



تقييم بعض الخصائص الجيوتكنيكية لتربة موقع مقترح لبناء مجمعات سكنية، شمال غربي مدينة تكريت

رقية زاحم خلف^{1*} ، محمد راشد عبود² 

^{2,1} قسم علوم الأرض التطبيقية، كلية العلوم، جامعة تكريت، تكريت، العراق

الملخص

تم تقييم بعض الخصائص الجيوتكنيكية لتربة موقع مقترح لبناء المجمعات السكنية شمال غرب مدينة تكريت لثلاث محطات ممثلة بسنة نماذج وبأعماق تتراوح بين (0.5-6 متر). تراوح محتوى الرطوبة بين (0.41%-3.39%)، قيم الوزن النوعي هي (2.61%-2.39%)، أما نتائج تحليل حجم الحبيبات فقد بينت أن تربة المنطقة تحتوي على أحجام حبيبات من النوع الخشن (الحصى، والرمل) والنوع الناعم (الطين والطين) وأن نسبة الحصى تراوحت بين (0%-74.09%)، الرمل (21.58%-67.88%)، الطمي (3.59%-32.03%)، الطين (0.14%-23.84%). أظهرت نتائج اختبار حدود اللدونة أن معظم المحطات في منطقة الدراسة تفتقر لوجود الاطيان باستثناء النموذج (C) للمحطة (3)، فقد بلغ حد سيولته (22) بينما بلغ حد لدونته (19)، وقيم مؤشر اللدونة له (3)، أما قيم مؤشر الانضغاط للنماذج (C، A2) بلغت (0.95 ، 0.45) على التوالي ونسبة مؤشر الانتفاخ (0.31 و 0.083) على التوالي مما يدل على أن التربة ذات نسبة انتفاخ واطئة، وقد يكون سبب ذلك نتيجة احتوائها على نسبة قليلة من المعادن الطينية التي لها القابلية على الانتفاخ، أما قيم الكثافة الجافة العظمى فقد تراوحت بين (1.80 - 2.5 جم/سم³)، وقيم المحتوى الرطوبي المثالي (6.1%-12.1%)، وأظهرت التحاليل الكيميائية وجود نسبة عالية من الجبس تراوحت بين (1.06%-46.25%)، ونسبة الاملاح القابلة للذوبان بين (3.01%-50.07%) ونسبة المواد العضوية (0.017%-0.062%) وقيمة الرقم الهيدروجيني (7.82-8.11)، ونسبة الكلوريدات (1.82-0.21). يستنتج من هذه الدراسة ان التربة المدروسة غير صالحة لإقامة المشاريع الهندسية في وضعها الحالي.

معلومات الارشفة

تاريخ الاستلام: 26- يناير -2024

تاريخ المراجعة: 14- مارس -2024

تاريخ القبول: 13- مايو -2024

تاريخ النشر الالكتروني: 01- يوليو -2025

الكلمات المفتاحية:

الخواص الجيوتكنيكية

الترب الجبسية

التدرج الحبيبي

مؤشر الانضغاط

الكثافة الجافة

المراسلة:

الاسم: رقية زاحم خلف

Email: roqayazahim@gmail.com

Evaluation of Some Geotechnical Properties of the Soil of a Proposed Site for the Construction of Residential Complexes, Northwest of Tikrit City

Roqaya Zahim Khalaf ^{1*} , Mohammed Rashid Abood ² 

^{1,2}Department of Geology, College of Sciences, University of Tikrit, Tikrit, Iraq.

Article information

Received: 26- Jan -2024

Revised: 14- Mar -2024

Accepted: 13- May -2024

Available online: 01- Jul – 2025

Keywords:

Geotechnical properties
Gypsiferous soils
Grain size distribution
Compression index
Dry densit

Correspondence:

Name: Roqaya Zahim Khalaf

[Email:roqayazahim@gmail.com](mailto:roqayazahim@gmail.com)

ABSTRACT

Some geotechnical properties of the soil at depths between (0.5-6 meters), of a proposed site for the construction of residential complexes, northwest of the city of Tikrit are evaluated for three stations represented by six models. The moisture content is (0.41% - 3.39%), the specific gravity values are (2.39% - 2.61%). The particle size analysis show that the soil of the region has particle sizes of the coarse type (gravel, sand) and fine type (silt, clay). The percentage of gravel is (0%-74.09%), sand (21.58%-67.88%), silt (3.59%-32.03%), clay (0.14%-23.84%). The plasticity test shows that most of the stations in the study area lack the presence of clay, with the exception of model (C) for station (3), which has a fluidity limit of (22), a plasticity limit of (19). The plasticity index values for the model reached (3), and the compression index values for models (C, A2) respectively are (0.95-0.45), and the swelling index ratio (Cr) for the two models ranges between (0.31 and 0.083) meaning that the soil has a low swelling ratio due to the lack of clay minerals that can swell in the soil. The maximum dry density values are (1.80 - 2.5 gm/cm³) and the ideal moisture content values are (6.1% - 12.1%). Chemical analyses show a high percentage of gypsum in the soil ranging between (1.06% and 46.25%). The percentage of soluble salts is (3.01%-50.07%). The percentage of organic materials (0.017%-0.062%). The pH is (7.82% - 8.11%), and the chlorides (0.21% - 1.82%). We conclude from this study that the studied soil is not suitable for engineering projects in its current condition

DOI: [10.3389/earth.2024.146000.1216](https://doi.org/10.3389/earth.2024.146000.1216), ©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

إن إقامة أي منشأ هندسي يسبقه تقييم جيوتكنيكي للتربة في الموقع إذ يجب التعامل مع التربة بحذر لما لها من أهمية كبيرة بسبب ضرورة تحملها للأساسات المختلفة المقامة عليها ولضمان عدم فشلها تحت تأثير الاحمال المسلطة عليها، لذا يجب الأخذ بنظر الاعتبار عند تصميم المشاريع العمرانية القيام بجميع الفحوصات الضرورية للتربة في الموقع.

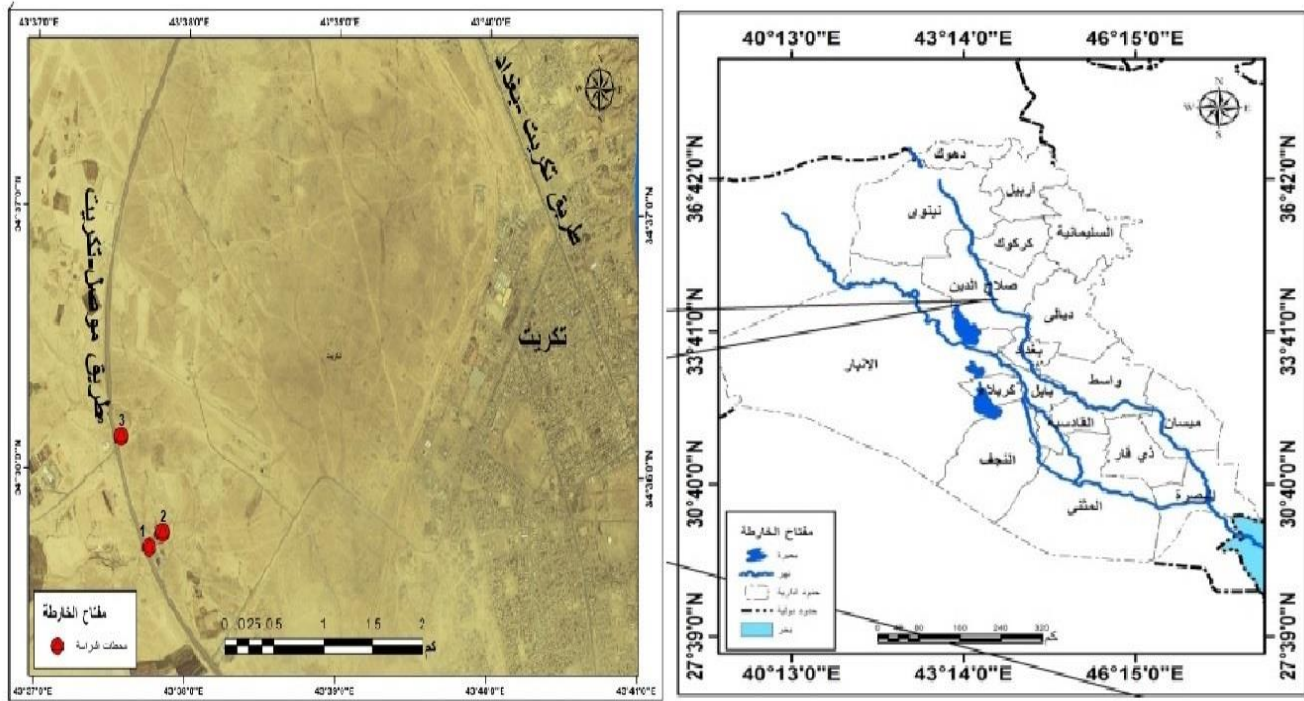
تُعد عملية التقييم الجيوتكنيكي الخطوة الأساسية الأولى لأي مشروع لأن الغرض من التقييم هو الحصول على أعلى نسبة امان مع مراعاة الكلفة الاقتصادية للمنشأ المراد تنفيذه (Thabet and Al-Ashu, 1993). وتُعد التربة الجبسية التي تغطي مساحات واسعة من العراق وفي مقدمتها مدينة تكريت من أبرز المشاكل التي من الممكن ان تواجهها أساسات المباني والمنشآت، فهي السبب الرئيس في حدوث هبوط المباني والتخسفات إذ يعمل الجبس كمادة رابطة بين حبيبات الطين فتكون التربة الجبسية صلبة في حالة الجفاف، ولكن قابلية الذوبان العالية للجبس في الماء يؤدي الى جعل التربة قابلة للانضغاط ومن ثم الانهيار بفعل تحطم المادة الجبسية الرابطة بين حبيبات أطيان التربة (Al-mohammadi and Nashat, 1987). مما تقدم، يظهر ان هناك حاجة ملحة الى إجراء دراسة معمقة لجميع الخواص الجيوتكنيكية (الفيزيائية، والكيميائية، والميكانيكية) للتربة في المنطقة قيد الدراسة وتحديد جميع المشاكل التي من الممكن ان تتعرض لها أساسات المباني والطرق والمنشآت الأخرى (Al-Jawadi et al., 2022). أما من الناحية الجيولوجية، فان التتابعات الطباقية في منطقة الدراسة وما حولها من الاقدم الى الاحداث تتمثل بتكويني فتحة وإنجانة، حيث يعود عمر تكوين فتحة الى المايوسين الاوسط (Middle Miocene) (Bellen et al., 1959)، وفي منطقة الدراسة لا ينكشف هذا

التكوين بصورة مباشرة. أما تكوين إنجانة فيعود عمره الى المايوسين المتأخر (Late Miocene) (Hamza, 1990) ولا ينكشف هذا التكوين ايضاً في منطقة الدراسة، بينما تغطي ترسبات العصر الرباعي مساحات واسعة من المنطقة حيث أن هذه الترسبات مكونة من مواد فتاتية من الحصى والرمال والاطيان والغرين والتي لها أهمية اقتصادية كبيرة (Al-Samarrai, 2005). تكتونياً، تقع منطقة الدراسة في الرصيف غير المستقر (Unstable shelf) ضمن نطاق أقدام الجبال والسهل الرسوبي (Budy, 1980)، وتتميز بكونها منطقة منبسطة لا تحتوي على اي تموجات أو ارتفاعات أو انخفاضات حيث تقع ضمن سهل محافظة صلاح الدين في الجزء الشمال الغربي من العراق (Al-Ani, 1997).

الهدف من الدراسة هو إجراء تقييم لبعض الخصائص الجيوتكنيكية لتربة منطقة الدراسة لبيان مدى صلاحيتها لبعض الأغراض الهندسية وتحديد أهم العوامل التي تؤثر سلباً على المباني والمنشآت المختلفة.

موقع منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة شمال غربي مدينة تكريت في محافظة صلاح الدين على بعد (175) كم شمال العاصمة بغداد بين خطي طول (43°37'30"، 43°39'30") شرقاً، ودائرتي عرض (34°36'30"، 34°38'30") شمالاً، وتبلغ مساحة منطقة الدراسة (2) كيلومتراً مربعاً.



الشكل 1. خارطة موقعية لمنطقة الدراسة والمحطات المختارة.

طرائق البحث

العمل الحقلی

تضمنت مرحلة العمل الحقلی أخذ ستة نماذج من ثلاث محطات رئيسة من أعماق مختلفة تراوحت ما بين (0.5- 6) متر، إذ تم جمع نماذج مخلخلة ونماذج غير مخلخلة ناعمة (طينية، غرينية)، ونماذج خشنة (حصوية، رملية) من الخنادق الشقية الموجودة في المنطقة. تم تحديد المواقع باستخدام جهاز الـ (GPS) بنظام وحدات (UTM) حيث تم إسقاط الاحداثيات على الخريطة الموقعية

للمنطقة قيد الدراسة، وبعد النمذجة تم حفظ كل نموذج في كيس بلاستيكي محكم الغلق ليتم نقله الى المختبر لاجراء الفحوصات اللازمة عليه.

العمل المختبري

تضمنت مرحلة العمل المختبري إجراء بعض الفحوصات لنماذج تربة منطقة الدراسة، وشملت مايلي:.

أ-الفحوصات الفيزيائية Physical Tests

تم إجراء هذه الفحوصات في الورشة الجيولوجية التابعة لقسم علوم الارض التطبيقية، كلية العلوم، جامعة تكريت وشملت ما يلي:

فحص محتوى الرطوبي Moisture Content Test

يعرف المحتوى الرطوبي بأنه عبارة عن نسبة وزن الماء الى وزن الحبيبات الصلبة في كتلة التربة، وهي نسبة مئوية (Abboud and Zarak, 2015)، وتم إجراء فحص المحتوى الرطوبي لنماذج منطقة الدراسة بحسب المواصفة الامريكية (ASTM-D-2216-10, 2010)، إذ تم إيجاد محتوى الرطوبة حسب المعادلة (1)، ويبين الجدول (1) نتائج فحص المحتوى الرطوبي لمنطقة الدراسة.

$$mc\% = \{(W_2 - W_3) / (W_3 - W_1)\} \times 100 \dots \dots \dots (1) \text{ (Kalinski, 2011).}$$

حيث يمثل (mc%) محتوى الرطوبة، (W_1) وزن الاناء وهو فارغ بوحدات gm، (W_2) وزن التربة الرطبة + وزن الاناء بوحدات (gm)، (W_3) وزن التربة الجافة + وزن الاناء بوحدات (gm).

الجدول 1: قيم المحتوى الرطوبي لنماذج منطقة الدراسة

رقم المحطة	رمز النموذج	العمق (م)	المحتوى الرطوبي %
ST1	A1	0.5	3.01
ST1	A2	2.5	2.98
ST2	B1	3	0.41
ST2	B2	4.5	1.12
ST2	B3	6	0.99
ST3	C	2.5	3.39

2- فحص الوزن النوعي Specific Gravity Test

يعرف الوزن النوعي بأنه نسبة وزن كمية معلومة الحجم من التربة الجافة الى وزن كمية من الماء المقطر مساوية الى حجم التربة في الهواء عند درجة حرارة (20°) سليزية، ويعتمد الاختلاف في قيم الوزن النوعي للتربة على المحتوى المعدني والكيميائي، وعلى درجة التميؤ لحبيبات التربة (Al-Haddad, 2005). تم إجراء فحص الوزن النوعي لنماذج منطقة الدراسة طبقاً للمواصفة الامريكية (ASTM-D854, 2004)، وبعد ذلك تم إيجاد الوزن النوعي لنماذج تربة منطقة الدراسة باستخدام المعادلتين (2) و(3) (Das, 2006). والجدول (2) يبين نتائج الوزن النوعي لمنطقة الدراسة.

$$(Gs)(at T_1C) = W_3/(W_1 + W_3) - W_2 \dots \dots \dots (2)$$

$$(GsT_{20}) = Gs T_1 (at T_1C) . A \dots \dots \dots (3)$$

حيث يمثل (Gs)(at T_1C) الوزن النوعي عند درجة الحرارة الابتدائية، (GsT_{20}) الوزن النوعي عند درجة حرارة 20 ° سليزية، (W_1) وزن القنينة + وزن الماء الى حد 500 مل، (W_2) وزن الماء + وزن القنينة + وزن خليط التربة، (W_3) وزن نموذج التربة المجففة، (A) عامل تصحيح درجة الحرارة، ويمثل الوزن النوعي للماء عند درجة حرارة معينة مقسوماً على الوزن النوعي للماء في درجة حرارة (20°) سليزية، (T_1) درجة الحرارة الابتدائية، (T_{20}) درجة الحرارة عند (20°) سليزية .

الجدول 2: قيم الوزن النوعي لنماذج منطقة الدراسة.

رقم المحطة	رمز النموذج	العمق (م)	الوزن النوعي
ST1	A1	0.5	2.48
ST1	A2	2.5	2.43
ST2	B1	3	2.61
ST2	B2	4.5	2.57
ST2	B3	6	2.53
ST3	C	2.5	2.39

3- التحليل الحجمي الحبيبي Grain Size analysis

تتكون التربة بصورة رئيسية من حبيبات صلبة، وماء، وهواء يملأ الفراغات. ويتعلق قوام التربة باختلاف حجم الحبيبات الطينية المشبعة أو الجافة تماماً، ويمكن ان تكون التربة خشنة (مثل الحصى والرمل)، أو ذات نسيج ناعم (مثل الطمي والطين)، ويتم التمييز بين النوعين بالاعتماد على قطر الحبيبات إذا كان أكبر أو أصغر من (0.075) ملم (Terzaghi et al., 1996). وتم إجراء هذا الفحص طبقاً للمواصفة الأمريكية (ASTM.D422, 2016). يبين الجدول (3) قيم نتائج التحليل الحجمي الحبيبي لنماذج منطقة الدراسة، وتوضح الاشكال (2،3،4،5،6،7) منحنيات التدرج الحجمي الحبيبي لنماذج منطقة الدراسة.

الجدول 3: قيم نتائج التحليل الحجمي الحبيبي لنماذج منطقة الدراسة.

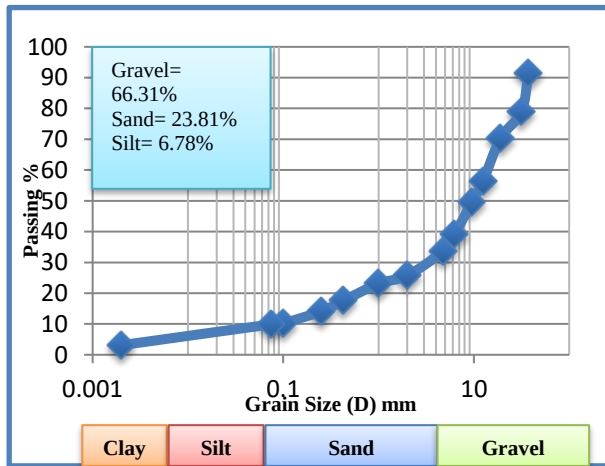
رمز النموذج	العمق (م)	الحصى %	الرمل %	الغرين %	الطين %	حد السيولة	حد اللدونة	دليل اللدونة	رمز التربة
A1	0.5	6.5	60.96	31.83	0.71	-	غير لدنة	غير لدنة	SM
A2	2.5	66.31	23.81	6.78	3.1	-	غير لدنة	غير لدنة	GP-GM
B1	3	0	67.88	30.64	1.48	-	غير لدنة	غير لدنة	SM
B2	4.5	74.09	21.58	4.01	0.32	-	غير لدنة	غير لدنة	GP
B3	6	72.28	23.99	3.59	0.14	-	غير لدنة	غير لدنة	GW
C	2.5	1.43	42.7	32.03	23.84	22	19	3	CL- ML

SM: تربة رملية غرينية

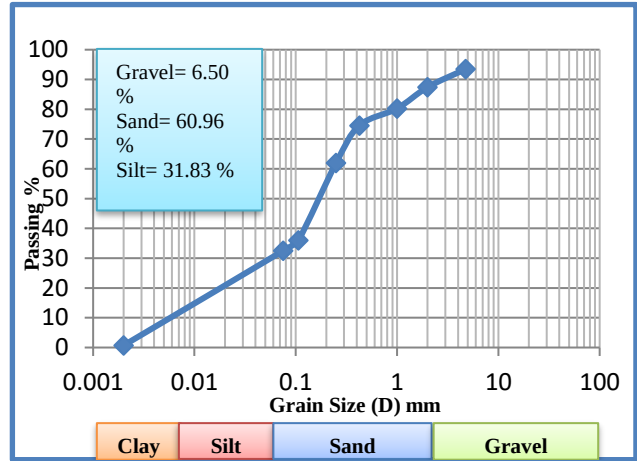
GP-GN: تربة حصوية غرينية رديئة التدرج

GP: تربة حصوية رديئة التدرج

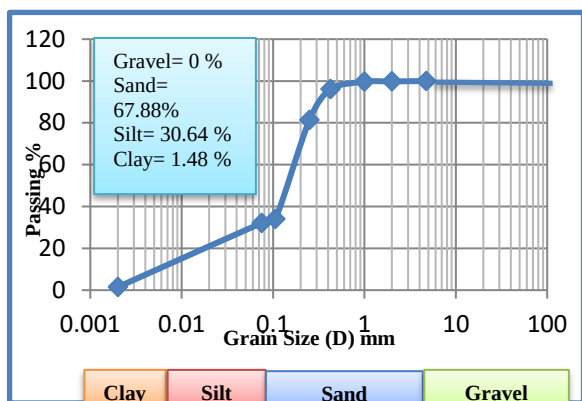
GW: تربة حصوية جيدة التدرج



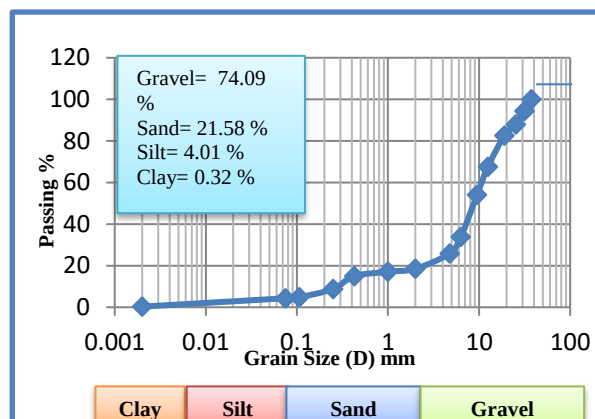
الشكل 3. التدرج الحجمي للنموذج (A2) من المحطة (1)



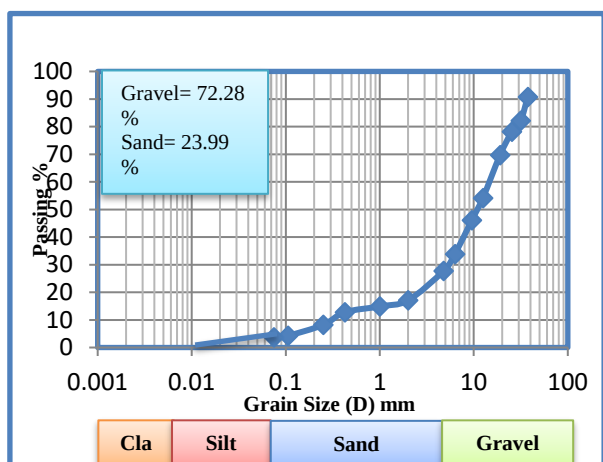
الشكل 2. التدرج الحجمي للنموذج (A1) من المحطة (1)



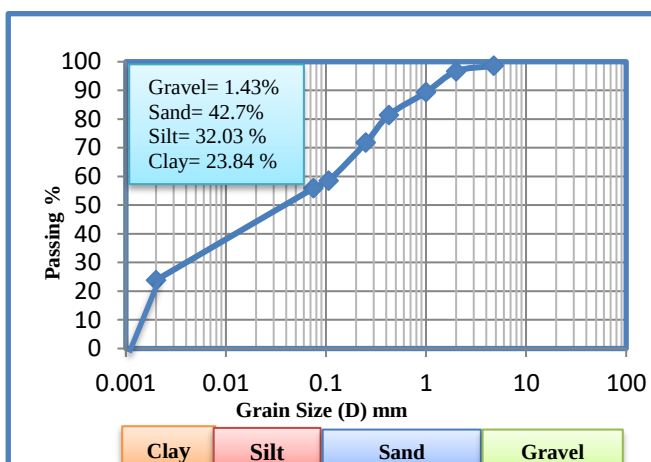
الشكل 4. التدرج الحجمي للنموذج (B1) من المحطة (2)



الشكل 5. التدرج الحجمي للنموذج (B2) من المحطة (2)



الشكل 6. التدرج الحجمي للنموذج (B3) من المحطة (2)



الشكل 7. التدرج الحجمي للنموذج (C) من المحطة (3)

4- حدود أتربيرك Atterberg

تعرف حدود أتربيرك على أنها المحتوى المائي الذي تنتقل فيه التربة من حالة إلى أخرى (Ali et al., 1991)، ويُعرف حد السيولة بأنه المحتوى الرطوبي الذي تتغير فيه التربة من الحالة اللدنة إلى الحالة السائلة اللزجة (Reddy, 2002)، حيث إن التربة عند حد السيولة لها مقاومة قص قليلة ضد جريانها وتتصرف تصرف السوائل (Venkatramaiah, 2006)، أما حد اللدونة فهو المحتوى المائي الذي تتغير فيه التربة من الحالة اللدنة إلى الحالة شبه الصلبة (Budhu, 2011) ومن حدي السيولة واللدونة يمكن حساب دليل اللدونة والذي يمثل الفرق بين حد السيولة وحد اللدونة (Terzaghi et al., 1996).

ب- الفحوصات الهندسية Engineering Tests

تم إجراء فحوصات الخواص الهندسية لنماذج تربة منطقة الدراسة في الورشة الجيولوجية لقسم علوم الأرض التطبيقية في كلية العلوم، جامعة تكريت، وتمثلت بالفحوصات الآتية:

1- انضمام التربة Soil Consolidation

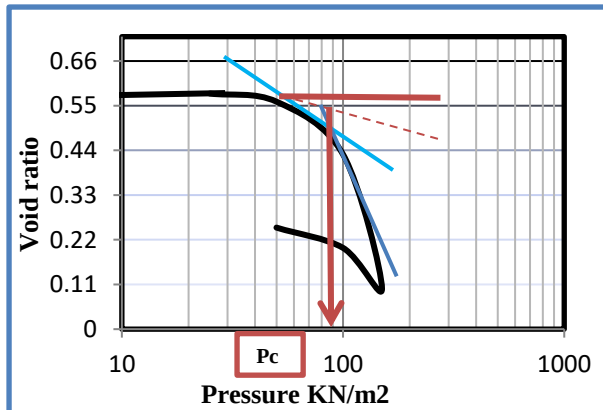
يعرف الانضمام بأنه انخفاض حجم التربة وتقارب حبيباتها عند التشبع نتيجة تعرضها إلى إجهاد ينتج عنه زيادة في ضغط الماء المسامي مما يؤدي إلى طرد الماء من الفراغات إلى الخارج (Terzaghi et al., 1996).

• نسبة الفراغات Void ratio (e): تمثل النسبة بين حجم الفراغات إلى حجم المواد الصلبة (Thabet and Al-Ashu, 1993).

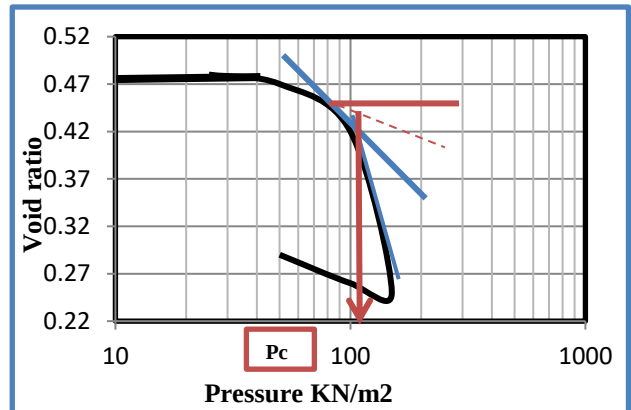
- **دليل الانضغاط (Cc) Compression index** يمثل مؤشر الانضغاط (Cc) ميل منحنى نسبة الفراغات (e) مقابل لوغاريتم الضغط الفعال بما يتجاوز الحد الأقصى للإجهاد الفعال السابق ويستخدم لإيجاد الانضغاط المتوقع للتربة نتيجة تعرضها للأحمال أثناء الانشاء ويطلق عليه المنحنى العذري (ASTM- 2435, 2004).
- **دليل الانتفاخ (Cr) Swelling Index** يمثل ميل منحنى الارتداد (Rebound curve) لنسبة الفراغات (e) مقابل لوغاريتم الضغط الفعال، ولا يكون خطياً عادةً، ويتم استخدام مؤشر الانتفاخ لحساب انضغاط التربة ذات الحبيبات الناعمة المفرطة (Ozer et al., 2008).
- **ضغط الانضمام المسبق (Pc) pre- Consolidation** يعرف ضغط الانضمام المسبق بأنه أقصى ضغط عمودي فعال سبق وأن سلط على التربة ويعد هذا العامل مهماً جداً في الهندسة الجيوتكنيكية خاصة لمعرفة التسوية المتوقعة للأساسات والسدود وتسمى التربة مفرطة التماسك (OCR) عندما يكون الضغط الفعال الحالي المؤثر على التربة أقل من ضغط الانضمام المسبق (Holtz et al., 1981). تم إجراء فحص الانضمام للنماذج (غير المخلخلة) لتربة منطقة الدراسة طبقاً للمواصفة الأمريكية (ASTM-D-2435, 2004). يبين الجدول (4) نتائج فحص الانضمام والاشكال (8)، (9) توضح العلاقة بين نسبة الفراغات والاجهاد للتربة.

جدول 4: نتائج فحص الانضمام لتربة منطقة الدراسة.

رمز النموذج	العمق (م)	دليل الانضغاط (Cc)	دليل الانتفاخ (Cr)	نسبة الفراغات (e)	Po (KN/m ²)	الكثافة (KN/m ³)	Pc (KN/m ²)	OCR (Pc/Po)
A2	2.5	0.95	0.31	0.56	49.75	19.9	90	1.80
C	2.5	0.45	0.083	0.47	45	18.1	110	2.44



الشكل 8. العلاقة بين نسبة الفراغات والاجهاد للتربة من المحطة (1)، النموذج (A2)



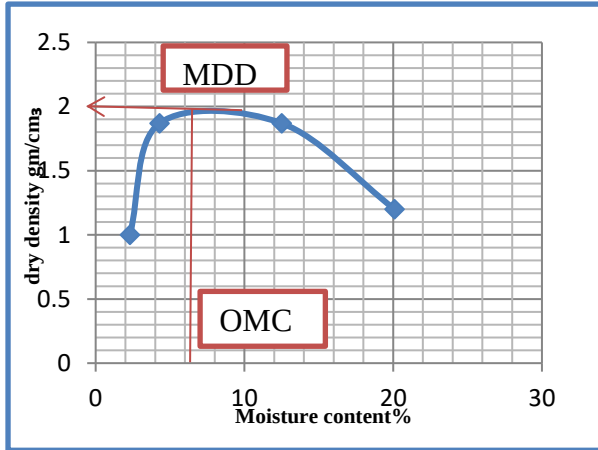
الشكل 9. العلاقة بين نسبة الفراغات والاجهاد للتربة من المحطة (3)، النموذج (C)

ب- فحص الرص (الحدل) Compaction Test

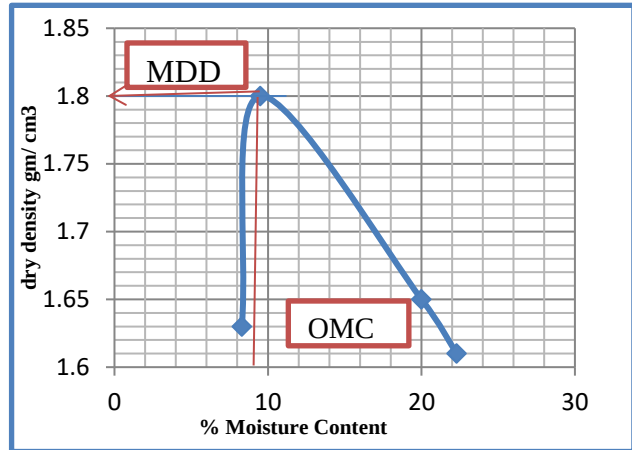
يعرف الحدل بأنه عملية إعادة ترتيب جزيئات التربة عن طريق طرد الهواء من الفراغات باستخدام الوسائل الميكانيكية وذلك للتقليل من مسامية التربة وتقارب الجزيئات من بعضها البعض الى ان يتم الوصول الى الكثافة الجافة العظمى للتربة (Powrie, 2014). تم إجراء فحص الحدل على نماذج (مخلخلة) لتربة المنطقة قيد الدراسة في الورشة الجيولوجية لقسم علوم الارض التطبيقية في جامعة تكريت باستخدام طريقة فحص الحدل القياسي حسب المواصفة الأمريكية (ASTM, D1557-02E, 2004). يبين الجدول (5) قيم المحتوى المائي المثالي والكثافة الجافة العظمى لنماذج منطقة الدراسة والاشكال (10، 11، 12، 13، 14، 15) تبين العلاقة بين الكثافة الجافة والمحتوى الرطوبي المثالي لنماذج منطقة الدراسة.

الجدول 5: قيم المحتوى المائي المثالي والكثافة الجافة العظمى لنماذج منطقة الدراسة.

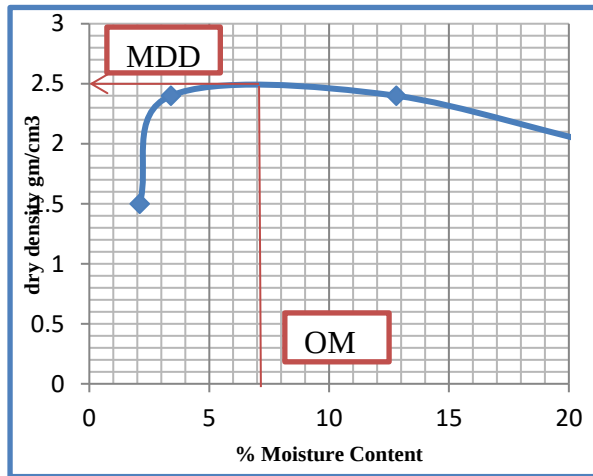
رقم المحطة	رمز النموذج	العمق (م)	المحتوى الرطوبي المثالي	الكثافة الجافة العظمى
ST1	A1	0.5	9.5	1.8
ST1	A2	2.5	6.1	2
ST2	B1	3	6.6	2
ST2	B2	4.5	7	2.5
ST2	B3	6	12.1	1.80
ST3	C	2.5	10	1.86



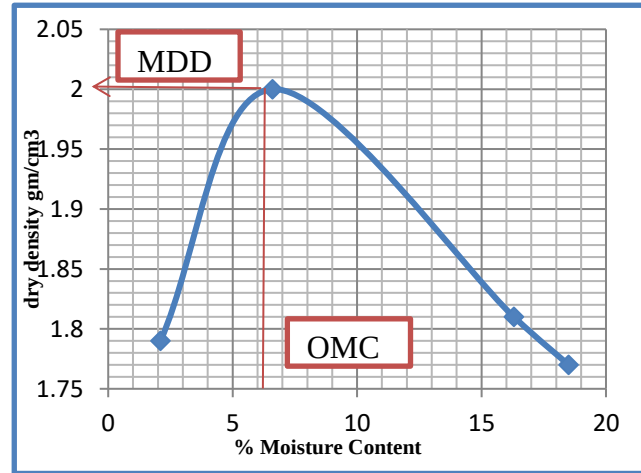
الشكل 11. العلاقة بين الكثافة الجافة والمحتوى الرطوبي للنموذج (A2) المحطة (1)



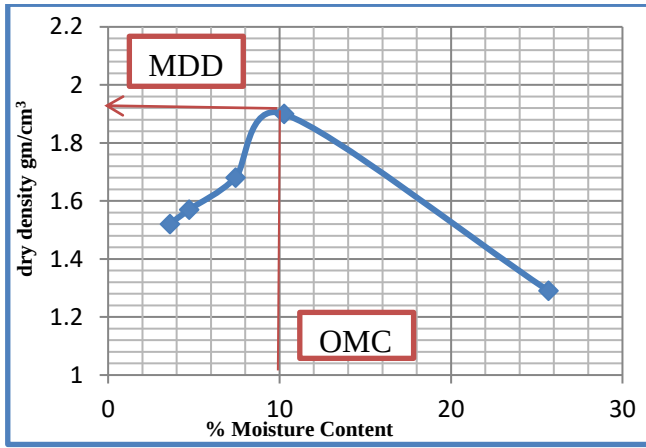
الشكل 10. العلاقة بين الكثافة الجافة والمحتوى الرطوبي للنموذج (A1) المحطة (1)



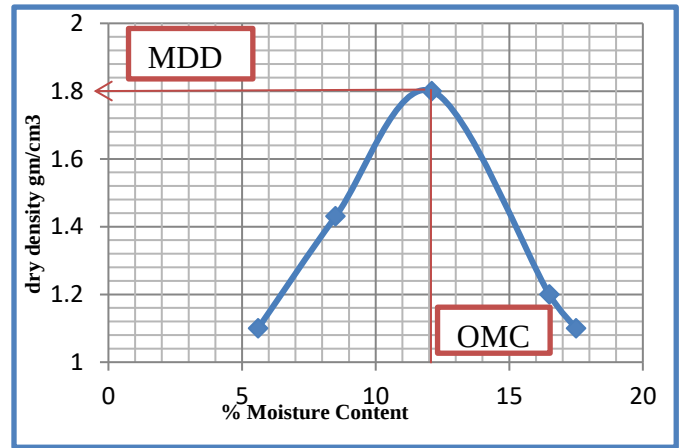
الشكل 13. العلاقة بين الكثافة الجافة والمحتوى الرطوبي المثالي للنموذج (B2) من المحطة (2)



الشكل 12. العلاقة بين الكثافة الجافة والمحتوى الرطوبي المثالي للنموذج (B1) من المحطة (2)



الشكل 14. العلاقة بين الكثافة الجافة والمحتوى الرطوبي المثالي للنموذج (C) من المحطة (3)



الشكل 15. العلاقة بين الكثافة الجافة والمحتوى الرطوبي المثالي للنموذج (B3) من المحطة (2)

ج- التحاليل الكيميائية Chemical analysis

يؤدي وجود المعادن القابلة للذوبان في التربة الى تغيير مؤثر في صفاتها وخواصها، وبالتالي تتعرض المنشآت المقامة عليها الى مخاطر عديدة قد يكون لها تأثير تدميري على مواد البناء المستعملة في الانشاء، فالتربة الحاوية على نسبة عالية من الجبس عند ذوبانه في الماء يؤدي الى جعل التربة قابلة للانضغاط والانهيار وذلك بفعل تحطم مقاومة المواد الرابطة بين حبيبات التربة (Al-Naimi, 1999). تم إجراء الفحوصات الكيميائية لتربة المنطقة قيد الدراسة في مختبرات قسم الهندسة الكيميائية، كلية الهندسة، جامعة تكريت ممثلة بستة نماذج شملت فحص محتوى الجبس، ومجموع الاملاح القابلة للذوبان في الماء، ومحتوى المواد العضوية، والأس الهيدروجيني pH، ومحتوى الكلوريدات-Cl وفق مواصفات (Hand book NO-60, 1959). الجدول (6) يبين نتائج الفحوصات الكيميائية لنماذج منطقة الدراسة.

جدول 6: نتائج الفحوصات الكيميائية لنماذج منطقة الدراسة.

رقم المحطة	رمز النموذج	العمق (م)	Gypsum%	TDS%	pH%	Organic%	Chloride%
ST1	A1	0.5	46.25	50.07	7.82	0.021	1.82
ST1	A2	2.5	36.51	38.17	7.91	0.018	1.09
ST2	B1	3	1.06	3.04	8.11	0.017	0.21
ST2	B2	4.5	1.81	3.01	8.1	0.062	0.35
ST2	B3	6	2.17	3.16	8.08	0.045	0.42
ST3	C	2.5	39.81	41.25	7.88	0.019	1.33

المناقشة

بينت النتائج ان نسبة المحتوى الرطوبي لتربة منطقة الدراسة تراوحت ما بين (0.41% و 3.39%)، وتعد نسبة منخفضة نسبياً، وقد يعود السبب في ذلك الى قلة الساقط المطري وارتفاع درجات الحرارة ونسبة التبخر وتذبذب منسوب المياه الجوفية في المنطقة، كما ان انخفاض المحتوى الرطوبي يعطي انطباعاً إيجابياً فيما يخص إنشاء أسس المجمعات السكنية في منطقة الدراسة. ولكون تربة المنطقة تحتوي على نسبة عالية من الجبس، لذلك فإن زيادة المحتوى المائي سوف يعمل على اذابته مما يؤدي الى حدوث هبوط للتربة ومن ثم انهيار المباني والهياكل المقامة عليها. تراوحت نتائج قيم الوزن النوعي التي تم حسابها مختبرياً لنماذج منطقة الدراسة ما بين (2.39 و 2.61)، إذ سجلت نماذج المحطة الاولى (A1 , A2) ونموذج المحطة الثالثة (C) قيماً منخفضة نسبياً وذلك

لاحتوائها على نسبة عالية من الجبس، إذ يعتبر الجبس من المعادن التي لها وزن نوعي واطئ، بينما أظهرت نماذج المحطة الثانية (B3, B2, B1) قيماً متوسطة الى عالية، وقد يعزى سبب ذلك الى انخفاض نسبة الجبس لهذه المحطة بالإضافة الى ذلك فان التركيب المعدني والحجم الحبيبي للتربة يلعب دوراً مهماً في تحديد الوزن النوعي، اذ يكون للتربة الناعمة الحبيبات وزن نوعي أعلى من التربة الخشنة.

أظهرت نتائج التحليل الحجمي الحبيبي لتربة منطقة الدراسة تبايناً في النسب المئوية للحصى والرمل والطين والغرين، إذ سادت الاحجام الخشنة في التربة نسبةً الى الاحجام الناعمة، لذا تعد تربة غير متجانسة في خواصها وتوزيعها وتفتقر لوجود الاطيان، اذ تراوحت نسبة الرمل فيها ما بين (21.58% و 67.88%)، بينما تراوحت نسبة الحصى ما بين (0% و 74.09%)، أما نسبة الغرين فقد تراوحت ما بين (3.59% و 32.03%)، في حين تراوحت نسبة الطين ما بين (0.14% و 23.84%)، وتبين ان نوعية التربة في منطقة الدراسة هي من نوع تربة رملية غرينية رديئة التدرج. بينت نتائج فحص الانضمام التي أجريت للنموذجين (A2) للمحطة (1) والنموذج (C) للمحطة (3) أن نسبة الفراغات تتناقص كلما ازداد الضغط المسلط على التربة، وقد بلغت قيم دليل الانضغاط للنموذجين (C,A2) (0.45 و 0.95) على التوالي. نستنتج من ذلك أن تربة المنطقة ذات قابلية انضغاط عالية، بينما بلغت قيم دليل الانتفاخ للنموذجين (C,A2) (0.31 و 0.083)، مما يدل على أن التربة ذات نسبة انتفاخ واطئة، وقد يعود السبب في ذلك الى انخفاض نسبة المعادن الطينية التي لها القابلية على الانتفاخ في تربة المنطقة قيد الدراسة. أما نسبة الـ(OCR) للنموذجين (C,A2) فقد بلغت (1.80-2.44) على التوالي، وبما أن النسبة الناتجة للنموذجين هي أكبر من (1)، لذلك تعد تربة المنطقة تربة مفرطة الانضمام. اظهرت نتائج فحص الرص التي تم أجراؤها ان النسب كانت مختلفة وتراوحت فيها قيم الكثافة الجافة العظمى ما بين (1.80 و 2.5 gm/cm³)، بينما تراوحت قيم المحتوى الرطوبي المثالي ما بين (6.1% و 12.1%)، وقد يعود الاختلاف في النسب الناتجة الى اختلاف نوعية التربة وحجم الحبيبات.

بينت نتائج الفحوصات الكيميائية والمتمثلة بنسبة الجبس احتواء جميع محطات منطقة الدراسة على نسبة عالية منه تراوحت ما بين (46.25% و 1.06%) باستثناء المحطة الثانية (ST₂)، اذ اظهرت نماذجها نسبة منخفضة من المحتوى الجبسي تراوحت ما بين (1.06% و 2.17%)، وقد يعود السبب في ذلك الى تعرض تربة هذه المحطة للغسل، مما أدى الى انخفاض نسبة الجبس فيها. اما نتائج تحاليل الاملاح القابلة للذوبان، فقد أظهرت تبايناً ملحوظاً، إذ تراوحت ما بين (3.01% و 50.07%)، فقد سجلت أغلب المحطات نسبة أكثر من 0.5% وهي تعد نسبة عالية. أما نسبة المواد العضوية فقد تراوحت ما بين (0.017% و 0.062%). أظهرت نتائج قياس قيم الأس الهيدروجيني لنماذج منطقة الدراسة نسبة تراوحت ما بين (7.82% و 8.11%)، أي ان نوعية التربة هي تربة متعادلة الى قلوية، فكلما زادت قيمة الـ (pH) زادت قاعدية التربة، وبالتالي تقل إذابة الجبس و كاربونات الكالسيوم فيها. كما أظهرت نتائج التحاليل أن نسبة الكلوريدات في تربة المنطقة تتراوح ما بين (0.21% و 1.82%)، وبما ان النسبة الناتجة هي أكثر من (0.1%)، فهي تشكل خطورة حيث تسبب تآكل حديد التسليح والخرسانة لأساسات المباني والهياكل.

الاستنتاجات

- 1- من خلال القيم التي تم استحصاها من الفحوصات التي أجريت لجميع محطات ومواقع منطقة الدراسة، تبين بأنه قد تحدث مشاكل هندسية للمباني والمنشآت المقامة نتيجة احتواء التربة على نسبة عالية من الاملاح المذابة، ومن أهمها الجبس، فعند تعرضه للإذابة نتيجة تغلغل المياه سوف يؤدي الى حصول هبوط للتربة وانحدار للأسس، وبالتالي يحدث انهيار للمباني.
- 2- ارتفاع محتوى الكلوريدات لتربة منطقة الدراسة قد تؤدي الى حدوث تفاعلات تسبب تآكل حديد التسليح.
- 3- التربة غير صالحة لإقامة المنشآت الهندسية عليها في وضعها الحالي بدون معالجات.

التوصيات

- 1- إجراء دراسات تفصيلية واستخدام أفضل الطرائق للتقليل من نسبة المحتوى الجبسي لتربة المنطقة قيد الدراسة لضمان سلامة المنشآت الهندسية المقامة عليها.
- 2- منع تسرب الماء للتربة قدر الامكان عن طريق الاهتمام بأنابيب تصريف المياه وضمان عدم تسرب المياه لأساسات المباني.

المراجع References

- Abboud, M.R. and Zarak, G.A., 2015. Practical Applications in Engineering Geology, Baghdad, Dar Al-Kutub and Documents, 155 P. (In Arabic).
- Al-Ani, A.A., 1997. Optimal Investment of Groundwater for the Fatha Basin - Samarra, University of Baghdad - College of Science, MSc Thesis (unpublished), 114 P.
- Al-Haddad, 2005. Study of the Effect of Washing on Some Properties of Gypsum Soils, Samarra Region - Iraq, PhD Thesis, College of Science - University of Baghdad, 221 P. (In Arabic).
- Ali, M.H., Hijab, B.R., and Al-Jassar, S.H., 1991. Engineering Geology, Dar Al-Kutub for Printing and Publishing, University of Baghdad. pp. 576-570. (In Arabic).
- Al-Jawadi, A.S., Ali, S.H., and Adeeb, H.Gh.M., 2022. Engineering Investigation of the Geological Problems for Old Mosul City by Remote Sensing and GIS, 2nd Conference of Western Iraqi Desert Geology and Surroundings (IDGC-2021), IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 1080 (2022) 012018, pp. 1-8, DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1080/1/012018>.
- Al-Mohammadi, N.M., Nashat, I.H. and Basko, G.Y., 1987. Compressibility and Collapse of Gypseous Soils. In Proc. 6th Asian Conference on Soil Mechanics, Tokyo.
- 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-Samarrai, S.K.J., 2005. Spatial Distribution of Land Uses in the Al-Rasasi Al-Irawi Project, MSc Thesis, Unpublished, Ibn Rushd College of Education, Baghdad, 92 P. (In Arabic).
- ASTM D2216-10, 2010. Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass.
- ASTM, D1557-02E, 2004. Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³) (2,700 kNm/m³).
- ASTM, D854-02., 2004. Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer.
- ASTM. D422, 2016.-63e2, 2007. Standard Test Method for Particle Size Analysis of Soils. (Withdrawn 2016), International, West Conshohocken, PA.
- ASTM-D2435, 2004. Standard Test Methods for One-Dimensional Swell or Settlement Potential of Cohesive Soils, 7 P.
- Bellen, Van, R.C., Dunington, H.V., Wetzel, R., and Marton, D. M., 1959. Lexique Stratigraphique International, Asie Fascicalc. 100, Iraq Central, National researcher scientifique, Paris, PP. 333.
- Buday, T., 1980. The Regional Geology of Iraq: Tectonism, Magmatism, and Metamorphism. State Organization for Minerals, Directorate General for Geological Survey and Mineral. (Vol. 2).

- Budhu, M., 2011. Soil Mechanics and Foundation 3rd Ed., USA, John Wiley and Sons Inc, USA.
- Das, B.M., 2006. Principles of Geotechnical Engineering, Nelson, Toronto, Canada.
- Hamza, et al., 1990. Regional Geological Stage Report, SEGESMI, Baghdad.
- Handbook No-60, 1959. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, Agriculture (USA), Washington, D.C.
- Holtz, R.D., Kovacs, W.D., and Sheahan, T.C., 2011. An Introduction to Geotechnical Engineering, 2nd Ed. Pearson, New York, 853 P.
- Kalinski, M.E., 2011. Soil Mechanics Lab Manual 2nd Ed., USA, John Wiley and Sons Inc.
- Ozer, M., Isik, N.S. and Orhan, M., 2008. Statistical and Neural Network Assessment of the Compression Index of Clay-Bearing Soils. Bull. Eng. Geol. Environ. 67: pp. 537-545.
- Powrie, W., 2014. Soil Mechanics concepts and applications 3rd Ed., New York, Taylor and Francis Group, LLC.
- Reddy, K.R., 2002. Engineering Properties of Soil Based on Laboratory Testing, Ph.D. Thesis, University of Illinois.
- Terzaghi, K. and R.B. Peck, 1996. Soil Mechanics in Engineering Practice, New York, John Wiley and Sons Inc.,
- Thabet, K.M. and Al-Ashu, M.O., 1993. Foundations of Geology for Engineers, Dar Al-Kutub for Printing and Publishing, University of Mosul, 338 P. (In Arabic).
- Venkatramaiah, C., 2006. Geotechnical Engineering 3rd Ed., New Delhi, New Age International (P) Ltd.