Iraqi National Journal of Earth Science

www.earth.mosuljournals.com

تقييم الخواص الجيوتكنيكية لترسبات العصر الرباعي في وادي الجفر، شمالي محافظة صلاح الدين

لؤي موسى راوي [1*]، عمار جماد محمد [2]، محمد راشد عبود [3]

[3،2،1]قسم علوم الارض التطبيقية، كلية العلوم، جامعة تكريت، تكريت، العراق

معلومات الارشفة

تاريخ الاستلام: 29- يناير -2024

تاريخ المراجعة: 25- فبراير -2024

تاريخ القبول: 05- مايو -2024

تاريخ النشر الالكتروني: 01- يوليو -2025

الكلمات المفتاحية:

وادي الجفر

حدود اتربيرك

دليل الانضغاط والانتفاخ

التماسك

محتوى الجبسم

المراسلة:

الاسم: لؤي موسى راوي

Email: loaytaref@tu.edu.iq

الملخص

يهدف البحث الى دراسة بعض الخواص الجيوتكنيكية لترسبات العصر الرباعي في وادي الجفر جنوب قضاء الشرقاط في محافظة صلاح الدين لبيان مدى صلاحيتها لبعض الاغراض الهندسية كأساس للسدود الاملائية الترابية حيث تم اجراء الفحوصات الجيوتكنيكية لسبعة نماذج ممثلة لهذه الترسبات. اظهرت الفحوصات الجيوتكنيكية ان ترسبات المنطقة تحتوي على احجام متفاوتة، لذلك تعد تربة غير متجانسة في خواصها كما صنفت من خلال مخطط اللدونة على انها تربة طينية واطئة اللدونة (CL) في بعض النماذج، بينما في اغلب النماذج كانت التربة غرينية واطئة اللدونة (ML). تراوحت قيم الوزن النوعي ونسبة المحتوى المائي ما بين (2.64 و2.73) (1.10و 8.33) على التوالي فيما اظهرت التحليلات الكيميائية ان قيم نسبة الجبس والاملاح الذائبة الكلية ونسبة المواد العضوية ونسبة الكبريتات تتراوح ما بين (7.31 و38.21 %، (11.84 و41.16) %، (0.03 و0.35)، و (1.38و6.18%) على التوالي. كما تراوحت قيم الاس الهيدروجيني (pH) ما بين (7.91و 7.98)، وهذه النسب العالية تؤثر على الخصائص الهندسية للتربة. ومن خلال الفحوصات الجيوتكنيكية، تبين ان قيم التماسك تتراوح ما بين (1.7 و13.3) كغم\ سم2، أذ تزداد قيم التماسك كلما ازدادت نسبة المواد الناعمة، وتقل كلما ازداد المحتوى المائي ونسبة المواد الخشنة، في حين تراوحت قيمة زاوية الاحتكاك الداخلي ما بين(21°و40°)، أذ تتأثر زاوية الاحتكاك الداخلي بقيم معامل اللدونة وزيادة نسبة المواد الخشنة. تراوحت قيم دليل الانضغاطية (Cc) ما بين (0.13 و0.81). يعكس هذا التفاوت في القيم بان ترسبات النماذج لها قابلية انضغاط مختلفة. فيما تراوحت قيم دليل الانتفاخ (Cr) ما بين (0.014 و0.097)، تعكس القيم العالية بان ترسبات منطقة الدراسة لها قابلية انتفاخ متفاوتة، وبذلك نستنتج بأن ترسبات منطقة الدراسة بشكل عام يمكن استخدامها لبعض الأغراض الهندسية بعد معالجاتها.

DOI: 10.33899/earth.2024.146469.1224, ©Authors, 2025, College of Science, University of Mosul.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Assessment of the Geotechnical Properties of Quaternary Deposits in Wadi- Al- Jafer, North of Salah Al- Din Governorate.

Loai Moussa Rawee [1*] , Amar Jamad Mohammed [2] , Mohammed Rashed Abood [3]

[1,2,3] *Department of Applied Geology, College of Science, University of Tikrit, Tikrit, Iraq.*

Article information

Received: 29- Jan -2024

Revised: 25- Feb -2024

Accepted: 05- May -2024

Available online: 01- Jul – 2025

Keywords:
Wadi- Al- Jafer
Atterberg limits
Swelling and compressibility
Index
Cohesion
Gypsum content

Correspondence:
Name: Loai Moussa Rawee

Email: loaytaref@tu.edu.iq

ABSTRACT

The research aims to study some geotechnical properties of the Quaternary deposits in wadi- Al- Jafer south of Sharqat district, Salah-Al- Din Governorate to indicate their validity for some engineering purposes like foundation for earth fill dam.The geotechnical tests are carried out for seven representative samples of the sediments. The geotechnical tests show that the sediments contain varying sizes. Therefore, they are heterogeneous soil. classified through the plasticity chart as a clayey soil with low plasticity (CL) in some samples, while in most samples, the soil is silty soil with low plasticity (ML). The specific gravity and water content values range between (2.64 and 2.73) (1.10 and 8.33) % respectively. The chemical analyses show that the values of gypsum ratio, total dissolved salts (TDS), organic material ratio and sulphate ratio range between (7.31and 38.21) %, (11.84 and 41.16) %, (0.03and 0.35) % and (1.38 and 6.18) respectively. The pH values range between (7.91 and 7.98). These high percentages affect the engineering properties of soil. Through mechanical tests, it is found that the cohesion values range between (1.7 and 13.3) kg/ cm2. Cohesion values increase as the percentage of fine materials increases and decrease as the moisture content and coarse materials increase. The values of the internal friction angle range between (21° and 40°) and affected by values of plasticity index and the increase in the percentage of coarse materials. Compression index (Cc) values range between (0.12 and 0.81), these differences in values reflect that the samples deposits have different compressibility. The values of the swelling index range between (0.014 and 0.097). This difference in values reflects that the sample deposits have different swelling ratio. Thus, we conclude that the deposits of the study area in general can be used for some engineering purposes after being treated as foundation for earth fill dams.

DOI: 10.33899/earth.2024.146469.1224, ©Authors, 2025, College of Science, University of Mosul.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

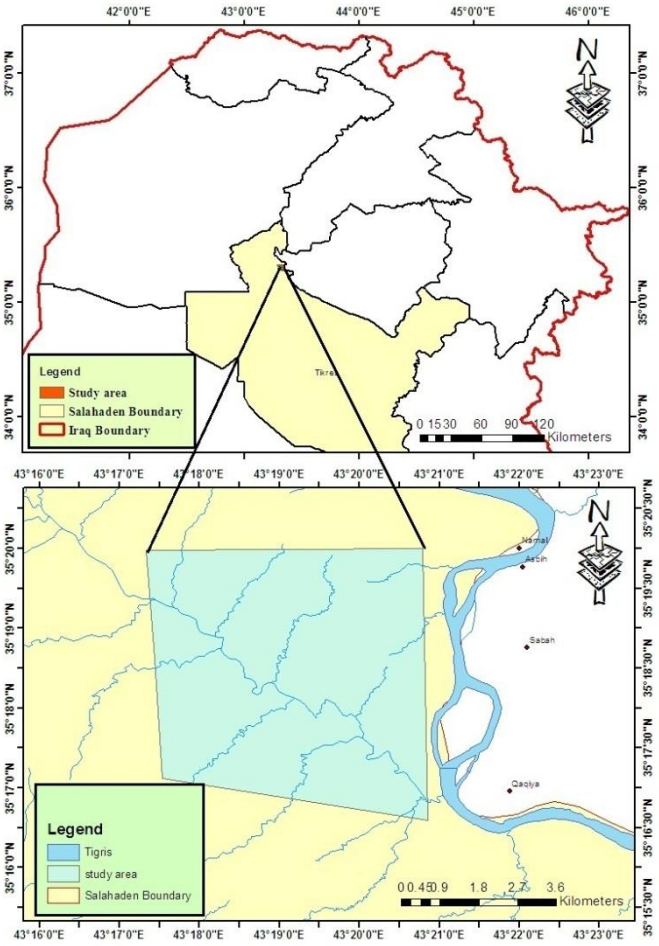
المقدمة

تؤثر الخواص الجيوتكنيكية على بعضها البعض وكذلك على استقراريه المنشآت الهندسية، أذ تختلف الرواسب من مكان الى اخر باختلاف ظروفها الترسيبية، استنادا الى الطرائق التي تتكون بها والعلاقات الوراثية بين مكونات التربة الأصلية وصخور الأساس التي كونت هذه الرواسب وعوامل النقل المختلفة فضلا عن التأثيرات المناخية والبيئية من موقع الى اخر، واستنادا الى ما تقدم تعتبر عملية اجراء الفحوصات الجيوتكنيكية خطوة اساسية اولى ومهمة في أي دراسة هندسية (Roy and Bhalla., 2017).

ولغرض تقييم الرسوبيات المنكشفة في منطقة الدراسة من الناحية الجيوتكنيكية، لابد من التعرف على الخواص الفيزيائية والهندسية والكيميائية الخاصة بها والتي تعتبر من المعلومات الأساسية في عملية التقييم الجيوتكنيكي، فالخصائص الفيزيائية كالمحتوى الرطوبي والتحليل الحجمي وحدود اتربيرك والوزن النوعي تؤثر في سلوكية الصخور الهندسية مثل مقاومة الانضغاط ومقاومة القص والرص والتآكل الميكانيكي. تعتبر الخصائص الفيزيائية مهمة جدا في تصنيف التربة لأغراضها

الهندسية (Scott, 1974) و (Bowles, 1984)، إذ ان النتائج التي يتم الحصول عليها من الفحوصات الجيوتكنيكية تكون مفيدة وأساسية في تصاميم المشاريع الهندسية وأيضا يمكن من خلالها التعرف على المشاكل التي من الممكن ان تحدث مستقبلا والتي تخص المشروع والوصول الى المعالجات المناسبة لكل مشكلة من هذه المشاكل.

تقع منطقة الدراسة اداريا ضمن محافظة صلاح الدين، شمالي العراق جنوب قضاء الشرقاط بالقرب من قرية الجفر بين طية خانوكة وطية مكحول والمحددة بين خطي طول ("0 '16 °43) و ("0 '23 °43) شرقا، ودائرتي عرض (°35 "0 '16) و ("0 '20 °35) شمالا (شكل 1).



شكل 1. خارطة موقعية لمنطقة الدراسة.

ناقشت الكثير من الدراسات السابقة سواء المحلية أو العالمية موضوع الخواص الجيوتكنيكية للتربة منها:

1- درس (Sayhood and Rasheed, 2020) تقييما لبعض الخواص الجيوتكنيكية لتربة ضفاف نهر الفرات (الكوفة-المشخاب) في وسط العراق. وقد بينت النتائج الى ان نسبة الغرين هي الاعلى من بين النسب الاخرى على طول ضفة النهر، ومن جهة اخرى فقد بينت نتائج فحص القص المباشر ان قيم التماسك تراوحت بين (15-55) كيلونيوتن/م^2، فيما تراوحت زاوية الاحتكاك الداخلي بين (5.8 -17°).

2- درس (Yaseen et al., 2022) التقييم الصناعي والخصائص الفيزيوكيميائية للطين في منطقة طق طق شمالي العراق لبعض تطبيقات السيراميك. وبينت نتائج التحليل الحجمي بانها تتكون من طين وغرين ورمل بنسب تتراوح بين (49-58٪)، (6.22 - 6.31٪)، (4.10-4.31٪) على التوالي. وتتكون بصورة رئيسية من اكاسيد ($Al2O_3$،CaO، SiO_2) وذات تقلص طولي يتراوح مابين (23.0- - 32.4 %)، والتزهر من معدوم إلى كثيف وفقًا للمواصفة القياسية العراقية رقم

(25), فأنها صالحة في صناعة الطابوق التقليدي المثقوب من صنفي (B وA)، ولصناعة بلاط الجدران من الفئة (B3) وفق المواصفة العراقية رقم (5،6،7-1704) ورقم (8-1704)، والبلاط من الدرجتين (2و3) وفق المواصفات الامريكية (ASTMC1167-9603).

3- درست (Al-Fraigi and Al-Khafaji, 2023) صلاحية رواسب تكوين فتحة الطينية لصناعة الطابوق الطيني في منطقة زرباطية، شرقي العراق. أظهرت النتائج انها تتكون من طين وغرين ورمل بنسب (31.45 %)، (52.91%)، (15.64%) على التوالي، وبينت التحاليل الكيميائية أن اوكسيدي (SiO_2 و CaO)هما المكونان الرئيسيان للرواسب الطينية، وأن خواص الطابوق الطيني المنتج تتفق مع متطلبات الصنفين(A، B) من المواصفة القياسية العراقية رقم (25) لسنة (1993) ومتطلبات المواصفة البريطانية رقم (3921) لسنة (1985) والمواصفة القياسية الامريكية (ASTM-C-10-2010).

4- درست (Qader, 2023) الخصائص الجيوتكنيكية والجيوكيميائية البيئية لرواسب خزانات سدة سامراء وسدي الوند ومندلي ومدى صلاحيتها لبعض الأغراض الصناعية بينت نتائج محتوى الرطوبة في موقع (سدة سامراء، سد الوند، سد مندلي) انها تتراوح ما بين (8.5 و10.16%) (16.31و18.6%) (19.5 و20.51%) على التوالي بينما تراوحت قيم الوزن النوعي ما بين (2.66 و2.68) (2.71 و2.76) (2.76 و2.82) على التوالي. وقد تراوحت قيم دليل الانضغاط (0.210-0.180) (0.251-0.246) (0.207-0.181) على التوالي، بينما تراوحت قيم دليل الانتفاخ (0.0117-0.0102) (0.0761-0.0566) (0.0099-0.0086) على التوالي. اظهرت نتائج فحص القص المباشر للتربة ان قيم التماسك تراوحت ما بين (15 وKPa33) (40.5 وKPa52) (53 وKPa85) على التوالي بينما تراوحت قيم زاوية الاحتكاك ما بين (17-38°) (16-22°) (14-23°) على التوالي. أظهرت المقارنة بين الفحوصات التقييمية لرواسب المواقع المدروسة (سدة سامراء، سد الوند، سد مندلي) مع المواصفة العراقية رقم (5، 6،7 -1704) لسنة (1998) ورقم (8-1704) لسنة (1997) لبلاط الارضيات والجدران بانها صالحة لصناعة بلاط الارضيات والجدران صنف (B3).

5- درس (Asiaei et al., 2021) بعض الخواص الجيوتكنيكية للرواسب المترسبة في خزان السد اللاتيني وذلك باستخدام القياسات **الميدانية**. بينت نتائج الفحوصات الفيزيائية ان الرواسب السطحية المأخوذة من خزان (سد لاتيان)، في محافظة طهران أن المحتوى الرطوبي يزداد بالقرب من جدار جسم السد، بسبب صغر حجم الحبيبات **إذا** تتكون الرواسب من الطين والغرين بالقرب من جدار جسم السد بنسبة كبيرة تصل الى أكثر من (89%)، وان قيمة التماسك وزاوية الاحتكاك الداخلي للرواسب كانت تساوي (0.51 كغم / سم^2) و (26.1 كغم / سم^2) على التوالي.

تهدف الدراسة الحالية الى تقييم بعض الخصائص الجيوتكنيكية للتربة (الفيزيائية والهندسية والكيميائية) وفق مواصفات الجمعية الأمريكية للفحص والمواد (ASTM) وبيان مدى صلاحيتها للمنشات الهندسية التي من الممكن ان تقام عليها.

المواد وطرائق العمل:

1- محتوى الرطوبة: ويعرف محتوى رطوبة التربة على انه النسبة ما بين وزن الماء في الفراغات الى وزن حبيباتها الصلبة، ويعبر عن محتوى الرطوبة (Wc) في التربة بالعلاقة الرياضية التالية:

$$Wc = \frac{Ww}{Ws} \times 100 \quad \ldots\ldots(1)$$

إذ تحسب Ww من العلاقة التالية:

Ww =W-Ws

W = وزن العينة الأصلي، Ws = وزن الحبيبات الصلبة، Ww = وزن الماء.

فحصت النماذج في مختبرات قسم علوم الارض التطبيقية، كلية العلوم، جامعة تكريت. وتم ايجاد المحتوى الرطوبي للتربة وفق المواصفات الامريكية (ASTM-D-2216, 10, 2010) وذلك بأخذ عينة من التربة وتجفيفها في فرن كهربائي على درجة حرارة (105-110) سليزية لمدة 24 ساعة او حتى يثبت الوزن حيث تقوم الحرارة بتحويل الماء الموجود في التربة الى صورة بخار ماء يخرج من العينة وبذلك تصبح التربة جافة تماماً وتوزن بميزان حساس بعد إخراجها من الفرن ويحسب الفرق في الوزن أي بين وزن العينة وهي رطبة ووزنها وهي جافة.

2- الوزن النوعي: هو عبارة عن وحدة وزن حبيبات التربة الى وحدة وزن الماء (Sivakugan, 2021) فحصت النماذج في مختبرات قسم علوم الارض التطبيقية، كلية العلوم، جامعة تكريت. اذ تم ايجاد الوزن النوعي للتربة بموجب المواصفات الأمريكية (ASTM-D854, 14-2014) إذ تم اخذ وزن قنينة حجمية سعة (500 مللتر) مملوءة بالماء المقطر الى حد العلامة والتي تمثل (W1) وقياس درجة حرارة الماء في نفس اللحظة والتي تمثل (T1)، وبعدها اخذ (100 غم) من عينة التربة مجففة هوائياً وخلطه مع الماء في وعاء تبخير لعمل عينة متجانسة ونقل خليط التربة والماء المتجانس الى القنينة الحجمية ومن ثم إضافة كمية من الماء حتى تمتلئ الى ثلثيها وبعدها يتم تفريغ الهواء من الخليط باستخدام مفرغة هواء ولمدة (5- 10) دقيقة، بعدها يترك الخليط ليبرد إلى درجة حرارة تساوي او الفرق المسموح به (±1) درجة من التي تم تسجيلها في بدء التجربة (Das, 1982) ومن ثم يتم ملئ القنينة بالماء المقطر إلى حد العلامة وتوزن القنينة مع الخليط والتي تمثل (W2) و تفرغ محتويات الدورق داخل وعاء التجفيف ووضع الوعاء في فرن تجفيف بدرجة حرارة (105-110) سليزية لمدة 24 ساعة ثم قياس وزن التربة الجافة والتي تمثل (W3)، وبعدها تم حساب قيمة الوزن النوعي (Gs) وفق المعادلتين أدناه:

$$GsT1 = W3 / (W1 + W3) - W2 \quad \ldots\ldots (2)$$

$$GsT20 = GsT1 \cdot A \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

حيث ان:

(W1) = وزن القنينة الحجمية مملوءة بالماء المقطر، (W2) = وزن القنينة الحجمية مع خليط التربة، (W3)= وزن التربة المجففة بدرجة حرارة (105) سليزية، (A)= عامل تصحيح حراري، (T1)= درجة الحرارة الابتدائية، (T20)= عند درجة حرارة (20) سليزية.

3- التحليل الحجمي: يستخدم التحليل الحجمي الحبيبي في تصنيف التربة إلى عدة مجاميع مختلفة حسب النسبة المئوية الوزنية لمكوناتها والتي تشمل الحصى والرمل والغرين والطين (Braja and Das., 2018). فحصت النماذج في مختبرات قسم علوم الارض التطبيقية، كلية العلوم، جامعة تكريت، اذ تم ايجاد التحليل الحجمي حسب المواصفات القياسية الأمريكية (ASTM- D422,63 Reapproved) 2007 -2014). إذ تم أخذ عينة من التربة الجافة وغسلها على المنخل رقم 200 (0.075 ملم) لغرض فصل الغرين والطين عن الرمل اذ يبقى الاخير على المنخل ويتم تجفيفه في الفرن وإجراء التحليل الحجمي الحبيبي الجاف باستخدام المناخل النظامية الخاصة بالحصى والرمل. بالنسبة للتربة العابرة من المنخل (0.075 ملم) يتم غسلها بالماء المقطر ولعدة مرات لغرض التخلص من الجبس وباقي الأملاح ثم نقوم بإجراء التحليل الحجمي الحبيبي الرطب باستخدام المكثاف (Hydrometer).

يتم أخذ (50) غم من التربة الجافة الخالية من الجبس والأملاح العابرة من منخل رقم (200) وتوضع في دورق زجاجي ويضاف لها (125) مل من العامل المشتت بتركيز (4%) ويضاف الماء المقطر حتى يمتلئ لحد ثلثه ثم يمزج المحلول ويترك لمدة 16 ساعة.

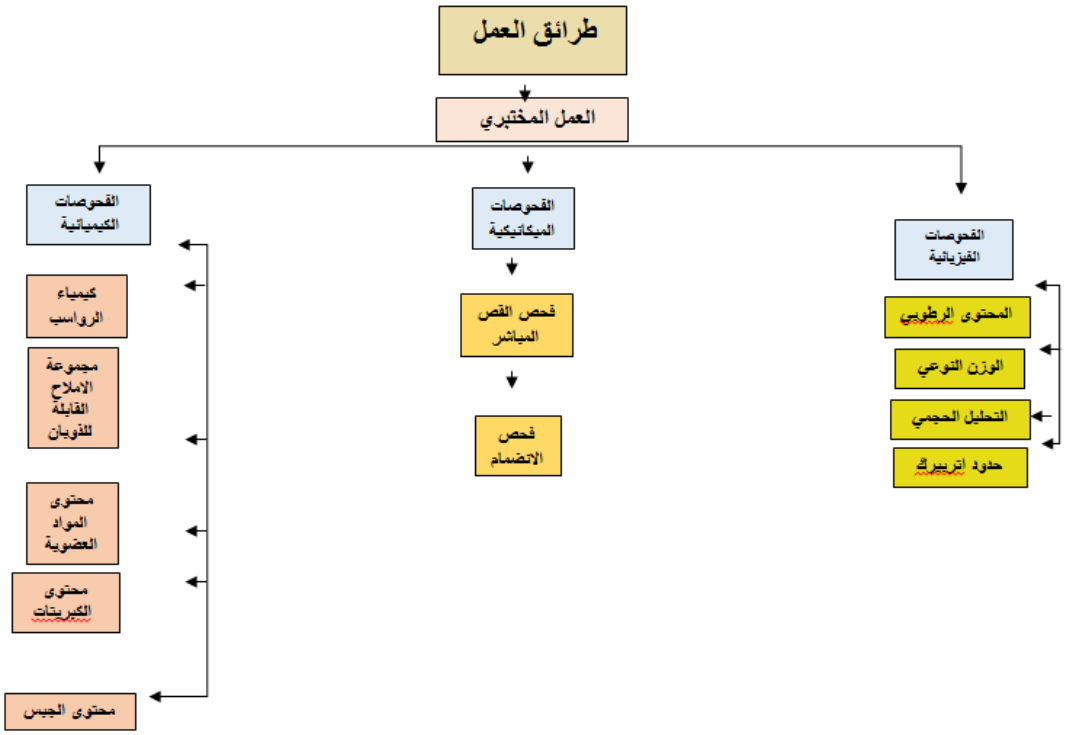
4- حدود اتربيرك: ويعبر عنها بالنسبة المئوية للرطوبة في التربة عند حصول التغييرات التي تحدث عليها، وتبدي جميع الترب تأثيراً مختلف وسلوك واضح عند تغير النسبة في رطوبتها وبالأخص في الترب الطينية (Braja and Das.,

(2018. فحصت النماذج في مختبرات قسم علوم الارض التطبيقية، كلية العلوم، جامعة تكريت. تم حساب حدود اتربيرك وفق المواصفات الأمريكية (ASTM-D4318,14-2014). ولإجراء فحص حد السيولة، يؤخذ حوالي (150 غم) من نموذج عابر من منخل رقم (40) لإجراء الفحص إذ تشكل جزء من هذا الطين عجينة بإضافة نسبة من الماء (قليلة نسبياً في البداية) وتوضع في الكأس النحاسي لجهاز كازاكراندي، إذ تسوى بالكأس بدون ترك فراغات ثم تستخدم العتلة (يكون رأسها بشكل حرف V) لإجراء شق في وسط العجينة ويبدأ الطَّرق بتدوير عتلة التدوير طَرقَتين بالثانية فيرتفع الكأس (1سم) ثم يسقط في كل طرقة ويستمر الطرق إلى أن يحدث التحام لطرفي الشق حوالي (0.5 إنج) فيتوقف الطرق عندئذ وتسجل عدد الطرقات، تكرر هذه العملية (3-5 مرات) بزيادة قليلة للماء المضاف وتحسب عدد الطرقات (التي تقل مع زيادة الماء)، ويحسب في كل مرة محتوى الماء تؤخذ كمية صغيرة من العجينة في مكان الإيصال ثم تجفف 24 ساعة والفرق بالوزن يمثل محتوى الماء الذي يؤخذ كنسبة، اما بالنسبة لفحص حد اللدونة يستخدم (100 غم) من الطين المار من منخل رقم (40) و يخلط مع الماء لتشكيل كتلة لدنة. تؤخذ قطعة صغيرة من هذه الكتلة وتشكل على شكل كرة صغيرة (قطرها حوالي 5 سم) براحة اليد، ثم تدور على صفيحة زجاجية حتى تصبح على شكل خيوط قطرها (3 ملم)، وإذا لم يحصل تشقق عند هذا السمك تكرر العملية إلى أن يحصل تشقق عند سمك معين، عند ذلك يحسب محتوى الماء الذي يكون معبراً عن حد اللدونة.

5- فحص القص المباشر: تم حساب قيم (التماسك وزاوية الاحتكاك الداخلي) وفق المواصفة الامريكية (ASTM-D3080-11, 2011)، فحصت النماذج في مختبرات قسم علوم الارض التطبيقية، كلية العلوم، جامعة تكريت. أجري الفحص حسب المواصفة الامريكية (ASTM D3080-11, 2011). وتضمنت طريقة الفحص أخذ نماذج غير مخلخلة في صندوق القص وبأبعاد منتظمة (2 سم x 6 سم x 6 سم) ولثلاث محاولات سلطت عليها ثلاث إجهادات عمودية مختلفة (2.5، 5، 10) كغم على التوالي، وسلطت قوة القص الأفقية بواسطة جهاز القص بسرعة (1 ملم / دقيقة) ثم رسمت العلاقة بين اجهاد القص والإجهاد العمودي المسلط في المحاولات الثلاثة لإيجاد قيمة زاوية الاحتكاك الداخلي والتماسك في التربة.

6- فحص الانضمام: تم حساب فحص الانضمام على وفق المواصفات الامريكية (ASTM- D2435,11 2011). تم أجراء الفحص وفق المواصفة (ASTM D2435-11, 2011) فحصت النماذج في مختبرات قسم علوم الارض التطبيقية، كلية العلوم، جامعة الموصل. وتضمنت طريقة الفحص تجهيز عينة من التربة غير المخلخلة وتوضع في حلقة الاختبار ارتفاعها (20.6 mm) وقطرها (50 mm) توضع هذه العينة بين حجرين نفاذين (Porous Stones) داخل خلية الادوميتر ويسمح للمياه بالحركة من داخل العينة الى خارجها. تم وضع النموذج داخل الحلقة المعدنية وتغطى من الاعلى والاسفل بحجرين مسامين ويوضع فوق النموذج غطاء الخلية يثبت عليه عداد (Dial gage) لقياس معدل الهبوط او الارتداد الذي يحدث في التربة وترتبط خلية الفحص بذراع معدني توضع عليه الاثقال بدءاً من (0.25، 0.5، 1، 2، 4، 8 ،16،32) كغم إذ يبقى الثقل الاول لمدة (24) ساعة وتؤخذ القراءات عند بداية وضع الثقل حسب الاوقات التالية (0.25، 0.5، 1، 2، 5، 15، 30، 60، 120، 1440) دقيقة وعند نهاية الوقت تؤخذ القراءة الاخيرة ثم يُضاف الثقل الثاني وتؤخذ كذلك القراءات وهكذا لبقية الاثقال لحين حصول الانضمام ، ثم بعدها ترفع الاثقال تباعا" وتسجل القراءات ونجد الاجهاد بقسمة القوة على مساحة الحلقة المعدنية ويتم إيجاد نسبة الفراغات الابتدائية ثم يحصل تغير في نسبة الفراغات حسب الإجهاد المسلط عليها ، ترسم منحنيات الانضمام التي تمثل العلاقة بين الضغط المسلط ونسبة الفراغات في التربة ، ومن خلال المخطط يتم إيجاد دليل الانضغاط (Cc) ودليل الانتفاخ (Cr) وضغط الانضمام المسبق (Pc).

7- الخواص الكيميائية: تم حساب الخواص الكيميائية كنسبة مئوية حسب المواصفة البريطانية (B.S.1377, 1990) وتم فحص النماذج في مختبرات قسم الهندسة الكيمياوية، كلية الهندسة، جامعة تكريت.



الشكل 2. المخطط الانسيابي لجميع طرائق العمل.

النتائج والمناقشة

الخواص الجيوتكنيكية لنماذج منطقة الدراسة

أ- الخواص الفيزيائية (Physical properties)

1- المحتوى الرطوبي (Moisture Content)

تم فحص المحتوى الرطوبي وفق المواصفة الامريكية (ASTM-D,2216-10-2010)، يبين الجدول (1) نتائج المحتوى الرطوبي

جدول رقم 1: المحتوى الرطوبي لنماذج التربة في منطقة الدراسة.

رقم النموذج	W	W s	W%
1	100	94.10	6.26
2	100	94.39	5.94
3	100	97.02	3.07
4	100	95.70	4.49
5	100	92.31	8.33
6	100	98.02	2.01
7	100	98.91	1.10

تتأثر خواص التربة بمقدار ما تمتصه من ماء، إذ يقلل الماء من الاحتكاك الداخلي لحبيبات التربة ويزيد من قابلية التربة الطينية على الانتفاخ وتسيل التربة الرملية (Al-Ashu, 1991)، وقد ذكر (Bowles, 1984; Lambe,1951) ان للمحتوى الرطوبي فوائد في إعطاء صورة واضحة عن قوة تحمل التربة الناعمة وقوامها. يمكن ان يعزى سبب اختلاف النسبة في رطوبة التربة إلى نوع النسيج للتربة الناعمة (الغرين، الطين) وقلة النفاذية والقابلية العالية على الاحتفاظ بكمية الماء فضلا عن ان التربة الطينية يصلها الماء بواسطة الخاصية الشعرية وبذلك يكون محتوى الرطوبي فيها عالي (Hassan et al., 2022). ولكن وكانت قيم المحتوى الرطوبي قليلة للتربة وذلك لان النمذجة كانت في فصل الصيف وكان الجو حار.

2- الوزن النوعي (Specific gravity)

تم إجراء هذا الفحص بموجب المواصفة الأمريكية (ASTM D854 -14, 2014)، يبين الجدول (2) نتائج الوزن النوعي

جدول رقم 2: الوزن النوعي للنماذج قيد الدراسة وتصنيفها حسب (Das, 1982).

رقم النموذج	Specific gravity	نوع التربة حسب (Das,1982)
1	2.73	طين وطين غريني
2	2.64	رمل
3	2.68	غرين
4	2.67	رمل
5	2.71	طين وطين غريني
6	2.66	رمل
7	2.69	غرين

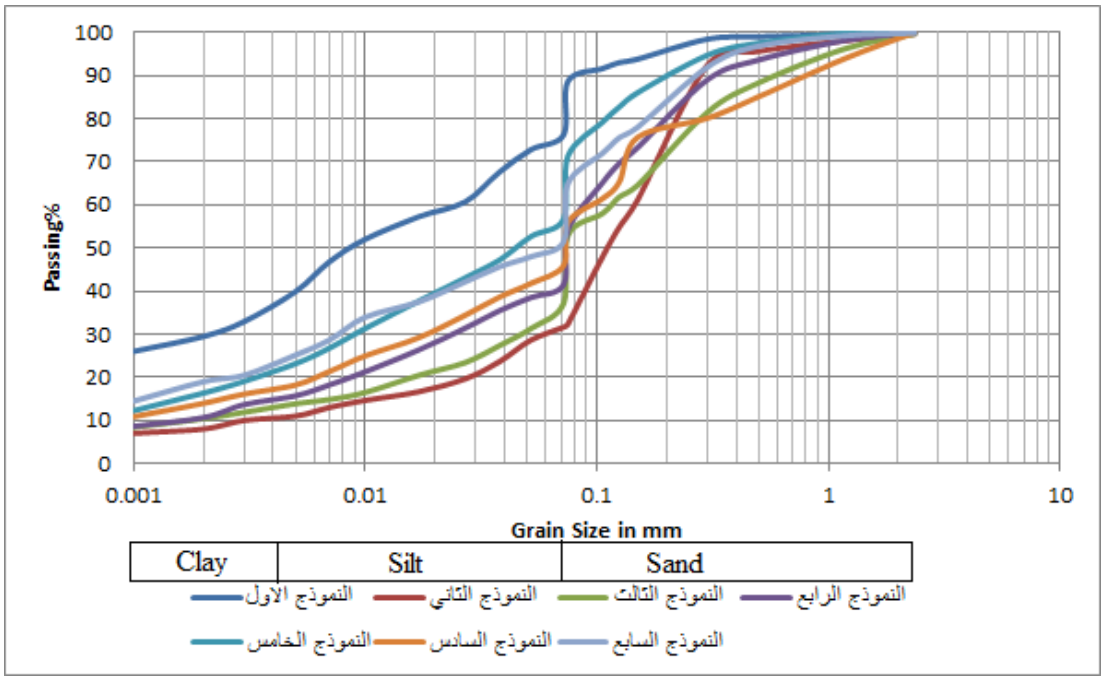
يعتمد اختلاف الوزن النوعي في التربة على محتواها الكيميائي والمعدني وعلى درجة التميؤ في حبيبات التربة (Al-Haddad ,2005). يدخل الوزن النوعي في حسابات التحليل الحجمي لحبيبات التربة حسب التصنيف الموحد لتحديد نوعية التربة وذلك لان كل نوع من انواع التربة له وزن نوعي حيث ان الوزن النوعي للرمل يتراوح ما بين (2.63 و2.67) والوزن النوعي للغرين يتراوح ما بين (2.68 و2.71) اما الوزن النوعي للطين والطين الغريني فيتراوح بين (2.72 فأكثر) وعند استخراج الحجم الحبيبي للتربة حسب التصنيف الموحد يتم استخدام الوزن النوعي لتحديد نوع التربة. اضافة الى ذلك يعد إيجاد الوزن النوعي للتربة مهم جدا في التطبيقات الهندسية اذ يمكن عن طريقه تمييز انواع التربة المختلفة بصورة تقريبية كما يستفاد منه في بعض الفحوصات الهندسية مثل الانضمام والتحليل بواسطة المكثاف.

3- التحليل الحجمي الحبيبي (Grain size analysis)

تم إجراء التحليل الحجمي حسب المواصفات القياسية الأمريكية (ASTM D422-63 Reapproved 2007-2014)، ويعد التحليل الحجمي الحبيبي للتربة من العوامل الاساسية في تصنيف التربة. وهناك عدة أنظمة لتصنيف التربة واستخدم في هذه الدراسة النظام الموحد لتصنيف التربة (Unified Soil Classification System)، ويعد تصنيف النظام الموحد هو الاكثر ملاءمة من باقي النظم الاخرى في تصنيف التربة لأغراضها الهندسية. يبين الجدول (3) نتائج النماذج التي تم دراستها والشكل (3) يوضح التدرج الحبيبي للتربة لنماذج منطقة الدراسة.

جدول رقم 3: نتائج نماذج منطقة الدراسة.

رقم النموذج	Clay%	Silt %	Sand %
1	49	40	11
2	10	22	68
3	12	42	46
4	24	29	47
5	38	34	28
6	28	30	42
7	30	36	34



الشكل 3. نتائج التحليل الحجمي لنماذج منطقة الدراسة.

من خلال نتائج التحليل الحجمي يستدل على ان الرواسب عبارة عن مواد تم نقلها نتيجة التصريف اليومي لمجرى الوادي وتتأثر بطاقة وانحدار وسرعة جريان الوادي التي تزداد اثناء موسم الشتاء حيث هناك تساقط نسبة كبيرة من الأمطار وذوبان الثلوج وهذا يزيد من تصاريف الوادي والسبب في ذلك ان المكونات يتم نقلها من الجهات العليا للوادي باعتباره المصدر المجهز الاول وتنقل هذه المواد على شكل مواد عالقة (Abed and Azzubaidi, 2020; Jassam, 2021). إن تصنيف الترب اعتمادا على حجمها الحبيبي يعد مهما جدا من الناحية الهندسية وذلك لكون استقراريه التربة (Soil Stability) تعتمد بالدرجة الأساس على الحجم الحبيبي وتدرجه وتوزيع نسبه. وقد أشار (Fattuhi et al.,1989) إلى أن التربة التي تكون مكوناتها ذات أحجام كبيرة نسبياً (حصى، رمل) تكون أعلى استقرارا من التربة التي تكون جسيماتها انعم (التربة الطينية) وذلك من خلال تحمل الاجهادات خصوصا عند بناء المنشآت الهندسية الكبيرة كالجسور حيث يمكن ان تكون ذات اسس قوية على عكس التربة الناعمة.

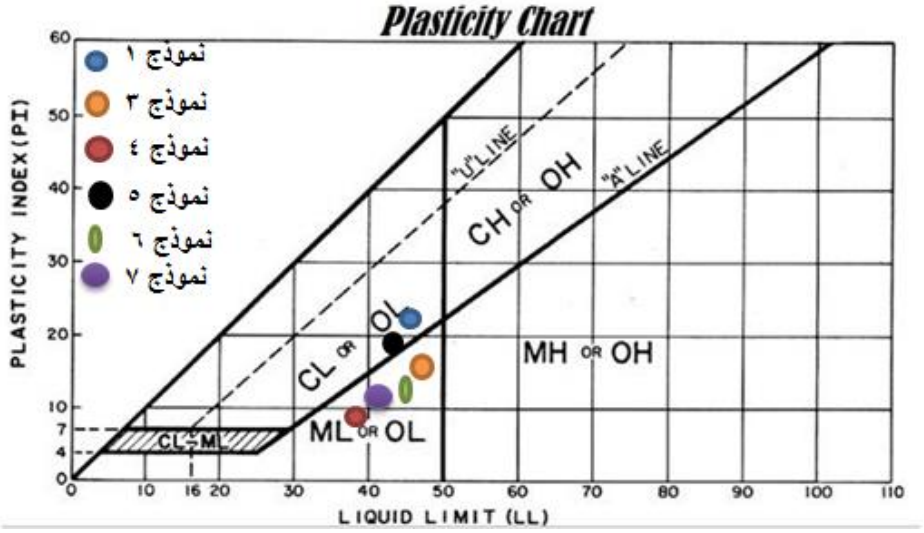
4- حدود أتربيرك (Atterberg Limits)

تم اجراء الفحص استنادا إلى المواصفة الأمريكية (ASTM D4318-14 2014). يبين الجدول (4) نتائج حدود اتربيرك.

جدول رقم 4: يوضح نتائج فحوصات حدود أتربيرك لعينات الدراسة.

رقم النموذج	حد السيولة(%) (L.L)	حد اللدونة (%) (P.L)	معامل اللدونة(%) (P.I)
1	45.8	25.4	20.4
2	No Liquid	No Plastic	
3	46.5	33.6	12.9
4	39.6	30.4	9.2
5	42.8	23.6	19.2
6	44.3	33.9	10.4
7	41.3	31.1	10.2

وتم تصنيف النماذج قيد الدراسة اعتمادا على التصنيف الموحد (ASTM-D,2487, 2004)، كما موضح في الشكل (4).



الشكل 4. تصنيف نماذج الدراسة حسب التصنيف الموحد (ASTM- D-2487, 2004)

تم تصنيف النماذج قيد الدراسة بالاعتماد على معامل اللدونة وحسب تصنيف (Budnikov, 1964) كما في الجدول (5)، حيث يلاحظ إن النماذج قيد الدراسة تقع ضمن حقل اللدونة (Plastic)، وحقل متوسطة اللدونة.

جدول رقم 5: نماذج الدراسة بحسب معامل لدونتها اعتمادا على تصنيف (Budnikov, 1964)

Classification	Plasticity Index	Sample No.
Super plastic	> 25	
Plastic	15 – 25	**1,** 5
Moderately plastic	7 – 15	3,4,6,7
Poorly plastic	< 7	
Non plastic	Not forming a plastic mass	

يزداد حد السيولة بزيادة نسب الاحجام الناعمة كالطين، حيث يزداد حدا السيولة واللدونة عند وجود ايونات الكالسيوم، وعلى العكس من ذلك يحدث نقصان في قيمة دليل اللدونة (Al-Ashu, 1991). ان زيادة نسب المعادن غير الطينية على اللدونة مثل الكالسايت والكوارتز يكون تأثيرها سلبيا. بسبب وجود علاقة عكسية بين اللدونة والحجم الحبيبي تعتبر المعادن الطينية هي المسؤول المباشر والاول عن خواص اللدونة في التربة (Khalaf and Issa, 2021; Al-Turaihi, 2023). أظهرت نتائج الفحوصات ان رواسب النموذج الاول والنموذج الخامس لدنة (plastic) ويرجع السبب الى ان نسبة الطين مرتفعة مما ادت الى زيادة قيم معامل اللدونة (Khalaf and Issa, 2021). بينما صنفت رواسب النماذج (3,4,6,7) بانها متوسطة اللدونة (Moderately plastic) ان نسبة الرطوبة في التربة والتي تبقيها في حالة لدنة يعد معامل اللدونة مؤشر ودليل عليها (Khalaf and Issa, 2021.)

5- فعالية التربة الطينية (Activity of clay)

قدر (Skempton, 1953) أهمية التغير الحجمي نتيجة ظاهرة الانتفاخ والانكماش التي تحدث في التربة الطينية وتوصل إلى ان هناك علاقة تربط بين دليل اللدونه والنسبة المئوية لحبيبات المعادن الطينية بحجم اقل من (2) مايكرون، وان فعالية التربة الطينية يعبر عنها بالعلاقة التالية (Bowles, 1984).

$$A=\frac{P.I.}{\%.of.clay.fraction}.....(4)$$

استخدم تصنيف (Skempton, 1953) (الجدول 6) لتصنيف فعالية الترب الطينية في منطقة الدراسة (الجدول 7).

جدول رقم 6: تصنيف فعالية التربة الطينية حسب (Skempton, 1953)

الفعالية	تصنيف التربة
اقل من 0.75	تربة غير فعالة (Non – active)
1.25 -0.75	تربة اعتيادية الفعالية (Normally activity)
2.0 -1.25	تربة فعالة (Active)

جدول رقم 7: تصنيف فعالية التربة في منطقة الدراسة حسب تصنيف (Skempton, 1953)

رقم النموذج	نسبة الطين	PI	فعالية التربة الطينية
1	49	20.4	0.41
3	12	12.9	1.07
4	24	9.2	0.38
5	38	19.2	0.50
6	28	10.4	0.37
7	30	10.2	0.34

نلاحظ بان فعالية التربة الطينية حسب تصنيف (Skempton, 1953) في جميع نماذج منطقة الدراسة غير فعالة ما عدا النموذج الثالث حيث تعتبر التربة فيه ذات فعالية اعتيادية.

ب- الخواص الكيميائية (Chemical Properties)

تتعرض المنشآت الهندسية المقامة على تربة حاوية على معادن قابلة للذوبان الى العديد من المخاطر، إذ تعتبر المعادن القابلة للذوبان ذات تأثير سلبي في مواد البناء التي تدخل في الإنشاء والتي تؤدي إلى تدهور مؤثر في خصائصها وصفاتها وان الجبس يمكنه ان يدمر بعض مواد البناء عند ما يذوب ويكون على تماس مباشر معها، تزداد قابلية الجبس في تأثيراته للتأكل بزيادة درجة الحرارة بشكل تماسي ومباشر مع عناصر البناء (Al-Naimi, 1999). شملت الفحوصات الكيميائية تحديد نسبة المحتوى الجبسي ومجموع الأملاح الكلية القابلة للذوبان وقياس الأس الهيدروجيني ونسبة المواد العضوية ونسبة الكبريتات)، إذ تم أجراء هذه الفحوصات في قسم الهندسة الكيمياوية، كلية الهندسة، جامعة تكريت. تم حساب الخواص الكيميائية كنسبة مئوية استناداً الى الطرائق الواردة في (B.S.1377, 1990). يوضح الجدول (8) نتائج الخواص الكيميائية لنماذج منطقة الدراسة.

جدول رقم 8: نتائج الفحوصات الكيميائية لنماذج قيد الدراسة.

رقم النموذج	Gypsum CaSO4.2H2O %	Organic Materials %	SO3 %	Total Dissolved Salts	pH
1	7.31	0.35	1.38	11.84	7.98
2	9.17	0.27	2.13	13.43	7.97
3	38.21	0.03	6.18	41.16	7.91
4	34.26	0.09	5.61	37.81	7.96
5	32.65	0.11	3.87	35.19	7.96
6	33.23	0.07	5.03	36.78	7.95
7	37.05	0.05	4.68	40.09	7.93

تراوحت قيم الاس الهيدروجيني في نماذج منطقة الدراسة ما بين (7.91 و7.98)، يعتبر الاس الهيدروجيني من العوامل المهمة التي تؤثر في حركة العناصر الثقيلة بصورة مباشرة او غير مباشرة في عمليات الاذابة والترسيب وتفاعلات الاكسدة والاختزال وتكوين المعقدات (Al-Saffawi., 2018). تدل هذه النسب للاس الهيدروجيني على ان التربة ضعيفة الى متوسطة القلوية.

تراوحت نسبة المواد العضوية في نماذج منطقة الدراسة ما بين (0.03 و0.35%)، أن للمواد العضوية تأثيرات غير مرغوب فيها من النواحي الهندسية والبيئية ويمكن حصر هذه التأثيرات بما يأتي:

الانخفاض في سعة التحمل وزيادة في الانضغاطية، وبالتالي زيادة احتمالية الانتفاخ والانكماش نتيجة لحدوث تغير في المحتوى الرطوبي، حيث أن وجود الفجوات قد يعطي قيما غير حقيقية لمقاومة القص، لذلك تكون التربة الحاوية على مواد عضوية ذات مقاومة قص قليلة جدا (Sparks, 2003).

تعمل المواد العضوية على تثبيت ومسك العناصر الثقيلة بسبب قابليتها على امتزاز العناصر وتكوين المعقدات العضوية غير القابلة للذوبان، وهذا ما يؤدي الى تقييد حركة العنصر بسبب الزيادة في التركيز فالمواد العضوية لها قدرة على التبادل الايوني تصل الى (500 ملي مكافئ/ لتر) (Al-Hashemi, 2020). يؤدي وجود المواد العضوية في التربة الى نتائج عكسية للأعمال الهندسية، إذ تزيد من قابلية التربة على الانضغاط وتؤدي الى الهبوط السريع وانخفاض السعة التحميلية. وحسب النتائج التي تم الحصول عليها فان نسبة المواد العضوية في منطقة الدراسة تعتبر غير مؤثرة من الناحية الهندسية.

تراوحت نسبته الجبسم في نماذج منطقة الدراسة ما بين (7.31 و38.21%). يعتبر المحتوى الجبسي خطر ويؤثر سلبيا عندما تكون نسبته عالية، اذ يؤثر على الاسس التي تقام عليها المنشآت بحيث يقلل من المقاومة القصية للتربة ويعمل على زيادة امكانية الانتفاخ للترب الجبسية كما يعمل على الزيادة في المحتوى الرطوبي والتقليل من الكثافة، كما تعد نسبة الجبس خطرة جدا على الاسس اذا تجاوزت (5.0 % في التربة) (Qader, 2023) لذا تعتبر هذه النسب العالية للجبسم في منطقة الدراسة خطرة جدا وتؤثر بصورة مباشرة على الاسس الهندسية التي من الممكن ان تقام عليها المنشآت لان الترب الجبسية ستؤدي الى مشاكل هندسية تظهر على شكل تشققات في الابنية او ميلان الابنية وفي بعض الاحيان قد يحدث انهيار بعض هذه المنشآت او يحدث هبوط غير متجانس بصورة سريعة نسبيا اذا ما تعرضت للمياه (Al-laylah, 1993).

تراوحت نسبة الاملاح الكلية القابلة للذوبان ما بين (11.84 و41.16). تدخل الاملاح القابلة للذوبان في عملية الاماهة عندما تكون نسبتها عالية حيث يكون تأثيرها سريعا عندما تكون بشكل حر في الماء.

استناداً إلى (Baver, 1972 في Al-Adli, 1998) فان نسبة الأملاح القابلة للذوبان تعد عالية إذا بلغت أكثر من (0.5 %)، لذلك فان وجود هذه النسب العالية من الاملاح في منطقة الدراسة تعتبر خطرة جدا على المنشآت الهندسية التي من الممكن اقامتها عليها.

تراوحت نسبة الكبريتات في منطقة الدراسة ما بين (1.38– 6.18%)، اذ تؤثر الكبريتات الموجودة في المياه الجوفية والتربة تأثيرات كبيرة على خرسانة الاسس وانابيب المجاري الكونكريتية في حال وجودها بنسب عالية وذوبانها في الماء مما يجعل التربة تتفتت وتنتفخ مؤدية بذلك الى تأكل الخرسانة، كما ان وجود الاملاح الكبريتية بنسب عالية في الركام الطبيعي (الخشن، الناعم) يؤدي الى حدوث تمدد بطيء في الخرسانة المنتجة (Lea, 1970). ان وجود هذه النسب العالية من الكبريتات في منطقة الدراسة تعتبر خطرة جدا في حال اقامة المنشأت الهندسية عليها، لذلك يجب اجراء بعض المعالجات قبل الشروع باي عمل هندسي في منطقة الدراسة.

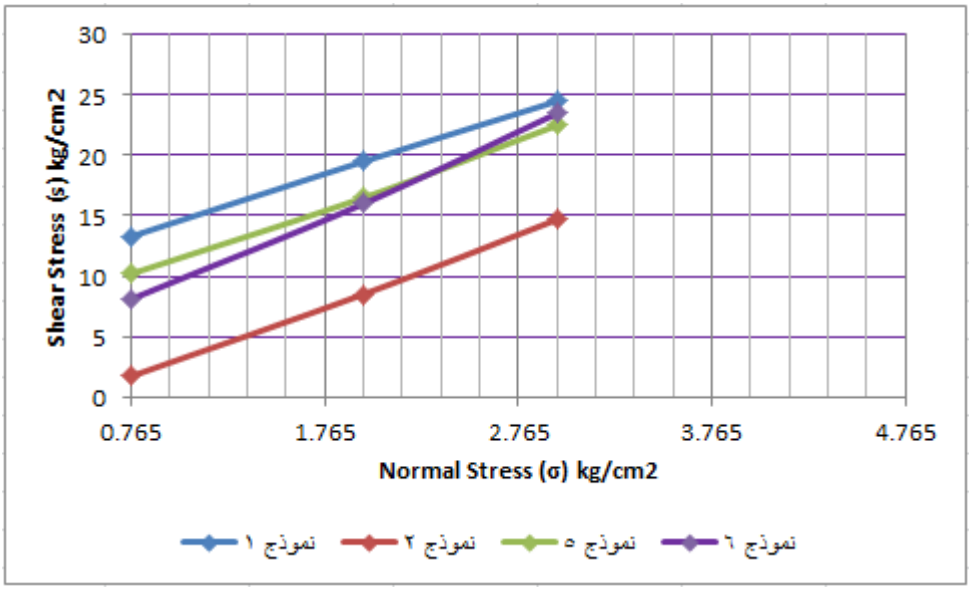
ج–الخواص الهندسية (Engineering Properties)

1– فحص القص المباشر (Direct Shear test)

هي عملية انزلاق لطبقة أو جزءا من التربة على طبقة أخرى تكون ضمنينا داخل جسم التربة، وفي اغلب الاحيان تكون هذه القوى افقية بحيث يتم ذلك نتيجة لتسليط القوى المتزايدة في اتجاه الانزلاق (Braja and Das, 2018). أما المقاومة القصية فتعرف بأنها مقاومة التربة التي تبديها ضد الانزلاق الذي قد يحدث بداخلها نتيجة لتسليط القوة الخارجية عليها، وأن سرعة الإزاحة التي من الممكن ان تتعرض لها النماذج أثناء الفحوصات تعد من العوامل المهمة في النتائج التي يتم الحصول عليها خاصة بالنسبة للترب التي تكون نفاذيتها قليلة، ولمنع تأثيرات ضغط ماء الفجوات في هذه الترب يستوجب استعمال سرعة قليلة جداً (Hassan et al., 2022). اجري هذا الفحص لقياس مقاومة القص وزاوية الاحتكاك الداخلي لنماذج الترب الطينية والرملية الجافة على وفق المواصفة الامريكية (ASTM D3080-11, 2011).

حسبت مقاومة التماسك للنموذج الاول والتي تساوي (13.3 كغم/ سم^2) وزاوية الاحتكاك الداخلي والتي تساوي (21°) درجة، اما فيما يتعلق بالأنموذج الثاني، فان قيمة مقاومة التماسك تساوي (1.7 كغم/ سم^2) وقيمة زاوية الاحتكاك الداخلي

تساوي (40°) درجة. اما النموذج الخامس، فان قيمة مقاومة التماسك فيه تساوي (10.2 كغم/ سم^2) وقيمة زاوية الاحتكاك الداخلي تساوي (30°)، والنموذج السادس له مقاومة تماسك تساوي (8.1 كغم/ سم^2) وقيمة زاوية الاحتكاك الداخلي تساوي (36°) درجة. كلما ازدادت نسبة المواد الناعمة (الغرين والطين) تزداد بدرجة كبيرة نسبة التماسك في التربة ويقل كلما ازداد محتواها المائي حيث تقل نسبة الجسيمات في وحدة الحجم وبالتالي تتناقص قوة تماسكها، كما ان ذلك يعتمد على التركيب المعدني للجزيئات في التربة (Al-Sultani et al., 2023). يمثل الشكل (5) العلاقة بين الاجهاد العمودي واجهاد القص للنماذج التي تم اجراء الفحص لها.



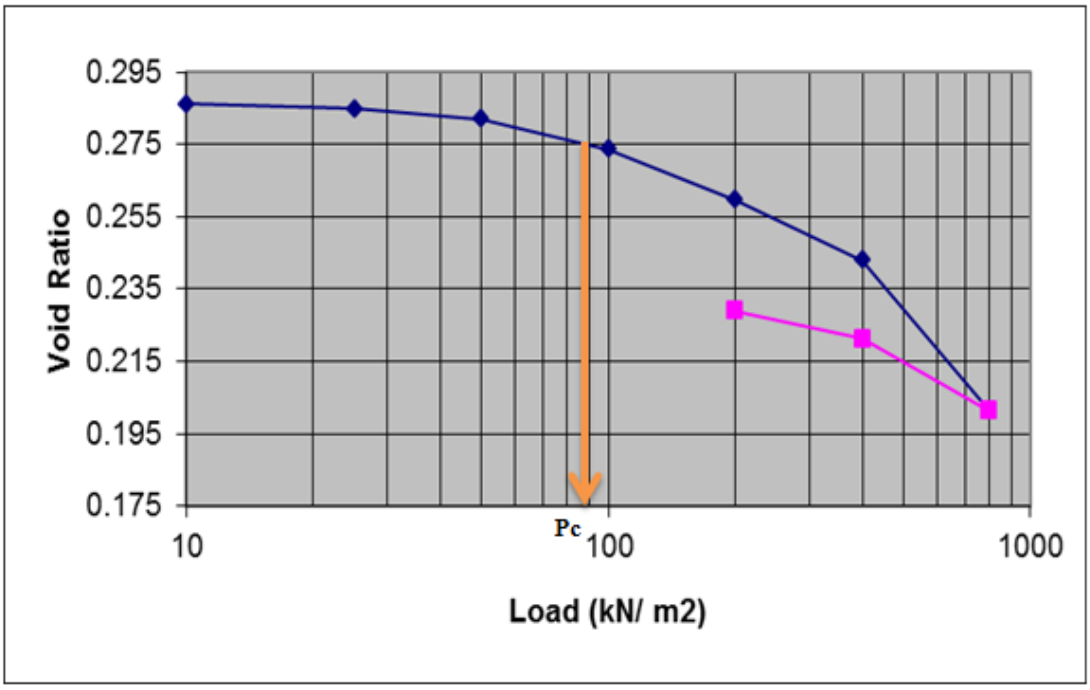
الشكل 5. العلاقة بين الاجهاد العمودي واجهاد القص لنماذج منطقة الدراسة

2- فحص الانضمام (Consolidation Test)

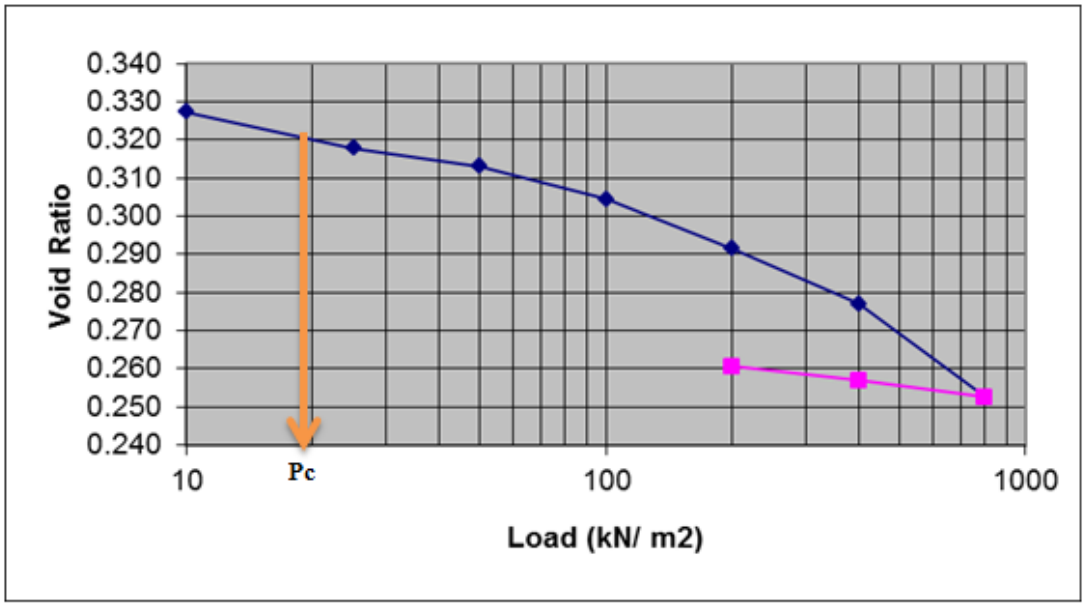
يمكن تعريف الانضمام في التربة بأنه التقارب بين حبيباتها والنقص في حجمها الذي يحدث داخل التربة المشبعة عند تعرضها الى عملية إجهاد ناتجة عن الزيادة في ضغط الماء المسامي وحركة الماء المسامي الى خارج حدود التربة. ان الأضرار الناتجة عن النقص في فراغات الترب الطينية خلال عملية الانضمام هي أكبر مما هي عليه في المواد الرملية بسبب كون الانضمام في المواد الرملية معظمه يحدث خلال مدة الإنشاء ويكون سريعا، على العكس من ذلك، فان الانضمام في المواد الطينية يحتاج الى وقت كثير للاكتمال (Abdulla and Majeed., 2021). اجري فحص الانضمام حسب المواصفات الامريكية (ASTM- D2435,11- 2011).

حسبت قيمة كل من (Cc) و(Cr) فيما يتعلق بالنموذج الاول والتي تساوي (0.13) (0.066) على الترتيب كما بلغ المحتوى المائي للعمق نفسه (6%) (الشكل 7). اما فيما يتعلق بالنموذج الثاني فقد كانت قيمة كل من (Cc) و(Cr) (0.081) (0.014) على التوالي. كما بلغ المحتوى المائي للنموذج نفسه (5%) (الشكل 8). بينما كانت قيمة كل من (Cc) و(Cr) بالنسبة للنموذج الخامس (0.12) (0.017) على التوالي، كما بلغ المحتوى المائي للنموذج نفسه (4.5%) (الشكل9). اما فيما يتعلق بالنموذج السادس، فقد كانت قيمة كل من (Cc) و(Cr) (0.21) (0.097) على التوالي، كما بلغ المحتوى المائي للنموذج نفسه (4.5%) (الشكل 10). تتأثر قيمة دليل الانضغاط بنسبة الاطيان والمحتوى العضوي ونسبة المعادن الطينية والمحتوى المائي، اذ ان التربة الرملية تكون ذات قيمة انضغاط عالية بسبب نسبة الفراغات العالية فيها عكس التربة الطينية التي لها قيم انضغاط اقل(Zhang et al., 2020) . تتأثر قيم دليل الانتفاخ بنوعية الاطيان في التربة، فعند وجود معادن طينية قابلة للانتفاخ في التربة مثل (الالايت والمونتموريلونايت والفيرميكوليت) فإنها سوف تسبب زيادة في نسبة

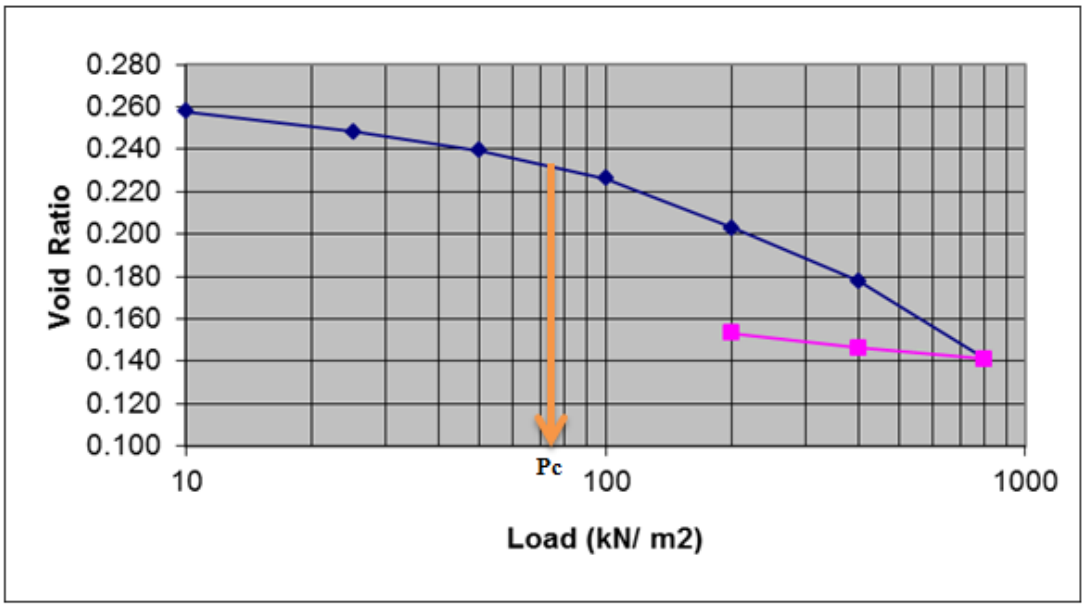
الفراغات وزيادة دليل الانتفاخ. ان قابلية انتفاخ الترب الرملية اقل من الترب الطينية، وبالتالي فان هذا سيؤثر على قيمة دليل الانتفاخ (Luan and Nu., 2021).



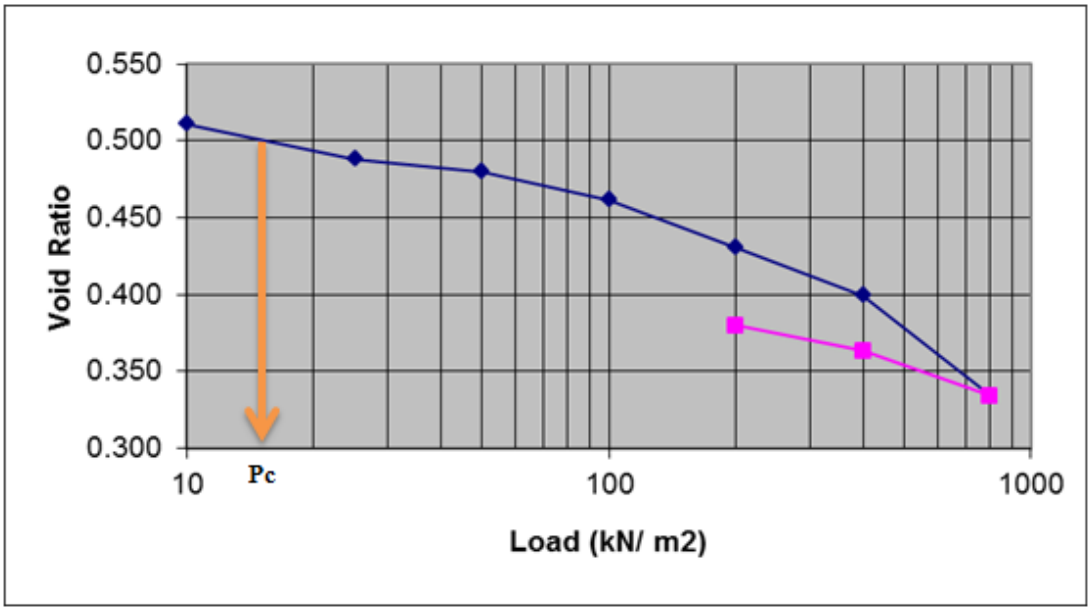
شكل 7. مخطط فحص الانضمام للنموذج الاول



شكل 8. مخطط فحص الانضمام للنموذج الثاني



شكل 9. مخطط فحص الانضمام للنموذج الخامس



شكل 10. مخطط فحص الانضمام للنموذج السادس

بلغت قيمة ضغط الانضمام المسبق (Pc) لمنطقة البحث kN/m^2 (90) فيما يتعلق بالنموذج الاول، اما فيما يتعلق بالنموذج الثاني، فقد بلغت قيمة ضغط الانضمام المسبق (Pc) فيه kN/m^2 (19) كما بلغت قيمة ضغط الانضمام المسبق (Pc) kN/m^2 (75) بالنسبة للنموذج الخامس، اما فيما يتعلق بالنموذج السادس فقد بلغت قيمة ضغط الانضمام المسبق (Pc) kN/m^2 (16). اما قيم الاجهاد الفعال الحالي لمنطقة البحث (Po) فقد بلغت kN/m^2 (88.83) فيما يتعلق بالنموذج الاول، في حين بلغتkN/m^2 (41.96) في النموذج الثاني. بينما بلغت (21.58) kN/m^2 في النموذج الخامس كما بلغت قيم الاجهاد الفعال الحالي لمنطقة البحث (Po) (6.03) kN/m^2 في النموذج السادس. وفي منطقة الدراسة عند زيادة نسبة الفراغات تزداد قابلية انضغاطها وبالتالي حصول عملية الهبوط والتي تعتبر من المشاكل الهندسية الخطرة من ناحية تأثيرها على الابنية التي من الممكن اقامتها على هذه التربة.

الاستنتاجات

بينت نتائج التحليل الحجمي الحبيبي سيادة نسبة التربة الناعمة في جميع نماذج منطقة الدراسة ما عدا النموذج الثاني الذي يحتوي على نسبة كبيرة من الرمل، كما اظهرت هذه الدراسة بان التربة تحتوي على مدى واسع من احجام الرسوبيات واختلاف في نسبة حجوم الحبيبات المكونة للتربة، وعليه فأنها تعد تربة غير متجانسة في خواصها. يؤدي هذا الاختلاف في طبيعة التربة الى حدوث هبوط متباين والى انحراف المنشآت التي من الممكن ان تقام عليها. كما صنفت النماذج المدروسة على إنها طينية واطئة اللدونة وغرينية واطئة اللدونة استنادا إلى تصنيف (Budnikov, 1964)، وتبين من تصنيف قيم حد السيولة زيادة نسبة المواد الطينية، وزيادة هذه الخواص تسبب مشاكل هندسية، كما اظهرت النتائج بان فعالية التربة الطينية في مناطق الدراسة بين (غير فعالة – اعتيادية الفعالية)، فيما وجد ان قيم الوزن النوعي للترب الناعمة والرمل تقع ضمن حدود الرمل والغرين والطين حسب تصنيف (Das, 1982)، وهذا يعتمد على نوعية المواد المكونة للتربة. كما استنتجت الدراسة ان زاوية الاحتكاك الداخلي تتأثر بشكل كبير بقيم معامل اللدونة ونسبة المواد الخشنة، فيما اظهرت نتائج القص المباشر زيادة قيم التماسك بازدياد نسبة المواد الناعمة (الغرين والطين) وانخفاضها بازدياد نسب المحتوى المائي ونسبة المواد الخشنة. بلغت قيم دليل الانضغاطية (Cc) في النموذج الاول (0.13) وفي النموذج الثاني (0.81) وفي النموذج الخامس (0.12) وفي النموذج السادس (0.21). يعكس هذا التفاوت في القيم ان ترسبات النماذج لها قابلية انضغاط مختلفة. وقد بلغت قيم دليل الانتفاخ (Cr) في النموذج الاول (0.066) وفي النموذج الثاني (0.014) وفي النموذج الخامس (0.017) وفي النموذج السادس (0.097) القيم العالية تعكس ان ترسبات منطقة الدراسة لها قابلية انتفاخ متفاوتة. تتأثر نسبة الفراغات ودليلا الانضغاط والانتفاخ بنوعية التربة. ان التربة الطينية تكون ذات نسبة فراغات ودليلى انضغاط وانتفاخ أكبر من التربة الرملية. تبين من دراسة العلاقة بين الخواص الجيوتكنيكية المختلفة للتربة في منطقة الدراسة بان هذه الخواص تسبب مشاكل هندسية.

المصادر

Abdulla, R. and Majeed, N., 2021. Enhancing Engineering Properties of Expansive Soil Using Marble Waste Powder. The Iraqi Geological Journal, pp. 43-53. DOI: 10.46717/igj.54.1E.4Ms-2021-05-25

Abed, M.S. and Azzubaidi, R.Z., 2020. Sediment Transport Within the Reservoir of Mandali Dam. Journal of Engineering, 26(2), pp. 29-41. https://doi.org/10.31026/j.eng.2020.02.03

Al-Turaihi, A.S., Al-Zubaydi, J.H. and Manii, J.K., 2023. Engineering and Mineralogical Characteristics of Sand Dunes of Babylon Governorate, Iraq. Iraqi Geological Journal This link is disabled, 56(1), pp. 247- 258, https://doi.org/10.46717/igj.56.1E.19ms-2023-5-29

Al-Adli, A.S., 1998. Geotechnical Evaluation of Soil Subsidence in the City of Baghdad and its Treatment, Unpublished PhD Thesis, University of Baghdad - College of Science, 148 P. (In Arabic).

Al-Ashu, M.O., 1991. Principles of Soil Mechanics, Dar Al-Kutub for Printing and Publishing, University of Mosul, 574 P. (In Arabic).

Al-Fraji, Y.I. and Al-Khafage, S.J., 2023. The Suitability of Fatha Clay Deposits for Clay Bricks Industry in Zurbatiya Area, Eastern Iraq. Iraqi Journal of Science, pp. 2325-2341.

Al-Haddad, K.A.A., 2005. The Effect of Washing on Some Properties of Gypsum Soils in the Samarra Region - Iraq, Unpublished PhD Thesis, College of Science, University of Baghdad, 160 P. (In Arabic).

Al-Hashemi, A.M.A. and Al-Shammari, A.K.H., 2020. Environmental Assessment of Urban Soil Pollution with Heavy Metals in Wasit Governorate Using Pollution Standards (CF, PLI, I geo), Journal of the College of Basic Education, Proceedings of the First Virtual International Scientific Conference for Social Sciences, Part Two, Geography, Issue (2), Volume (4), 19 P. (In Arabic).

Al-laylah, M.T., 1993, Problems of Gypsum Soils and a Proposed Solution for Treatment, First Scientific Conference Proceedings, Soil Mechanics and Foundation Engineering, pp. 1-15. (In Arabic).

Al-Naimi, S.A., 1999. The Effect of Nitric Acid on some Geotechnical Properties of Gypsum Soils in the Latifiya Region (Central Iraq)", MSc. Thesis, College of Science - University of Baghdad, 84 P. (In Arabic).

Al-Saffawi, A., 2018. Application of CCME WQI to Assessment the Environmental Status of Tigris River Water for Quatic Life within Nineveh Governorate, North Iraq. Al-Utroha J., (5), pp. 57-71.

Al-Sultani, N.K., Al-Amar, H.A. and Al-Zubaydi, J.H., 2023. Geotechnical Properties of Soil Slopes of the Great Musaiyab Project, Babylon, Middle of Iraq. The Iraqi Geological Journal, pp. 273-280.

Asiaei, O., Karimaei Tabarestani, M., Soltani, A. and Payan, M., 2021. Study on Geotechnical Properties of Sediment Deposited in Latian Dam Reservoir Using Field Measurements. Iranian Journal of Soil and Water Research, 52(9), pp. 2457-2470. 10.22059/IJSWR.2021.326357.669010

ASTM D2216-10, 2010. Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water Moisture Content of Soil and Rock by Mass.

ASTM D2435-11, 2011. Standard Test Methods for One-Dimensional Consolidation Properties of Soils Using Incremental Loading.

ASTM D3080-11, 2011. Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions.

ASTM D422-63) Reapproved 2007, 2014. Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils1, American Society for Testing Materials, West Conshohocken, Pennsylvania.

ASTM D4318-14, 2014. Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

ASTM D854-14, 2014. Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer1, American Society for Testing Materials, West Conshohocken, Pennsylvania.

ASTM-D, 2487 - 00, 2004. Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System).

B.S. 1377- 3, 1990. Methods of Testing Soil for Civil Engineering Purposes British Standards Institution, London

Baver, L.D. 1972. Soil Physics, 4th. Ed., John Wiley and Sons Inc., New York, 498 P.

Bowles, J.E., 1984. Physical and Geotechnical Properties of Soil, 2nd ed, McGraw-Hill Japan Ltd. 578 P.

Braja, M., Das, K.S., 2018. Principles of Geotechnical Engineering. Cengage Learning. Boston, 845 P.

Budnikov, P.P., 1964. The Technology of Ceramics and Refractories, M.I.T. Press, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 647 P.

Das, M.B., 1982. Soil Mechanics Laboratory Manual, The University of Texas at El Paso.

Fattuhi, Z.R., Thabet, K.M., Al-Jassar, S., and Mashkour, M., 1989. Engineering Geology and Site Investigation, Dar Al-Kutub Directorate, University of Mosul, 352 P. (In Arabic).

Hassan, A., Khwedim, K. and Sahaab, A., 2022. Geotechnical Assessment of Soil at the Campus Site of College of Science, University of Diyala. Iraqi Journal of Science. https://doi.org/10.24996/ijs.2023.64.5.19

Jassam, W.A., 2021. Simulations of Hydraulic and Sediment Transport in the Reach of Diyala River. Unpublished Master's thesis 189 P.

Khalaf, M.O. and Issa, B.M., 2021. Study of the Relationship Between Some Physical Properties of Selected Soils in Babylon, Central Iraq. The Iraqi Geological Journal, pp. 155-164. https://doi.org/10.46717/igj.54.2D.12Ms-2021-10-31

Lambe, T.W., 1951. Soil Testing for Engineers, John Wiley and Sons, Inc., New York, 165 P.

Lea, F.M.,1970. The Chemistry of Cement and Concrete, 3rd ed., Edward Arnold, London, 429 P.

Luan, V.N., and Nu, N.T., 2021. Consolidation Properties of Ho Chi Minh City Soil, Vietnam. The Iraqi Geological Journal, pp. 1-10. https://doi.org/10.46717/igj.54.1A.1Ms-2021-01-22

Qadir, M.S., 2023. Geotechnical and Environmental Geochemical Characteristics of the Sediments of the Samarra Dam, Al-Wind and Mandali Dam Reservoirs and Their Suitability for Some Industrial Purposes, Unpublished Phd Thesis, College of Science, Tikrit University. (In Arabic)

Roy, S. and Bhalla, S.K., 2017. Role of Geotechnical Properties of Soil on Civil Engineering Structures. Resources and Environment, 7(4), pp. 103-109. DOI: 10.5923/j.re.20170704.03

Sayhood, W.H., and Rasheed, M.J., 2020. Assessment of Some Geotechnical Properties for Soils of Euphrates River Banks (Kufa-Mishkhab), Middle of Iraq. Iraqi Journal of Science, pp. 3242-3251. DOI: 10.24996/ijs.2020.61.12.13

Scott, C.R., 1974: An Introduction to Soil Mechanics and Foundations, 2nd Ed., Applied Science, Ripple Road, Essex, England, 361 P. DOI: 10.30572/2018/kje/090308

Sivakugan, N., 2021. Soil Mechanics and Foundation Engineering: Fundamentals and Applications. McGraw-Hill Education.

Skempton, A.W., 1953. The Colloidal Activity of Clays Process,3rd, Int. Conf. Soil Mechanics and Foundation Engineering, Eng. Switzerland, Vol. 1, 57 P.

Sparks, D.L., 2003. Environmental Soil Chemistry: An Overview. Environmental soil Chemistry, 2, pp. 1-42.

Yaseen, Z., Aqrawi, A.M. and Ahmed, I.N., 2022. An Industrial Evaluation and Chemical and Physical Properties of the Clay from the Taq Taq Area in Northern Iraq for some Ceramic Applications. Iraqi National Journal of Earth Science, 22(2), pp. 47-66. 10.33899/EARTH.2022.134616.1018

Zhang, H., Liu, X., Jia, Y., Du, Q., Sun, Y., Yin, P. and Shan, H., 2020. Rapid Consolidation Characteristics of Yellow River-Derived Sediment: Geotechnical Characterization and Its Implications for the Deltaic Geomorphic Evolution. Engineering Geology, 270 (1), DOI: 10.1016/j.enggeo.2020.105578