. يتم أخذ (٢٥٠) غرام من التربة جافة وناعمة مثل الطين، العرين وتمرر من منخل رقم (٤٠) بحيث نحصل على (٢٥٠) غرام صافي من نموذج التربة.
38. يوضع نموذج التربة كاملاً (٢٥٠) غرام في وعاء خلط الطين ويضاف له ماء مقطر بصورة تدريجية ويخلط جيداً إلى أن نحصل على عجينة متماسكة.
39. يؤخذ جزء من نموذج الطين يوضع في جهاز كاساكراندي ويعمل بسمك (٨) ملم.
40. نستخدم السكين الخاصة الملحقة مع الجهاز لغرض قطع نموذج الطين وعمل اخدود على طول خط الوسط في وعاء جهاز كاساكراندي وبعرض (١١) ملم من الأعلى ومن الأسفل مسافة (٢) ملم.
41. نبدأ بتدوير عجلة الجهاز بمعدل (٢ دورة /ثانية) بحيث أن الوعاء يتحرك عمودياً إلى الأعلى والأسفل لمسافة (١٠) ملم في كل دورة.
42. نموذج الطين يبدأ بالتحرك من كلتا الجهتين نحو بعضهما (باتجاه المركز) حيث يلتقي طرفا النموذج ويستمر التدوير أو تحريك عتلة الجهاز إلى أن يلتقي طرفا الطين أو جزئي الطين من الأسفل لمسافة تقريباً نصف انج أو (١٢.٧) ملم نوقف تدوير العتلة وعندها نحسب عدد الطرقات.
43. إذا كان عدد الطرقات أكثر من (٣٥) طرقة لكي يلتقي عندها طرفا النموذج الطيني لمسافة نصف الانج بهذه الحالة نأخذ النموذج ونضعه في الوعاء ونضيف له كمية إضافية من الماء المقطر ثم نكرر التجربة كما في الخطوة (٦و٧) ونحسب عدد الطرقات عندما يلتقي طرفا الطين مسافة النصف انج وبعدد طرقات أقل من (٢٥) طرقة ونجد المحتوى المائي للنموذج W2.
44. إذا كانت التربة رطبة جداً بحيث يلتقي طرفا الطين لمسافة نصف الانج بعدد طرقات قليلة بهذه الحالة يتم تجفيف النموذج لفترة زمنية قصيرة إلى أن نحصل على عدد طرقات (15_٢٠) طرقة يلتقي فيها طرفا النموذج الطيني مسافة نصف انج ثم نحسب محتوى الرطوبة لها.

45. نرسم منحني الانسياب على ورقة بيانية نصف لوغاريتمية بين المحتوى الرطوبي الذي يكون على المحور العمودي ويكون عدد الطرقات على المحور اللوغاريتمي على المحور الأفقي حيث نحصل على خط مستقيم هذا الخط المستقيم يسمى منحني الانسياب من الخط المستقيم يتم الحصول على المحتوى المائي((W% بالنسبة المئوية من تقاطع الخط المستقيم الواصل من عدد الطرقات(N) (٢٥) طرقة من المحور الأفقي والساقط على المحور العمودي عبر المنحني الانسيابي، حيث تمثل قيمة المحتوى المائي بالنسبة المئوية لعدد (٢٥) طرقة، وهذه القراءة تمثل حد السيولة لنموذج التربة.

(أ) (ب)

لوحة رقم (7) توضح العمل المختبري

. فحص حد اللدونة Plastic Limit Test :

يتم إجراء فحص حد اللدونة لنموذج التربة وفق المواصفة الامريكية (ASTM, D–424).

طريقة العمل:

46. يؤخذ نموذج قدره (٥٠) غرام من عجينة التربة التي تستخدم في فحص حد السيولة (يؤخذ النموذج من كل محاولة طرق).

47. يوضع النموذج على لوح زجاجي وتدحرج بأصابع اليد للحصول على خيط من الطين بقطر (٣) ملم وعند حصول التشقق في هذا الخيط يتم إيجاد محتوى الرطوبة له.

48. يتم عمل خيط من الطين بقطر(٣) ملم من محاولة الطرق الثانية إلى أن نحصل على نتيجة أن الخيط يوشك على التشقق والانهيار أو التكسر ويتم إيجاد محتوى الرطوبة له وهكذا تكرر العملية لكل محاولة.

49. نستخدم وعاء تجفيف النماذج وزنها معلومW1.

50. يؤخذ النموذج من الخطوة (٣) اعلاه يوضع في حاوية التجفيف ثم توزن وهو في الحالة الرطبة W2.

51. يحسب المحتوى المائي للنموذج حسب العلاقة:

W%=W2−W3 /W3−W1.

. محتوى الرطوبة أو المحتوى المائي يمثل حد اللدونة.

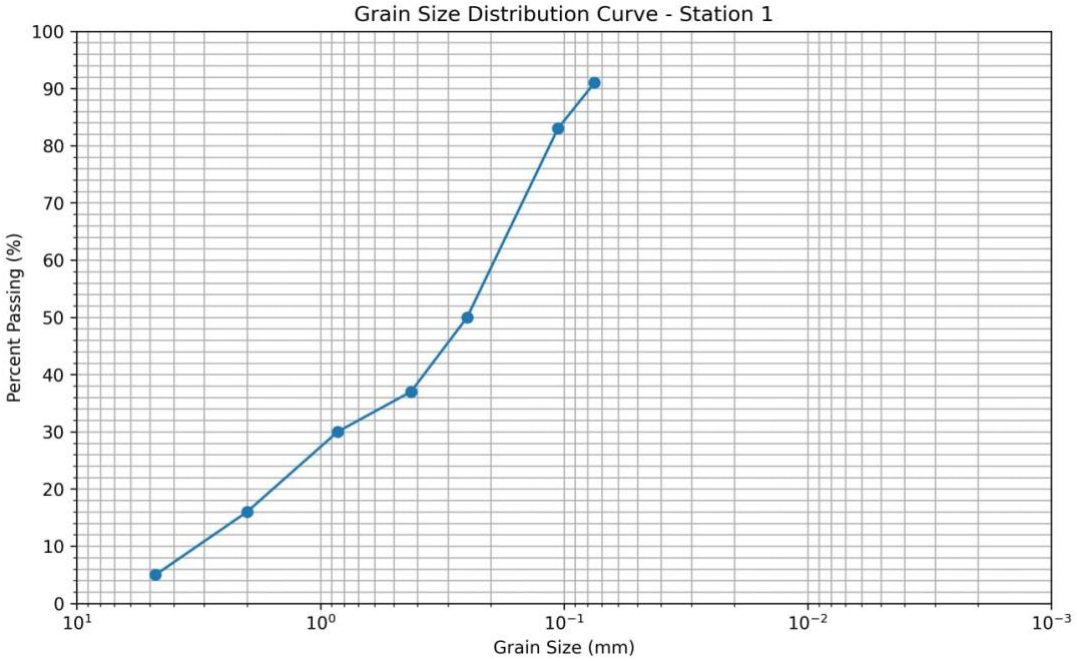
لوحة رقم (8) توضح العمل المختبري.

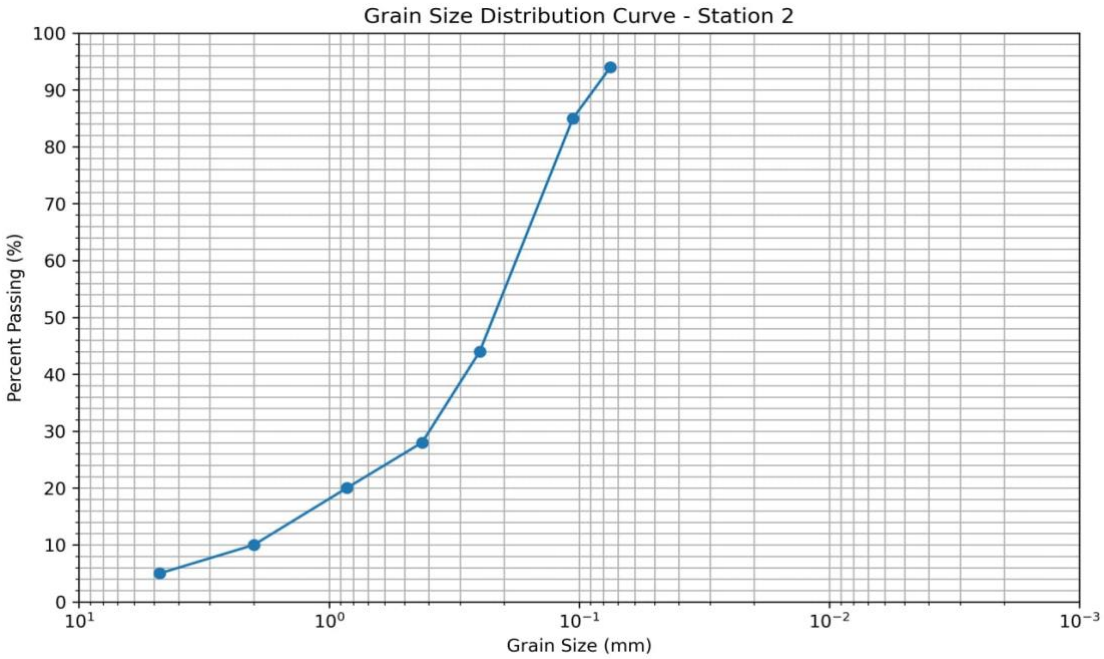
الفصل الثالث

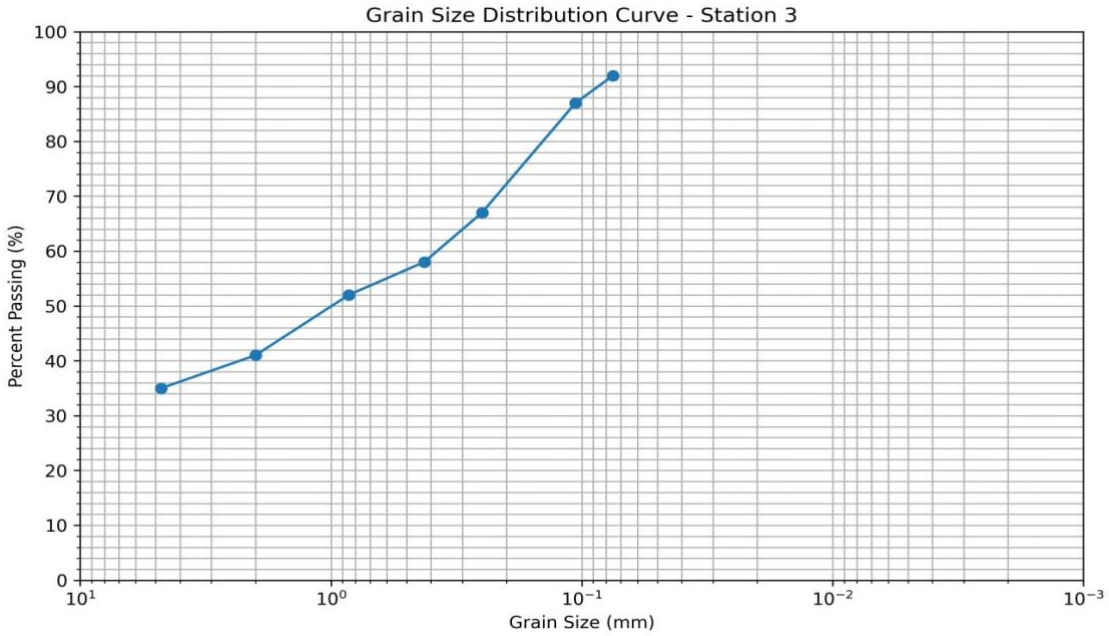
٣_١ نتائج ومناقشة

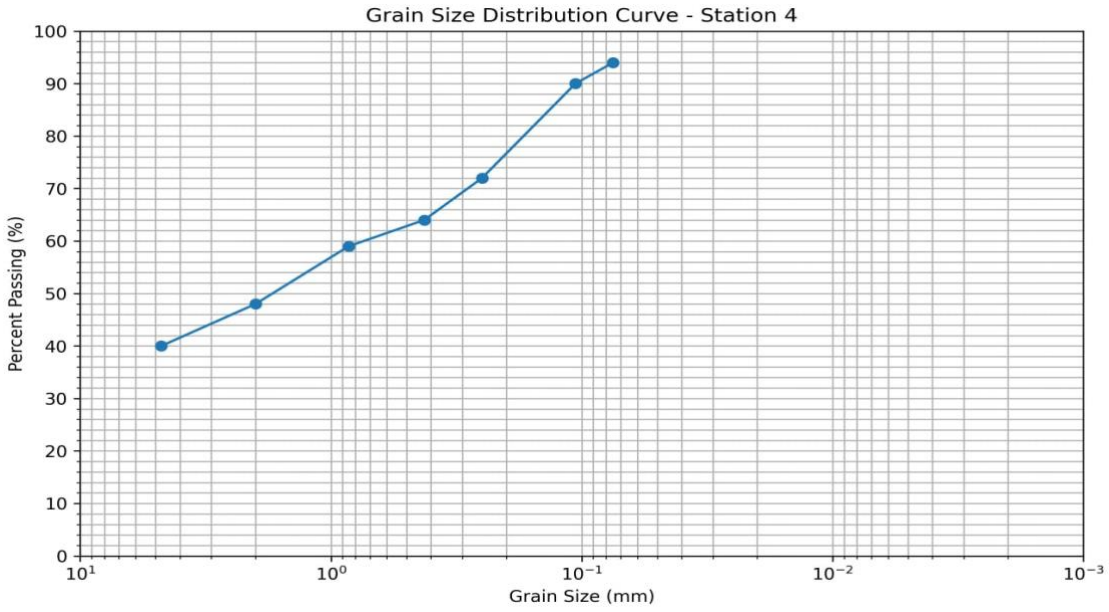
استعراض النتائج ومناقشتها:-

١. التحليل الحبيبي الحجمي (المنخلي):









جدول (1): نسب المكونات الحبيبية ومعاملات التدرج وتصنيف التربة للمحطات المدروسة

رقم المحطة	الحصى Gravel %	الرمل Sand %	السلت Silt %	الطين Clay %	Cu	Cc	نوع التربة (USCS)
Station 1	5	86	9	—	0.14	2.83	SM
Station 2	5	89	6	—	0.16	0.81	SM
Station 3	35	57	8	—	—	—	GM
Station 4	40	54	6	—	—	—	GM

تشير نتائج التحليل الحبيبي إلى وجود اختلاف واضح في التركيب الحبيبي للتربة بين المحطات المدروسة، حيث تبين أن المحطتين الأولى والثانية تتكونان أساسًا من الرمال بنسبة مرتفعة بلغت حوالي 86–89%، مع وجود نسبة قليلة من المواد الناعمة (السلت والطين) تتراوح بين 6–9%. ووفقًا لنظام التصنيف الموحد للتربة (USCS) فإن هذه التربة تصنف ضمن الرمال الغرينية (SM)، وهي تربة يغلب عليها الرمل مع وجود نسبة محدودة من الغرين.

أما في المحطتين الثالثة والرابعة فقد لوحظ ارتفاع نسبة الحصى حيث بلغت 35% و40% على التوالي، إضافة إلى نسبة كبيرة من الرمل، مما يشير إلى أن التربة في هاتين المحطتين تتكون أساسًا من مواد خشنة الحبيبات. وبناءً على ذلك تم تصنيفها ضمن الحصى الغريني (GM) وفق نظام التصنيف الموحد للتربة.

كما أظهرت معاملات التدرج الحبيبي أن قيم معامل الانتظام (Cu) ومعامل التقوس (Cc) في المحطات التي أمكن حسابها تشير إلى أن التربة غير متدرجة جيدًا (Poorly graded)، مما يدل على سيادة حجم حبيبي معين وعدم وجود توزيع واسع للأحجام الحبيبية.

ـ لذلك لم يتم إجراء فحص التحليل الهيدروميتر للتربة لأن الأوزان الناعمة العابرة من #٢٠٠ أقل من ١٠٪ من الوزن الكلي للنموذج.

٢. الوزن النوعي:

تشير نتائج اختبار الوزن النوعي تباين واضح بين المحطات المدروسة، حيث تراوحت القيم بين (2.42 – ٢.٥٧) ، باستثناء المحطة (2) التي سجلت قيمة أقل من هذا المدى.

سجلت المحطة (4) أعلى قيمة للوزن النوعي (٢.٥٧)، تليها المحطة (1) بقيمة (٢.٥١)، مما يشير إلى أن التربة في هذه المواقع تحتوي على نسبة عالية من المعادن الثقيلة مثل الكوارتز والفلدسبار، مع انخفاض في نسبة المواد العضوية. في المقابل، سجلت المحطة (2) أدنى قيمة (2.42)، وهو ما قد تشير إلى وجود مواد عضوية أو معادن خفيفة، أو تأثير بعض الشوائب على نتائج الفحص. أما المحطة (3) فقد سجلت قيمة متوسطة (2.57)، مما يدل على طبيعة تربة مختلطة.

يمكن تفسير هذا التباين في القيم بعدة عوامل، تأثير عمليات التجوية والنقل. تعد نتائج الوزن النوعي ذات أهمية كبيرة في التطبيقات الهندسية، حيث تدخل في حساب العديد من الخصائص مثل نسبة الفراغات ودرجة التشبع والكثافة الجافة، كما تُستخدم في تصنيف التربة وتقييم سلوكها تحت الأحمال.

جدول (٢) يبين نسب الوزن النوعي لمحطات الدراسة.

رقم المحطة	قيمة الوزن النوعي
١	2.47
٢	٢.٤٢
٣	٢.٥٧
٤	2.51

٣. المحتوى الرطوبي:

تم إجراء اختبار المحتوى الرطوبي لعينات التربة المأخوذة من أربع محطات مختلفة، وذلك بهدف تقييم الحالة الرطوبة للتربة وتأثيرها على خواصها الهندسية ضمن مجال الهندسة الجيوتكنيكية. وقد ظهرت النتائج أن قيم المحتوى الرطوبي تراوحت بين (5.1%) و(8.7%).

لوحظ أن أقل قيمة للمحتوى الرطوبي كانت في المحطة (2) حيث بلغت (5.1%)، في حين سجلت أعلى قيمة في المحطة (4) بنسبة (8.7%)، بينما كانت القيم في المحطتين (1) و(3) متوسطة نسبياً. ويشير هذا التباين في القيم إلى اختلاف طبيعة التربة والظروف البيئية المحيطة بكل محطة.

تشير القيم المنخفضة للمحتوى الرطوبي في المحطات (1، 2، 3) إلى احتمال كون التربة ذات طبيعة رملية أو غرينية، والتي تتميز بنفاذية عالية وقدرة منخفضة على الاحتفاظ بالمياه. في المقابل، فإن الارتفاع النسبي في قيمة المحتوى الرطوبي في المحطة (4) قد يدل على وجود تربة ناعمة الحبيبات مثل التربة الطينية، أو إلى قرب مستوى المياه الجوفية، مما يزيد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة.

كما يمكن أن تتأثر هذه القيم بعدة عوامل، من أهمها الظروف المناخية السائدة في العراق، حيث تؤدي درجات الحرارة المرتفعة إلى زيادة معدلات التبخر وبالتالي انخفاض المحتوى الرطوبي، إضافة إلى تأثير عمق العينة وقربها من مصادر المياه.

من الناحية الهندسية، فإن انخفاض المحتوى الرطوبي يدل على زيادة مقاومة التربة للأحمال وقلة قابليتها للانضغاط، بينما يؤدي ارتفاعه إلى زيادة قابلية التربة للهبوط، مما قد يؤثر على استقرار المنشآت الهندسية.

جدول (٣) يبين نسب المحتوى الرطوبي لمحطات الدراسة.

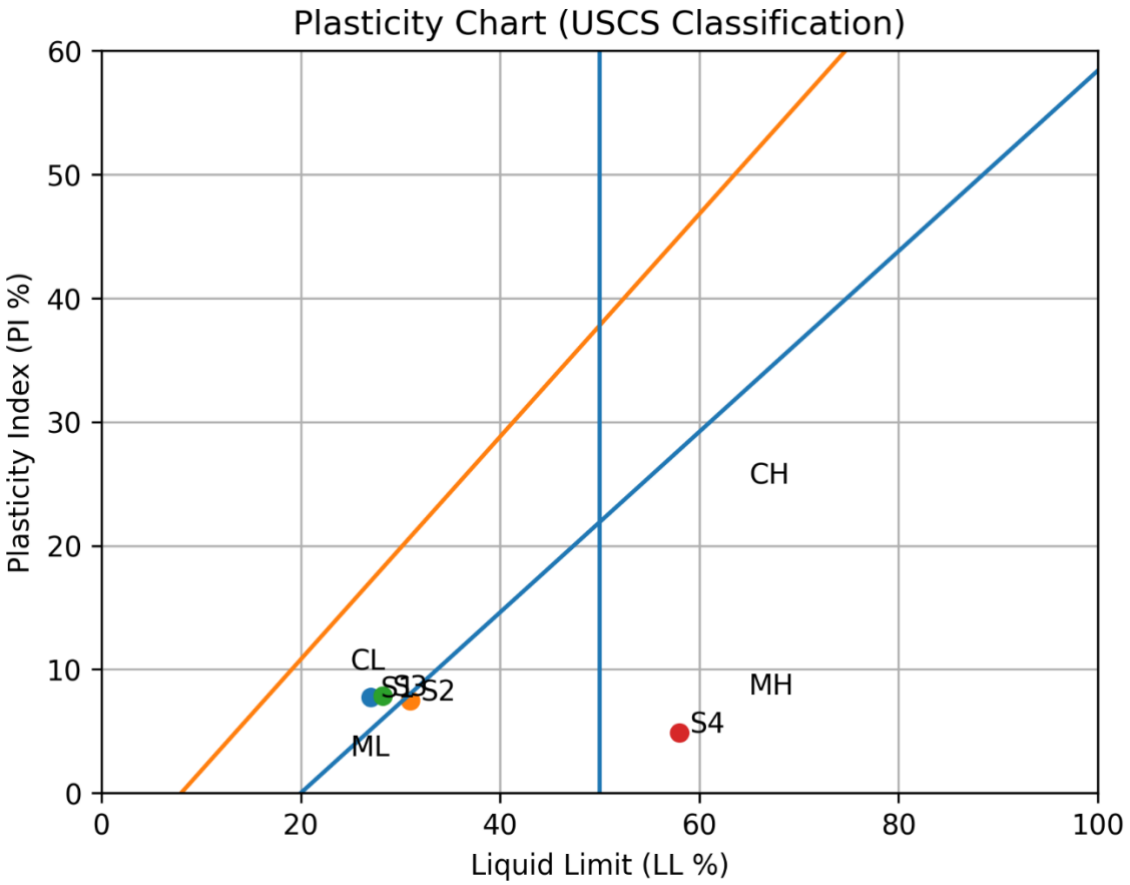
رقم المحطة	قيمة المحتوى الرطوبي
1	٪5.8
2	٪٥.١
3	٪٦.١
4	٪٨.٧

٤. حدود القوام (حدود اتربيرك):

تشير نتائج حدود اتربيرك وجود تباين في قيم حد السيولة وحد اللدونة ومعامل اللدونة بين المحطات المدروسة. حيث تراوحت قيم حد السيولة بين (27 – 58)، مما يدل على اختلاف قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء.

يلاحظ أن المحطات (1، 2، 3) سجلت قيم حد سيولة منخفضة إلى متوسطة، ومعامل لدونة متقاربة تتراوح بين (7.5 – 7.85)، مما يشير إلى أن التربة ذات لدونة منخفضة إلى متوسطة، وتكون أقل تعرض للتشوه والتغيرات الحجمية.

أما المحطة (4)، فقد سجلت قيمة عالية لحد السيولة (58) وحد اللدونة (53.13)، في حين كان معامل اللدونة منخفضاً نسبياً (4.87)، مما يدل على أن التربة تحتاج إلى كمية كبيرة من الماء للوصول إلى حالة السيولة، لكنها تمتلك مجال لدونة محدود.



يوضح مخطط اللدونة (USCS Plasticity Chart) أن جميع العينات تقع أسفل خط A، مما يشير إلى أن التربة تنتمي إلى الترب الغرينية (Silt). كما تقع المحطات (1، 2، 3) ضمن مجال ML (غرين منخفض اللدونة)، في حين تقع المحطة (4) في نطاق ML نظراً لارتفاع حد السيولة، إلا أن انخفاض مؤشر اللدونة يدل على سلوك لدن محدود نسبياً. وبشكل عام فإن التربة ذات لدونة منخفضة إلى متوسطة.

جدول (٤) يبين نسب حدود القوام لمحطات الدراسة.

رقم المحطة	حد السيولة L.L	حد اللدونة P.L	معامل اللدونة P.I
١	27	19.26	7.74
٢	31	23.50	7.5
٣	28.2	20.35	7.85
٤	58	53.13	4.87

3_٢ استنتاجات وتوصيات:

الاستنتاجات

1. أظهرت النتائج أن التربة في مواقع الدراسة تتنوع بين ترب رملية غرينية (SM) وحصوية غرينية (GM).
2. التربة ضعيفة التدرج (Poorly graded) مما يدل على محدودية تنوع الأحجام الحبيبية.
3. تراوحت قيم الوزن النوعي ضمن المدى الطبيعي للترب المعدنية، مع تأثير محتمل للجبس.
4. المحتوى الرطوبي منخفض، مما يشير إلى أن التربة جافة نسبياً.
5. قيم مؤشر اللدونة (PI) منخفضة، مما يدل على لدونة منخفضة واستقرار حجمي جيد.
6. التربة بشكل عام مناسبة نسبياً للأغراض الإنشائية مع مراعاة تأثير الجبس.

التوصيات

1- إجراء فحوصات إضافية مثل القص المباشر والانضغاط لتقييم السلوك الميكانيكي.
2- دراسة تأثير التربة الجبسية على الاستقرار والهبوط.
3- إجراء اختبارات حقلية مثل SPT لتحديد قدرة التحمل.
4- تحسين التربة عند الحاجة باستخدام الحدل أو الإحلال أو الدمج بالمواد المحسنة مثل (الجير أو الاسمنت) لرفع الكثافة
5- التوسع مستقبلاً بدراسة أعماق ومواقع أكثر للحصول على نتائج أدق.

المصادر:

المصادر العربية:

- ثابت، كنانة محمد، العشو، محمد عمر،1993: اسس الجيولوجيا للمهندسين، دار الكتب للطباعة والنشر – جامعة الموصل، 338ص.
- علي, مقداد حسين وحجاب, باسم رشيدي والجسار, سنان هاشم(1991),الجيولوجيا الهندسية, دار الكتب للطباعة والنشر, جامعة بغداد576ص.
- الراشدي, محمد حسن ,(2004),التقييم الجيوتكنيكي لتربة محافظة القادسية_العراق ,رسالة ماجستير, غيرمنشورة, جامعة تكريت _كلية العلوم.
- مجيد, نظمية نجم الدين ,(2004),دراسة الخواص الجيوتكنيكية للترب الجبسية في مواقع مختارة من مدينة كركوك, أطروحة دكتوراه ,غير منشور, جامعة بغداد_ كلية العلوم.

المصادر الأجنبية:

- ASTM,D422-63., 2004):Standard Test Methods for Grain Size Analysis of Soils.
- ASTM,D854,(2004):Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer.
- ASTM (2004). ASTM D2216: Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass. American Society for Testing and Materials.
- ASTM,D4318,(2004):Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.
- Wilun, Z., & Starzewski, K. (1975). Soil Mechanics in Foundation Engineering. Arkady Publishing House, Warsaw.
- ASTM (American Society for Testing and Materials). ASTM D-421: Standard Test Method for Dry Preparation of Soil Samples for Particle-Size Analysis.
- The consistency limits of soils were first introduced by Atterberg (1911).
- ASTM (American Society for Testing and Materials). ASTM D424: Standard Test Method for Plastic Limit and Plasticity Index of Soils.
- ASTM (American Society for Testing and Materials). ASTM D4318: Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.