جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة تكريت-كلية العلوم
قسم علوم الأرض التطبيقية

بعض الخواص الجيوتكنيكية لترسبات العصر الرباعي على طريق الجسر الحولي - تكريت

بحث مقدم الى

مجلس كلية العلوم / قسم علوم الارض -جامعة تكريت / وهو جزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس

من الطالب

يوسف ضياء شامل

بأشراف

م.م سرى عصام عبدالله

٢٠٢٦م ١٤٤٧هـ

صدق الله العظيم

{ سورة طه، آية: ١١٤ }

الإهداء

إلى من كانوا نور الطريق ورفاق الرحلة...

إلى عائلتي العزيزة، الذين منحوني القوة والدعم في كل خطوة، وكانوا دائمًا مصدر إلهامي وفخري.

إلى أساتذتي الكرام، الذين لم يبخلوا بعلمهم وتوجيهاتهم، فكان لهم الفضل بعد الله فيما وصلت إليه.

وإلى أصدقائي الذين شاركوني مشوار التعب والإنجاز، فكان وجودهم سندًا ومعنى.

أهدي هذا البحث تقديرًا وامتنانًا لكل من آمن بي وساندني في مسيرتي العلمية

الشكر والتقدير

الحمد لله الذي أعانني على انجاز هذا البحث والذي قدر له ان يرى النور... وبعد اتقدم بخالص الشكر والامتنان الى الاستاذة الفاضلة **م.م. سرى عصام عبدالله** على دعمها المستمر وتوجيهاتها السديدة طوال فترة إعداد هذا البحث. لقد كان لخبرتكم الواسعة ونصائحكم القيمة الأثر البالغ في تطوير هذا العمل والوصول به إلى مستواه الحالي. أشكركم جزيل الشكر على صبركم وحرصكم على تقديم المساعدة في كل مرحلة من مراحل البحث. إن إرشاداتكم كانت نبراسًا أضاء لي الطريق وساهمت في تجاوز التحديات التي واجهتها. أدام الله عليكم الصحة والعافية، وجزاكم عني كل خير.

الخلاصة

يتناول هذا البحث دراسة بعض الخواص الجيوتكنيكية لترسبات العصر الرباعي في منطقة طريق الجسر الحولي – تكريت، بهدف تقييم سلوك التربة ومدى ملاءمتها للأعمال الهندسية، ولاسيما مشاريع الطرق والمنشآت الخدمية. تم اعتماد العمل الحقلي من خلال جمع نماذج تربة من ثلاث محطات مختلفة ضمن منطقة الدراسة، إضافة إلى إجراء عدد من الفحوصات المختبرية الأساسية مثل المحتوى الرطوبي، والتحليل المنخلي (التدرج الحبيبي)، والوزن النوعي، وحدود أتربرغ.

أظهرت نتائج الفحوصات أن التربة ذات محتوى رطوبي منخفض نسبيًا، مما يدل على طبيعتها الجافة أو شبه الجافة وارتفاع نفاذيتها. كما بين التحليل المنخلي أن التربة ضعيفة التدرج الحبيبي وتغلب عليها الحبيبات الرملية، الأمر الذي يؤدي إلى قلة التماسك وزيادة النفاذية. وأوضحت نتائج الوزن النوعي وجود تباين في التركيب المعدني بين المحطات، إلا أنها تقع ضمن أو قريب من المدى الطبيعي للترب المعدنية. أما فحوصات حدود أتربرغ فقد أظهرت أن التربة غير لدنة، مما يؤكد طبيعتها الرملية وعدم امتلاكها خاصية التماسك.

تشير هذه النتائج إلى أن التربة في منطقة الدراسة تتميز بخصائص فيزيائية وهندسية تجعلها مناسبة نسبيًا لبعض التطبيقات الهندسية، إلا أنها قد تواجه مشاكل تتعلق بضعف التماسك والتدرج الحبيبي، مما يستدعي اتخاذ إجراءات تحسين ومعالجة مناسبة قبل تنفيذ المشاريع الإنشائية، لضمان الاستقرار والأداء طويل الأمد.

قائمة المحتويات

الفقرة	الموضوع	الصفحة
	الأية	أ
	الأهداء	ب
	الشكر والتقدير	ت
	الخلاصة	ث
	الفصـــل الأول: المقدمة Introduction	
١-١	التمهيد	١
١-٢	الإطار الجيولوجي العام لمنطقة تكريت	٢
١-٣	الخصائص العامة لترسبات العصر الرباعي	٣
١-٤	مشكلة البحث	٣
١-٥	أهمية الدراسة	٤
١-٦	أهداف الدراسة	٤
	الفصل الثاني: استعراض مراجع Review of Literature	
٢-١	موقع منطقة الدراسة	٥
٢-٢	العمل الحقلي	٨
٢-٣	العمل المكتبي	٩
٢-٤	المحتوى الرطوبي	٩
٢-٥	التحليل الحجمي (VOLUMETRIC ANALYSIS) في التربة	١١
٢-٦	الوزن النوعي للتربة (SPECIFIC GRAVITY – GS)	١٦
٢-٧	أتربرغ (ATTERBERG LIMITS)	١٩
	الاستنتاجات والتوصيات Conclusions and Recommendations	
اولاً	الاستنتاجات	٢٢
ثانياً	التوصيات	٢٣
	المصادر References	
_	المصادر العربية	٢٤
_	المصادر الأجنبية	٢٥

فهرست الاشكال

الشكل	الصفحة
شكل (٢-١): موقع المحطات التي تمت منها الدراسة	٥
شكل (٢-٢): المحطة الأولى	٥
شكل (٢-٣): المحطة الثانية	٦
شكل (٢-٤): المحطة الثالثة	٧
شكل (٢-٥): عمل المحتوى الرطوبي	٩
شكل (٢-٦): مرتسم نصف لوغاريتمي للتحليل الحجمي (المحطة الأولى)	١٣
شكل (٢-٧): مرتسم نصف لوغاريتمي للتحليل الحجمي (المحطة الثانية)	١٣
شكل (٢-٨): مرتسم نصف لوغاريتمي للتحليل الحجمي (المحطة الثالثة)	١٤
شكل (٢-٩):الوزن النوعي	١٦
شكل(٢-١٠): طريقة عمل الوزن النوعي	١٧
شكل (٢-١١):الاتربرغ	١٩
شكل (٢-١٢): تحليل الاتربرغ	٢١

فهرس الجداول

الجدول	الصفحة
جدول (٢-١): قيم المحتوى الرطوبي للمحطات المدروسة	٩
جدول (٢-٢): معاملات التدرج الحبيبي للمحطات المدروسة	١٢
جدول (٢-٣): نتائج الوزن النوعي للتربة	١٨

١-١ تمهيد

تُعد ميكانيك التربة أحد الفروع التطبيقية المهمة في علوم الأرض والهندسة المدنية، إذ تهدف إلى دراسة سلوك التربة تحت تأثير الأحمال المختلفة والعوامل البيئية المؤثرة فيها، مثل تغيرات الرطوبة ودرجات الحرارة ومنسوب المياه الجوفية. وتعتمد كفاءة وأمان المنشآت الهندسية – ولاسيما الطرق والجسور والمباني والمنشآت الخدمية – على الفهم الدقيق لخواص التربة الفيزيائية والميكانيكية ومدى استجابتها للإجهادات المسلطة عليها، سواء كانت إجهادات رأسية ناتجة عن الأحمال الإنشائية أو إجهادات جانبية مرتبطة بالضغط الجانبي للتربة. كما أن أي قصور في تقييم هذه الخصائص قد يؤدي إلى فشل إنشائي جزئي أو كلي، يتمثل في الهبوط غير المنتظم أو الانزلاقات أو التشققات في العناصر الخرسانية والطرق الإسفلتية (حسن، 2015).

وتُعد ترسبات العصر الرباعي من أكثر التكوينات السطحية انتشاراً في العراق، حيث تغطي مساحات واسعة من السهل الرسوبي الأوسط والجنوبي، وتمثل الغطاء الرسوبي الحديث الذي تراكم خلال الفترات الجيولوجية القريبة نسبياً. وقد نتجت هذه الترسبات عن عمليات ترسيب حديثة مرتبطة بالنشاط النهري لنهر دجلة وروافده، إضافة إلى العمليات الفيضية الموسمية والترسيب الهوائي في الفترات الجافة. ويؤدي اختلاف بيئات الترسيب إلى تباين واضح في التدرج الحبيبي لهذه الرواسب، إذ تتراوح بين الرمال النهرية القريبة من القنوات الفعالة، إلى الغرين والطين في مناطق السهل الفيضي البعيدة عن المجرى الرئيس. وتمتاز هذه الترسبات بتباينها الكبير في الخصائص الحبيبية والميكانيكية تبعاً لبيئة الترسيب ودرجة الدمك الطبيعية وعمق الترسيب (البياتي، 2010).

إن الطبيعة الرسوبية الحديثة لهذه الترب تجعلها في كثير من الأحيان أقل تماسكاً وأكثر قابلية للانضغاط مقارنة بالتكوينات الأقدم التي تعرضت لعمليات تحجر وضغط لفترات زمنية طويلة. كما أن ارتفاع نسبة المواد الناعمة (الغرين والطين) في بعض المقاطع يؤدي إلى زيادة قابلية الاحتفاظ بالماء، مما يسبب تغيراً في الحجم عند الترطيب أو الجفاف. ويزداد تأثير هذه الخصائص السلبية عند ارتفاع منسوب المياه الجوفية، حيث تنخفض مقاومة القص وتزداد احتمالية الهبوط التفاضلي تحت تأثير الأحمال المستمرة، الأمر الذي قد يؤدي إلى ضعف قابلية التحمل للأسس السطحية وحدوث مشاكل إنشائية واضحة على المدى البعيد (الجنابي، 2012).

كما أن التغيرات الموسمية في المحتوى الرطوبي للتربة، خاصة في البيئات الفيضية، تؤدي إلى تباين في السلوك الميكانيكي بين فصلي الجفاف والأمطار، مما يستوجب إجراء دراسات جيوتكنيكية دقيقة قبل تنفيذ المشاريع الكبرى، ولا سيما مشاريع الطرق ذات الكثافة المرورية العالية. ومن هنا تبرز أهمية دراسة الخصائص الجيوتكنيكية لترسبات العصر الرباعي في منطقة طريق الجسر الحولي – تكريت، لتقييم مدى ملاءمتها للأغراض الإنشائية وضمان استقرارها على المدى الطويل.

١-٢ الإطار الجيولوجي العام لمنطقة تكريت

تقع مدينة تكريت ضمن نطاق السهل الرسوبي الأوسط للعراق، والذي يمثل جزءاً من الحوض الرسوبي الواسع الممتد من شمال بغداد حتى جنوب العراق. ويتكون هذا الحوض من تعاقبات رسوبية تعود إلى أعمار جيولوجية مختلفة، إلا أن الغطاء السطحي في منطقة الدراسة يعود بصورة رئيسة إلى العصر الرباعي.

تتكون ترسبات العصر الرباعي في تكريت من:

- رواسب نهرية (رمال ناعمة ومتوسطة)
- رواسب غرينية طينية
- ترسبات فيضية حديثة
- طبقات متداخلة من الرمال والطين

وتختلف سماكة هذه الترسبات تبعاً لقربها من مجرى نهر دجلة، إذ تزداد السماكة في المناطق المنخفضة ضمن السهل الفيضي (السعدي، 2016). كما أن تغير مجرى النهر عبر الزمن الجيولوجي القريب أدى إلى تباين جانبي واضح في توزيع الطبقات الرسوبية.

١-٣ الخصائص العامة لترسبات العصر الرباعي

تمتاز ترسبات العصر الرباعي في وسط العراق بعدة خصائص جيولوجية وهندسية، من أهمها:

١. **حداثة العمر الجيولوجي**: مما يعني قلة تعرضها لعمليات التحجر والتماسك.
٢. **ضعف التماسك النسبي**: خاصة في الطبقات الرملية.
٣. **ارتفاع المحتوى الرطوبي**: نتيجة قربها من منسوب المياه الجوفية.
٤. **التباين الطبقي الأفقي والعمودي**: نتيجة تغير ظروف الترسيب.

وقد أشار (حسن، 2015) إلى أن الترب الفيضية في مناطق نهر دجلة تصنف غالباً ضمن الترب الغرينية الطينية ذات اللدونة المتوسطة، بينما تسود الترب الرملية في المناطق الأقرب إلى القنوات النهرية القديمة.

١ـ٤مشكلة البحث

إن إنشاء الطرق والجسور فوق ترسبات حديثة نسبياً قد يواجه تحديات جيوتكنيكية متعددة، ومن أبرزها:

- حدوث هبوط غير منتظم نتيجة اختلاف سماكة الطبقات.
- زيادة قابلية الانضغاط في الطبقات الطينية المشبعة.
- انخفاض مقاومة القص في حال ارتفاع منسوب المياه الجوفية.
- تأثر طبقات الرصف بتغيرات الرطوبة الموسمية.

وتـزداد هـذه المشـكلة أهميـة فـي طريـق الجسـر الحـولي – تكريـت، كونـه يمثـل مسـاراً حيويـاً ذي كثافـة مروريـة عالية، مما يجعل أي خلل في استقرارية التربة ذا تأثير مباشر على السلامة العامة (عبدالله، 2018).

١ـ٥ أهمية الدراسة

تتجلى أهمية الدراسة في الجوانب الآتية:

- تعزيز الفهم العلمي لسلوك ترسبات العصر الرباعي في منطقة تكريت.
- دعم الجهات الهندسية في اختيار نوع الأساسات المناسبة.
- تقليل احتمالية الفشل الإنشائي الناتج عن سوء تقدير خصائص التربة.
- الإسهام في الدراسات المستقبلية الخاصة بالتوسع العمراني في المنطقة.

١ـ٦أهداف الدراسة

يهدف هذا البحث إلى:

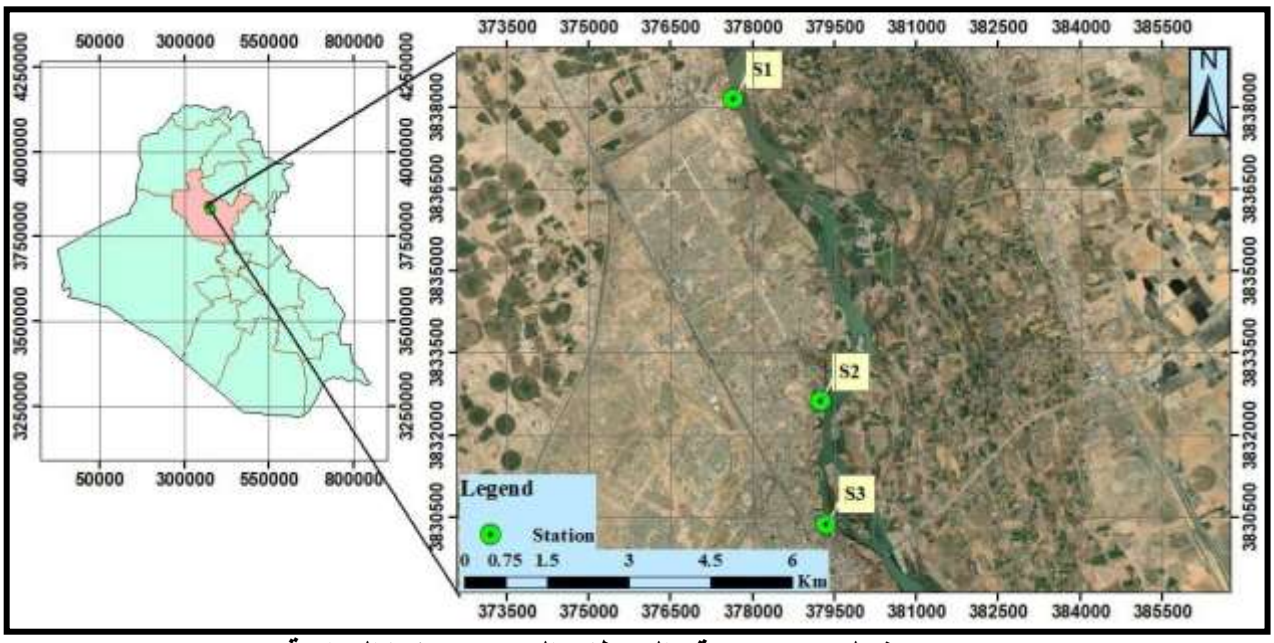
١. وصف الخصائص الجيولوجية لترسبات العصر الرباعي في منطقة الدراسة.
٢. استعراض أهم الخصائص الفيزيائية والميكانيكية لهذه الترسبات.
٣. تحليل تأثير هذه الخصائص على كفاءة واستقرار المنشآت الطرقية.
٤. تقديم رؤية نظرية للمشاكل الجيوتكنيكية المحتملة في المنطقة.

٢-١موقع منطقة الدراسة

تم اخذ عدة محطات التي تقع في تكريت

المحطة الاولى:

تم اخذ نماذج من الجسر القريب من جامعة تكريت تقع في الشمال الشرقي وكانت احدثيات المحطة الاولى كانت X_3838148.138 شرقاً Y_377664.372 شمالاً.



شكل(٢-١): موقع المحطات التي تمت منها الدراسة

شكل(٢-٢): المحطة الاولى

المحطة الثانية:

تم اخذ نماذج من مكان يسمى "النجده النهرية" تميل للشرق وكانت احدثيات هذه المنطقة

X_3832614.091 شرقاً Y_379252.451 شمالاً

شكل (٢-٣): محطة الثانية

المحطة الثالثة:

تم اخذ نماذج بالقرب من "الجسر الحولي" تحديدا في منطقة "الباشا" جنوب الشرقي

وكانت احدثيات هذه المحطة X_3830374.051 شرقاً Y_379358.971 شمالاً

شكل(٢-٤): المحطة الثالثة

٢-٢العمل الحقلي Field Work

ادوات العمل..

١_GPS

٢_الهمر

٣_اكياس نمذجة لوضع النماذج

٤_المجرفة

تم الذهاب برفقة مشرفي البحث، م.م سرى عصام عبد الله وم.م أحمد جمعة، في التاريخ المحدد 2026/2/23 إلى الموقع المخصص للدراسة، حيث تم اختيار عدة محطات لغرض إجراء الدراسة.

كانت المحطة الأولى تقع بالقرب من جسر العلم، القريب من جامعة تكريت. أما المحطة الثانية فكانت في منطقة القادسية قرب النجدة النهرية، في حين كانت المحطة الثالثة تقع بالقرب من الجسر الحولي في منطقة الباشا.

اعتمدت هذه الدراسة على العمل المكتبي بشكل أساسي، حيث تم جمع البيانات والمعلومات المتعلقة بالخواص الجيوتكنيكية لترب منطقة تكريت من المصادر العلمية المتوفرة، مثل الكتب، البحوث، ورسائل الماجستير الصادرة عن جامعة تكريت والجامعات العراقية الأخرى.
شمل العمل المكتبي إعداد ورسم الخرائط الجيولوجية والجيوتكنيكية باستخدام البرامج الحاسوبية، وذلك لتوضيح توزيع أنواع الترب وخصائصها في منطقة الدراسة. كما تم تحليل وتفسير نتائج الفحوصات المختبرية المتوفرة، مثل حدود أتربرغ، الوزن النوعي، المحتوى المائي، التحليل الحجمي، بهدف فهم سلوك التربة وتقييم كفاءتها الهندسية.
بالإضافة إلى ذلك، تم إجراء مقارنة بين النتائج المستحصلة والدراسات السابقة، للوصول إلى استنتاجات دقيقة حول طبيعة التربة في المنطقة، ومدى ملاءمتها للأعمال الهندسية المختلفة، مع اقتراح التوصيات المناسبة لتحسين أدائها.

٢-٣العمل المكتبي (Office Work)

بعد الانتهاء من إجراء الفحوصات المختبرية على عينات التربة المأخوذة من منطقة الدراسة (طريق الجسر الحولي – تكريت)، تم تنفيذ مرحلة العمل المكتبي والتي تُعد من أهم مراحل البحث الجيوتكنيكي، إذ يتم من خلالها تحويل البيانات المختبرية الخام إلى نتائج تحليلية ذات دلالة هندسية يمكن الاعتماد عليها في تقييم سلوك التربة.

تضمنت هذه المرحلة تنظيم البيانات ضمن جداول دقيقة، تدقيق القراءات المختبرية للتأكد من خلوها من الأخطاء، إجراء الحسابات باستخدام العلاقات الرياضية المعتمدة، ورسم المنحنيات البيانية التي تمثل الخصائص الفيزيائية للتربة. كما شمل العمل تفسير النتائج وربطها بالظروف الجيولوجية السائدة في المنطقة، كونها تقع ضمن ترسبات العصر الرباعي ذات الأصل النهري والفيضي، والتي تتسم عادةً بعدم التجانس وتباين خصائصها من موقع إلى آخر.

التحاليل التي تم إجراؤها

المحتوى الرطوبي (Water Content)

الوزن النوعي (Specific Gravity - Gs)

التحليل المنخلي (Grain Size Analysis)

حدود أتربرغ (Atterberg Limits)

٢-٤المحتوى الرطوبي Moisture Content

هو نسبة الماء الموجود داخل التربة مقارنة بوزنها الجاف، ويُعد من أهم الخصائص الفيزيائية في الجيوتكنيك. يُستخدم لمعرفة درجة جفاف أو تشبع التربة، وله تأثير كبير على قوة التربة وتحملها واستقرارها. كلما زادت نسبة الماء في التربة، غالباً تقل صلابتها وتزداد قابليتها للتشوه. يتم تحديده مخبرياً من خلال تجفيف عينة التربة في فرن وقياس الفرق بين الوزن الرطب والجاف.

خطوات العمل

١-تم اخذ عدة نماذج من المحطات التي حددت لي

٢-تم وزن حاوية النموذج وهي فارغه بعد غسلها وتجفيفها بشكل جيد ويرمز لها بالرمز W_1

٣-تم وضع النموذج في الحاويه ثم تم وزن الحاويه مع النموذج (وزن الحاويه+وزن نموذج التربه الرطبه) وتم استخراج W_2

٤-تم وضع النموذج في فرن تجفيف لغرض طرد نسبة الرطوبه من التربة لمدة 24 ساعة بدرجة حرارة من (105_110)

٥-بعد انتهاء التجفيف تم وزن النموذج الجاف مع الحاويه وتم استخراج W_3

جدول (١-٢) يمثل استنتاج قيم المحتوى الرطوبي

المحطة الأولى	3.22%
المحطة الثانية	2.44%
المحطة الثالثة	2.42%

شكل (٢-٥): عمل المحتوى الرطوبي

مناقشة المحتوى الرطوبي

أظهرت نتائج فحص المحتوى الرطوبي للتربة تقاربًا واضحًا بين القيم المستحصلة من المحاولات الثلاث، حيث بلغت (3.22%, 2.94% ,2.42%)ويُعد هذا التقارب مؤشرًا جيدًا على دقة القياسات المختبرية وثبات إجراءات الفحص مما يعكس موثوقية النتائج وقلة الأخطاء التجريبية، وهذا يتوافق مع ما ورد في (تعليمات الفحوصات المختبرية للتربة حسب الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية).

بلغ المعدل العام للمحتوى الرطوبي حوالي (2.86%)، وهي قيمة منخفضة نسبيًا مما يدل على أن التربة المدروسة جافة أو شبه جافة وقد يشير ذلك إلى أن التربة ذات نفاذية عالية مثل الترب الرملية، أو أن العينة مأخوذة من بيئة قليلة الرطوبة وهو ما أشارت إليه (كتب ميكانيك التربة من حيث العلاقة بين نوع التربة ومحتواها المائي).

من الناحية الهندسية فإن انخفاض المحتوى الرطوبي يؤدي إلى زيادة مقاومة التربة للقص وتقليل قابليتها للانضغاط إلا أنه قد يقلل من تماسكها خاصة في الترب غير المتماسكة حيث تكون التربة أكثر صلابة وأقل تشوهًا تحت الأحمال وهذا ما تؤكده مراجع (أساسيات الهندسة الجيوتكنيكية فيما يتعلق بتأثير الرطوبة على السلوك الهندسي للتربة).

أما الاختلاف البسيط بين القيم الثلاث فيُعزى إلى عوامل تجريبية مثل عدم تجانس العينة أو فروقات بسيطة في عملية التجفيف أو أخطاء محدودة في القياس والوزن وهي فروقات طبيعية ومقبولة ضمن الحدود العملية للفحص المختبري كما هو موضح في(الأدلة المختبرية الجامعية مثل مذكرات جامعة تكريت).

٢-٥التحليل الحجمي في التربة (Volumetric Analysis)

التحليل الحجمي هو أحد الفحوصات الجيوتكنيكية التي تُستخدم لتحديد توزيع أحجام حبيبات التربة ونِسَبها الحجمية، بهدف فهم تركيب التربة وتصنيفها هندسياً. يعتمد هذا التحليل على قياس حجم الحبيبات أو تقدير نسبها ضمن مدى معين من الأحجام مثل الحصى، الرمل، الغرين، والطين.

يتم التحليل عادةً باستخدام طرق مختبرية مثل التحليل المنخلي (Sieve Analysis) للحبيبات الخشنة، والتحليل الهيدروميتر (Hydrometer Analysis) للحبيبات الدقيقة. من خلال النتائج يتم رسم منحنى التدرج الحبيبي الذي يوضح توزيع الأحجام ويساعد في تحديد خواص التربة مثل النفاذية، الكثافة، وقوة التحمل.

يُعد التحليل الحجمي أساسياً في الهندسة الجيوتكنيكية لأنه يساعد في تصنيف التربة حسب أنظمة مثل USCS وAASHTO، كما يحدد مدى صلاحية التربة للأعمال الإنشائية مثل الأساسات والطرق والسدود.

طريقة العمل

١. تم أخذ وزن العينة المطلوب بعد الانتهاء من عمليات تهيئة النموذج بكمية (500) غرام.

٢. يتم استخدام مجموعة من المناخل لفصل نموذج التربة حجميًا إلى أجزاء متعددة حسب حجم الفتحات، حيث يتم ترتيب المناخل بشكل تنازلي بحيث يكون المنخل ذو الفتحة الأكبر في الأعلى ثم يتدرج إلى الأصغر، وفي النهاية يوضع إناء (pan) لتجميع الأجزاء الناعمة جدًا، مع ضرورة وجود غطاء للمنخل العلوي لمنع فقدان العينة.

٣. توضع المناخل المرتبة في جهاز هزاز كهربائي وتثبت بإحكام ثم يتم تشغيله لمدة تقارب (15) دقيقة لضمان فصل الحبيبات حسب الحجم، ويمكن إجراء العملية يدويًا عند عدم توفر الجهاز.

٤. بعد الانتهاء يتم تفريغ المواد المحتجزة على كل منخل بشكل منفصل في أكياس خاصة، مع تثبيت اسم الحجم الحبيبي لكل كيس.

٥. يتم تنظيف المناخل باستخدام فرشاة خاصة لإزالة الحبيبات العالقة، وتضاف هذه الحبيبات إلى الأكياس الخاصة بكل حجم.

٦. يتم وزن كل جزء من أجزاء العينة باستخدام ميزان حساس بدقة عالية.

٧. يتم حساب النسبة المئوية للوزن المحتجز على كل منخل بالنسبة للوزن الكلي للعينة.

٨. يتم حساب النسبة التراكمية المارة من كل منخل والتي تمثل التوزيع الحجمي للحبيبات.

٩. يتم حساب معامل تجانس التربة (Cu) باستخدام العلاقة: $Cu = D_{60} / D_{10}$

١٠. يتم حساب معامل الانحناء (Cc) باستخدام العلاقة: $Cc = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$

١١. D60 يمثل قطر الحبيبات الذي يمر منه 60% من التربة.

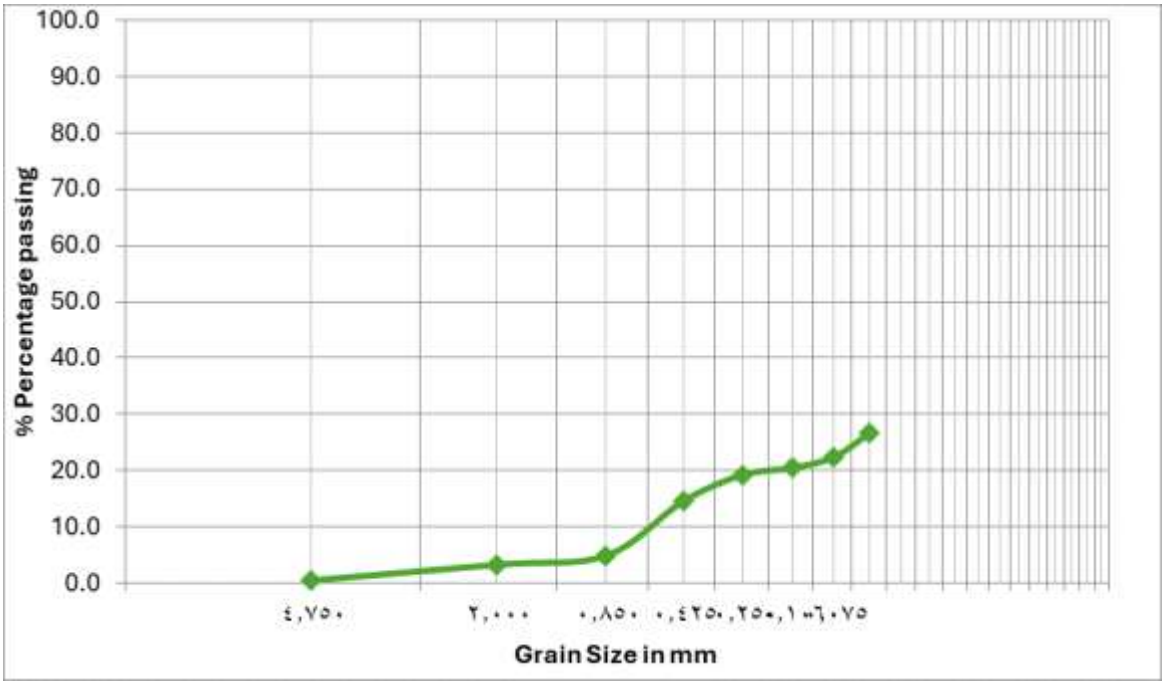
١٢. D_{30} يمثل قطر الحبيبات الذي يمر منه 30% من التربة.

١٣. D_{10} يمثل قطر الحبيبات الذي يمر منه 30%من التربة

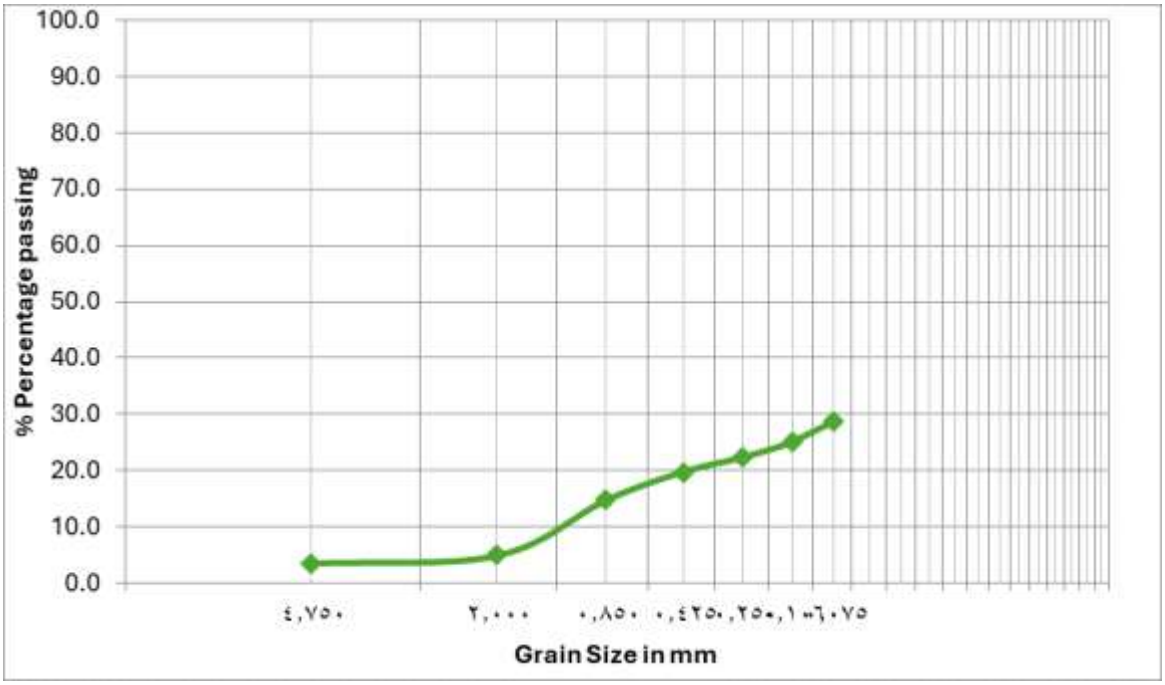
جدول(٢-٢) معاملات التدرج للمحجات المدروسة

رقم المحطة	D10	D30	D60	Cu	Cc
1	0.108	0	0	0	0
2	0.109	0	0	0	0
3	0.107	4.45	0	0	0

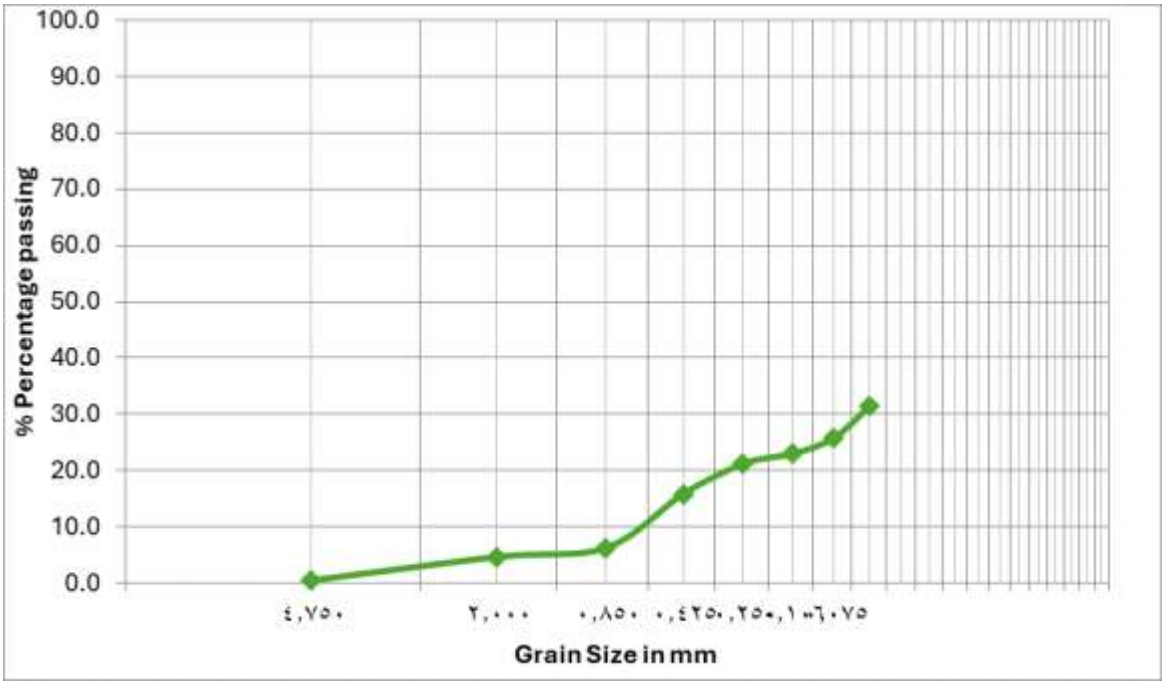
التحليل المنخلي Sieve Anaiysis



شكل(٢-٦): مرتسم نصف لوغاريتمي للتحليل الحجمي (المحطة الاولى)



شكل(٢-٧): مرتسم نصف لوغاريتمي للتحليل الحجمي (المحطة الثانية)



شكل(٢-٨): مرتسم نصف لوغاريتمي للتحليل الحجمي (المحطة الثالثة)

مناقشة محطة فحص التحليل المنخلي

أظهرت نتائج التحليل المنخلي للمحطة الأولى أن قيمة D_{10} بلغت حوالي (0.108mm)، في حين لم يتم الحصول على قيم واضحة لكل من D_{30} و D_{60} من منحني التدرج الحبيبي، حيث لم يصل المنحني إلى نسب (30% و60%)مار من منخل محطة الأولى ثانية والثالثة.

يشير ذلك إلى أن التربة تمتلك تدرجاً حبيبياً محدوداً، مع نقص واضح في الأحجام المتوسطة والكبيرة، مما يدل على أن التربة ضعيفة التدرج (Poorly Graded). كما أن هذا النوع من التدرج يؤدي إلى زيادة النفاذية وقلة التماسك، وهو ما يؤثر على سلوك التربة الهندسي (عبد الله، 2012).

بينت نتائج التحليل المنخلي للمحطة الثانية أن قيمة D_{10} تقارب (0.109mm)، ولم يتم تحديد قيم D_{30} و D_{60} نتيجة عدم وصول منحني التدرج إلى النسب المطلوبة (30% و60%)مار من منخل.

تدل هذه النتائج على أن التربة تعاني من ضعف في التدرج الحبيبي، مما يجعلها ذات توزيع غير منتظم للحبيبات. كما أن تشابه هذه النتائج مع المحطة الأولى يشير إلى تجانس نسبي في طبيعة التربة، والذي قد يعود إلى ظروف ترسيب متشابهة (الجميلي، 2015).

مناقشة المحطة الثالثة

أظهرت نتائج التحليل المنخلي للمحطة الثالثة اختلافاً نسبياً مقارنة بالمحطات الأخرى، حيث تم تحديد قيمة D10 بحوالي (0.107mm) وD30 بحدود (0.7mm)، بينما لم يتم تحديد D_{60} بسبب عدم وصول المنحني إلى نسبة 60% مار من منخل.

يشير ذلك إلى تحسن نسبي في التدرج الحبيبي، إلا أنه لا يزال غير مكتمل، مما يمنع حساب معاملات التدرج (Cu و Cc). كما أن التربة تتكون بشكل رئيسي من حبيبات رملية متوسطة مع نقص في الأحجام الأكبر، وهذا يؤثر على الخصائص الهندسية مثل النفاذية.

٢-٦الوزن النوعي للتربة (Specific Gravity – Gs)

يُعد الوزن النوعي للتربة (Gs) من أهم الخواص الفيزيائية الأساسية في ميكانيك التربة، إذ يُمثل نسبة وزن الحبيبات الصلبة للتربة إلى وزن حجم مساوٍ لها من الماء المقطر عند درجة حرارة قياسية، وغالبًا ما تكون (20C°). وتبرز أهمية هذه الخاصية في كونها تعكس التركيب المعدني الداخلي للتربة، دون التأثر بحالتها الطبيعية من حيث الرطوبة أو الفراغات، مما يجعلها مؤشرًا دقيقًا لفهم طبيعة التربة وخصائصها الهندسية (عبدالله، 2018).

وتتراوح قيم الوزن النوعي لمعظم الترب المعدنية بين (2.60 – 2.80)، حيث ترتبط هذه القيم بنوع المعادن المكونة للتربة، مثل الكوارتز والمعادن السيليكاتية، في حين تنخفض هذه القيم في حالة وجود مواد عضوية أو شوائب خفيفة، وقد ترتفع عند وجود معادن ثقيلة مثل أكاسيد الحديد (العبيدي، 2017). لذلك يُستخدم الوزن النوعي بشكل واسع في تفسير نتائج الفحوصات المختبرية الأخرى، مثل حساب الفراغات ونسبة التشبع والكثافة الجافة، مما يجعله عنصرًا أساسيًا في التحليل الجيوتكنيكي للتربة (حسن، 2019).

علاوة على ذلك، يُسهم تحديد الوزن النوعي في تقييم صلاحية التربة للأغراض الهندسية المختلفة، كتصميم الأساسات والطرق والمنشآت، إذ يساعد في التنبؤ بسلوك التربة تحت الأحمال المختلفة. كما يُعد من المعايير المهمة في تصنيف التربة وربطها ببيئة الترسيب والظروف الجيولوجية التي نشأت فيها (السعدي، 2020).

شكل (٢-٩):الوزن النوعي

طريقة العمل

١- يتم تنظيف القناني الحجمية (500 مل) وتجفيفها جيداً قبل البدء بالفحص.

٢- تملأ إحدى القناني بالماء المقطر لغاية العلامة (500 مل) ويتم وزنها وتسجيل القيمة W1.

٣- يتم قياس درجة حرارة الماء المقطر باستخدام المحرار وتسجيلها في جدول البيانات.

٤- توضع عينة بوزن 100 غرام من التربة المجففة هوائياً في صحن تبخير.

٥- يتم خلط التربة بالماء المقطر للحصول على عجينة، وتترك لتنقع مدة كافية (من ساعة إلى ساعة ونصف).

٦- تنقل العينة المنقوعة إلى القنينة الحجمية الثانية، ويضاف إليها الماء المقطر حتى يصل المستوى إلى ثلثي القنينة.

٧- يتم إزالة الهواء المحبوس من خليط التربة والماء إما بالتسخين البطيء أو باستخدام جهاز تفريغ الهواء.

٨- يضاف الماء المقطر إلى القنينة لإكمال المستوى لغاية العلامة (500 مل).

٩- يتم وزن القنينة المحتوية على الخليط (التربة + الماء) وتسجيل الوزن W2.

١٠- يتم فحص درجة حرارة الخليط والتأكد من ثباتها ومقارنتها بدرجة حرارة الماء المقطر في القنينة الأولى.

١١- يسكب الخليط في صحن تبخير ويجفف في الفرن، وبعد التجفيف يتم وزن التربة الجافة فقط وتسجيل الوزن W3.

١٢- يتم حساب الوزن النوعي (Gs) بتطبيق المعادلة الرياضية التي تربط بين الأوزان المسجلة (W1, W2, W3

شكل(٢-١٠): طريقة عمل الوزن النوعي

مناقشة نتائج الوزن النوعي (Gs)

المحطة الأولى (Gs = 2.77)

تشير قيمة الوزن النوعي (2.77) إلى أن التربة تحتوي على نسبة عالية من المعادن الثقيلة نسبيًا مثل الكوارتز أو بعض المعادن الحديدية، إذ تقع هذه القيمة ضمن الحد الأعلى للترب الرملية أو الطينية غير العضوية (2.65 – 280). وهذا يدل على أن التربة ذات تركيب معدني مستقر وقليلة المحتوى العضوي، لأن المواد العضوية عادةً ما تُخفض قيمة الوزن النوعي بشكل ملحوظ (العبيدي، 2017).

كما أن هذه القيمة تعكس كثافة حبيبية جيدة، مما يعني أن التربة قد تمتلك مقاومة ميكانيكية أعلى مقارنة بالترب ذات القيم الأقل، وهو أمر مهم في التطبيقات الجيوتكنيكية مثل الأساسات (حسن، 2019).

المحطة الثانية (Gs = 2.49)

تُعتبر هذه القيمة منخفضة نسبيًا مقارنة بالقيم القياسية للترب المعدنية، حيث تشير إلى احتمال وجود نسبة من المواد العضوية أو المعادن الخفيفة ضمن مكونات التربة. إذ أن الترب التي تحتوي على مواد عضوية أو شوائب غالبًا ما تُظهر قيمًا أقل من (2.60) (عبدالله، 2018).

كما يمكن تفسير هذه القيمة بوجود فراغات دقيقة أو شوائب تؤثر على دقة القياس، أو أن التربة تحتوي على معادن طينية خفيفة مثل المونتموريلونيت، والتي قد تُقلل من الوزن النوعي (السعدي، 2020). لذلك، تُعد هذه التربة أقل كثافة حبيبية وقد تكون أضعف نسبيًا من حيث الخصائص الهندسية.

المحطة الثالثة (Gs = 2.61)

تقع هذه القيمة ضمن المعدل الطبيعي للترب المعدنية، وخاصة الترب الرملية أو الغرينية، حيث تكون القيم النموذجية حوالي (2.60 – 2.70). وهذا يدل على أن التربة تتكون بشكل رئيسي من معادن سيليكاتية مثل الكوارتز، مع نسبة قليلة أو شبه معدومة من المواد العضوية (الراوي، 2016).

كما تعكس هذه النتيجة توازنًا في التركيب المعدني، مما يجعل التربة ذات خصائص فيزيائية وهندسية معتدلة، وبالتالي فهي مناسبة نسبيًا لأغراض البناء من حيث الاستقرار والقدرة على التحمل (حسن، 2019).

جدول(٣-٢)الفرق بين القيمة المستحصلة والقيمة الأصلية

المحطة	قيمتك المستنتجة	القيمة الاصلية
المحطة الأولى	2.77	2.90 – 2.67
المحطة الثانية	2.49	2.63>
المحطة الثالثة	2.61	2.67 – 2.63

٢-٧ أتربرغ (Atterberg Limits)

يُعد فحص حدود أتربرغ (Atterberg Limits) من الفحوصات الأساسية والمهمة في مجال ميكانيك التربة والهندسة الجيوتكنيكية، إذ يُستخدم لتحديد سلوك التربة الدقيقة (Fine-grained soils) عند تغير المحتوى المائي. ويعتمد هذا الفحص على تحديد ثلاث حالات رئيسية للتربة وهي الحالة السائلة، والحالة اللدنة، والحالة الصلبة، والتي تفصل بينها حدود معينة تُعرف بحد السيولة (Liquid Limit) وحد اللدونة (Plastic Limit) (حسين، ٢٠١٢).

تُستخدم نتائج هذا الفحص في تقييم قابلية التربة للتشوه والانضغاط، كما تُعد أساساً مهماً في تصنيف الترب ضمن نظام التصنيف الموحد للتربة (USCS)، حيث يتم تحديد دليل اللدونة (Plasticity Index) الذي يساعد في معرفة مدى لدونة التربة وقدرتها على الاحتفاظ بالماء والتغير في الشكل (عبد الله، ٢٠١٠).

وتكمن أهمية هذا الفحص في كونه يوفر مؤشراً هندسياً مهماً عن سلوك التربة تحت تأثير الأحمال المختلفة، إذ أن الترب ذات اللدونة العالية تكون أكثر عرضة للانكماش والانتفاخ والتغيرات الحجمية مقارنة بالترب غير اللدنة. لذلك يُستخدم هذا الفحص بشكل واسع في تصميم الأساسات، والطرق، والمنشآت الهندسية المختلفة (الخفاجي، 2015).

كما أن حدود أتربرغ تُطبق بشكل أساسي على الترب الناعمة مثل الطين والغرين، بينما تكون غير مناسبة للترب الخشنة مثل الترب الرملية، وذلك بسبب عدم امتلاك هذه الترب لخاصية اللدونة، مما يجعل سلوكها مختلفاً بشكل كبير عند إضافة الماء (الراوي، 2013).

شكل (٢-١١):الاتربرغ

طريقة العمل

١- يتم تنظيف اوعية التجفيف وتسجيل اوزانها وهي فارغة ونظيفة بدقة 0.01 غرام.

٢- يتم اخذ عينة بوزن 250 غرام من تربة جافة وناعمة مارة من منخل رقم 40 من ترسبات الموقع.

٣- توضع التربة في وعاء خلط ويضاف لها الماء المقطر تدريجيا وتخلط جيدا للحصول على عجينة متماسكة.

٤- يؤخذ جزء من النموذج ويوضع في وعاء جهاز كاساكراندي ويسوى السطح ليكون بسمك 8 ملم تقريبا.

٥- تستخدم سكين الاخدود لعمل شق في وسط العينة بفتحة علوية 11 ملم وقاعدة 2 ملم.

٦- يتم تدوير عتلة الجهاز بمعدل 2 دورة في الثانية مع حساب عدد الضربات اللازمة لالتقاء طرفي التربة لمسافة 12.7 ملم.

٧- اذا كان عدد الضربات اكثر من 35 ضربة تضاف كمية بسيطة من الماء واذا كان اقل من 15 ضربة يتم تجفيف العينة قليلا.

٨- تكرر المحاولات للحصول على مدى ضربات يتراوح بين 15 الى 35 ضربة لضمان دقة النتائج.

٩- تؤخذ عينة من منطقة الالتقاء في كل محاولة وتوضع في الفرن لمدة 24 ساعة لتحديد المحتوى المائي.

١٠- يتم رسم العلاقة على ورقة نصف لوغاريتمية واستخراج قيمة حد السيولة عند 25 ضربة.

١١- يتم اجراء فحص حد اللدونة ببرم خيوط من التربة لقطر 3 ملم وحساب المحتوى المائي عند بدء تشقق الخيوط.

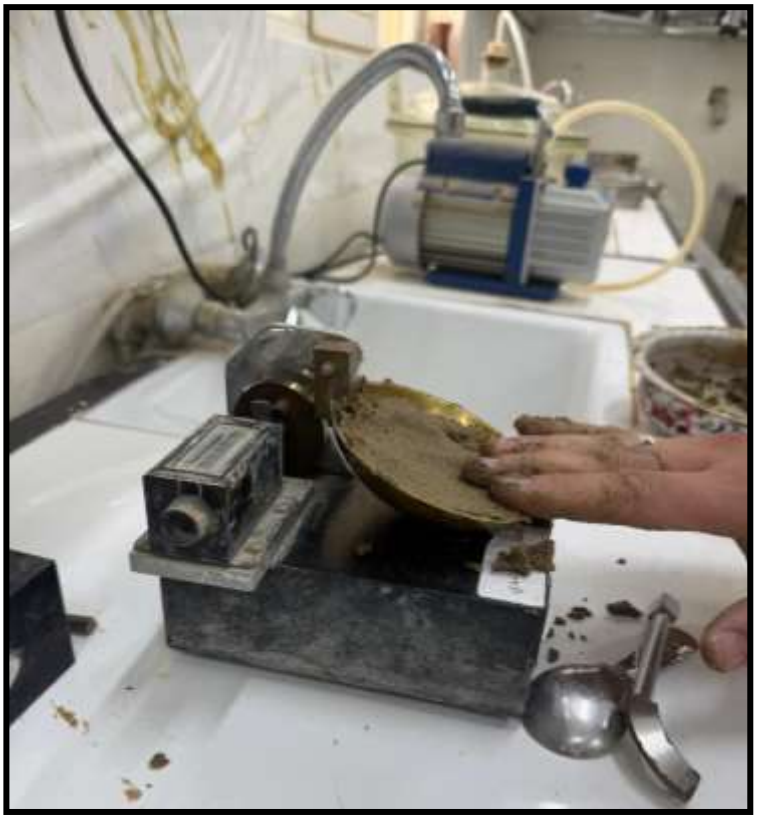
نتائج تحليل اتربرغ

أظهرت نتائج فحص حدود أتربرغ أن التربة لا تمتلك خاصية اللدونة، حيث لم يتم الوصول إلى عدد الطرقات القياسي (25 ضربة) في جهاز كاسكراندي، وكان الحد الأعلى المسجل هو (20ضربة) فقط، مما يدل على أن التربة لا تستجيب بشكل واضح للتغير في المحتوى المائي (حسين، 2012).

ويعود ذلك إلى طبيعة التربة الرملية، إذ تتميز الترب الرملية بكبر حجم الحبيبات وضعف قوى التماسك بينها، مما يجعلها غير قادرة على الاحتفاظ بالماء أو التغير من حالة إلى أخرى كما يحدث في الترب الطينية (عبد الله، 2010).

كما أن الترب غير اللدنة لا تُظهر أي سلوك لدن عند محاولة لفّها إلى خيوط في فحص حد اللدونة، وبالتالي لا يمكن تحديد حد اللدونة (PL) أو حد السيولة (LL) بشكل دقيق، وتُصنف هذه الترب عادة ضمن الترب الخشنة أو الرملية (الخفاجي، 2015).

وبناءً على ذلك فإن نتائج الفحص تشير إلى أن التربة قيد الدراسة تُصنف كتربة غير لدنة (Non-Plastic Soil)، وبالتالي فإن حدود أتربرغ لا تنطبق عليها عملياً (الراوي، 2013)



شكل (٢-١٢): تحليل الاتربرغ

الاستنتاجات والتوصيات Conclusions and Recommendations

اولاً: الاستنتاجات(Conclusions)

١. أظهرت الدراسة أن تربة منطقة الدراسة تعود إلى ترسبات العصر الرباعي ذات طبيعة رسوبية حديثة، مما يجعلها أقل تماسكًا وأكثر تأثرًا بالعوامل البيئية .

٢. تبين من نتائج المحتوى الرطوبي أن التربة ذات رطوبة منخفضة نسبيًا (≈ ٢,٨٦٪)، مما يدل على طبيعتها الجافة أو شبه الجافة وارتفاع نفاذيتها .

٣. أوضح التحليل المنخلي أن التربة ضعيفة التدرج الحبيبي(Poorly Graded) ، مع غلبة الحبيبات الرملية وقلة التدرج في الأحجام، مما يؤثر سلبًا على التماسك .

٤. أظهرت نتائج الوزن النوعي تباينًا بين المحطات :

- تربة ذات كثافة معدنية جيدة (2.77)
- تربة منخفضة الكثافة نسبيًا (2.49)
- تربة ضمن المعدل الطبيعي(2.61)

وهذا يدل على اختلاف التركيب المعدني بين المواقع .

٥. بينت نتائج حدود أتربرغ أن التربة غير لدنة(Non-Plastic) ، مما يؤكد أنها تربة رملية لا تمتلك خاصية التماسك .

٦. التربة المدروسة تتميز بـ :

- نفاذية عالية
- مقاومة قص جيدة نسبيًا عند الجفاف
- ضعف في التماسك
- قابلية محدودة للانضغاط

٧. وجود تباين طبقي واختلاف في خصائص التربة بين المحطات يشير إلى تأثير بيئة الترسيب النهري .

٨. التربة بشكل عام قد تكون مناسبة للأعمال الهندسية، لكنها تحتاج إلى معالجة في بعض الحالات بسبب ضعف التدرج والتماسك .

ثانياً: التوصيات(Recommendations)

١. ضرورة إجراء دراسات جيوتكنيكية تفصيلية قبل تنفيذ أي مشروع إنشائي في المنطقة، خاصة مشاريع الطرق والجسور .
٢. تحسين خواص التربة في المواقع الضعيفة باستخدام :
   - الدمك الجيد
   - الإضافة (Stabilization) مثل الإسمنت أو الجير
٣. استخدام طبقات إحلال (Subgrade replacement) في المناطق ذات التربة الضعيفة لتحسين قدرة التحمل .
٤. مراعاة تأثير المياه الجوفية والتغيرات الموسمية في التصميم، خصوصًا في المناطق القريبة من نهر دجلة .
٥. الاعتماد على نظم تصريف فعالة لتقليل تأثير الرطوبة على طبقات التربة .
٦. اختيار نوع الأساسات المناسبة (سطحية أو عميقة) بناءً على نتائج الفحوصات لكل موقع .
٧. إجراء فحوصات إضافية مستقبلًا مثل :
   - اختبار القص المباشر
   - اختبار الانضغاط
   - اختبار CBR للطرق
٨. الاستفادة من نتائج الدراسة في التخطيط العمراني وتوسعة البنى التحتية في منطقة تكريت .
٩. ضرورة استخدام المواصفات القياسية العراقية في جميع الفحوصات لضمان دقة النتائج .

اولاً: المصادر العربية

١ الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية .

٢ الخفاجي، سعد جاسم (٢٠١٥) – خواص التربة الهندسية، جامعة الموصل .

٣ الراوي، خالد (٢٠١٦) – هندسة التربة، جامعة تكريت .

٤ الراوي، محمد عبد الكريم (٢٠١٣) – ميكانيك التربة وتطبيقاتها، جامعة تكريت .

٥ السعدي، كريم (٢٠٢٠) – ميكانيك التربة التطبيقية، دار المسيرة .

٦ العبيدي، أحمد (٢٠١٧) – خواص التربة الهندسية، دار الكتب العلمية .

٧ عبد الله، أحمد (٢٠١٠) – أساسيات ميكانيك التربة، دار الكتب العلمية .

٨ عبدالله، محمد (٢٠١٨) – ميكانيك التربة والأسس الهندسية، جامعة بغداد .

٩ الهيئة العامة للمساحة الجيولوجية العراقية .(2000–2020)

١٠ جامعة تكريت – رسائل ماجستير .(2015–2023)

١١ جامعة تكريت – مذكرات مختبر ميكانيك التربة .

١٢ حسن، علي (٢٠١٩) – أساسيات الهندسة الجيوتكنيكية، جامعة الموصل .

١٣ حسين، قاسم محمد (٢٠١٢) – ميكانيك التربة، جامعة بغداد .

١٤ سعد حمدي – أساسيات الهندسة الجيوتكنيكية .

١٥ المواصفات القياسية العراقية لفحوصات التربة .

١٦ ميكانيك التربة – تأليف د. عبد الكريم السامرائي.

ثانياً: المصادر الإنكليزية

1. ASTM D2216 – Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock
2. Braja M. Das - Principles of Geotechnical Engineering – 2014
3. K.R. Arora - Soil Mechanics and Foundation Engineering – 2017
4. V.N.S. Murthy - Geotechnical Engineering – 2014