الآية

بسم الله الرحمن الرحيم

ً تَجْزِي نَفْسٌ عَن نَّفْسٍ شَيْئًا وَلاَ يُقْبَلُ مِنْهَا عَدْلٌ وَلاَ تَنفَعُهَا

شَفَاعَةٌ وَلاَ هُمْ يُنصَرُونَ (123)

سورة البقرة

الإهداء

من علمتني وعانت الصعاب لأصل إلى ما أنا فيه

وعندما تكسوني الهموم أسبح في بحر حنانها ليخفف من آلامي .. أمي

إلى من علمني النجاح والصبر

إلى من لا افتقده في مواجهة الصعاب .. أبي

وإلى من تتسابق الكلمات لتخرج معبرة عن مكنون ذاتها

إليهم جميعاً أهدي ثمرة جهدي ، ونتاج بحثي المتواضع

الشكر والعرفان

كنت ولا زلت كالنخلة الشامخة تعطي بلا حدود، فجزاك عنا أفضل ماجزى العاملين المخلصين وبارك الله لك وأسعدك أينما حطت بك الرحال .

أ.مشاعر عبد الرحيم

التي قومت ، وتابعت ، وصوبت ، بحسن إرشادها لنا في كل مراحل المشروع ، والتي وجدنا في توجيهاتها حرص المعلم ، لتي تـؤتي ثمارها الطيـبة بإذن الله...

كما نحمل الشكر والعرفان إلى كل من أمـدنابالعلم ، والمعرفة ، وأسدى لناالنصح ، والتوجيه ، وإلى ذلك الصرح العلمي الشامخ متمثلاً في كلية الهندسة بجامعة السودان للعلوم و التكنولوجيا ، ونخص بالذكر جميع الأساتذة بقسم الهندسة المدنية ، والقائمين عليها ...

الباحثون

الملخص

أدى تطور الصناعات خاصة صناعة التشييد إلى ظهور وسائل أقل تكلفة و أكثر فاعلية في معالجة المشاكل التي تمر بها هذه الصناعة ، حيث يعد استخدام مخلفات الأسمنت لتثبيت التربة طريقة جيدة لتحسين الخواص الهندسية للتربة و هذه التقنية عموما فعالة من حيث التكلفة ، و قد تعرض هذا البحث لدراسة تفصيلية لخواص التربة الهندسية و إختباراتها و طرق تثبيتها و معالجتها و تمت دراسة تأثير مخلفات الأسمنت على خواص التربة كدراسة حالة ، و تم ذلك بالرجوع إلى الدراسات السابقة و عمل التجارب المخبرية على التربة موضوع الدراسة ، ثم تم تقييم تأثير مخلفات الأسمنت من حيث زيادة مقاومة التربة للتحميل المباشر عليها كما تم التوصية إلى دراسة أوسع لأنواع مختلفة من التربة بحيث تعطي نتائج أكثر دقة و موثوقية .

الفهرست

المحتويات	رقم الصفحة
الآية	I
الإهداء	II
الشكر و العرفان	III
الملخص	IV
الفهرست	V
قائمة الجداول	V
قائمة الأشكال	V
الباب الأول:	1
1-1مقدمة التربة	1
1-2 الهدف من المشروع	1
1-3 أهمية المشروع	1
1-4 منهجية المشروع	2
1-5 مراجعة أبحاث حول استخدام مخلفات الأسمنت لتثبيت التربة	2
الباب الثاني:	3
الفصل الأول (التربة):	3
1-1 طبيعة التربة ومكوناتها الأساسية	3
1-2 تصنيف التربة للأغراض الإنشائية	4
1-2-1 نظام المكتب الأمريكي لتصنيف التربة	5
1-2-2 نظام معهد ماساشوستس للتكنولوجيا لتصنيف التربة	5
1-2-3 نظام الجمعية الأمريكية للطرق لتصنيف التربة	6
1-2-4 النظام الموحد لتصنيف التربة	8

الفصل الثاني (خصائص التربة): 13

2-2 مقدمة 13

2-2-1 الخصائص الفيزيائية للتربة 13

2-2-1-1 العلاقات الوزنية – الحجمية للتربة 14

2-2-1-2الخصائص الدالّة 15

2-2-2 الخصائص الميكانيكية للتربة 16

2-2-2-1 القص في للتربة 17

2-2-2-2 التضاغط المحوري للتربة 18

2-2-2-3 نفاذية التربة 18

2-2-2-4 دمك التربة 20

2-2-3 الخصائص الكيميائية للتربة 20

الفصل الثالث (اختبارات التربة): 23

2-3-1 مقدمة 23

2-3-2 اختبار الاختراق القياسي 24

2-3-3 اختبارات التربة المخبرية 25

2-3-4 أهداف الفحص المخبري للتربة 27

2-3-5 حدود أتربيرج 28

2-3-6 الوزن النوعي للتربة 29

2-3-7 كثافة التربة 30

2-3-8 التدرج الحبيبي للتربة 31

2-3-9 التدرج الحبيبي للتربة بطريقة الغسل 34

2-3-10 القوام عند حد اللدونة 34

2-3-11 سرعة الترسب (تجربة الانتشار) 35

2-3-12 اختبارات القص للتربة 35

2-3-12-1 فحص التربة المتماسكة (الطينية) 38

2-3-12-2 فحص القص بالريشة 38
2-3-13 فحوصات دمك التربة 38
3-14 اختبار نسبة تحمل كاليفورنيا 40

الفصل الرابع(طرق تثبيت التربة): 44
2-4-1مقدمة غبار فرن الإسمنت 44
2-4-2 التثبيت الكيميائي التربة 45
2-4-2-1 الجمع بين المواد المضافة مع التربة 45
2-4-2-2 الخلط باستخدام خلاط الصلصال(pug mill) 46
2-4-2-3 الإضافات 46
2-4-2-3-1 الأسمنت البورتلاندي 46
2-4-2-3-2 الجير الحي / الجير المطفأ 47
2-4-2-3-3 الرماد المتطاير 48
2-4-2-3-4 كلوريد الكالسيوم 48
2-4-2-3-5 القار 49
2-4-3 التثبيت الميكانيكي التربة 49
2-4-3-1 تعزيز التربة 49
2-4-3-2 إضافة تدريجات الركام 49
2-4-3-3 إعداد الموقع 49
2-4-3-4 إدخال الإضافات 50
2-4-3-5 الضغط و التشكيل / التشذيب 50
2-4-3-6 المعالجة 50

الباب الثالث (التجارب المعملية):
3-1 تمهيد 51
3-3 إختبار حدود القوام 51
3-4 نتائج اختبارات الدمك لتحديد المحتوى الرطوبي الأمثل 52

3-5 نتائج اختبارات نسبة تحميل كاليفورنيا 57
الباب الرابع (النتائج ومناقشتها):
4-1 مقدمة 62
4-2 مناقشة نتائج تجربة الكثافة الجافة القصوى 64
4-3 مناقشة نتائج تجربة CBR 65

الباب الخامس (الخلاصة و التوصيات):
5-1 الخلاصة 66
5-2 التوصيات 66
5-3 المراجع 67

قائمة الجداول

جدول (1-1)- نظام المكتب الأمريكي لتصنيف التربة 5

جدول (1-2) نظام معهد ماساشوستس للتكنولوجيا 6

جدول (1-3) تصنيف التربة وخليط التربة مع الحصى حسب نظام (AASHTO) 7

جدول (1-4)- مجموعات التربة الرملية حسب قياس حبيباتها 9

جدول (1-5)- تسمية كثافة التربة الرملية حسب نسبة الفراغات الأولية فيها 9

جدول (1-6)- وصف التربة الرملية حسب درجة تشبعها بالماء 10

جدول (1-7)- المقاومة التقديرية للتربة الرملية 10

جدول (1-8) مجموعات التربة الطينية حسب دليل اللدونة 11

جدول (1-9) قوام التربة الطينية حسب دليل السيولة 11

جدول (1-10)- المقاومة التقديرية للتربة الطينية 12

جدول (2-1) بعض الخصائص الفيزيائية لأنماط مختلفة من التربة 14

جدول (2-2) حدود القوام للتربة 15

جدول (3-1) الكثافة النسبية 24

جدول (3-2) مقاومة الضغط اللامحصور 24

جدول (3-3) دليل السيولة والقوام 28

جدول (3-4)فعالية الطين 30

جدول(3-5) - مقارنة بين الأدوات المستعملة في فحوصات الدمك حسب المواصفات البريطانية 39

جدول (3-6) مقارنة بين الأدوات المستعملة في فحوصات الدمك حسب المواصفات الأمريكية 40

جدول (3-7) العلاقة بين الأحمال القياسية وقيم الغرز في فحص نسبة تحمل كاليفورنيا 42

جدول (3-8) طرق تحضير العينات لفحص نسبة تحمل كاليفورنيا 43

جدول (3-9) تقييم نتائج اختبار نسبة تحمل كاليفورنيا 45

جدول (4-1-a) نتائج اختبارات الدمك نسبة المضاف 0 % 52

جدول (4-1-b) نتائج اختبارات الدمك نسبة المضاف 4 % 53

جدول (4-1-c) نتائج اختبارات الدمك نسبة المضاف 8 % 54
جدول (4-1-d) نتائج اختبارات الدمك نسبة المضاف 12 % 55
جدول (4-1-e) نتائج اختبارات الدمك نسبة المضاف 16 % 56
جدول (4-2-a) نتائج اختبارات نسبة تحميل كاليفورنيا نسبة المضاف 0 % 57
جدول (4-2-b) نتائج اختبارات نسبة تحميل كاليفورنيا نسبة المضاف 4 % 58
جدول (4-2-c) نتائج اختبارات نسبة تحميل كاليفورنيا نسبة المضاف 8 % 59
جدول (4-2-d) نتائج اختبارات نسبة تحميل كاليفورنيا نسبة المضاف 12 % 60
جدول (4-2-e) نتائج اختبارات نسبة تحميل كاليفورنيا نسبة المضاف 16 % 61
جدول (5-1) يوضح المقارنة بين النتائج الإختبارات المختلفة التي تم التحصل عليها مع مراعاة النسب المختلفة 62
جدول (5-2) الكثافة الجافة القصوى (maximum dry density) 63
جدول (5-3) تجربة نسبة تحميل كاليفورنيا (CBR) 64

قائمة الأشكال

شكل(3-1) نفاذية التربة 19

شكل (3-2)- منحنيات التدرج الحبيبي للتربة 34

شكل (3-3) – منحنى العلاقة بين رطوبة التربة وكثافتها الجافة 38

شكل (3-4) – مثال للعلاقة بين الكثافة الجافة للتربة ونسبة تحمل كاليفورنيا 43

مخطط(4-1) يوضح العلاقة بين نسبة المضاف والمحتوى الرطوبي الأمثل 63

مخطط(4-2) يوضح العلاقة بين نسبة المضاف و الكثافة الجافة القصوى 64

مخطط (4-3) يوضح العلاقة بين نسبة المضاف و نسبة تحميل كاليفورنيا 65