



تقييم الخواص الجيوتكنيكية لتربة المدينة الرياضية، غربي مدينة تكريت

ليث اخلاص صلاح^{1*}، الاء احمد الدوري²، مهند عيسى خضر³
^{1,2,3} قسم علوم الارض التطبيقية، كلية العلوم، جامعة تكريت، تكريت، العراق.

الملخص

تم في هذا البحث إجراء تقييم جيوهندسي وكيميائي لتربة المدينة الرياضية قيد الإنشاء غربي مدينة تكريت وبواقع خمسة نماذج موزعة على مجمل مساحة منطقة الدراسة. تناول هذا البحث تقييم الخواص الفيزيائية والميكانيكية للتربة، فتراوحت قيم محتوى الرطوبة ما بين (6.63-15.83) بالمائة، بينما تراوحت قيم الوزن النوعي للنماذج ما بين (2.41-2.49). بينت نتائج حدود القوام بأن أغلب نماذج منطقة الدراسة هي رملية غرينية أو غرينية رملية، وإن نسبة الطين تكاد تكون معدومة في أغلب نماذج منطقة الدراسة، وعليه تم إجراء الفحص وتكامل بفشل جميع النماذج المحتوية على أقل نسبة من الاطيان والتي تحتوي على نسب عالية من الرمل والغرين حيث تعذر إيجاد حدود اللدونة لها، وتم إيجاد التحليل الحجمي للنماذج (S1,S2,S3,S4,S5). إما من أجل إيجاد معاملات القص المباشر لتربة منطقة الدراسة فقد تمت نمذجة موقعين متمثلين بـ (S5,S4) حيث بلغت مقاومة التماسك للنموذجين (47-52) KN/m² على التوالي بينما بلغت قيم زاوية الاحتكاك الداخلي 30° للنموذجين. أما التحاليل الكيميائية لنماذج منطقة الدراسة فقد بينت إن نسبة الجبس عالية إذ تراوحت ما بين (18.93 - 47.79) %، بينما تراوحت النسبة المئوية للأملاح القابلة للذوبان ما بين (59.34-69.18) %، وتراوحت قيم الأس الهيدروجيني pH ما بين (7.44 - 7.86). جميع النتائج تدل على احتمالية حصول مشاكل هندسية في التربة مثل التخسفات، الانزابة والتكهفات ولاسيما بأن الموقع قيد الإنشاء والمتوقف نتيجة لحدوث مشاكل هندسية يتكون من ملعب يتسع بحدود (33) ألف متفرج وملاعب تدريبية عدد 2 ومسبح اولمبي وفندق، ولذلك يجب إن تكون هناك حلول ومعالجات قبل البدء بالتنفيذ وبعده لهذا المنشأ الهندسي.

معلومات الارشفة

تاريخ الاستلام: 19- أغسطس-2024

تاريخ المراجعة: 21- سبتمبر-2024

تاريخ القبول: 26- أكتوبر-2024

تاريخ النشر الالكتروني: 01- أكتوبر-2025

الكلمات المفتاحية:

المدينة الرياضية

تقييم جيوتكنيكي

التحاليل الكيميائية

ترب جيسية

المراسلة:

الاسم: ليث اخلاص صلاح

Email: laith.ikhlas.salah@tu.edu.iq

Evaluating the Geotechnical Properties of the Soil of the Sport City, West of Tikrit

Laith I. Salah ^{1*} , Alaa M. Al Douri ² , Mohanad Essi Khudher ³ 

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

Article information

Received: 19- Aug -2024

Revised: 21- Sep -2024

Accepted: 26- Oct -2024

Available online: 01- Oct -2025

Keywords:

Sport City
Geotechnical assessment
Chemical analysis
Gypsum soil

Correspondence:

Name: Laith Ikhlal Salah

Email:

laith.ikhlas.salah@tu.edu.iq

ABSTRACT

In this research, a geoengineering and chemical assessment of the soil of the sports city under construction west of the city of Tikrit is conducted with five models distributed over the entire area of study area. This research deals with the evaluation of the physical and mechanical properties of the soil. The moisture content values range between (6.63-15.83) percent, while the specific weight values of the models range between (2.41–2.49). The results of the texture limits show that most of the models of the study area are silty sandy or silty sandy, and that the percentage of clay is almost non-existent in most models of the study area. Therefore, the examination culminated in the failure of all models containing the lowest percentage of clays and containing high percentages of sand and silt. As it is not possible to find the limits of plasticity for them, it is found from the volumetric analysis of the models (S1, S2, S3, S4, S5). For the direct shear coefficients of the soil of the study area, two sites between (S5, S4) were modeled, whose cohesion resistance reached (47-52 kN/m²) respectively, while the values of the internal friction angle reached 30 ° for the two models. As for the chemical analyses of the models of the study area, they show that the percentage of gypsum is high, ranging between (18.93-47.79%), while the percentage of soluble salts ranges between (59.34-69.18%), and the pH values range between (7.44 - 7.86). All the results indicate the possibility of obtaining engineering problems in the soil, such as attenuation, melting, and cavitation, especially since the site is under construction, which resembles a stadium that stopped due to engineering problems with a capacity of 33 thousand spectators, two training stadiums, an Olympic swimming pool, and a hotel. Therefore, there must be solutions and treatments before and after establishing this engineering facility.

DOI: [10.33899/earth.2025.152944.1338](https://doi.org/10.33899/earth.2025.152944.1338), ©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

تشغل التربة الجبسية مساحات شاسعة في عدد من بلدان العالم ومنها العراق، بالإضافة الى اقامة العديد من المنشآت الهندسية المختلفة المتمثلة بالمجمعات السكنية او المنشآت التي تغطي نشاطات الساكنين كما هو الحال في اقامة المدينة الرياضية قيد الدراسة على هذه التربة. ومن خلال الاطلاع ومتابعة بعض المشاريع التابعة لمنطقة الدراسة التي تُعتبر حديثة فقد لوحظ العديد من المشاكل الانشائية مثل تشقق الابنية وتخسف الطرق المبنية على التربة الجبسية، لذا أصبح من الضروري دراسة المنطقة من خلال معرفة الخواص الفيزيائية والهندسية والكيميائية والمعدنية للتربة وتأثير المياه الجوفية عليها لان هذه العوامل تؤثر على اقامة المشاريع والمنشآت المختلفة من الناحيتين التصميمية والتنفيذية. إن معرفة خواص التربة لها اهمية كبيرة كونها تعتبر الحاضنة للأسس، وعليه يجب ضمان عدم فشلها تحت تأثير الأحمال المسلطة عليها، لذا يتوجب على المختصين في هذا المجال التعامل بحذر مع التربة والقيام بجميع الفحوصات الضرورية والأخذ بها بنظر الاعتبار أثناء تصميم المشاريع الهندسية (Al-Ashw, 1991).

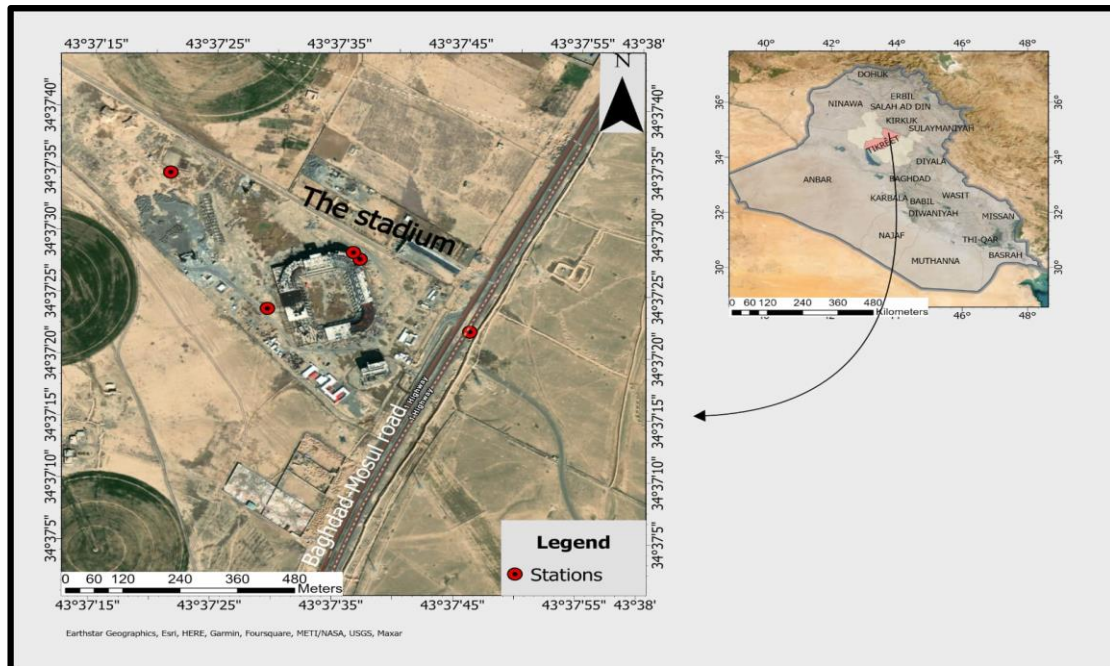
مما تقدم يبدو جلياً الحاجة الملحة الى معرفة خواص التربة التي ستقام عليها المشاريع والمنشآت الهندسية سواء كانت سكنية او صناعية تواكب الزيادة السكانية ومتطلبات العصر لمعرفة مدى تحمل تربة منطقة الدراسة لهذه المنشآت

وصلاحيتها لإقامة المشاريع أو تجنب الامر إن ثبت خلاف ذلك أو ايجاد الحلول الهندسية المناسبة كتبديل تربة الموقع أو إقامة أسس خرسانية مقاومة للكبريتات (Concrete resisting sulphate) وما الى ذلك ، فمن المهم معرفة الخواص الجيوتكنيكية لتربة منطقة الدراسة لتفادي اي مشاكل هندسية عند إقامة المنشآت مثل الهبوط الذي يسبب الشقوق (Cracks) والتخسفات في المباني أو الانتفاخ (Swelling) الذي يؤثر على اسس المنشآت مثل المطارات والمباني وساحات وقوف السيارات ومنها ما تظهر بشكل ملحوظ في مشاكل الطرق التي كثر حدوثها في الآونة الاخيرة (Al-Haddad, 2012).

تشهد مدينة تكريت في الوقت الحالي زيادة في الكثافة السكانية كونها تمثل مركز محافظة صلاح الدين مما يتطلب توفير المنشآت المدنية الآمنة لاستيعابهم وتغطية نشاطاتهم، ويفترض أن تقام هذه المنشآت في مناطق ذات سعة تحميل عالية ومستقرة لكي تبقى بعيدة عن عوامل التصدع والانهييار. من المعروف أن زيادة نسبة الجبس في التربة تلعب دوراً أساسياً في تدهور خواص التربة الهندسية مما يشكل مخاطراً على المنشآت الهندسية المقامة عليها (Al-Haddad, 2012). تعد عملية التقييم الجيوتكنيكي للتربة الخطوة الأساسية في أي مشروع إذ تعطي صورة واضحة عن تصرف التربة أفقياً وعمودياً والمعالجات المطلوبة ضرورة ملحة لغرض تفادي المشكلات الهندسية التي من الممكن أن يتعرض لها المنشأ الهندسي سواء كان مجمعاً سكنياً أو غيره من المنشآت الصناعية الأخرى (Thabet and Al-Ashw, 1993). تهدف الدراسة الحالية الى أولاً معرفة خواص ومميزات التربة من الناحية الجيوتكنيكية لغرض معرفة المشاكل التي من الممكن ان يتعرض لها أي منشأ هندسي يتم إنشاؤه فيها من النواحي التصميمية والهندسية وكيفية معالجتها. وثانياً الى دراسة الخواص الجيوتكنيكية للتربة في المدينة الرياضية.

موقع منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة إدارياً ضمن مدينة تكريت مركز محافظة صلاح الدين، وسط العراق على بعد (175) كم شمال العاصمة بغداد في منطقة المدينة الرياضية حسب الإحداثيات بين خطي طول ($43^{\circ}37'20''$ و $43^{\circ}37'55''$) شرقاً ودائرتي عرض ($34^{\circ}37'22''$ و $34^{\circ}37'35''$) شمالاً التي تقع على جانب الطريق السريع الذي يربط تكريت-بغداد-موصل (شكل 1).



شكل 1. خريطة موقعه تبين موقع المدينة الرياضية في مدينة تكريت.

جيولوجية منطقة الدراسة

تتكشف في منطقة الدراسة تكوينات جيولوجية ذات طبيعة سحنية فتاتية على امتداد نهر دجلة شرقاً ويستمر انكشاف هذه التكوينات غرباً إلى الحدود الدولية مع سوريا (شكل 2)، وهي كما يلي:

تكوين فتحة Fat'ha Formation

التكوين لا ينكشف مباشرة في منطقة الدراسة لكنه ينكشف في شمالها أقرب لمدينة بيجي.

تكوين إنجانا Injana Formation

وينكشف هذا التكوين على الطرف الجنوبي الغربي لطية مكحول ما بين معمل الأسمدة ومصفى بيجي، ويمثل مصدر ترسبات الرمل والطين في بعض أجزاء منطقة الدراسة.

أما الترسبات المنكشفة في تربة المدينة الرياضية فهي تتمثل بما يلي

ترسبات العصر الرباعي Quaternary Sediments

تعود أعمار الترسبات في المنطقة إلى العصر الرباعي، إذ تغطي ترسبات هذا العصر مساحات واسعة من العراق في السهل الرسوبي والدلتا وفي مناطق وجود الشرفات النهرية وفي الوديان ما بين الجبال القديمة مكونة غطاءً مستمراً، وفي منطقة الدراسة تكون هذه الترسبات مواد فتاتية من أطيان وغرين ورمل، ولهذه الترسبات أهمية اقتصادية فهي مصدر الحصى والرمال (Al-Samarrai, 2005)، وتقسم ترسبات العصر الرباعي إلى قسمين:

ترسبات عصر البلايستوسين Pleistocene Deposits

تتكون بصورة رئيسة من ترسبات الحصى وتقسم إلى وحدتين أو جزأين وفق الوضع الجيومورفولوجي، وهما ترسبات المروحة النهرية وترسبات المصاطب النهرية والتي تتألف من الفتات الصخري المتباين الحجم، إضافة إلى الترسبات الأخرى.

فُسِّمَت السحناث الرسوبية لهذه التجمعات إلى أربع سحنات هي (الحصى الطيني، والحصى الرملي الطيني، والحصى الرملي، والحصى الطيني الرملي)، أما التربة الحاوية على الجبس فإنها تغطي أغلب مساحة المنطقة، إذ تحتوي على ترسبات من الحصى والرمل والغرين والطين وتكون غنية بالجبس ويكون سمك هذه الطبقة من 3 إلى 4 أمتار وفي بعض الأحيان يصل إلى 7 أمتار (Al-Dafa 'i, 2002). ويُقدَّر عُمر الوحدة بين البلايستوسين المتأخر إلى الهولوسين المبكر، وتصنف على أنها سحنة الجبكريت gypcrete، إذ إن محتوى الجبس في هذه الترسبات يزيد على 50% والمادة البينية غالباً هي الطين وفي بعض الأحيان الرمل (Basi and Karim, 1990). ويعتقد أن مصدر الجبس في التربة هو حركة المياه والنقل التي تتضمن الجريان السطحي وتذبذب منسوب المياه الجوفية، حيث انتقلت إلى المنطقة غير المشبعة بواسطة الخاصية الشعرية ولا سيما في المناطق التي يقترب فيها منسوب المياه الجوفية من سطح الأرض (Al-Ani, 1997).

ترسبات الهولوسين Holocene Deposit

تتمثل بترسبات السهل الفيضي Flood Plain، إذ تمتد هذه الترسبات على طول نهر دجلة بأنتساع (5_1 كم) والتي تكونت بفعل الترسبات الحديثة المنقولة بالفيضانات المتكررة للنهر (Al-Samarrai, 2009) فضلاً عن ذلك توجد في منطقة الدراسة الترسبات المائلة للوديان والمنخفضات، حيث تتكون من الحصى والرمل والغرين والطين والجبس التي

مصدرها المناطق المرتفعة المحيطة بها، وسمك هذه الترسبات يصل إلى متر واحد، وتوجد العديد من المنخفضات المملوءة بالغرين والرمل والجبس والطين (Al-Nasiri, 2012).

المواد وطرائق العمل

المرحلة التحضيرية

تضمنت هذه المرحلة جمع المعلومات المتيسرة عن منطقة الدراسة من بحوث وتقارير وبيانات وخرائط متنوعة، وكذلك الاطلاع على البحوث والتقارير ذات العلاقة بموضوع البحث لغرض الاستفادة منها في الدراسة الحالية، فضلاً عن زيارة المنطقة للتعرف مبدئياً على جيولوجية وجيومورفولوجية وطوبوغرافية الموقع للاستفادة منها في العمل الحقلية وللتعرف على المنطقة تفصيلاً.

مرحلة العمل الحقلية

بعد جولات حقلية عديدة الى منطقة الدراسة اشتمل العمل الحقلية على مرحلتين:

جولة استطلاعية

لغرض التعرف على جيولوجية وتركيبية وجيومورفولوجية المنطقة، حيث تم تحديد مواقع خمس محطات لغرض الدراسة واسقاطها على الخريطة الموقعية للمنطقة، وذلك باستعمال جهاز (GPS) لإيجاد احداثيات التشميل والتشريق والارتفاع عن مستوى سطح البحر بنظام (UTM System) (الجدول رقم 1)، واشتملت هذه المرحلة القيام بجولة استطلاعية لمنطقة الدراسة لتحديد شكل تكوينات المنطقة وطبيعتها وتحديد القياسات الحقلية المختلفة.

النمذجة:

تم اختيار خمس محطات او مواقع للنمذجة ممثلة لمنطقة الدراسة، وكانت النمذجة تجري على عمق (1-2.5) متر من سطح الأرض بعد إزالة طبقة التربة العليا المتعرضة الى التجوية لغرض الحصول على نوع تربة ممثل لطبقة الأساس الذي يتم انشاء الأسس عليه.

الجدول 1: احداثيات مواقع النمذجة في منطقة الدراسة.

رقم العينة	التشميل	التشريق	المنسوب (م) (a.s.l.)	عمق النموذج (م)
S1	0374131	3832248	106	1.2
S2	0373937	3832126	111	0.6
S3	0373735	3832465	111	2.5
S4	0374117	3832265	111	1.5
S5	0374361	3832067	113	2.5

مرحلة العمل المختبرية

تضمنت مرحلة العمل المختبرية إجراء بعض الفحوصات لنماذج التربة التي جمعت من عدة مواقع من منطقة الدراسة:

الفحوصات البتروفيزيائية للتربة **Petrophysical Analysis of Soil**: اشتملت على ما يأتي:

1- التحليل الحجمي الحبيبي (Grain size analysis): أجري هذا الفحص وفق المواصفات الأمريكية (ASTM, D42263, 2004).

2- حدود اللدونة: أجري هذا الفحص وفق المواصفات الأمريكية (ASTM, D4318, 2004).

3- الوزن النوعي: اجري هذا الفحص وفق المواصفات الأمريكية (ASTM, D458-02, 2004).

4- المحتوى الرطوبي: أجري هذا الفحص وفق المواصفات الأمريكية (ASTM D2216-80, 2004).

الفحوصات الهندسية Geotechnical Analysis of Soil: اشتملت على إجراء فحص القص المباشر Direct shear test والذي أجري وفق المواصفات الأمريكية (ASTM, D 3080-11., 2004) لإيجاد معاملات المقاومة القصية (زاوية الاحتكاك الداخلي، قوة التماسك والمقاومة القصية).

الفحوصات الكيميائية للتربة Chemical analysis of soil: أجري هذا الفحص على خمسة نماذج للتربة، وفق مواصفات (Handbook NO-60, 1959) وشملت الفحوصات إيجاد:

1- محتوى الجبس Gypsum Content

2- قياس الأس الهيدروجيني (pH)

3- النسبة المئوية لمجموع الاملاح القابلة للذوبان بالماء (T.S.S)

النتائج والمناقشة

إن الأساس في إنشاء أي مشروع هندسي والحصول على نتائج صحيحة في أي منشأ هندسي يتمثل بوجود دراسة مواصفات وخصائص التربة التي يقام عليها هذا المشروع أو المنشأ، أي توفر المعلومات الجيولوجية والجيوتكنيكية عن التربة والحصول على هذه المعلومات أما بطرق جيوفيزيائية مختلفة أو عن طريقة حفر الآبار أو الخنادق أو استعمال نماذج من سطح التربة (1-2) م للتعرف على المقاطع الطباقية (Ali et al., 1991). في هذا البحث تمت دراسة بعض الخواص الجيوتكنيكية للتربة التي شملت بعض الخواص الفيزيائية والهندسية والتحليل الكيميائية والمعدنية، فضلاً عن طرق حساب هذه الخواص وعلاقتها مع بعضها البعض، وكذلك تأثيراتها على التربة لغرض الوصول إلى تقييم أفضل للتربة من الناحية الجيوتكنيكية وتقييمها للأغراض الهندسية للوصول إلى فهم دقيق لتصرف التربة أثناء وبعد إقامة المنشآت الهندسية عليها.

أولاً- الفحوصات الفيزيائية: Physical properties

الوزن النوعي: Specific gravity (Gs)

يعرف الوزن النوعي بأنه النسبة بين كتلة حجم معين من التربة إلى كتلة نفس الحجم من الماء المقطر (Al-Sultani, 2005). يعتبر الوزن النوعي للتربة مهماً جداً في التطبيقات الهندسية، الذي يمكن عن طريقه تمييز أنواع التربة المختلفة بصورة تقريبية، كذلك يستفاد منه في بعض الفحوصات الهندسية مثل الانضمام والتحليل بوساطة المكثاف. وتم إجراء فحص الوزن النوعي وفق المواصفات الأمريكية (ASTM D 854-02, 2004)، علماً أنه تم إجراء تجارب الفحص في أجواء كانت فيها درجة الحرارة بحدود (20) درجة سليزية، وتحسب قيمة الوزن النوعي لنماذج منطقة الدراسة ووفق المعادلات أدناه:

$$GsT_1 = W_3 / (W_1 + W_3) - W_2 \dots\dots\dots (1)$$

$$GsT_{20} = GsT_1 \cdot A \dots\dots\dots (2)$$

إذ يمثل (W_1) وزن القنينة الحجمية مملوءة بالماء المقطر، (GsT_1) الوزن النوعي عند درجة الحرارة الابتدائية، (W_2) وزن القنينة الحجمية مع خليط التربة، (W_3) وزن التربة المجففة بدرجة حرارة (45) ° سليزية، (A) عامل تصحيح درجة الحرارة، (T_1) درجة الحرارة الابتدائية، (T_{20}) عند درجة حرارة (20) ° سليزية القياسية، (GsT_{20}) الوزن النوعي المصحح عند درجة الحرارة القياسية (20 °) سليزية.

يمثل الجدول (2) قيم ثابت التصحيح اعتماداً على درجة الحرارة.

الجدول 2 قيم ثابت التصحيح (Das, 1982).

A (ثابت التصحيح)	درجة الحرارة (°) سليزية
1.004	18
1.002	19
1.000	20
0.9996	22
0.9991	24
0.9986	26
0.9980	28

بعد إيجاد قيم الوزن النوعي لترب منطقة الدراسة، تبين إن نسبة المواد الناعمة الموجودة في التربة لها تأثير مباشر وكبير على قيم الوزن النوعي وإن وجود الجبس بنسبة عالية في التربة يؤدي إلى تقليل قيم الوزن النوعي وذلك لكونه يعتبر من المعادن التي تمتلك وزناً نوعياً واطناً كما موضح في الجدول (3):

الجدول 3: نتائج الوزن النوعي لنماذج منطقة الدراسة.

النموذج	العمق (م)	الوزن النوعي
S1	1.2	2.44
S2	0.6	2.41
S3	2.5	2.49
S4	1.5	2.48
S5	2.5	2.43

محتوى الرطوبة: Moisture content

يعرف محتوى الرطوبة بأنه النسبة المئوية للماء الموجود في نموذج التربة، أو بمعنى آخر يعرف بأنه عبارة عن نسبة وزن الماء إلى وزن الحبيبات أو المادة الصلبة في كتلة التربة وهي نسبة مئوية، ويحسب وفق المواصفات الأمريكية (ASTM D 2004-80-2216) وفق المعادلات (3) أو (4) ويعبر عنه بالعلاقة الآتية:

$$W_c = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \dots \dots \dots (3)$$

أو بالعلاقة:

$$W_c = \frac{W - W_s}{W_s} \times 100 \dots \dots \dots (4)$$

حيث أن:

W_c = المحتوى المائي (محتوى الرطوبة)، W = وزن العينة الأصلي، W_s = الوزن الجاف للتربة، W_w = وزن الماء في العينة.

تراوحت قيم محتوى الرطوبة في ترب منطقة الدراسة ما بين (6.63-15.83)، وتبين انها عالية لكون إن عمليه النمذجة تمت في فصل الشتاء فضلاً عن ذلك ارتفاع منسوب المياه الجوفية في المنطقة وذلك بسبب انخفاض درجة الحرارة وزيادة الساقط المطري مما يسبب زيادة نسبة المياه في التربة كما في الجدول (4).

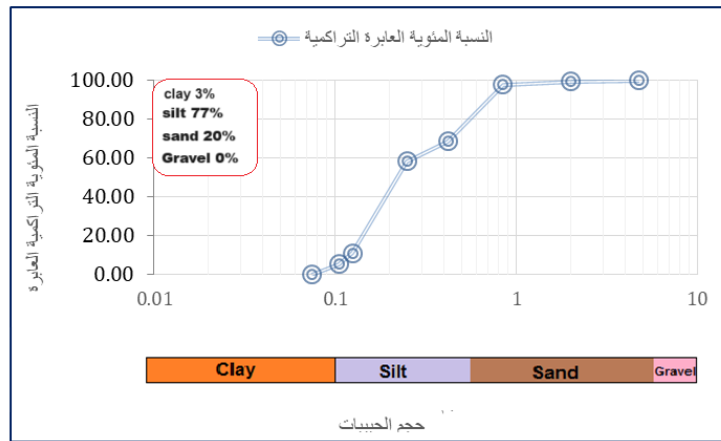
الجدول 4: قيم محتوى الرطوبة في نماذج منطقة الدراسة.

النموذج	العمق(م)	%محتوى الرطوبة
S1	1.2	8.67
S2	0.6	8.42
S3	2.5	15.83
S4	1.5	14.98
S5	2.5	6.63

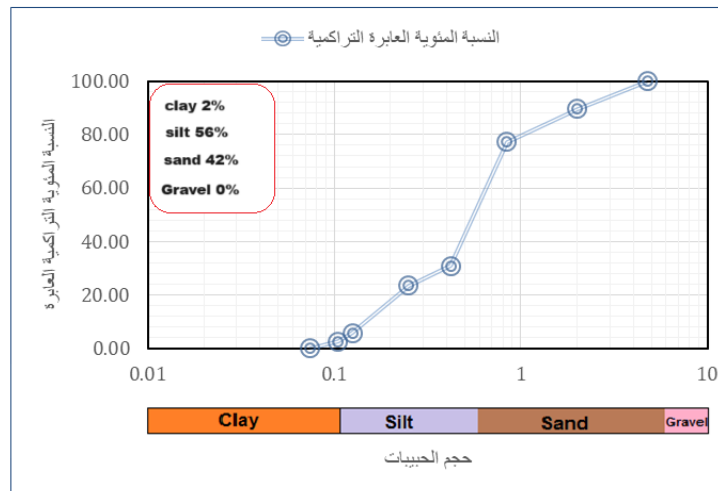
التحليل الحجمي الحبيبي: Grain size analysis

تتألف التربة بصورة عامة من حبيبات ذات أحجام مختلفة، ويمكن معرفة النسب المئوية لهذه الأحجام الحبيبية عن طريق اجراء التحليل الحجمي الحبيبي حيث يتم فصل نماذج التربة إلى مجموعات حجمية ناعمة (غرين، طين) ومجموعات خشنة (حصى، رمل). ويتم ذلك بمرحلتين هما التحليل رطب (بالمكثاف) والتحليل جاف (بالمناخل) (Ali et al., 1991). يعبر التوزيع الحجمي لحبيبات التربة عن النسبة المئوية لوزن تصنيف الحوم الحبيبية المختلفة للتربة (Wilun and Starzewski, 1975)، تم إجراء الفحص بموجب المواصفة الأمريكية (ASTM, D421, 2004) للتحليل المنخلي، و (ASTM, D422, 2004) للهايڤروميتر، لحساب النسبة المئوية لوزن الأحجام الحبيبية المختلفة من نموذج التربة الجافة. ويعد التحليل الحجمي لحبيباتها الأساس في تصنيف التربة.

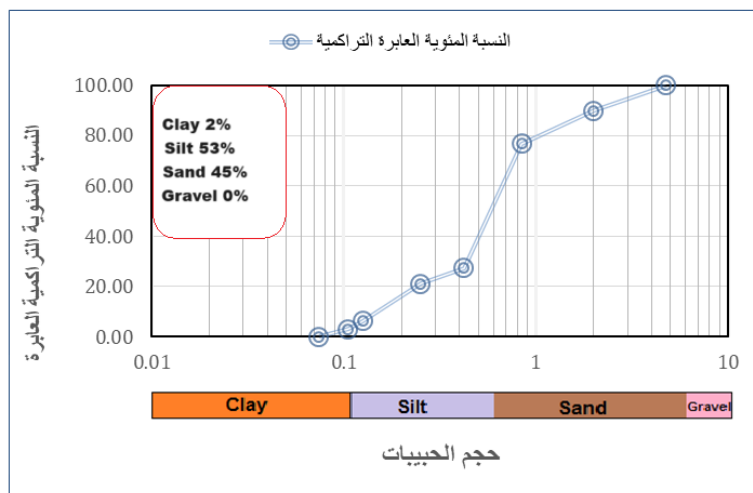
تم إيجاد النسب المئوية لحبيبات التربة ذات الأحجام المختلفة بواسطة التحليل الحجمي من خلال فصل الترسيبات الى مجاميع حجمية خشنة متمثلة بالحصى والرمل ومجموعة ناعمة تمثل الطين والغرين، ويتم ذلك بأجراء التحليل المنخلي الجاف. وتم رسم منحنيات التدرج الحجمي لخمس نماذج في الأشكال (2، 3، 4، 5، 6) التي توضح العلاقة بين النسبة المئوية العابرة للتربة من المنخل مع أقطار حبيبات التدرج الحجمي. من خلال النتائج المستحصلة من فحوصات التدرج الحجمي، نلاحظ بان الرمل والغرين هما السائدان في جميع المحطات، إي إن التربة رديئة التدرج بالإضافة إلى انه نسبة الطين قليلة جدا وتكاد تكون معدومة في اغلب المحطات، وهذا ما دلت عليه نتائج الفحوصات الأخرى مثل حدود أتربيك وغيرها.



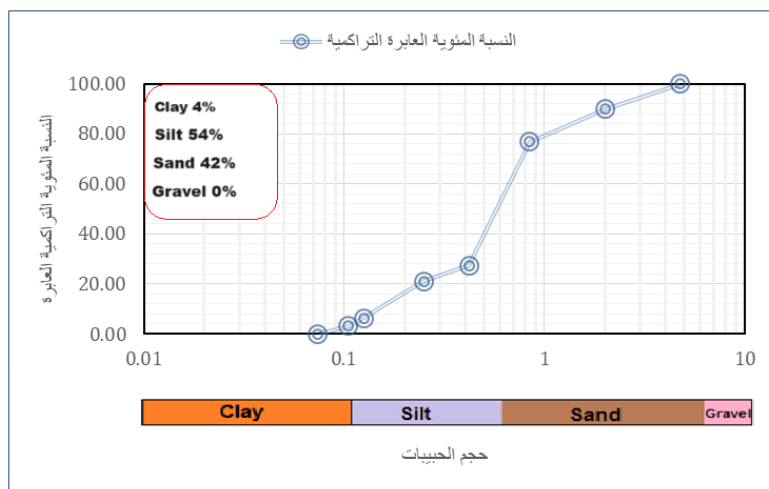
شكل 2. منحنى التدرج الحجمي للنموذج S1.



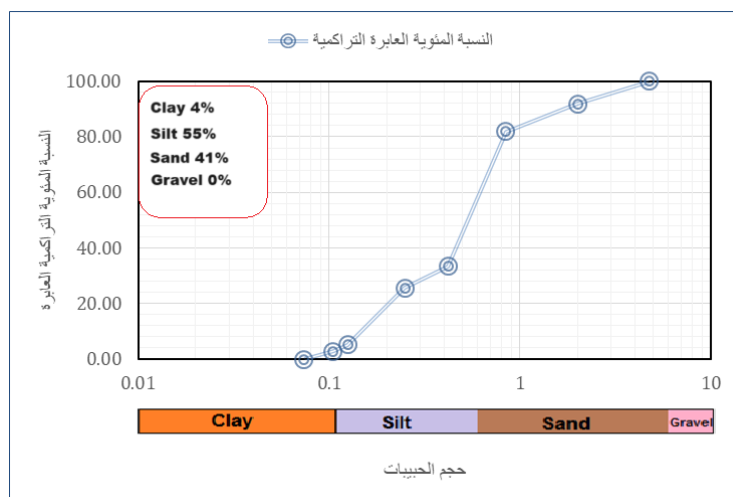
شكل 3. منحنى التدرج الحجمي للنموذج S2.



شكل 4. منحنى التدرج الحجمي للنموذج S3.



شكل 5. منحنى التدرج الحجمي للنموذج S4.



شكل 6. منحنى التدرج الحجمي للنموذج S5.

الجدول 5: النسب المئوية لتحليل التدرج الحبيبي الحجمي.

النموذج	العمق (م)	الحصى (%)	الرمل (%)	الغرين (%)	الطين (%)
S1	1.2	0	20	77	3
S2	0.6	0	42	56	2
S3	2.5	0	45	53	2
S4	1.5	0	42	54	4
S5	2.5	0	41	55	4

حدود اللدونة (حدود أتربريك)

إن الحالة التي تكون فيها الأطين أو الترب الطينية موجودة يمكن أن تتغير (الحالة السائلة، الحالة اللدنة، الحالة شبه الصلبة، الحالة الصلبة)، وذلك بتغير محتوى الرطوبة للتربة عند إضافة كمية قليلة من الماء إلى نموذج من التربة لتزيد من لدونتها، وهو أمر يمكن أو تسهل مشاهدته لكل من تعامل مع عينات التربة، ولكل نوع من أنواع الترب الطينية حد معين لمحتوى الرطوبة تتشكل فيه بحالة خاصة (Al-Hajjawi, 2003).

تم احتساب حدود أتربريك (Atterberg limits) بالاعتماد على الطريقة المقترحة من قبل الجمعية الأمريكية لفحص المواد (ASTM, D4318, 2004)، واعتماداً على التقسيم الذي قام به العالم السويدي أتربريك في عام (1911) الذي قسم التربة إلى أربع حالات تبعاً لقيمة المحتوى المائي والتمثلة (الحالة السائلة، الحالة اللدنة، الحالة شبه الصلبة، الحالة الصلبة)، ثم قام بوضع حدود بين هذه الحالات والتي سميت بحدود أتربريك للتربة والتي تتمثل في الهندسة الجيوتكنيكية بحد السيولة-حد اللدنة-حد الانكماش.

تم إجراء فحص حدود اللدونة على الترب المفتتة الناعمة ولجميع النماذج المأخوذة من المدينة الرياضية إلا أنه تعذر الحصول على حد السيولة. فمن خلال إجراء فحص التحليل الحجمي، تبين بأن أغلب نماذج منطقة الدراسة هي رملية غرينية أو غرينية رملية وإن نسبة الطين تكاد تكون معدومة في أغلب هذه النماذج، وعليه تم إجراء الفحص وتكامل بفشل النماذج المحتوية على أقل نسبة من الأطين والتي تحتوي على نسب عالية من الرمل والغرين حيث تعذر إيجاد حدود اللدونة لها، ترب غير لدنة أي تتفكك عند إضافة الماء المقطر إليه بشكل مباشر ولا يظهر أي مطاوعة للتشكل أي لا نستطيع عمل خيوط من النموذج كما هو الحال في الوضع الطبيعي للتربة بالإضافة إلى نسبة الجبس العالية، والنموذجان اللذان تم إيجاد حدي السيولة واللدونة لهما هما (S4, S5) حيث بلغت نسبة حدود السيولة لهما (19.26-20.59) على التوالي، بينما بلغت نسبة حدود اللدونة لنفس النموذجين (16.32-17.93)، تم إيجاد قيم دليل اللدونة للنموذجين كما في الجدول (6).

الجدول 6: نتائج فحص حدد اللدونة لنماذج منطقة الدراسة.

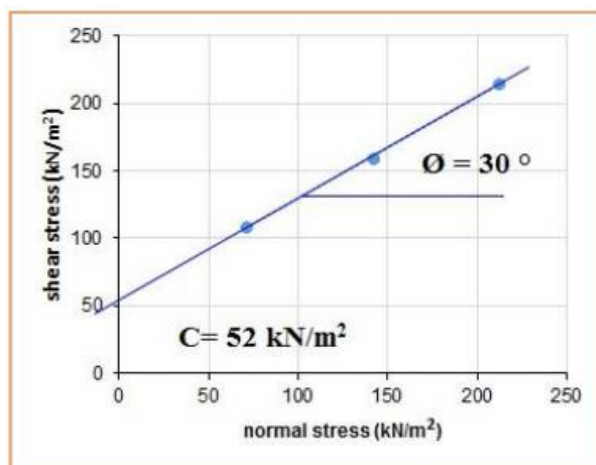
النموذج	العمق (م)	حد السيولة	حد اللدونة	دليل اللدونة
S4	1.5	19.26	16.32	2.94
S5	2.5	20.59	17.93	2.66

فحص القص المباشر Direct shear test

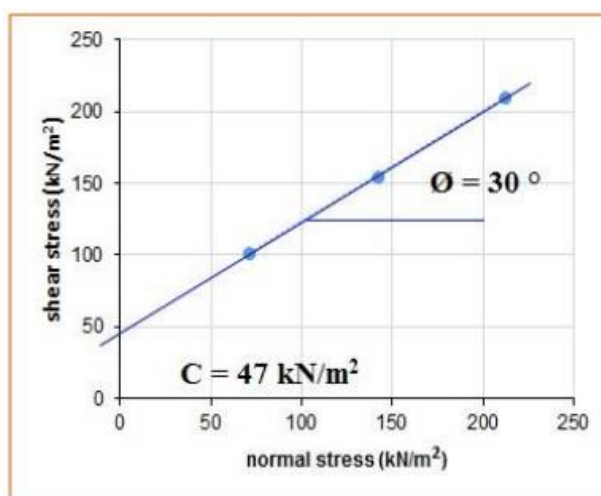
تم إجراء فحص القص المباشر على نموذجين هما S4, S5. تم الحصول على قيم التماسك وزاوية الاحتكاك الداخلي حيث تم استنتاج حدوث زيادة في زاوية الاحتكاك الداخلي وتلك الزيادة تعود إلى زيادة محتوى الجبس في تلك المنطقة قيد الدراسة وكذلك نقصان في المحتوى الطيني كما موضح في الجدول (7).

الجدول 7: نتائج فحص القص المباشر.

رقم النموذج	التماسك (kN/m ²)	زاوية الاحتكاك الداخلي (°)
S4	52	30
S5	47	30



شكل 7. فحص القص المباشر للنموذج (S4)



شكل 8. فحص القص المباشر للنموذج (S5)

التحاليل الكيميائية Chemical analysis

محتوى الجبس

من خلال تحليل النماذج التي دُرِسَتْ أظهرت النتائج بأن قيم الجبس عالية تراوحت ما بين (18.93–47.79%) إذ كانت اعلى قيمة في النموذج (S2) واقل قيمة في النموذج (S4) الجدول 8

الجدول 8: قيم نسبة الجبس لنماذج منطقة الدراسة.

النموذج	نسبة الجبس (%)
S1	33.48093
S2	47.79814
S3	21.06435
S4	18.93775
S5	32.95975

الأس الهيدروجيني:

أظهرت نتائج قيم الأس الهيدروجيني لنماذج المدينة بأن التربة متعادلة إلى متعادلة قلوياً كما في الجدول (9).

الجدول 9: قيم الأس الهيدروجيني لنماذج منطقة الدراسة.

رقم النموذج	الأس الهيدروجيني (pH)
S1	7.44
S2	7.86
S3	7.57
S4	7.53
S5	7.60

مجموع الأملاح المذابة:

من الطبيعي بأن الأملاح المذابة لنماذج منطقة الدراسة تكون عالية نظراً لمحتوى الجبس العالي، ومن خلال تحليل النماذج التي درست أظهرت النتائج بأن قيم مجموع الأملاح الذائبة شهدت اقصى ارتفاع لها حيث تراوحت ما بين (59.34-69.18%) اذ كانت اعلى قيمة للنموذج (S2) وأقل قيمة للنموذج (S4) (الجدول 10).

الجدول 10: قيم مجموع الأملاح المذابة لنماذج منطقة الدراسة.

رقم النموذج	الأس الهيدروجيني (pH)
S1	60.23
S2	69.18
S3	59.87
S4	59.34
S5	64.60

الاستنتاجات Conclusion

- 1- اظهرت تربة منطقة الدراسة تشابهاً في الخواص الجيوتكنيكية دلالة على تماثل تربة المواقع.
- 2- التربة في منطقة الدراسة يغلب عليها النوع الرملي والتراب الناعمة وهي ترب رملية-غرينية رديئة التدرج وتكاد تقتقر الى الاطيان، وهي من نوع ML (اي انها تربة غرينية واطئة اللدونة) اعتمادا على التصنيف الموحد للتربة.
- 3- تبين أن تربة منطقة الدراسة ذات محتوى رطوبي واطئ وذلك لكون مصادر المياه الجوفية بعيدة وقلة الساقط المطري ونسبة التبخر العالية فضلاً عن أن النمذجة تمت في فصل الصيف، وأن لهذه النسبة القليلة اهمية قصوى كون التربة ذات محتوى جبسي عالٍ وبالتالي فإنها تتأثر كثيراً بزيادة المحتوى الرطوبي.
- 4- بينت نتائج فحص القص المباشر بأن قيم معاملات المقاومة القصية متقاربة لترب منطقة الدراسة بسبب تقارب نسب احجام الرمل والغرين، حيث نلاحظ أن قيم مقاومة التماسك عالية نوعاً ما وذات زاوية احتكاك داخلي عالية بسبب محتواها من الجبس وقلة المحتوى الطيني.
- 5- تبين بأن مديات قيم الوزن النوعي للتربة تسجل تقارباً كبيراً نسبياً، حيث أن وجود الجبس بنسبة عالية في نماذج التربة يؤدي الى تقليل قيم الوزن النوعي لكونه يعتبر من المعادن التي تمتلك وزناً نوعياً واطئاً.
- 6- اظهرت نتائج التحاليل الكيميائية أن نسبة المحتوى الجبسي لترب منطقة الدراسة عالية وفي جميع النماذج المأخوذة، مما يشكل خطراً كبيراً وينذر بحدوث مشاكل هندسية عند ذوبان الجبس بوجود الماء، بالتالي يؤدي الى هبوط أسس الوحدات السكنية التابعة للمجمعات ويؤدي الى تآكل الخرسانة، لذلك يجب أن يتم استبدال التربة قدر المستطاع او العمل على منع المياه السطحية او الجوفية مستقبلاً من التماس معها.
- 7- النسب المئوية لمجموع الأملاح القابلة للذوبان عالية في اغلب نماذج المجمعات السكنية، محتوى المواد العضوية كان قليلاً ليس له تأثير. إن قيم الأس الهيدروجيني تدل على أن التربة متعادلة الى متعادلة قلوية في جميع النماذج، اما فيما يخص نسبة الكلوريدات في التربة فإن نسبتها عالية، لذا يجب مراعاتها عند التصميم لأنها تؤثر على المنشآت المقامة.

المصادر References

- 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. (In Arabic)
- Al-Ashw, M.O., 1991. Principles of Soil Mechanics, Dar Al-Kutub for Printing and Publishing, Mosul University, 574 P. (In Arabic)
- Al-Dafa'i, S.S., 2002. Groundwater Hydrochemistry in the Baiji-Samarra Region, West of the Tigris River, Department of Earth Sciences, Faculty of Science, University of Baghdad, MSc Thesis (unpublished), 113 P. (In Arabic)
- Al-Haddad, K.A.A., 2012. Geotechnical Soil Assessment of Selected Sites from the City of Tikrit / Central Iraq, Tikrit Journal of Pure Science, Vol. 17, No. 3, pp. 1-6. (In Arabic)
- Al-Hajjawi, S.A., 2003. Soil Tests for Constructional Purposes, Nablus-Palestine, 299 P. (In Arabic)
- Ali, M.H., Hijab, B.R. and Al-Jassar, S.H., 1991. Engineering Geology, Dar Al-Kutub Printing and Publishing, Baghdad University, pp. 570-576. (In Arabic)
- Al-Nasiri, W.S.A.H., 2012. Hydrogeological Conditions of the Tigris Irrigation Project Area/ South of Tikrit City/ Iraq, Faculty of Science, University of Tikrit, MSc Thesis (unpublished) 129 P. (In Arabic)
- Al-Samarrai, S.K.J., 2005. Spatial Distribution of Land Uses in the Rasasi Irrigator Project, MSc Thesis, Unpublished, Faculty of Education, Ibn Rushd, Baghdad, 92 P. (In Arabic)
- Al-Samarrai, M.M., 2009 Geography and its Economic Applied Studies, Majid Press, Baghdad, 189 P. (In Arabic)
- Al-Sultani, R.H.K., 2005. Tourism Geography in Babylon Governorate, MSc Thesis, Al-Mustansiriya University. (In Arabic)
- ASTM D2216-80, 2004. Standard Test Method for Laboratory Determination Of Water (Moisture) Content of Soil Rock by Mass.
- ASTM D3080-11, 2004. Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions1.
- ASTM, D 422-63, 2004. Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils.
- ASTM, D 422-63, 2004. Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils.
- ASTM, D 4318-00, 2004. Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.
- ASTM, D 854-02, 2004. Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer.
- Basi, M.A. and Karim, S.A., 1990. The stage report of the local geological survey, Vol. 2, Laboratory Studies.
- Thabet, K. and Al-Ashw, M.O., 1993. Foundations of Geology for Engineers, Dar Al-Kutub for Printing and Publishing – Mosul University, 338 P. (In Arabic)
- Wilun, Z. and Starzewski, K., 1975. Soil Mechanics in Foundation Engineering, Vol. 1, 2nd Ed., Surrey University Press, 252 P.