International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 32 العدد
Part 2 المجلد
July 2023 يوليو
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
ISTJ

تم استلام الورقة بتاريخ: 15 / 6/ 2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

تحسين الخواص الهندسية للتربة نوع (A–3) بإضافة مخلفات محاجر تكوين قرقارش

أ. خيري مولود زريق
قسم تقنيات الهندسة المدنية – المعهد العالي للعلوم و التقنية بالزاوية
khiryzr958@gmail.com

الملخص

التربة (A–3) هي احد أنواع التربة الرملية التي تغطي مساحات كبيرة على طول الشريط الساحلي من مصراته شرقا إلى رأس أجدير غربا، ولهذه التربة عدة عيوب رئيسية منها: صعوبة دمكها، قابليتها للانجراف المائي والتعرية الرياحية بسهولة، تفككها وعدم ترابطها وحساسيتها للاهتزازات عالية .

في هذه الورقة سنتناول موضوع معالجة العيوب الهندسية للتربة (A–3) باستخدام مخلفات محاجر تكوين قرقارش المتوفر على طول الشواطئ الليبية الواقعة غرب مدينة طرابلس، حيث تضاف هذه المخلفات إلى التربة (A–3) بنسب معينة للحصول على تربة خليط لها خواص هندسية جيدة، والهدف من هذا البحث هو دراسة مدى إمكانية تحسين الخواص الهندسية للتربة (A–3) وإيجاد النسبة المثلى لهذا الخليط والتي تحقق الأغراض الهندسية و الاقتصادية.

ولتحقيق الهدف المطلوب من هذا البحث فقد تم إجراء دراسة معملية اشتملت على تحديد الخصائص الحجمية, خصائص الدمك (المحتوى المائي الأمثل والكثافة الجافة القصوى), نسبة تحميل كاليفورنيا ومحاور مقاومة القص لعينات مغمورة ولعينات غير مغمورة وذلك لكل من التربة (A–3) ومخلفات محاجر تكوين قرقارش والتربة الخليط بنسبها المختلفة, وقد دلت النتائج المعملية على إمكانية تحسين الخواص الهندسية للتربة (A–3) باستخدام مخلفات محاجر تكوين قرقارش, حيث أشارت النتائج إلى أن الكثافة الجافة القصوى تزداد

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 32 العدد
Part 2 المجلد
July 2023 يوليو
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
ISTJ

تم استلام الورقة بتاريخ: 15 / 6/ 2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

بشكل ملموس بزيادة نسبة المادة المضافة وكذلك بالنسبة للخصائص الميكانيكية للتربة, فقد لوحظ أن نسب تحميل كاليفورنيا تزداد بصورة واضحة بزيادة نسبة المواد المضافة حيث أن قيمة (CBR) للعينات المغمورة ارتفعت إلى 27% عند نسبة إضافات 30% بدلا من 7% للتربة الأصلية (A–3), ومن هذه النتائج يمكن تحديد النسبة المضافة الملائمة لمعالجة التربة (A–3) والتي تتراوح بين 20% إلى 30% من مخلفات محاجر تكوين قرقارش.

الكلمات الدالة: التربة (A–3), معالجة التربة, الخواص الهندسية للتربة.

Improving the engineering properties of soil (A-3) by adding the remnants of the Qarqarash Formation quarries

KHAYRI MAWLOUD ZURAYQ
Higher institute of science and technology- Alzawiah
khiryzr958@gmail.com

ABCTRACT

Soil (A-3) is one of the types of sandy soils that cover large areas along the coastal strip from Misurata in the east to Ras Ajdir in the west. This soil has several major defects, including the difficulty of its compaction, its susceptibility to water erosion and wind erosion easily, its disintegration, non-coherence, and its sensitivity to vibrations are high. In this paper, we will address the topic of treating the engineering defects of the soil (A-3) using the remnants of the quarries of the Gargarish Formation available along the Libyan coasts located west of the city of Tripoli, where these residues are added to the soil (A-3) in certain proportions to obtain a mixture soil that has good engineering properties The aim of this research is to study the possibility of improving the engineering

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 15 / 6/2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

properties of soil (A-3) and to find the optimal ratio for this mixture that achieves the engineering and economic purposes.
In order to achieve the required objective of his research, a laboratory study was carried out that included determining the volumetric characteristics, compaction properties (optimal water content and maximum dry density), California loading ratio and shear strength axes for submerged and unsubmerged samples for each of (A-3) soils and quarry wastes. Gargarish Formation and mixed soil in different proportions. The laboratory results indicated the possibility of improving the engineering properties of soil (A-3) by using the remnants of the Gargarish Formation quarries.
Where the results indicated that the maximum dry density increases significantly with the increase in the percentage of the added material, as well as with regard to the mechanical properties of the soil, it was observed that the loading percentages of California increased clearly with the increase in the percentage of the added materials, as the value (CBR) of the submerged samples increased to 27% at the percentage of additions of 30 % instead of 7% for the original soil (A-3), and from these results it is possible to determine the appropriate added percentage for soil treatment (A-3), which ranges from 20% to 30% of the tailings of the Qarqarish Formation quarries.

Keywords: Soil (A-3), Soil treatment, engineering properties of soil

1 . المقدمة

التربة الرملية بصفة عامة تعتبر من أجود أنواع التربة من حيث صلاحيتها لأغراض البناء والتشييد وهي تربة حبيبية خشنة وغير متماسكة وتعتمد خواصها الهندسية على حجم وتدرج حبيبتها وعلى كثافتها النسبية [1, 2, 3]؛ الكثافة النسبية تعتمد على الكثافة الجافة للتربة حيث انه كلما زادت الكثافة الجافة للتربة زادت كثافتها النسبية وبالتالي تتحسن خواصها الهندسية ومن أهمها الخواص الميكانيكية التي تعتمد على مقاومة الاحتكاك بين الحبيبات[2, 3, 4]؛ وعند المقارنة بين أنواع التربية الرملية نجد إن التربة (A–3) اقلها

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 15 / 6/ 2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

جودة من حيث خواصها الميكانيكية نظراً لأنها تربة ناعمة رديئة التدرج وحبيباتها سائبة وغير متماسكة.

1 . 1 أهمية ومشكلة البحث

تغطي التربة (A–3) مساحات واسعة بالمناطق الواقعة شمال غرب ليبيا والتي تمتد من الحدود التونسية غرباً إلى منطقة مصراته شرقاً وهي من المناطق الأكثر كثافة سكانية (حوالي 70%من سكان ليبيا يقطنون بهذا المناطق) مما يؤدي إلى كثرة المشاريع الهندسية بهذه المنطقة, الأمر الذي يعطيها أهمية كبيرة للعديد من المشاريع الهندسية المختلفة المراد تنفيذها بهذا المناطق، ومما زاد أهمية هذا التربة هو ظهور بعض المشاكل الفنية إثناء تنفيذ الإعمال الترابية الخاصة بمشروع خط السكك الحديدية المراد تنفيذه بتلك المناطق حيث ثبت عملياً إن التربة (A–3) لا تصلح لاستخدامها في بناء التعليات التربة [5]؛ التربة (A–3)هي تربة رملية ناعمة رديئة التدرج وغير لدنه ونسبة المواد الناعمة بها لا تزيد عن 10% وتصنف حسب النظام الموحد للتصنيف (USCS) على أنها تربة رملية ناعمة رديئة التدرج (SP)أو تربة رملية غرينية رديئة التدرج (SP–SM) ولهذه التربة عدة عيوب من بينها صعوبة دمكها، غير متماسكة الحبيبات (مفككة وغير مترابطة)، حساسيتها للاهتزازات وقابليتها للانجراف المائي والتعرية الرياحية عالية [6].

وفي حالات كثيرة تكون الخواص الهندسية للتربة الطبيعية في مستوى لا يحقق متطلبات المواصفات القياسية حيث يتعذر استخدامها في إعمال تنفيذ المشاريع الهندسية وهي على حالتها الطبيعية لذلك يجب التفكير في إيجاد الطريقة المناسبة لمعالجة هذا التربة وتحسين خواصها الهندسية، هناك العديد من الطرق التي يمكن استخدمها في هذا المجال وهي تعتمد على نوع التربة، والوظيفة الإنشائية لهذا التربة، ونوع وكثافة الأحمال المسلطة عليها، توفر المواد المناسبة لعملية المعالجة وتوفر المعدات والآلات والأجهزة اللازمة لذلك[7,8]؛ إن القرار النهائي حول استخدام التربة واختيار الطريقة المناسبة للتثبيت هو موازنة بين الخصائص الهندسية المطلوبة من ناحية والجدوى الاقتصادية للمشروع من ناحية أخرى.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 15 / 6/ 2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

1 . 2 أهداف البحث

تهدف هذه الدراسة إلى اقتراح طريقة لعلاج القصور في خصائص التربة (A–3)حيث تحتوي هذه الدراسة على تأثير إضافة مخلفات محاجر تكوين قرقارش إلى التربة(A–3) بنسب معينه (10%, 20%, 30%) لتحسين الخواص الهندسية للتربة (A–3) ودراسة مدى التغيير في هذه الخواص بتغير الخصائص الحجمية لحبيبات التربة (حجم وتدرج الحبيبات) داخل حدود التربة (A–3) ثم يستمر لدراسة إيجاد الطريقة المناسبة لتحسين هذه الخواص.

2 . منهجية البحث

لتحقيق أهداف البحث فلقد أتُّبعت منهجية محددة وذلك بأخذ عينات من التربة (A–3) من داخل الحرم الجامعي لجامعة طرابلس على عمق (50 –75سم) وأيضا أخذ عينيات من مخلفات محاجر تكوين قرقارش من منطقة ديلة بمحاذاة شاطئ البحر بمدينة الزاوية من ثم إجراء دراسة معملية اشتملت على تحديد الخصائص الحجمية, خصائص الدمك (المحتوى المائي الأمثل و الكثافة الجافة القصوى), نسبة تحميل كاليفورنيا (CBR)ومحاور مقاومة القص للحالتين المغمورة وغير المغمورة وذلك لكل من التربة (A–3)ومخلفات محاجر تكوين قرقارش والتربة الخليط بإضافة النسب المحددة للدراسة وهي (10% , 20% , 30%) من مخلفات محاجر تكوين قرقارش.

3 . الدراسات السابقة

أجريت العديد من الدراسات المحلية بنفس هدف ومنهجية هذه الدراسة مثل الدراسة التي أعدها (خ. م. زريق), بالمجلة الدولية للعلوم و التقنية, العدد 19, ليبيا (2019), بخصوص تحسين الخواص الهندسية للتربة (A–3) بإضافة الطين والتي أوضحت نتائجها إلى أن إضافة الطين بنسب (0% , 5% , 10% , 15%, 20%) إلى التربة (A–3)يعمل على تحسين خاصية التماسك بين حبيبات التربة مما يجعلها أكثر ثباتا و قدرة على مقاومة عوامل الانجراف والتعرية. كما أوضحت الدراسة أن إضافة الطين إلى التربة (A–3) من الممكن أن يحسّن في الخواص الجيوتقنية للتربة (A–3), حيث وجد أن قابلية

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 15 / 6/ 2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

التربة (A–3) للدمك تتحسن بإضافة نسب محددة من الطين إليها وكذلك فان الكثافة الجافة تزداد بزيادة نسبة المادة المضافة. كما أكدت الدراسة أن قيمة نسبة تحميل كاليفورنيا(CBR)(California Bearing Ratio) تزداد بشكل ملحوظ بزيادة نسب معينة من الطين إلى التربة (A–3),إضافة إلى هذا فلقد أشارت نتائج اختبار القص المباشر بالدراسة إلى إمكانية تحسين خاصية التماسك للتربة (C) وأن هذه الخاصية تعتمد أساسا على نوع ومقدار نسبة الطين المضاف وعلى حجم وتتدرج حبيبات التربة [9].

4 . البرنامج العملي

4 . 1 المواد المستخدمة

•التربة (A–3)

هذا النوع من التربة متواجد بوفرة في المناطق الساحلية وعلى امتداد سهل الجفارة ويشكل تربة الأساس (Sub Grade) لمعظم الطرق الرئيسية والفرعية والزراعية المنتشرة بتلك المناطق، والجدير بالذكر إن خط السكك الحديدية والطريق الرئيسي (الساحلي) على طول الشريط الساحل يخترق التربة(A–3) في كثير من المناطق.

التربة المستخدمة في هذا البحث هي تربة رملية ناعمة منتظمة التدرج وتصنف على أنها التربة(A–3) طبقاً لنظام التصنيف (AASHTO) وتربة رملية رديئة التدرج (SP) طبقاً لنظام التصنيف الموحد (USCS) [9]؛ وهي تحتوي على نسبة 3% بالوزن من المواد الناعمة (مواد تمر من المنخل رقم 200)، أما نسبة المار من المنخل رقم 100 فهي تزيد عن 98%. شكل 1 يوضح عينة من التربة (A–3) المستخدمة في الدراسة، والجدول رقم 1 يوضح الخواص الجيوتقنية للتربة(A–3)، أيضا الشكل 2 يبين نتائج التحليل المنخلي لنفس التربة ولمخلفات محاجر تكوين قرقارش.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 32 العدد
Part 2 المجلد
July 2023 يوليو
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
ISTJ
تم استلام الورقة بتاريخ: 15 / 6/ 2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

شكل .1. يوضح عينة التربة (A–3) المستخدمة في الدراسة.

الجدول 1 الخواص الهندسية للتربة(A–3).

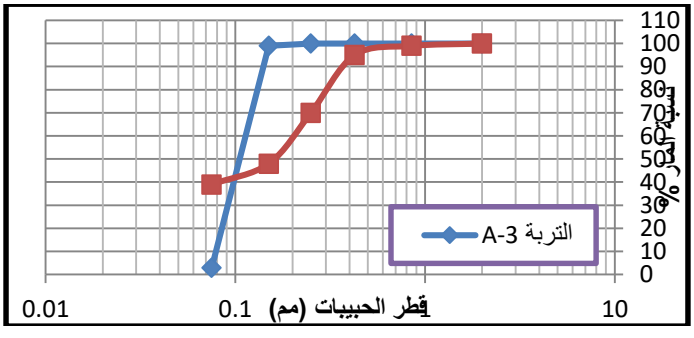
الخاصية	القيمة
الوزن النوعي	2.63
نسبة المواد الناعمة	%3
نسبة الرمل الناعم	%95
التدرج	ردئ
التصنيف AASHTO	A–3
التصنيف حسب النظام الموحد USCS	SP
الكثافة الجافة القصوى	1.615 جم/سم^3 اختبار الدمك القياسي
المحتوي المائي الأمثل	%13 اختبار الدمك القياسي
زاوية الاحتكاك الداخلي	32°
نسبة تحميل كاليفورنيا CBR قبل الغمر في الماء بعد الغمر في الماء	 %16 %7

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 32 العدد
Part 2 المجلد
July 2023 يوليو
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
ISTJ
تم استلام الورقة بتاريخ: 15 / 6/ 2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

مخلفات محاجر تكوين قرقارش

استخدمت المخلفات الناتجة من محاجر تكوين قرقارش كمادة مضافة في هذه الدراسة وهذه المخالفات متواجدة بكميات كبيرة قي محاجر الطوب الحجري الممتدة على طول الشواطئ الساحلية غرب مدينة طرابلس وهي مهملة وغير مستعملة في أي مجال من مجالات البناء والتشييد. تكوين قرقارش هو تكوين جيولوجي سمى بهذا الاسم نسبة إلى منطقة قرقارش وهي أول منطقة استغلت كمحاجر لاستخراج الطوب الحجري اللازم لأعمال البناء. نشأ هذا التكوين كشريط على امتداد السواحل الليبية وقد يصل عمقه في بعض المواقع إلى ستين متر ويحتوي تكوين قرقارش أساساً على الحجر الجيري (Limestone) وعلى الرمل الحجري الكربوني (كالكيرنايت)،ويكون الحجر غالباً ابيض اللون ناعم الحبيبات متوسط المقاومة، أما الرمل الحجري الكربوني فيكون لونه من ابيض إلى رمادي أو بني فاتح وحبيباته من متوسطة إلى خشنة وقد تتخلله بعض المواد من الرمل الناعم او الطمي المتماسك بفعل المواد اللاصقة [6]؛ الجدول 2 يبين الخواص الهندسية لمخلفات محاجر تكوين قرقارش والشكل2 يوضح نتائج التحليل المنخلي لمخلفات محاجر تكوين قرقارش. تصنف مخلفات المحاجر المستخدمة في هذا البحث حسب نظام (AASHTO) للتصنيف على أنه (A–4) تربة ناعمة الحبيبات، كما توصف بأنها تربة رملية غرينية (SM) طبقاً لنظام التصنيف الموحد [10].



شكل. 2. يوضح منحنيات التدرج الحبيبي للمواد المستخدمة في الدراسة.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 15 / 2023/6م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 2023/7/30م

الجدول 2 الخواص الهندسية لمخلفات محاجر تكوين قرقارش.

الخاصية	القيمة
الوزن النوعي	2.76
نسبة المواد الناعمة	%39
نسبة الرمل الناعم	%57
التدرج	–
التصنيف AASHTO	A-4
التصنيف حسب النظام الموحد USCS	SM
الكثافة الجافة القصوى	1.856 حم /سم^{3}اختبار الدمك القياسي
المحتوي المائي الأمثل	%12 اختبار الدمك القياسي
زاوية الاحتكاك الداخلي	–
نسبة تحميل كاليفورنيا CBR قبل الغمر في الماء بعد الغمر في الماء	 %48 %39

5 . الاختبارات المعملية

لقد تم إجراء عدد من الاختبارات المعملية وذلك لدراسة الخواص الهندسية للخليط الناتج من إضافة مخلفات محاجر تكوين قرقارش إلى التربة بنسبها لمختلفة (0%, 10%, 20%, 30%, 100%) بالوزن من التربة الجافة، حيث أجريت هذه الاختبارات بمعمل التربة بكلية الهندسة بجامعة طرابلس وهذه الاختبارات هي اختبار التحليل المنخلي، اختبار الدمك القياسي، اختبار الوزن النوعي، اختبار نسبة تحميل كاليفورنيا (CBR)، واختبار القص المباشر، أجريت هذه الاختبارات طبقا للطريقة القياسية ASTM.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 32 العدد
Part 2 المجلد
July 2023 يوليو
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
ISTJ
تم استلام الورقة بتاريخ: 15 / 6/ 2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

1.5 اختبار التحليل المنخلي

أجري هذا الاختبار على جميع الخلطات المعتمدة بالدراسة وذلك بطريقة الغسل طبقاً للطريقة القياسية (ASTMD422-63-2000)[11]؛ الغرض من إجراء هذا الاختبار هو تحديد الخصائص الحجمية لحبيبات التربة الخليط بنسبتها المختلفة والتي تتمثل في حجم وتدرج الحبيبات ونسبة المواد الناعمة بكل مخلوط وبدلك يمكن تصنيفها وتقدير خصائصها الهندسية الأساسية, وللقيام بهذا الغرض فقد تم استخدام مجموعة من المناخل مرتبة حسب قطر فتحاتها الأكثر فالصغير على التولي وهذه المناخل هي: المنخل رقم 10 (2مم) ثم يليه المنخل رقم 20 (0.85مم) ثم المنخل رقم 40 (0.425مم) وبعده المنخل رقم60 (0.25مم) ويتبعه المنخل رقم 100 (0.15مم) تم يأتي في أسفل المجموعة المنخل رقم 200 (0.075 مم) وفي النهاية يوضح الوعاء بحيث تتجمع فيه المواد المارة من المنخل رقم 200. الجدول 3 يوضح نتائج التحليل المنخلي للعينات المختبرة، وشكل 3 يوضح جهاز الهز والمناخل المستخدمة في اختبار التحليل المنخلي.

الجدول 3 يوضح نتائج التحليل المنخلي للعينات المختبرة.

رقم المنخل	قطر فتحة المنخل (مم)	نسبة المار من المنخل %				
		نسبة الإضافة 0%	نسبة الإضافة 10%	نسبة الإضافة 20%	نسبة الإضافة 30%	نسبة الإضافة 100%
10	2	100	100	100	100	100
20	0.85	100	99.9	99.8	99.7	99
40	0.42	100	99.6	99.2	98.9	96
60	0.25	99.9	96.6	93.8	90.8	69.5
100	0.15	98.6	93.5	88.6	83.6	48.5
200	0.075	3	7.4	10.2	13.8	39

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 15 / 6/ 2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

شكل 3 يوضح جهاز الهز والمناخل المستخدمة في اختبار التحليل المنخلي.

2.5 اختبار الدمك القياسي

الغرض من إجراء هذا الاختبار هو إيجاد منحني العلاقة بين المحتوى المائي والكثافة الجافة لكل الخلطات والذي من خلاله يمكن تحديد الخصائص الرئيسية للدمك وهما المحتوى المائي الأمثـــل والكثافـــة الجافة القصوى لتلك الخلطات، وقد تم إجـراء هذا الاختبار طبقاً للموصفات القياسية الأمريكية (ASTM D698 −00a)[12], الشكل 4 يوضح المعدات المستخدمة في اختبار الدمك القياسي.

شكل 4 يوضح المعدات المستخدمة في اختبار الدمك القياسي.

3.5 اختبار نسبة تحميل كاليفورنيا (CBR)

يعتبر هذا الاختبار احد الاختبارات المعملية التي تستخدم في تقدير وقياس مدى مقاومة التربة للأحمال المسلطة عليها، وقد استخدم هذا الاختبار في هذه الدراسة لمعرفة مدى تأثير إضافة مخلفات محاجر تكوين قرقارش بنسب معينة إلى التربة A−3على مقاومة

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 15 / 6/ 2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

هذه التربة للاختراق, عينات مغمورة لمدة أربعة أيام وعينات غير مغمورة ثم اختبارها طبقاً للطريقة القياسية الأمريكية (ASTM D1883-99)[13]؛ بعد إعداد العينات ودمكها حسب طريقة الدمك القياسي المشار إلية سابقاً, شكل 5 يوضح شكل جهاز اختبار نسبة تحميل كاليفورنيا (CBR).

شكل 5 يوضح شكل جهاز اختبار نسبة تحميل كاليفورنيا (CBR)

4.5 اختبار القص المباشر

يستخدم هذا الاختبار عادة لتحديد المحاور الرئيسية لمقاومة التربة لقوى القص وهما زاوية الاحتكاك الداخلي (Ø) وثابت التماسك (C)، وهو يعتبر من الطرق المناسبة لاختبار التربة الرملية ، وحيث إن هذا البحث يختص بدراسة بعض الخواص الميكانيكية لمخلوط التربة (A-3) مضاف إليها مخلفات محاجر تكوين قرقارش بنسب معينة وقد صنفت جميعها على أنها تربة رملية فقد استخدم هذا الاختبار لقياس زاوية مقاومة القص لجميع الخلطات وذلك بإتباع خطوات الطريقة القياسية الأمريكية(ASTM D3080-01)[14]؛لعينات مغمورة وعينات جافة تم اختبارها بعد دمكها عند مستوى الكثافة القصوى طبقاً لطريقة الدمك القياسي, الشكل 6 يوضح جهاز اختبار القص المباشر.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 15 / 2023/6م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 2023/7/30م

شكل 6 يوضح شكل جهاز اختبار القص المباشر

6 . مناقشة النتائج

1.6 الخصائص والمميزات الحجمية للحبيبات

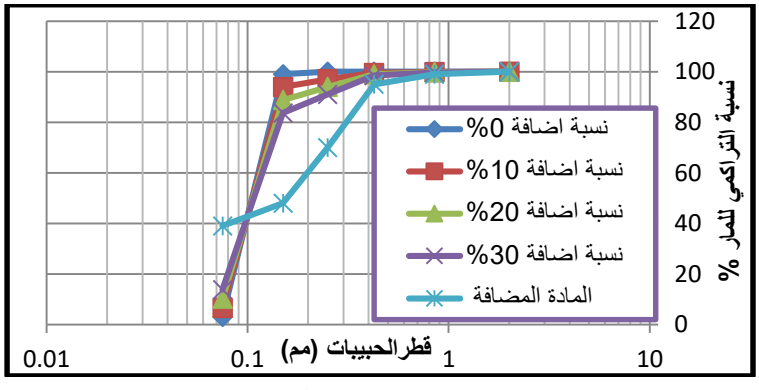
المقصود بالخصائص والمميزات الحجمية هو مقدار وتدرج حجم الحبيبات للتربة وهذه الخصائص والمميزات يتم تحديدها من خلال القيام بإجراء اختبار التحليل المنخلي، والشكل رقم2 يوضح منحنيات التدرج الحبيبي لكل من التربة (A–3) ومخلفات محاجر تكوين قرقارش والخلطات المختلفة، نلاحظ من خلال هذه المنحنيات إن التربة المختبرة مكونة من حبيبات ناعمة ذات حجم واحد تقريباً 98% مار من المنخل رقم 100 (0.15مم) و3% مار من المنخل 200 (0.075 مم) أي إن حوالي 95% من التربة محصورة بين المنخل رقم 100والمنخل رقم 200 أي أنها عبارة عن رمل ناعم منتظم التدرج يحتوي على نسبة لا تزيد عن 3%من المواد الناعم أي المواد التي تمر من المنخل200 (0.075 مم) وهي مواد غرينية غير لدنة. وقد تم حساب كل من معامل الانتظـام C_uومعامل التدرجC_c لهذا التربة (Cc=0.94، C_u =1.3) وبذلك يمكن تصنفها حسب نظام التصنيف الموحدUSCSعلى أنها تربة رملية رديئة التدرج (SP). التدرج الحبيبي للمادة المضافة (مخلفات محاجر تكون قرقارش) يدل على انه أفضل من تدرج التربة(A–3) المختبرة حيث انه يحتوي على نسبة حوالي30%من المواد المتبقية على المنخل رقم 60 (0.25 مم) وحوالي 51% من المواد المتبقية على المنخل

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 15 / 6/ 2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

رقم100(0.15 مم) كما إن نسبة المواد الناعمة المواد التي تمر من المنخل رقم 200 تصل إلى حوالي 39% وهي مواد غير لدنة، وبذلك يتضح إن إضافة مخلفات محاجر تكوين قرقارش يؤدي إلى تحسين الخصائص والمميزات الحجمية لحبيبات التربة(A–3) كما هو واضح بالشكل 7 , وبالتالي يؤدي إلى تحسين خواصها الهندسية والتي تعتمد بالدراجة الأولى على حجم وتدرج حبيبات التربة الرملية. وبتأثير المادة المضافة فقد تم تعديل التربة (A–3) إلى التربة (A–2–4) وذلك حسب نظام AASHTO للتصنيف ومن تربة رملية رديئة التدرج (SP) تعتمد خصائصها الهندسية أساساً على التدرج الحبيبي إلى تربة رملية غرينية (SM) ليس للتدرج الحبيبي تأثير ملموس في مميزاتها الجيوتقنية وهو ما حدث في حالة الخلطة الثانية (نسبة المادة المضافة=20%) والخلطة الثالثة (نسبة المادة المضافة=30%) ولم يحدث أي تعديل ملموس للتدرج الحبيبي في حالة الخلطة الأولى(نسبة المضافة=10%) حيث لا يتغير التصنيف ويبقى كما هو(A–3).التربة (A–2–4) تقيم على أنها تربة جيدة من حيث إمكانية استخدمها كأساس ترابي في مجال بناء وإنشاء الطرق وخطوط السكك الحديدة ، كما انه يمكن استخدمها في إعمال التعليات الترابية في نفس المجال.

ومن المعلوم انه كلما تحسن التدرج الحبيبي للتربة يسهل دمكها وتزداد كثافتها الجافة وتتحسن خواصها الهندسية كمقاومتها لقوى القص وقابليتها للانضغاط[4,2].



شكل 7يوضح منحنيات التدرج للخلطات بنسبها المختلفة

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 15 / 2023/6م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 2023/7/30م

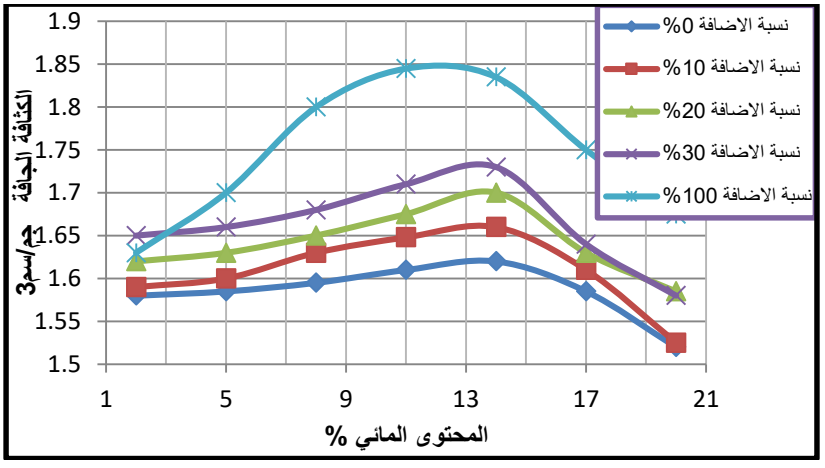
2.6 خصائص ومميزات الدمك

الخصائص الرئيسية للدمك هما المحتوى المائي الأمثل والكثافة الجافة القصوى والتي يتم تحديدها من خلال منحني الدمك الذي يمثل العلاقة بين المحتوى المائي والكثافة الجافة للتربة في اختبار الدمك. المحتوي المائي الأمثل والكثافة الجافة القصوى هما خاصيتان مميزتان لكل تربة على حدة ويستخدمان كمعيار لمراقبة تنفيذ إعمال الدمك في مجال الطرق والسكك الحديدة والسدود وغيرها.

الشكل 8 يوضح العلاقة بين المحتوى المائي والكثافة الجافة لجميع الخلطات بنسبها المختلفة، ومن هذا الشكل يمكن ملاحظة التغير الذي حدث على سلوك منحنيات الدمك حيث إن مقدار ومعدل التغير في قيمة الكثافة الجافة يزداد بزيادة نسبة المادة المضافة وهو دليل على تحسين خاصية قابلية التربة للدمك، كما تم تحديد كل من المحتوى المائي الأمثل والكثافة الجافة القصوى حيث تبين أن المحتوى المائي الأمثل يتناقص بزيادة نسبة المادة المضافة في المخلوط. هذا التغير الطفيف في المحتوى المائي الأمثل قد يرجع إلى التحسن في التدرج الحبيب واحتوائه على نسبة أكبر من المواد الخشنة نسبياً. وكذلك نلاحظ ان الكثافة الجافة القصوى تزداد كلما زادت نسبة المادة المضافة في الخلطة فقد وصلت قيمتها إلى (1.738 جم/سم^3) عند نسبة تساوي30% بدلاً من (1.615 جم/سم^3) عند نسبة إضافة تساوي صفر% التربة (A–3)، هذه الزيادة الملحوظة في قيم الكثافة القصوى قد ترجع إلى التحسن في التدرج الحبيبي للخلطات المختلفة والى الزيادة في نسبة المواد الناعمة بها والتي تعمل على تقليص حجم الفراغات الموجودة بين حبيبات التربة المدموكة.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 15 / 6/ 2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م



شكل 8 يوضح منحنيات الدمك القياسي للخلطات بنسبها المختلفة

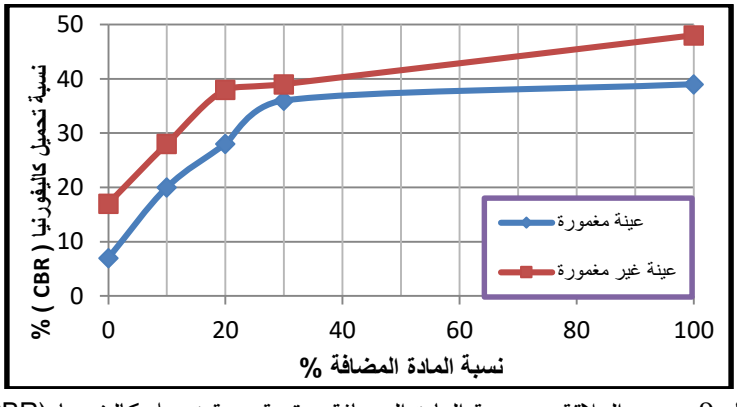
3.6 نسبة التحمل كاليفورنيا(CBR)

يعتبر اختبار نسبة التحمل كاليفورنيا(CBR) من انجح وأشهر الاختبارات المتبعة لقياس مقاومة التربة للأحمال المسلطة عليها، كما أن هذا الاختبار يستخدم كمعيار للمقارنة بين أنواع التربة المختلفة من حيث جودتها وملاءمتها لإنشاء طبقات الرصف المختلفة في مجال الطرق والسكك الحديدية. ولتحقيق الهدف المنشود من هذه الدراسة فقد تضمنت تحديد قيم نسبة تحمل كاليفورنيا لعينات غير مغمورة وعينات مغمورة لمدة أربعة أيام بعد إعدادها وذلك لجميع الخلطات بنسبها المختلفة. الشكل 9يوضح العلاقة بين نسبة المادة المضافة و قيم نسبة تحميل كاليفورنيا (CBR) للعينات المغمورة وغير المغمورة، ويتضح من هذه العلاقة أن المادة المضافة لها تأثير ملحوظ على خواص المقاومة للتربة (A–3)، ويمكن ملاحظة الزيادة في قيمة نسبة تحميل كاليفورنيا (CBR) بازدياد نسبة المادة المضافة (مخلفات محاجر تكوين قرقارش) في كل من العينات المغمورة وغير المغمورة, ويلاحظ أيضا إن مقدار ومعدل الزيادة يكون اكبر في حالة العينات غير المغمورة ويرجع هذا الاختلاف إلى تأثير الماء على العينات المغمورة الذي يعمل على ترطيب الحبيبات وتقيل الاحتكاك بينها. أيضاً من خلال الشكل 9يمكن ملاحظة إن قيمة نسبة تحميل

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 15 / 6/ 2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

كاليفورنيا (CBR) للتربة (A–3) تساوي16% للعينات غير المغمورة و7% للعينات المغمورة، وبعد إضافة مخلفات المحاجر بنسبة 20%أصبحت تساوي 38%قبل الغمر في الماء (أي بنسبة زيادة تساوي 137%) و27% بعد الغمر (أي بنسبة زيادة تساوي 285%), وعند نسبة30% من المواد المضافة وصلت قيمة نسبة تحميل كاليفورنيا(CBR) إلى 39% قبل الغمر (أي بنسبة زيادة تساوي 144%) و36% بعد الغمر (أي بنسبة زيادة تساوي414%)، و من الشكل رقم 9 يمكن ملاحظة إن التغير في قيمة نسبة تحميل كاليفورنيا (CBR)يكون طفيف عند الخلطة الرابعة (نسبة المواد المضافة تساوي 30%) وهذا يدل على نسبة 30% كمادة مضافة من مخلفات محاجر تكوين قرقارش إلى التربة(A–3) هي نسبة مناسبة من الناحية الفنية والاقتصادية هذه الزيادة الملحوظة في قيم نسبة تحميل كاليفورنيا (CBR) تدل على أن التعديل في حجم وتدرج حبيبات التربة نتيجة لإضافة مخلفات المحاجر قد أدى إلى تحسين الخواص الهندسية للمخلوط وذلك بسبب تقليص حجم الفراغات بين الحبيبات وزيادة نقاط التلامس والاتصال بينها مما نتج عنه زيادة في مقاومة الاحتكاك وبالتالي زيادة في الخواص الميكانيكية للتربة.



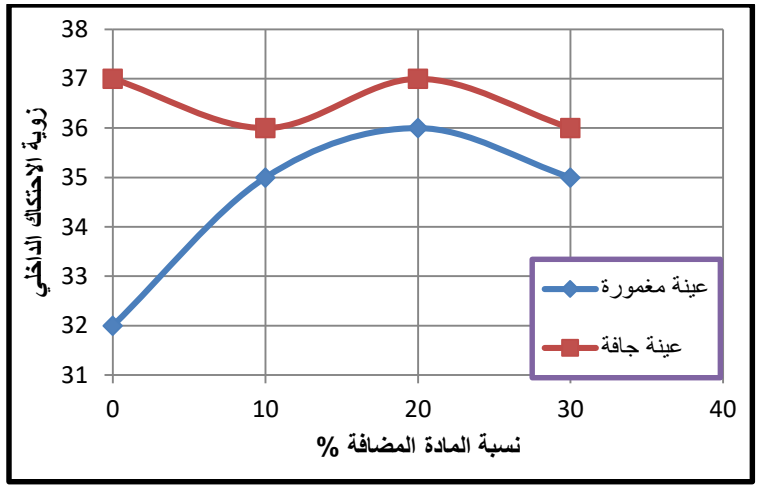
شكل 9 يوضح العلاقة بين نسبة المادة المضافة و قيمة نسبة تحميل كاليفورنيا (CBR) للعينات المغمورة و غير المغمورة

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 15 / 6/ 2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

4.6 خصائص مقاومة القص للتربة

الشكل 10 يوضح العلاقة بين نسبة المادة المضافة وزاوية الاحتكاك الداخلي للتربة لعينات مغمورة وعينات جافة من هذا الشكل يمكن ملاحظة انه لا يوجد تغير ملموس في زاوية الاحتكاك في حالة العينات الجافة حيث إن قيم هذه الزاوية تتراوح بين(36، 37) أما بالنسبة للعينات المغمورة فنلاحظ وجود بعض التحسن في خصائص مقاومة القص للتربة، حيث أن قيمة الزاوية بلغت 36 عند نسبة 20% من المواد المضافة بدلاً من32 للتربة الطبيعية (التربة A–3 قبل الإضافة).أكدت أغلب الدراسات والبحوث السابقة [1, 2, 3, 4, 7, 8, 9]؛ إن زويا الاحتكاك الداخلي للتربة الرملية الناعمة منتظمة التدرج والمدموكة تتراوح ما بين (32 إلى 36)، وكذلك بالنسبة للتربة الرملية الغرينية المدموكة فان زاوية الاحتكاك الداخلي تتراوح ما بين (30 إلى 35).وهذا التغير في قيم زاوية الاحتكاك الداخلي للتربة الرملية الناعمة المدموكة هو تغير محدود وغير كبير نسبياً ويتفق مع النتائج التي تم التوصل إليها في هذا البحث.



شكل 10يوضح العلاقة بين نسبة المادة المضافة و قيمة زاوية الاحتكاك الداخلي للعينات المغمورة و غير المغمورة

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 15 / 6/ 2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

7 . الاستنتاجات و التوصيات

بناء على النتائج المعملية التي تم التوصل إليها في هذا البحث الذي يتناول دراسة إمكانية تحسين الخواص الهندسية للتربة(A–3)بإضافة مخلفات محاجر تكوين قرقارش بنسب معينة وبعد مناقشة النتائج يمكن استخلاص الاستنتاجات و التوصيات التالية :–

1 . تؤكد هذه الدراسة على وجود إمكانية لتحسين الخواص الهندسية للتربة (A–3) باستخدام مخلفات محاجر تكوين قرقارش كمادة مضافة بنسب محددة.

2 . يمكن تحسين الخصائص الحجمية لحبيبات التربة (A–3) (حجم وتدرج الحبيبات) وتحويلها إلى التربة (A–2–4) وهذا النوع من التربة له خواص هندسية جيدة نسبياً ويمكن استخدامه في إنشاء التعليات الترابية لمشاريع الطرق والسكك الحديدية وغيرها.

3 . بإضافة مخلفات المحاجر إلى التربة (A–3) أمكن تحسين خصائص الدمك لهذه التربة حيث يتناقص المحتوى المائي الأمثل من 13.2% للتربة(A–3) إلى 12% بإضافة 30% من المادة المضافة أي بنقص 1.2% للمحتوى المائي الأمثل للدمك، وتزداد الكثافة الجافة القصوى للمخلوط كلما زادت نسبة المادة المضافة حيث ارتفعت من (1.615 جم/سم^3) للتربة (A–3) إلى (1.738 جم/سم^3) عند نسبة إضافة تساوي30%؛ أي بزيادة 7.6% في الكثافة الجافة القصوى. وهذا التغير في خصائص الدمك يؤدي إلى التحسن في مدى قابلية التربة للدمك وبعض الخواص الميكانيكية الأخرى.

4 . تزداد قيمة نسبة تحميل كاليفورنيا (CBR) بشكل ملحوظ كلما زادت نسبة المادة المضافة في التربة الخليط وتكون هذه الزيادة اكبر في حالة العينات غير المغمورة منها في حالة العينات المغمورة وقد وجد إن قيمة (CBR) للعينات المغمورة قد ارتفعت إلى27%عند نسبة إضافة تساوي 20%و إلى 36% عند نسبة إضافة تساوي 30% بدلاً من 7% للتربة الأصلية (A–3), وبذلك يمكن اعتبار النسبة التي تتراوح ما بين 20% إلى 30% من المواد المضافة هي نسبة ملائمة لمعالجة التربة (A–3) وتحسين خواصه الهندسية.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 15 / 6/ 2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

5 . وجود بعض التحسن في خصائص مقاومة التربة لقوى القص حيث إن قيمة زاوية الاحتكاك الداخلي للعينات المغمورة قد بلغت 36° عن نسبة 20% من المادة المضافة بدلاً من32لتربة الطبيعية (التربة (A–3) قبل الإضافة).

6 . من هذه النتائج يمكن تحديد النسبة المضافة الملائمة لمعالجة التربة(A–3) بين 20% إلى 30% من مخلفات محاجر تكوين قرقارش.

7 . كما نؤكد على إمكانية الاستفادة من (مخلفات محاجر تكوين قرقارش) المتواجد بمحاجر الطوب الحجري على طول الساحل الغربي لليبيا وذلك باستخدامها كمادة مضافة تخلط مع التربة المحلية في تقوية الأساس المساعد للطرق المستحدثة، مع الأخذ في الاعتبار أن تكون النسبة المضافة من مخلفات محاجر تكوين قرقارش تتراوح بين 20% إلى 30%.

8 . أيضا نؤكد على أهمية الاستمرار في هذا البحث لدراسة تأثير المادة المضافة على بعض الخواص الهندسية الأخرى للتربة(A–3) مثل مقاومة الضغط ومقاومتها تحت الظروف المختلفة ومقاومة الأحمال المتكرر.

3 . نوصي بدراسة العوامل الجوية كالإمطار والرياح على قابلية هذه التربة للانجراف والتعرية، ودراسة تأثير إضافة بعض المواد الأخرى إلى التربة (A–3) مثل مخلفات مصانع الأجر ومصانع الاسمنت والمواد الطينية وغيرها على الخواص الهندسية لهذه التربة.

المراجع

[1] Bell F.G. Engineering Properties of Soil and Rocks Third Edition Butterworth Heinemann Ltd Oxford UK (1992)
[2] Lambe .T.W.& Whitman .R. V . Soil mechanics .SI .version. John .Wiley and sons Inc .New York (1979)
[3] Mithell JK Fundamentals of sotl Behavior John Weley and sons lnc New York USA(1979)
[4] Peck rb Hanson w e &thombum t h Foundation engineening 2nd edition john wiley & sons inc New York usa (1974).

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 15 / 6/2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

[5] هـ. ع. التومي، أ. صادق، ع. عقيل، ع. الراجحي و س. العامري," النحر المائي وحماية الميول للتعليات التربة للسكة الحديدية لحالة موثقة" بيانات غير منشورة.

[6] هـ. ع. التومي، "سلبيات التربة (A–3) كمادة إنشاء في التعليات الترابية لمشروع السكك الحديدية، *" تقرير فني مقدم للهيئة العامة للسكة الحديدية بليبيا* (2000). تقرير غير منشور

[7] م. ع.بن لطيف، م. ع. الشتوي و ب. م. الصلاي، "خلطات تصميمية لتحسين الخواص الهندسية لمخلوط الرمل والاسمنت كطبقة أساس,*"مؤتمر اتحاد الطرق الدولي الإقليمي الثالث لمنطقة الشرق الأوسط*,المملكة العربية السعودية (1988).

[8] م. ع. بن لطيف، و ب. م. الصلاي، "معالجة رمل طرابلس باستخدام مخلفات محاجر قرقارش,*"مؤتمر تقنيات البناء ومواد الإنشاء* , شركة إفريقيا للهندسة طرابلس (1989).

[9] خ. م.زريق, "تحسين الخواص الهندسية للتربة (A–3) بإضافة الطين, *المجلة الدولية للعلوم و التقنية*, العدد 19, ليبيا (2019).

[10] Bowles JE Classification of Soils Engineering Properties of soils & thwit measurement 3rd edition Mcgraw- hill BOOK CO Cingapore (1986)

[11] الجمعية الأمريكية للاختيارات والمواد ASTMاختبار التحليل المنخلي (ASTM D422–00) التربة والصخور (1) احجار البناء، الجزء (04.08)(2001).

[12] الجمعية الأمريكية للاختبارات والمواد ASTM اختبار العلاقة بين الكثافة والمحتوي المائي للتربة (ASTM D 698–00A) التربة والصخور (1)أحجار البناء ، الجزء (04.08)(2001).

[13] الجمعية الأمريكية للاختبارات والموادASTM اختبار نسبة التحمل لتربة مدموكة في المعمل(CBR) (ASTM D1883–99) التربة والصخور (1) أحجار البناء، الجزء (04.08)(2001).

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 15 / 6/2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/7/2023م

[14] الجمعية الأمريكية للاختبارات والمواد ASTM اختبار القص المباشر للتربة (ASTM D3080-01)التربة والصخور (1)أحجار البناء، الجزء 04.08 (2001).

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية