



جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

الجامعة التكنولوجية

قسم هندسة البناء والانشاءات

فرع هندسة المياه والسدود

دراسة تأثير الاليف المستخدمة في تسليح التربة على مقاومة التربة الطينية

مشروع سنوي مقدم الى الجامعة التكنولوجية قسم هندسة البناء والانشاءات فرع هندسة المياه والسدود وهو جزء من متطلبات لنيل شهادة البكالوريوس في علوم هندسة البناء والانشاءات

اعداد

نورا باسم ابراهيم

اشراف

ا.د. عقيل شاكر العادلي

م.م. خلود هاشم

الاهداء

الى من عطفها غمرني ... وحنانها كان عوناً لي في شق

طريقي ... امي

الى الذي زرعني في الحياة ... وسقاني من حبه وحنانه

ابي

الى اخي واختي عمار وفرح

الى من غمروني بحبهم ... وحنانهم ... عماتي

ابتسام والهام ورجاء

الى كل صديقة وصديق مخلص ووفي عشت معهم ايام الدراسة

الى كل استاذ قادني الى درب المنير ووصلني الى

طريق السعادة

الى استاذي العزيز الدكتور عقيل شاكر العادلي

شكر وتقدير

اتقدم بشكري وتقديري وامتناني الى

الاستاذ الدكتور عقيل شاكر العادلي

والى الاستاذة كوثر يلي حسين

والى الاستاذة خلود هاشم

لما قدموه لي من جهد وتوجيه

وارشدوني بكل اخلاص لكي اقدم مشروعى هذا

واني اضعه بين يديهما ثمرة طيبة لجهودهما الكريمة

واتقدم بشكري وتقديري الى كل الاساتذة الذين ساهموا في

وصولنا الى هذه المرحلة

مع خالص امتناني الى كل من ساهم في مساعدتي لتقديم هذا

المشروع

والله ولي التوفيق

الفهرس

الخلاصة :-

الفصل الاول (المقدمة) :-

- 1-1 المقدمة .
- 2-1 الهدف من المشروع .

الفصل الثاني (تسليح التربة) :-

- 1-2 تسليح التربة .
- 1-1-2 ميكانيكية التربة المسلحة .
- 2-1-2 انواع التسليح :-
 - مواد التسليح .
 - طريقة التسليح .
- 3-1-2 فوائد التسليح .
- 2-2 التطبيقات العملية للتربة المسلحة .
- 3-2 العوامل المؤثرة على اداء التربة المسلحة .
- 4-2 الدراسات السابقة .

الفصل الثالث (الجزء العملي) :-

- 1-3 المقدمة .
- 2-3 المواد .
 - 1- الماء .
 - 2- الالياف الطبيعية .
- 3-3 التربة .
- 4-3 طريقة تحضير النماذج .
- 1- الالياف الطبيعية (سعف النخيل) .
- 2- التربة .
 - أ- نوع التربة .
 - ب- الفحوصات الفيزيائية .
- 5-3 فحوصات المقاومة .

الفصل الرابع (النتائج) :-

- 1-4 فحص المكثاف (Hydrometer Test) .
- 2-4 الفحوصات الفيزيائية .
- 1-2-4 فحص حد السيولة (L.L) .
- 2-2-4 فحص حد اللدونة (P.L) .
- 3-2-4 فحص الوزن النوعي (G.S) .
- 3-4 فحوصات المقاومة .
- 1-3-4 فحص الرص (Compaction Test)
- 2-3-4 فحص الانضمام (Consolidation Test)
- 3-3-4 فحص القص المباشر (Direct Shear Test)

الفصل الخامس (الاستنتاجات والتوصيات) :-

- 1-5 الاستنتاجات
- 2-5 التوصيات

الخلاصة

تم اجراء هذا المشروع من اجل تحسين خواص التربة وقابلية تحملها بأضافة الياف سعف النخيل ثم اجراء الفحوصات المختبرية على التربة التي تحمل الخواص الطينية والتي تم الحصول عليها من منطقة الدورة في بغداد وبأضافة الياف سعف النخيل بعد ماتم اخذ النماذج الجيدة من هذه الالياف وتجفيفها وتكسيرها ثم امرارها من خلال منخل بقطر (1 ملي متر) وجمع المار من هذا المنخل وتحضير النماذج بنسب حجمية من التربة وهذه النسب هي (5% , 10% , 15% , 20%). ثم بعدها تم اجراء الفحوصات المختبرية التي تتضمن الفحوصات الفيزيائية وفحوصات المقاومة :- حيث ان الفحوصات الفيزيائية التي اجريت على التربة هي : فحص المكثاف وفحص حد السيولة وفحص حد اللدونة وفحص ايجاد الوزن النوعي (G.S) وهذه الفحوصات تم اجراؤها على التربة الطينية بدون اي اضافة لالياف سعف النخيل . اما فحوصات المقاومة فهي : فحص الرص وفحص الانضمام وفحص القص المباشر حيث تم اجراء هذه الفحوصات على التربة الطينية قبل وبعد اضافة الياف سعف النخيل بالنسب الحجمية من وزن التربة . واستنتج ان هذه الطريقة في التسليح تؤدي الى تحسين خواص التربة ومقاومتها وقابلية تحملها .

الفصل الأول

المقدمة

1-1 المقدمة :-

جميع المنشآت بأنواعها المختلفة تقام على الأرض أو في الأرض وسمي الجزء من الأرض الحامل للمنشأ أو القريب منه " التربة " وحينما يفكر الإنسان في إقامة أي منشأ فإن أول ما يبحث عنه هو التربة التي سيقام عليها المنشأ وتخطر في ذهنه عدة أسئلة :-

هل هذه التربة تتحمل المنشأ المراد إقامته عليها بالحجم المطلوب لهذا المنشأ ؟
هل هذه التربة ملائمة للوظيفة المطلوب إقامته عليها ؟

لهذا إن دراسة التربة هي أولى الخطوات العملية نحو إقامة أي المشروع هندسي .
والآن مع تقدم العمران والتكنولوجيا أصبح الاتجاه السائد هو الاستغلال الأقصى للتربة وتحميلها بأقصى مايمكن تحمله وهذا مايزيد من أهمية التربة قبل تنفيذ المنشآت ومن هنا جاءت هذه الدراسة التي تبحث في أهمية تقوية التربة وتسليحها وزيادة مقاومتها اتجاه الاجهادات.
فقد عرف الإنسان أسلوب تسليح التربة منذ القدم واستخدامه في تقوية الطابوق الطيني بإضافة القش إليه لكن تناول هذا الأسلوب بشكل علمي واكاديمي لم يبدأ إلا في أواخر الخمسينات من القرن الماضي على يد المهندس الفرنسي (هنري فيدال) وخلال السبعينات والثمانينات تطورت أنظمة تسليح التربة بشكل فعال .
حيث ظهرت كثير من المواد التي يتم صنعها أساسا من الألياف الصناعية مثل النسيج الصناعي والمشبك الصناعي .
وأخيرا تم استخدام الألياف الطبيعية لغرض تسليح التربة والتي تمثل دراسة حديثة لهذا الغرض .
ويتناول هذا البحث دراسة تأثير الألياف الطبيعية (وهنا يتم استخدام سعف النخيل) المستخدمة في تسليح التربة على مقاومة التربة تحت الأساس المختلفة . الصاوي (2005)

1-2 الهدف من المشروع :-

- 1- يهدف هذا البحث الى دراسة تسليح التربة بالألياف الطبيعية المتوفرة .
- 2- دراسة تأثير الألياف على خصائص التربة الطينية الرخوة .
- 3- دراسة تغير خصائص المقاومة والانضغاطية عند إضافة نسب مختلفة من الألياف الطبيعية (سعف النخيل) .

الفصل الثاني

تسليح التربة

1-2 تسليح التربة :-

يعد تسليح التربة من احدث التطورات في مضمار الهندسة المدنية وعلى وجه الخصوص في مجال ميكانيك التربة وهندسة الاسس .
وتقوم فكرة تسليح التربة على اضافة شرائط معدنية مسطحة او قضبان حديدية او اي مادة لها القابلية على تحمل الشد الى التربة والتي هي بطبيعتها عالية التحمل للضغط ولكنها تفتقر الى قابلية الشد .
وينشأ من ذلك كتلة متكاملة ذاتيا وقوية تصلح ان تكون سائدة او حاملة للأثقال .
يمكن تطبيق هذه الفكرة في تصميم المنشآت الترابية المسلحة التي تشمل الجدران السائدة واكتاف الجسور وطريق المرور السريع والسدود الترابية بالاضافة الى تحسين قوة تحمل التربة وخاصة في الاراضي الرخوة والمستنقعات .
وقد ثبت تطبيق التسليح في مثل هذه المنشآت نجاحه ومردوداته الاقتصادية الكبيرة من خلال الاستغناء عن المساند او الاساسات الضخمة او الركائز التي يستوجب انشاؤها في حالة اتباع الحلول التقليدية في تصميم هذه المنشآت وخاصة في الترب الرخوة وذات المحتوى العالي من المواد العضوية .

1-1-2 ميكانيكية التربة المسلحة :-

تقنية التربة المسلحة تتم عندما توضع عناصر الشد في التربة لكي تحسن استقرارها وتسيطر على التشوه الذي يحصل فيها .
ولكي يكون هذا التسليح فعالا يجب ان يوقف سطوح الفشل في كتلة التربة .
ان الانفعال في كتلة التربة يولد انفعالا في مواد التسليح الذي تباعا يولد قوى شد في مواد التسليح .
هذه قوى الشد تؤثر في تحديد حركة التربة وهذا يمنح مقاومة اكبر للقص من التربة غير المسلحة .

2-1-2 انواع التسليح :-

1- مواد التسليح :-

بما ان الغرض من استعمال مواد التسليح هو مقاومة التربة للشد لذلك فان اي مادة لها القابلية على تحمل الشد تكون صالحة لتسليح التربة .
الا ان درجة صلاحيتها ومقدار كفاءتها تبقى مرهونه بنوع التربة التي ستستعمل فيها .
وبذلك اصبح بالامكان استعمال مختلف المواد لتسليح التربة :-
المصدر :- Bryan Gaw (2008) .

1- تسليح التربة باستخدام مشبكات معدنية :-

تتضمن هذه الطريقة تقسيم التربة الى طبقات مرصوفة وكل طبقة تسليح بشبكة من المواد المعدنية .
والقوة التي تحدثها هذه الشبكة في التربة تعتمد على هندسة الشبكة المعدنية وخصائص الاحتكاك وضغط التربة العمودي على الاشرطة وخصائص المقاومة والصلابة للاشرطة .
وان متانة هذه الشبكة المعدنية تعتمد على قابليتها على الاحتفاظ بمقدار مقاومة الشد المصممة لها .
من فوائد هذه الطريقة :-

أ - المواد المستخدمة تكون خفيفة .

ب - سهولة نقل هذه المواد .

ج - سرعة الانشاء .

ومن الفوائد الاخرى لهذه الطريقة ان الماكائن المستخدمة هي فقط (Back hole) و

(Compactor) وهي متوفرة ورخيصة .

اما من مضار هذه الطريقة فهي عدم تطبيقها في الترب ذات المحتوى العالي للغرين والطين وصعوبة تطبيقها في المناطق المنحدرة ومن المشاكل الاخرى هي تأثيرها على البيئة في نهاية عمرها وذلك بسبب صدأ الحديد الذي يعتبر مادة سامة .

2- تسليح التربة باستخدام المواد الصناعية :-

تتضمن هذه الطريقة تقسيم التربة الى طبقات مرصوفة مع تسليح كل طبقة بالمواد المصنعة .
هذه المواد تستخدم بطريقتين عند تسليح المنحدرات :-

الطريقة الاولى :-

من اجل تجهيز جهاز متزايد لوجه المنحدر يتم وضع شرائط معدنية في نهاية المنحدر وهذا يقلل من تعرية التربة .

الطريقة الثانية :-

هي ادخال اشربة من المواد المصنعة عاموديا على مستوى الاجهاد وبذلك فان قابلية الشد وتوجيه الطبقات التي تتقاطع مع سطح الانزلاق تزيد من العزم الذي يحدث هناك .
ومن فوائد هذه الطريقة هي ان هذه المواد المصنعة تسمح بتصريف وترشيح جيد وتكون مرنة جدا .
اضافة الى ان تأثير هذه المواد يعطي متانة عالية ومتانتها تحسب بين (500 - 5000) سنة .
بالرغم من خصائص المقاومة يجب ان تعدل بشكل دوري .
هذه الخصائص تسمح لهذه التربة بالتطبيق في كل انواع الترب .
ومن محددات هذه الطريقة ان هذه المواد ليست متوفرة في المجتمعات الفقيرة اضافة الى ان تطبيقها في المساحات الكبيرة المنحدرة يكون معقد .

3 - خلط الكلس مع التربة :-

هذه الطريقة تتضمن خلط الكلس مع التربة حتى تزيد من قابلية تحملها .
والتحسين الناتج من هذه الطريقة يكون اكثر تأثيرا في الترب الطينية ذات مرونة متوسطة الى عالية .
ان الزيادة في المقاومة تحدث نتيجة الى ان ايونات الكالسيوم الموجبة الموجودة في الكلس الرطب يستبدل بالايونات الموجبة الموجودة في المعادن الطينية .
هذا التعديل في الطين يقلل من مرونته ومن انتفاخ التربة .
ومن فوائد هذه الطريقة هي سهولة وسرعة تطبيقها .
اما من مضارها فهي استقرار التربة لمدى قصير وهي سامة بالنسبة للنباتات وتؤثر على صحة الانسان .

4 - تسليح التربة بالالياف الطبيعية :-

هي طريقة تتضمن خلط عشوائى للالياف الطبيعية في التربة لكي تزيد من مقاومة القص .
فالالياف الطبيعية تزيد من التماسك بين الجزيئات في التربة حيث ان تفاعل الالياف فيما بينها ومرونة هذه الالياف يجعلها تتصرف كشبكة ضمن مكونات التربة وبالتالي يزيد من تماسك جزيئات التربة وبذلك يزيد من سلامة التربة .
من فوائد هذه الطريقة ان كثير من المواد الطبيعية يمكن استخدامها في تسليح التربة والمكانن المطلوبة في العمل اقل مايمكن .
والالياف تكون رخيصة وملائمة للبيئة ويمكن ان تطبق في جميع انواع الترب .
اما من مضارها فهي ان بعض انواع الالياف تنمو لفترة قصيرة من الزمن وعلى اية حال يمكن تطبيق هذه الطريقة في مساحات كبيرة .

2- طرق التسليح :-

- 1 - خلط بصورة منتظمة .
- 2 - خلط بصورة غير منتظمة .

3-1-2 فوائد التسليح :-

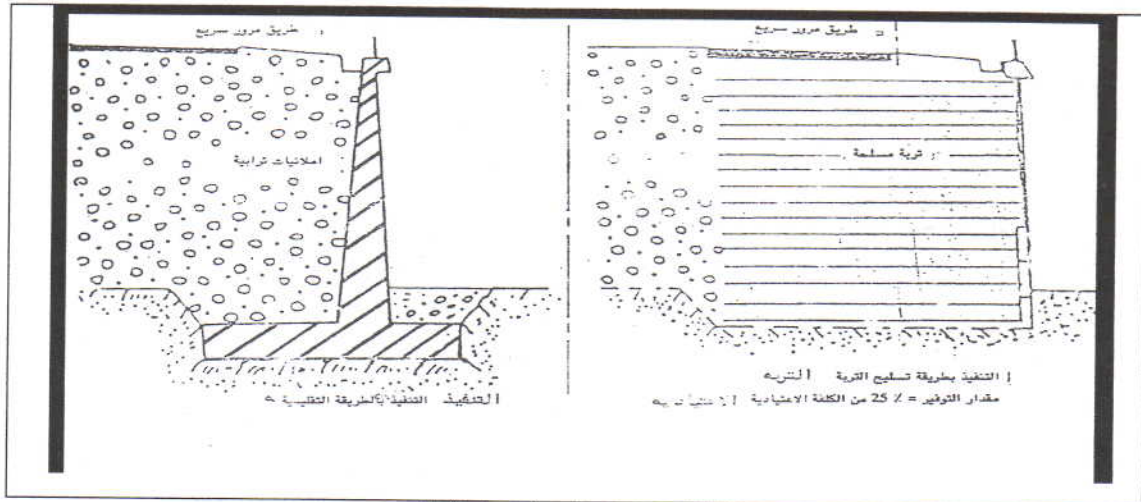
- 1- ان ادراج مواد التسليح في التربة يحسن من مقاومتها للقص .
- 2- وقت الانشاء يقل عند استخدام تقنية التربة المسلحة .
- 3- تقنية تسليح التربة تقلل من كلفة الانشاء لذا فهي تعتبر اقتصادية .
- 4- ادراج مواد التسليح في التربة يساعد على استخدام الترب ذات النوعية الفقيرة .
- 5- استهلاك الاراضي يكون اقل مايمكن .

2-2 التطبيقات العملية للتربة المسلحة :-

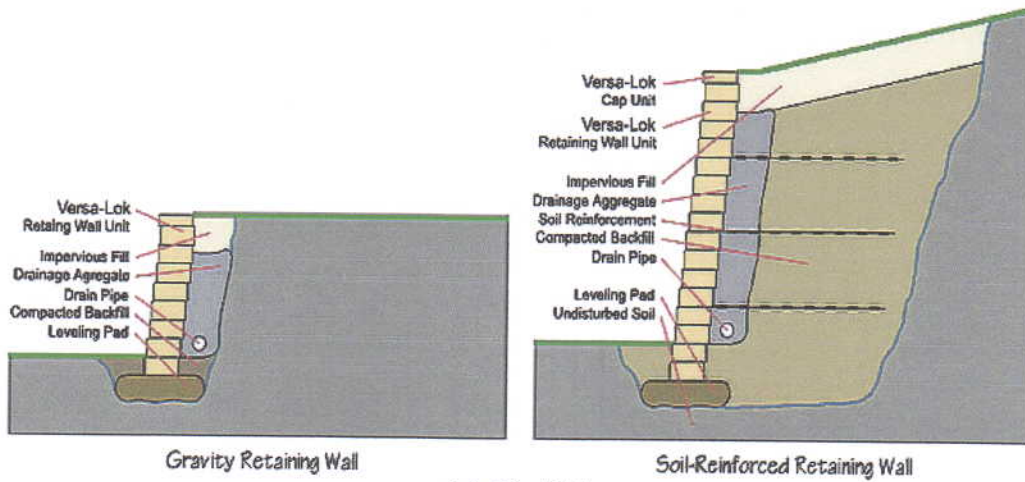
بالنظر للفوائد والميزات الكبيرة التي تملكها التربة المسلحة فقد اصبحت واسعة الانتشار وفي مختلف الميادين الهندسية .
لقد بدأ استعمال التربة المسلحة في انشاء الجدران الساندة ثم اتسع ليشمل اكتاف الجسور والقناطر واخيرا تم الاستفادة منها في تحسين تربة الاساسات وفيما يلي عرضا موجزا لابرز مجالات تطبيقاتها :-
محمد عمر العشوي (1991)

1 - بناء الجدران الساندة Retaining Walls :-

ان استعمال التربة المسلحة في انشاء الجدران الساندة يتميز بالسهولة والمردود الاقتصادي الكبير حيث يتم الاستغناء عن تنفيذ الجدار الخرساني بما في ذلك الاساس الذي يحتاج اليه .
بالاضافة لذلك فان العمل يتضمن اخترا لا كبيرا في الوقت اللازم لتنفيذ المشروع حيث تنتفي الحاجة الى وقت صب الكونكريت وانتظار تصلبه ويبين الشكلين (1-2) , (2-2) نموذجا لذلك :-



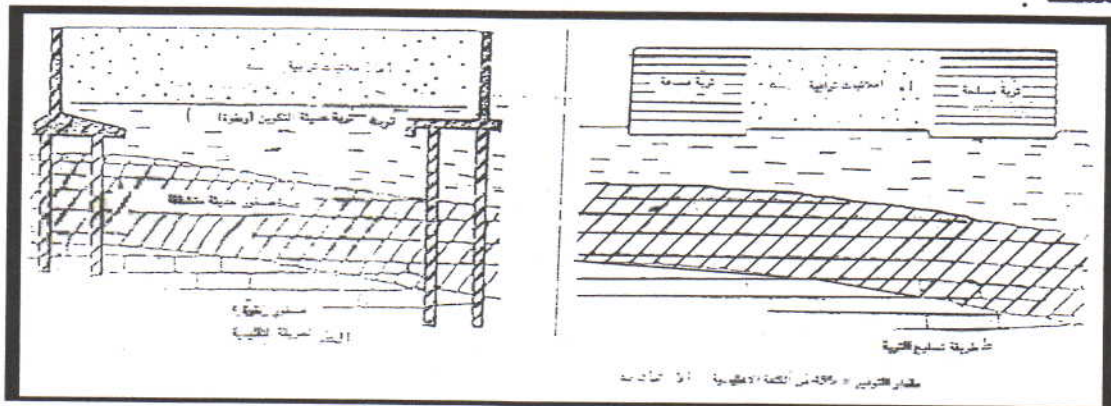
الشكل (1-2) تشييد الجدران السانده



الشكل (2-2)

2- تنفيذ مقتربات الجسور فوق الترب الرخوة Bridge Approach On Soft Soil:-

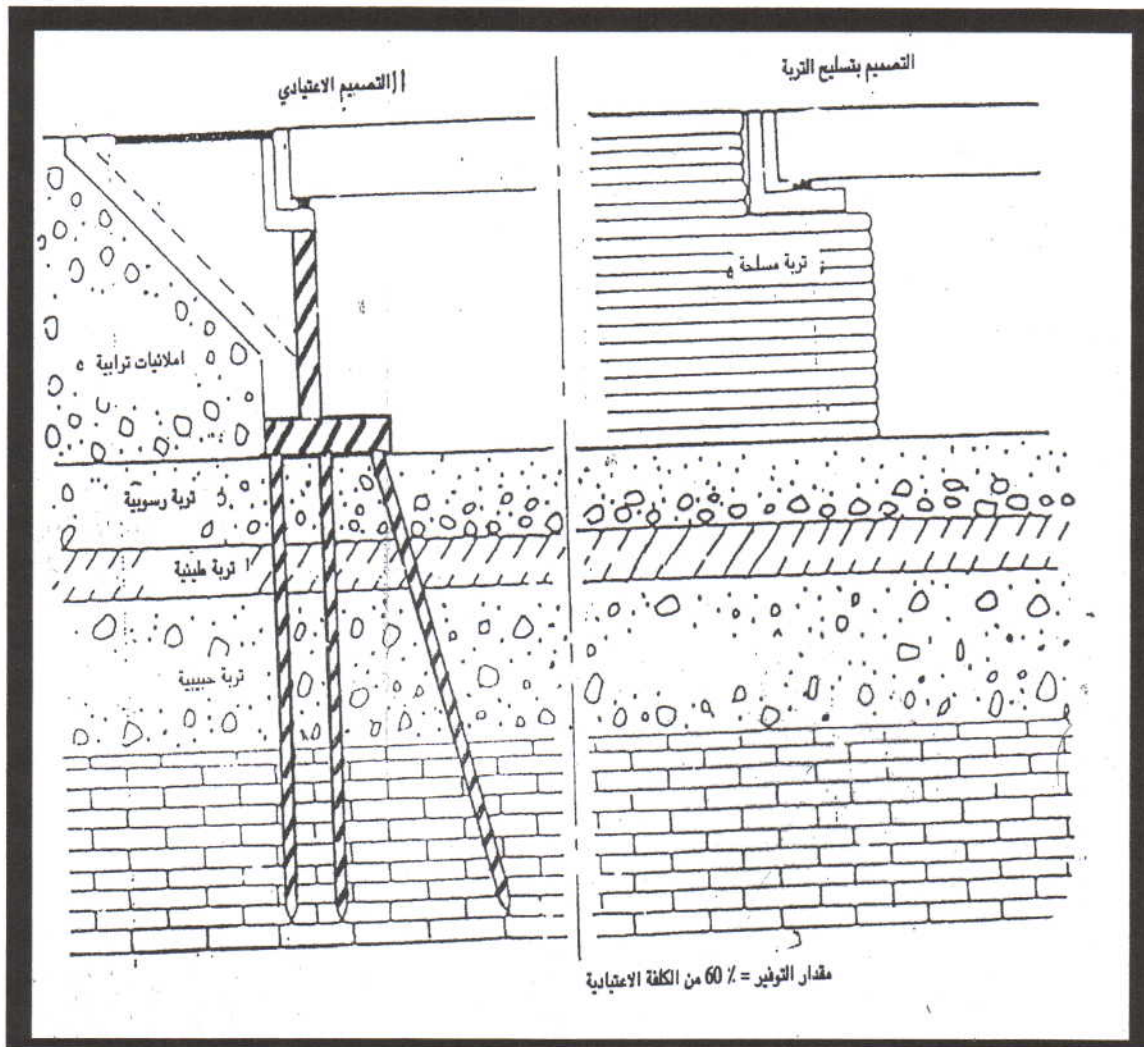
يتطلب تنفيذ مقتربات الجسور ضمان ثبات التربة الى درجة تمنع حصول هبوط فيها حيث يؤدي ذلك الى انخفاضها عن منسوب الجسور التي غالبا ما تكون مشيدة فوق اساسات صلبة تمنع جلوسها . فاذا كان الموقع ذو تربة رخوة (وغالبا مايحدث ذلك) فان الحاجة تظهر لبناء جدران سائدة عن جهتي المقتربات ليتم املؤها بالتربة المحدولة . اما باستخدام التربة المسلحة فلا توجد حاجة للجدران السائدة وبذلك تنقلص كلفة المشروع ووقت انشائه بدرجة عالية . ومما يجدر ذكره هنا هو انه عند انشاء مقتربات الجسور والاكتاف بالتربة المسلحة تكون اساساتهما متجانسة (من مادة واحدة) وبذلك لاتظهر مشكلة الهبوط المتفاوت بين كتف الجسر والطرق المرتبطة به كما يحدث في اغلب الحالات عند بناء اكتاف الجسور من الخرسانة . ويبين الشكل (3-2) مقارنة بين الحل التقليدي لتنفيذ مقتربات الجسور وبين اسلوب تنفيذها بالتربة المسلحة .



الشكل (3-2) تنفيذ مقتربات الجسور فوق الترب الرخوة

3- إنشاء اكتاف الجسور :-

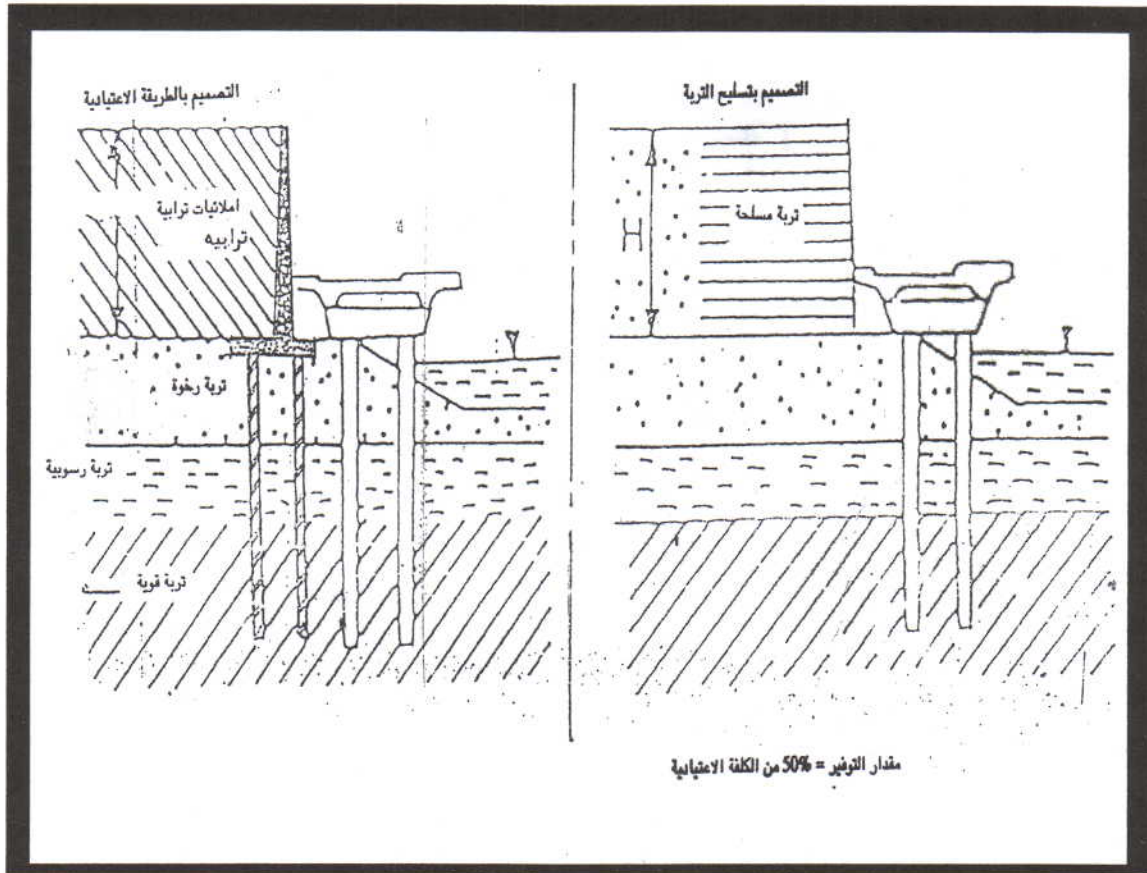
غالبا ما يتم تشييد الجسور على ضفاف الانهار او في الاراضي الرخوة .
وهذه الظروف تستوجب استعمال الركائز في اساسات اكتاف الجسور مما يترتب عليه الحاجة الى الكثير من الوقت اضافة للتكاليف العالية .
بينما يساعد استعمال التربة المسلحة الى اختصار الوقت وخفض كلفة المشروع بنسبة عالية ويبين الشكل (4-2) مثالا لذلك :-



الشكل (4-2) إنشاء اكتاف الجسور

4- بناء الجدران البحرية والمرافئ :-

يتطلب بناء الجدران البحرية في الموانئ ان تكون مرتكزة على اسس لضمان وصول البواخر والسفن الى اقرب مايمكن من ارصفة التحميل .
وذلك يحتم استخدام الركائز التي تكون طويلة جدا لطبيعة الارض الرخوة مما يرفع كلفة المشروع لذلك فان استخدام التربة المسلحة سيكون له مردود اقتصادي كبير ويمثل الشكل (5-2) مقارنة بين الحل التقليدي والحل باتباع اسلوب التربة المسلحة .



الشكل (5-2) بناء الجدران البحرية والمرافئ

5 - تصميم اسس المباني :-

ان انشاء الابنية الاعتيادية فوق الترب الرخوة يستوجب استعمال الاسس العميقة او الاسس الحصىرية احيانا وفي كلا الحالتين تكون كلفة الاساسات عالية .
بالاضافة لذلك فان الابنية المشيدة في مثل هذه الظروف تكون معرضه الى مقدار لا باس به من الهبوط في حين الى ان تسليح التربة سيؤدي الى زيادة في قدرة تحملها بدرجة عالية ويقلل من مقدار الهبوط بكثير وذلك ناتج عن عاملين اساسيين :-
اولا :- ان مواد التسليح تقوم بتحويل الاثقال العمودية الى قوة شد جانبية تتحملها مادة التسليح نفسها .
ثانيا :- ان القوة المسلطة من الابنية ستوزع بشكل متجانس على مساحة التربة المسلحة .
هذا بالاضافة لكون التربة المسلحة تمتلك مرونة عالية مما يجعل الهبوط متفاوت (Ditterentios Settlement) للابنية المشيدة فوقها يكون قليل جدا الى حد الاهمال .
ان زيادة قوة التحمل للتربة يعتمد بصورة رئيسية على عدد طبقات التسليح المستعملة تحت المنشأ وكذلك على المسافات العمودية بين طبقة واخرى (سمك طبقة الرص) ويعبر ذلك عادة بنسبة من عرض الاساس المرتكز عليه المنشأ .

2-3 العوامل المؤثرة على اداء التربة المسلحة :-

ان اداء التربة المسلحة يعتمد على العوامل الداخلية للتربة مثل ضغط الماء السامي وعوامل خارجية مثل الاحمال المسلطة بالاضافة الى المواد المستخدمة في تسليح التربة .
وهذه العوامل موضحة في الجدول (1-2) :-

الجدول (1-2) يوضح العوامل المؤثرة على اداء التربة المسلحة

طريقة الانشاء	التربة	مواد التسليح
نظام انشاء رص طريقة يدوية	حجم الجزيئات واشكالها التدرج خواص التربة المحتوى المعدني المتانة	التركيب المتانة الشكل خصائص السطح الابعاد المقاومة الصلابة
المنشأ	حالات التربة	توزيع مواد التسليح
هندسة شروط الاساس انتهاء الصلاحية	الكثافة حالة الانصهار درجة التشبع التصريف	الموقع المسافات الميل (الدوران)

4-2 الدراسات السابقة :-

1- درس العادلي وآخرون (2010) تأثير الالياف الطبيعية (البردي) على خصائص التربة ومدى مقاومتها حيث كانت التربة المستخدمة تربة غرينية (Silt) وبنسب مختلفة (5 - 10 - 15 - 20 - 25)% واستنتج مايلي :-

1 - اعتمادا على التجارب التي اجريت لدراسة تأثير الالياف (البردي) على تصرف التربة عند تسليحها بهذا النوع من الالياف وجد انه يقلل من الكثافة الجافة للتربة نتيجة للوزن النوعي المنخفض والوحدة الوزنية المنخفضة لالياف البردي .

2 - اجهاد القص للتربة المسلحة بهذا النوع من الالياف قد تحسن نتيجة الياف البردي بنسبة 10 % وكذلك تماسك التربة قد تحسن بنسبة 2.5 مرة من تماسك التربة الاصلية وهذه النسبة تمثل الافضل في تسليح التربة .

3 - ايضا نستنتج من هذا البحث ان نسبة 10 % من الياف البردي يحسن من مقاومة التربة المسلحة وذلك بزيادة المرونة وتقليل الازاحة بسبب كون هذه الالياف تعمل كأواصر رابطة وايضا تقلل من اجهادات الشد .

4 - صلابة التربة تزداد بشكل كبير نتيجة اضافة الالياف وبذلك فان الهطول في التربة سوف ينخفض حالا نتيجة ادراج هذه الالياف .

2- درس ماريندي وآخرون (2008) تأثير الياف السعف على مقاومة التربة من نوع الترب الرملية والتي تحتوي نسبة من الغرين واستنتج مايلي :-

- 1- الماء الممتص من قبل الياف السعف يؤثر على القيمة المثلى لمحتوى الرطوبة لخليط التربة مع السعف .
- 2- عند الطول الثابت لالياف السعف المضافة الى التربة مع الزيادة في كمية هذه الالياف المضافة يؤدي الى الزيادة في المقاومة القصوى والمتبقية ونفس الشيء تم ملاحظته عندما تكون الكمية ثابتة والطول متزايد .
اما عند الزيادة في طول الياف السعف مع الزيادة في كميتها عند اضافتها الى التربة هذا يؤدي الى الزيادة في اللدونة (Ductility) مع النقصان في الصلابة (Stiffness) .
- 3- في خليط التربة مع الياف السعف مقاومة فشل الانزلاق مسيطرة على ظاهرة انكسار النموذج اكثر من من مقاومة فشل الكسر .
- 4- ان الزيادة في كمية السعف المضافة يجعل التربة تكون اكثر لدونة ومرونة وهذا التصرف يدفع نموذج التربة الى الفشل عند اعلى انفعال محوري .
- 5- النتائج تقترح بأن استخدام التسليح بالياف السعف يعطي خصائص جيدة للتربة الرملية وان استخدام الياف السعف يكون طريقة تسليح فعالة للتربة .

الفصل الثالث

الجزء العملي

1-3 المقدمة :-

يتناول هذا الفصل المواد التي تم استخدامها في هذا المشروع والتي تشمل (التربة , الماء , الالياف الطبيعية) وطريقة تحضير الالياف الطبيعية وذلك بتجفيفها وطحنها الى اجزاء صغيرة الحجم .

اما طريقة تحضير التربة وهي التي يتم من خلالها معرفة نوع التربة وذلك باجراء فحص الهيدروميتر ومعرفة خواص التربة الفيزيائية الميكانيكية (GS , L.L , PL) وذلك باجراء التجارب الخاصة بها .

وبعد معرفة نوع التربة والخواص الفيزيائية يتم اجراء التجارب الخاصة لدراسة تأثير الالياف الطبيعية (سعف النخيل) على مقاومة التربة وخواص التربة الهندسية من خلال تسليح التربة وتشمل التجارب الانضمام والقص المباشر والرص .

2-3 المواد :-

1- الماء :-

تم استخدام الماء المقطر في جميع تجارب المشروع كونه خالي من الشوائب والاملاح .

2- الالياف الطبيعية :-

ان الالياف الطبيعية المستخدمه في هذه الدراسة هي سعف النخيل وتم اختيار النوعية الجيدة وتم تحضيرها حسب الاحجام المطلوبة .

3-3 التربة :-

تم اختيار التربة الطينية للقيام بالفحوصات المختبرية لانجاز هذا المشروع والتي تم الحصول عليها من الحفريات في منطقة الدورة مدينة بغداد تحت عمق 14 متر تقريبا للحصول على مواصفات هذه التربة الطينية واخذ بنظر الاعتبار نظافة النموذج من الملوحة والمواد العضوية وتم وضعها في اكياس بلاستيكية للحفاظ على رطوبة التربة

3-4 طريقة تحضير النماذج :-

1- الالياف الطبيعية (سعف النخيل) :-

تم تنقية نماذج جيدة من السعف وتم تجفيفها باستخدام الفرن الكهربائي بدرجة حرارة (60 °) ولمدة (24 - 48 ساعة) والتأكد من كون النموذج متجانس ويعمل بنفس درجة الجفاف .
ثم تم القيام بتكسيه وطحنه وذلك باستخدام اداة الطحن الكهربائية للحصول على اقطار صغيرة من السعف ثم يتم تمرير السعف المطحون باداة المنخل ذات القطر (1 ملي متر) وجمع المار منه وتهيئته بنسب حجمية مختلفة من التربة (5% , 10% , 15% , 20%) من اجل اجراء الفحوصات المختبرية .

2- التربة :-

أ- نوع التربة :-

لغرض معرفة نوع التربة اي هل تحمل الصفات الطينية ام الغرينية ؟
يتم اجراء فحص الهيدروميتر (المكثاف) استنادا الى المواصفات الامريكية (ASTM D421-58 , ASTM D422-63) .

طريقة الفحص :-

1- تحضير المادة المشتته :-

تم تحضير المادة المشتته بتركيز (4 %) من محلول (NaPO_3) وذلك بخلط (40 غرام) من المادة الكيميائية الجافه مع (1000 ملي غرام) من الماء المقطر وتخلط المادة جيدا بالماء وتترك لتتخمر يوم كامل لاستخدامها في فحص الهيدروميتر .

2- فحص الهيدروميتر :-

أ- اخذت كمية مقدارها (50 غرام) بالضبط من التربة الناعمة وغسلت على منخل ذو قطر (200) واخذ المار من المنخل وتم وضعه في وعاء زجاجي .

ب- اضيف محلول المادة المشتته بكمية مقدارها (125 ملي لتر) الى التربة ثم تم خلطها جيدا بواسطة الخلاطة وترك لتتخمر لفترة مقدارها (24 ساعة) .

ت- بعدها اضيف الى المزيج كمية من الماء المقطر ثم وضع المزيج في الخلاط لمدة (5 دقائق) .

ث- وثم وضع المزيج في اسطوانة الترسيب بعناية تامة تجنب لفقدان اي جزء ثم اضيف الى المزيج الماء المقطر مرة اخرى حتى اكتمل الحجم الى (1000 ملي لتر) في الاسطوانة .

ج- تغلق الاسطوانة ثم يتم قلبها عدة مرات بعدها يتم وضع الاسطوانة بصورة اعتيادية وبهدوء على منضدة ثابتة لاتحوي اي نوع من الاهتزازات .

ح- يوضع الهايدروميتر في اسطوانة الترسيب بهدوء لآخذ القراءات بفترات زمنية مختلفة (1 , 2 , 3 , 4 دقيقة) وتقاس حرارة المزيج بوسطة المحرار .

خ- وبعدها يتم رفع الهايدروميتر ويوضع بهدوء في اسطوانة السيطرة والتي تحتوي على ماء مع محلول مادة مشنته بتركيز (4 %) وبنفس درجة الحرارة ويترك لحين موعد القراءة الجديد بفترات زمنية وكالاتي :-
(8 , 15 , 30 , 60 دقيقة , 2 , 24 ساعة) مع اخذ درجة الحرارة عند كل قراءة .

ب - الفحوصات الفيزيائية :-

لمعرفة خواص التربة الطينية يتم اجراء عدة فحوصات فيزيائية تمهيدا للقيام باجراء فحوصات المقاومة استنادا الى المواصفات الامريكية :-

1- فحص حد السيولة (Liquid Limit) (L.L) :- رقم المواصفة (ASTM D423-66)

- طريقة الفحص :-

أ- نأخذ نموذج من التربة بعد تجفيفها بالهواء ثم نوضع على لوح زجاجي ويتم اضافة الماء اليها بالتدريج وبعدها مراحل حيث يتم خلط التربة بالماء جيدا حتى يتجانس الخليط من حيث القوام واللون .

ب- بعدها نوضع كمية من الخليط في الصحن النحاسي للجهاز وتسوى التربة بعناية وبعدها نقوم بعمل شق مستقيم وطولي خلال التربة بواسطة اداة التحزيز وبشكل عمودي بحيث نقسم التربة الى قسمين متساويين ثم ندور الجهاز عكس عقارب الساعة وبسرعة منتظمة ثم نحسب عدد الطرقات التي يحدثها الصحن النحاسي اللازمة لألتئام الشق بمقدار (12 - 7 ملليمتر) .

ج- بعد ذلك تم اخذ عينة من التربة من منطقة الالتئام ووضعها في الحاوية المعدنية (Tins) ويتم وزنها ثم وضعها في الفرن من اجل حساب المحتوى المائي للعينة (WC%) .

د- تكرر الخطوة السابقة (على الاقل ثلاثة مرات) باضافة كمية من الماء الى التربة وباعادة نفس الخطوات السابقة .

2- فحص حد اللدونة (Plastic Limit) (P.L) :-

رقم المواصفة (ASTM D424-59)

طريقة الفحص :-

- أ- يتم اخذ كمية معينة من التربة و اضافة كمية قليلة من الماء و تخطط جيدا .
- ب- بعدها يتم عمل من كتلة التربة خيوط بقطر (3 ملليمتر) تقريبا ويتم دحرجتها براحة اليد على اللوح الزجاجي لحين الحصول على تشققات في خيوط التربة ثم يتم وضعها في الحاوية المعدنية ووزنها ووضعها في الفرن حتى يحسب لها (WC%) والذي يمثل حد اللدونة .

3 - فحص الوزن النوعي (Specific Gravity) (G.S) :-

رقم المواصفة (ASTM D854-02)

طريقة الفحص :-

- تم وزن كمية من التربة الجافة مقدارها (10 gm) ثم تم وضعها في ورق زجاجي (المتقاله) بواسطة مخروط زجاجي ثم تم اضافة الماء اليها الى الحد الذي يمثل اكبر قطر في المتقاله .
- وتم وضع هذه المتقاله في وعاء يحتوي على ماء مغلي لمدة ساعة تقريبا لطرد فقاعات الهواء من محلول التربة اي انه تم استخدام طريقة الغليان .
- وبعدها تملى المتقاله بالماء المقطر ثم يتم وضع السدادة على فوهة المتقاله ثم يتم وزنها والذي يمثل وزن (المتقاله + التربة + الماء) .
- بعدها تم قياس درجة الحرارة والتي تمثل درجة حرارة الفحص .
- بعدها تم وزن (المتقاله + الماء) و تم قياس درجة الحرارة والتي يجب ان تكون نفس درجة حرارة الفحص .
- وعند قيامنا بالفحص ظهر ان درجتى الحرارة متساوية .

3-5 فحوصات المقاومة :-

بعد اجراء الفحوصات الفيزيائية يتم اجراء فحوصات المقاومة استنادا الى المواصفات الامريكية .

1- فحص الرص (Compaction Test) :-

رقم المواصفة (ASTM D698-70)

طريقة الفحص :-

- أ- يتم وضع نموذج التربة في الفرن الحراري بدرجة (110°) لمدة يوم كامل ليجف ثم يتم طحنه ثم نأخذ نموذج من التربة مقداره (3 كيلو غرام) .
- ب- بعدها يتم خلط التربة جيدا مع كمية من الماء من النموذج الاول (محاولة اولى) وبعدها نضع جزءا من هذه التربة في قالب الرص وبعدها يتم رصه بواسطة المطرقة عدة مرات (25 ضربة) توزع بشكل منتظم على سطح التربة لنحصل على الطبقة الاولى .
- ت- ثم نضع جزء اخر من التربة في قالب الرص ونعيد العملية الثانية للحصول على الطبقة الثانية .

- ث- ثم نكرر العملية للحصول على الطبقة الثالثة .
- ج- وبعدها يتم رفع الطوق العلوي للقالب بهدوء ويسوى سطح التربة بواسطة الشفرة للحصول على ارتفاع مطابق لارتفاع القالب .
- ح- ثم نقوم بوزن القالب مع التربة المرصودة بعد ازالة التربة الزائدة وتنظيفه واخذ عينة من وسط القالب لفحص المحتوى المائي الدقيق لهذه المعادلة .
- خ- يفرغ القالب بعد هذه العملية وتفتت التربة ويتم اضافة نسبة من الماء اليها ونخلط التربة جيدا وينظف القالب جيدا ويدهن بواسطة الفرشاة تجنباً لالتصاق التربة بحوافه الداخلية .
- د- تعاد الخطوات السابقة لكل محاولة (مع اجراء عدة محاولات) بزيادة تدريجية لنسبة الماء بالتربة للحصول على منحني (الكثافة الجافة - المحتوى المائي) وايجاد الكثافة العظمى والمحتوى المائي الاقل .
- ذ- بعد ذلك يتم اضافة نسبة الياف سعف النخيل بنسب حجمية من وزن التربة (5% , 10% , 15% , 20%) الى نموذج التربة الجاف والمطحون جيدا وتعاد عملية الرص لكل نسبة من نسب السعف .
- ر- توضع التربة الناتجة من عملية الرص لكل محاولة في الحاويات المعدنية ويتم وزنها ثم توضع في الفرن .



الشكل (1-3) يوضح كيفية اجراء فحص الرص

2 - فحص الانضمام (Consolidation Test) :- رقم المواصفة (ASTM D851-32)

تم تحضير النموذج داخل حلقة الانضمام (Ring) .
ويوضع النموذج داخل خلية الانضمام (Cell) مع وضع الحجر المسامي المشبع بالماء اسفل
واعلى النموذج بدقة ثم يتم تثبيت طوق خلية الانضمام وقرص التحميل الدائري وشد كافة البراغي
الموجودة .
ثم يتم وضع الخلية في الجهاز في مكانها الصحيح ثم يتم تثبيت اجزاء الجهاز وتثبيت ذراع التحميل
مع تثبيت مقياس النزول على القرص الدائري وتصفير المقياس استعدادا للبدء بالفحص .
نغمر الخلية بالماء المقطر لغرض اشباع النموذج لفترة وحسب نوع التربة .
بعدها نكون قد بدأنا بمرحلة التحميل وذلك بتسليط اجهادات التحميل المنتظمة على نموذج التربة
داخل خلية الانضمام حيث يتم وضع اثقال معينة على ذراع التحميل بانتظام وبصورة تراكمية حيث
يتم مضاعفة في كل فترة
(25 - 50 - 100 - 200 - 400 - 800 - 1600) ويتم تسجيل قراءة مقياس النزول (Dial
gage) عند كل حمل خلال فترات زمنية معينة .
ثم يتم رفع الحمل بصورة منتظمة وذلك بالتقسيم على اربعة وتؤخذ قراءة المقياس في كل مرة
(25 - 100 - 400 - 1600) وبعد الانتهاء من الفحص نفتح الخلية ويرفع النموذج ويوزن بعد
اتمام عملية وضع النموذج داخل الفرن الحراري .
ويعاد الفحص بعد اضافة الياف السعف بنسب حجمية من التربة (5 - 10 - 15 - 20) %.



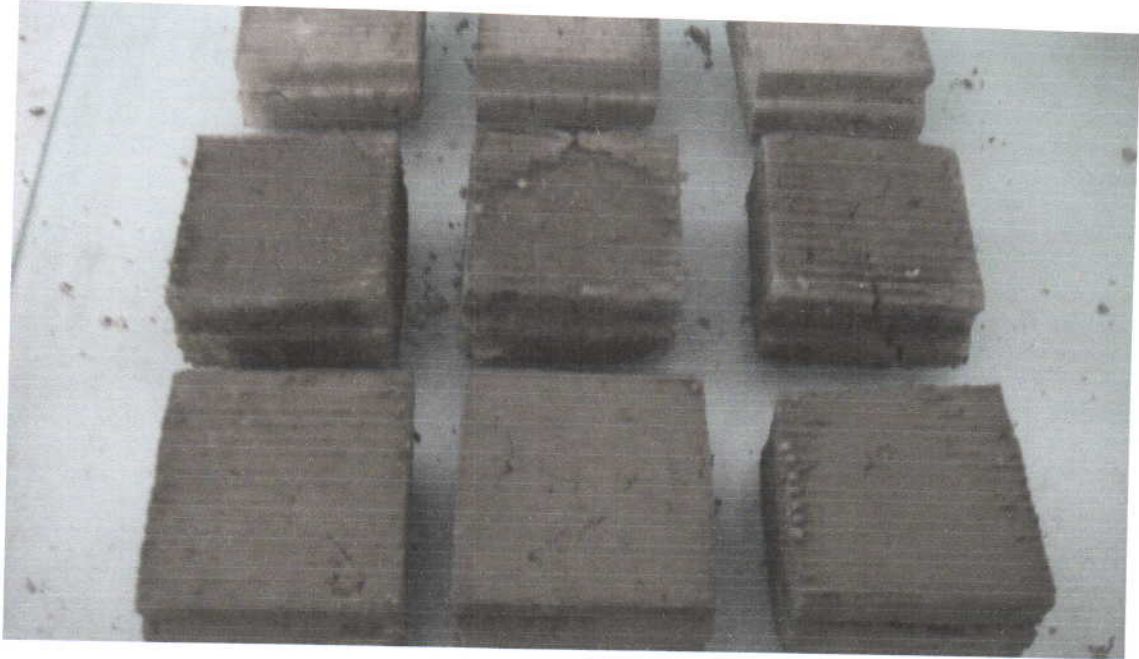
الشكل (2-3) يوضح النموذج الناتج من فحص الانضمام

3 - فحص القص المباشر (Direct Shear Test) :- رقم المواصفة (ASTM D754-44)

يتم تحضير النموذج وذلك عن طريق رص التربة ولمحاولة واحدة فقط من اجل الحصول على نتائج مضبوطة ودقيقة وثم الحصول على النموذج من وضع التربة في القالب وشد كافة البراغي الموجوده ثم يتم وضعه في جهاز القص حيث يتم تثبيت اجزاء الجهاز ووضع حمل مقداره (1 kg) وتثبيت ذراع التحميل مع تثبيت المقاييس وتصغيرها استعدادا للبدء بالفحص .
وبعدها يتم تشغيل الجهاز وتسجيل القراءات على المقاييس والتي تشمل الازاحة الافقية والازاحة العمودية .
ثم يتم ايقاف الجهاز بعد فشل النموذج وتفتح كافة البراغي ويرفع النموذج ويعاد الفحص لنماذج اخرى ولكن يتم وضع حمل مقداره (2 kg) وثم (4 kg) .
ثم يتم اجراء هذا الفحص بعد اضافة الياف السعف بنسب حجمية من التربة (5 - 10 - 15 - 20) % .



الشكل (3-3) يوضح جهاز فحص القص المباشر



الشكل (4-3) النموذج بعد اجراء فحص القص المباشر

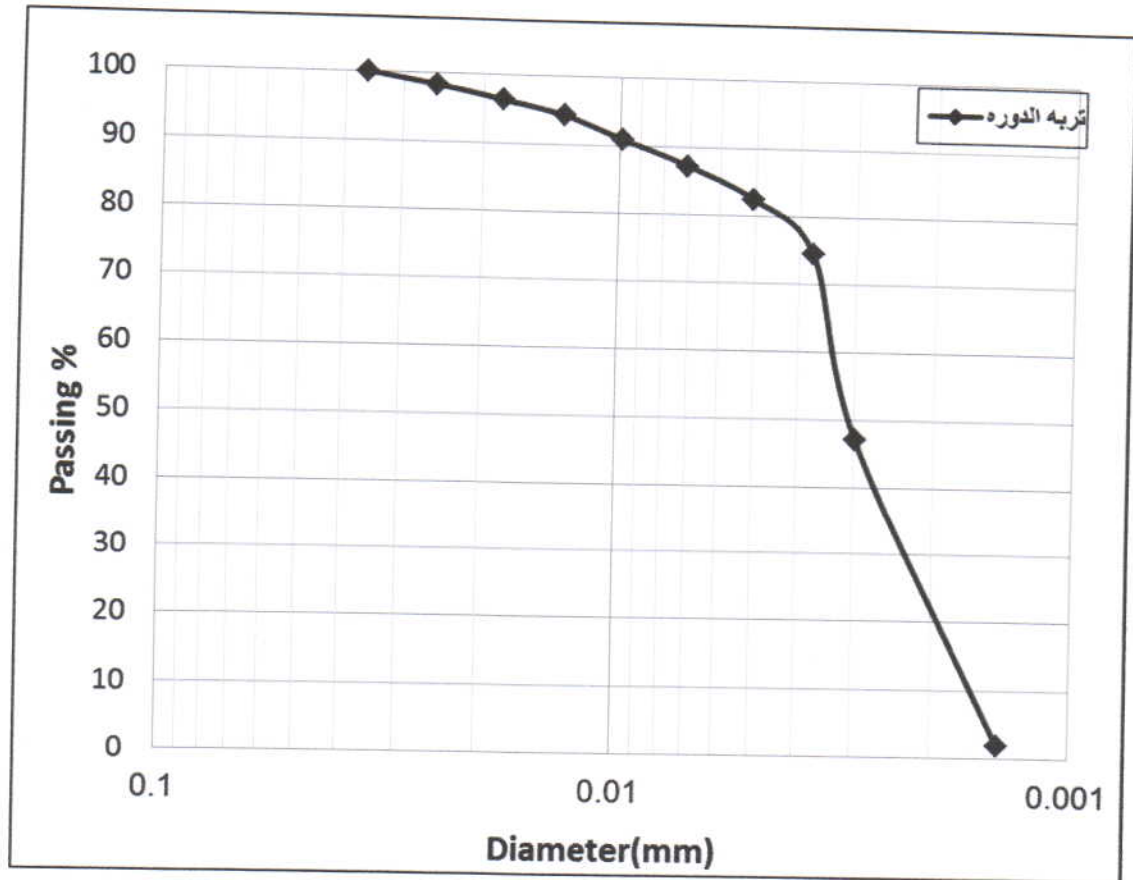
الفصل الرابع

النتائج

بعد إجراء التجارب تم إجراء الحسابات اللازمة للحصول على النتائج :-

1-4 فحص المكثاف (Hydrometer Test) :-

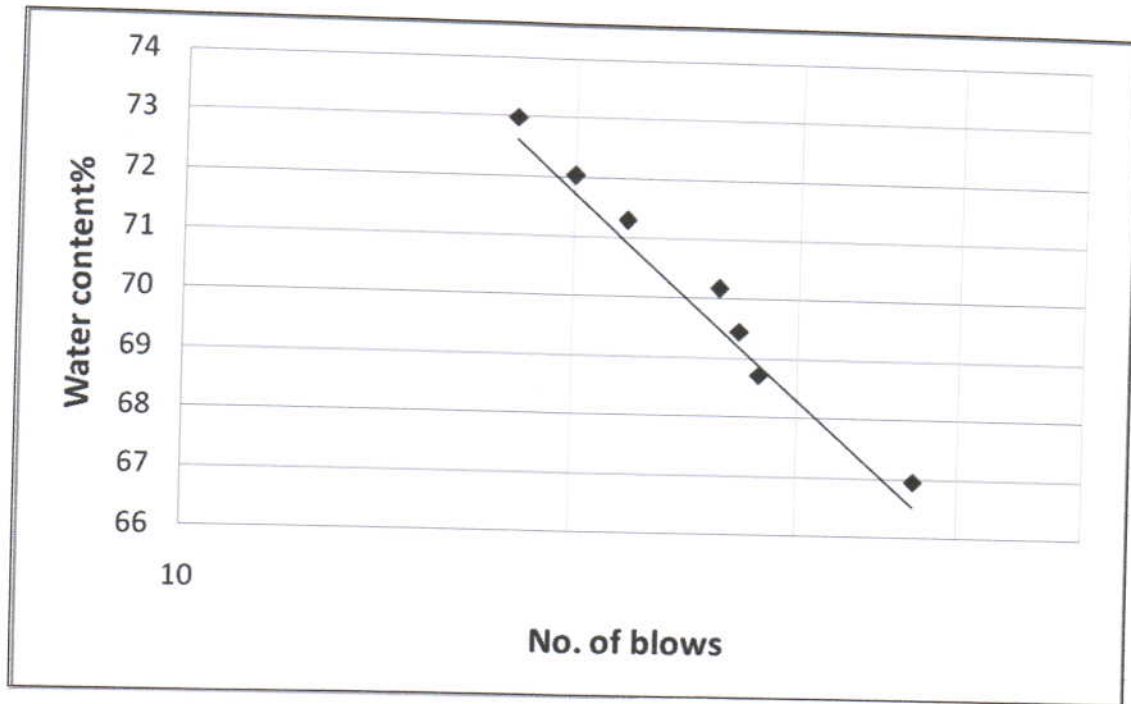
من خلال هذا الفحص تم الحصول على النتائج التي وقلها تم معرفة نوع التربة والتي هي تربة طينية مع نسبة من الغرين (Silty Clay) .



الشكل (1-4) فحص المكثاف

2-4 الفحوصات الفيزيائية :-

1-2-4 فحص حد السيولة (L.L) :-



الشكل (2-4) فحص حد السيولة

2-2-4 فحص حد اللدونة (P.L) :-

الجدول (1-4) فحص حد اللدونة

Plastic Limit%						
Tin no.	Wt. of Tin	Wt. (Tin + Soil) wet	Wt. (Tin + Soil) Dry	Water (Ww)	dry only	water content%
139	23.4	77.2	66	11.2	42.6	26.29107981
157	27.5	76.3	66.1	10.2	38.6	26.42487047

3-2-4 فحص الوزن النوعي (G.S) :-

تم اجراء هذا الفحص وفقا للقوانين التالية :-

$$GS = Ws / [Wpw - (Wpws - Ws)]$$

حيث ان :-

Wpw :- وزن الدورق والماء عند درجة حرارة الفحص .

Ws :- وزن التربة الجافة .

Wpws :- وزن الدورق والماء والتربة عند درجة حرارة الفحص .

الجدول (2-4) يوضح قيم الفحوصات الفيزيائية

No.	Index property	Index value
1	Liquid limit %(LL)	70
2	Plastic limit %(PL)	26.35
3	Plasticity index %(PI)	43.65
4	Specific gravity (Gs)	2.70
5	Gravel (larger than 2mm)%	0
6	Sand (0.06 to 2mm)%	0
7	silt (0.005 to 0.06mm)%	17.5
8	Clay (less than 0.005mm)%	82.5
9	Soil symbols (USCS)	CH

3-4 فحوصات المقاومة :-

1-3-4 فحص الرص (Compaction Test) :-

تم اجراء الفحص وفقا للقوانين التالية:-

$$\bar{\delta}_t = W / V$$

$$\bar{\delta}_d = \bar{\delta}_t / (1 + W_c)$$

$$W_c = [(W_{wet} - W_{dry}) / W_{dry}] * 100 \%$$

حيث ان :-

$\bar{\delta}_t$:- الكثافة الكلية الرطبة للتربة .

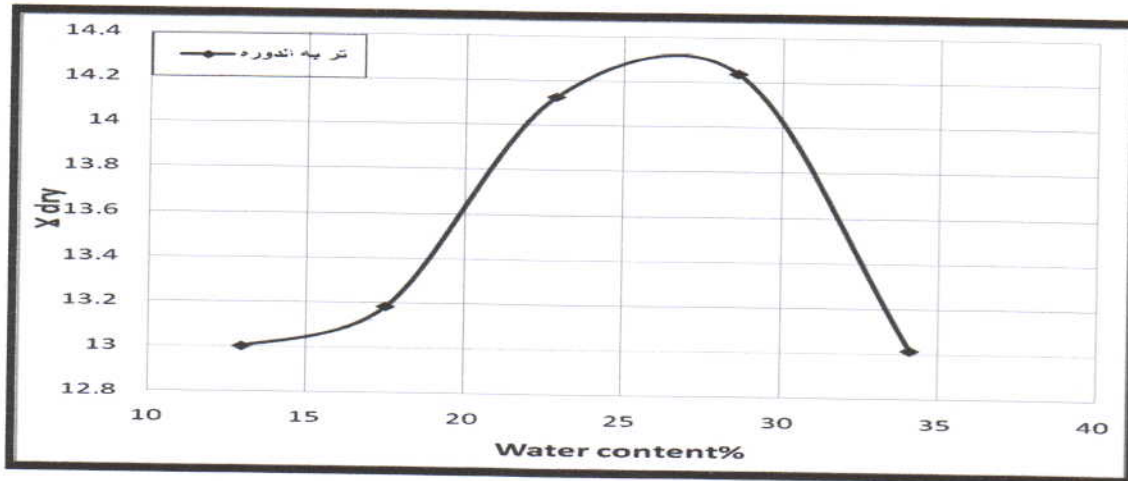
$\bar{\delta}_d$:- الكثافة الجافة للتربة .

V :- حجم القالب المستخدم .

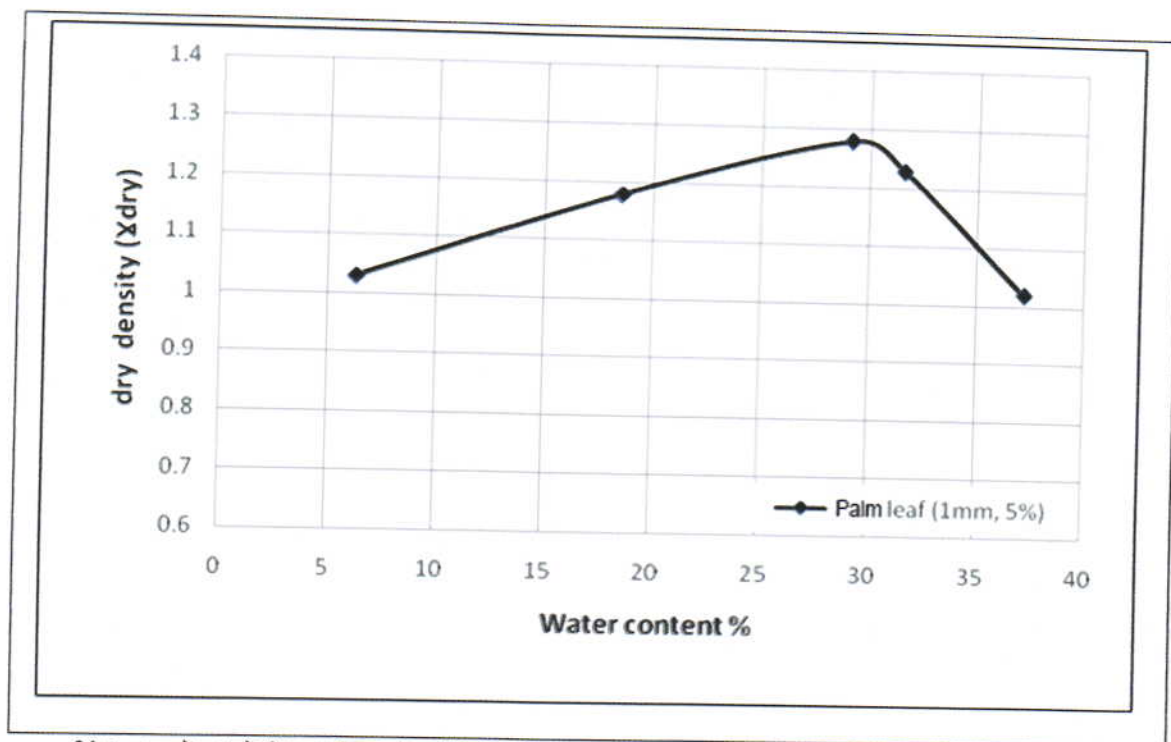
W :- وزن التربة المرصوة داخل القالب .

Wc :- المحتوى المائي للتربة .

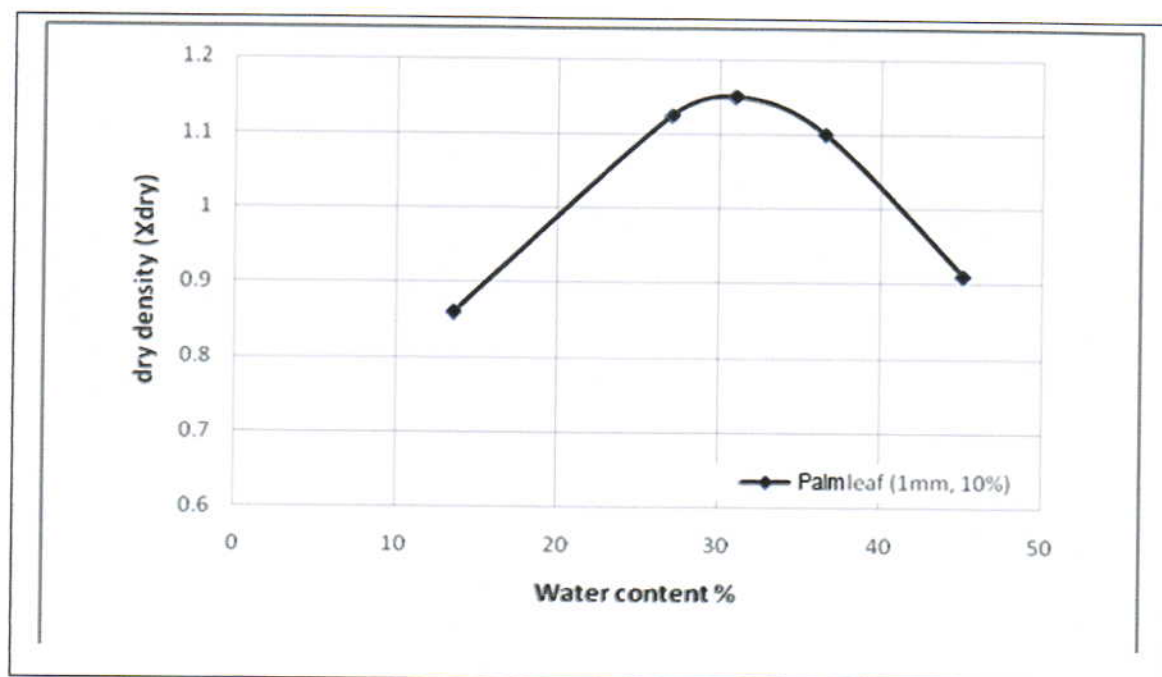
Wwet و Wdry :- الوزن الرطب والجاف للتربة .



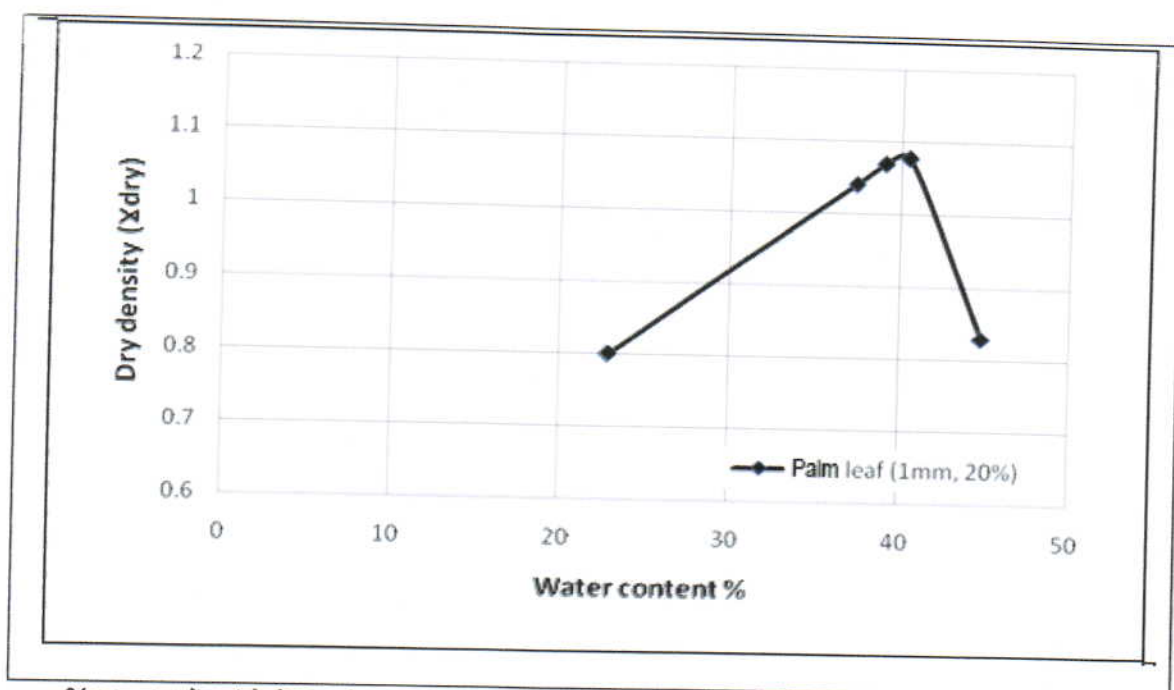
الشكل (3-4) يوضح العلاقة بين الكثافة الجافة والمحتوى المائي للتربة الطينية بدون اي اضافة



الشكل (4-4) العلاقة بين الكثافة الجافة والمحتوى المائي للتربة الطينية بنسبة اضافة الياف السعف 5%



الشكل (5-4) العلاقة بين الكثافة الجافة والمحتوى المائي للتربة الطينية بنسبة اضافة الياف السعف 10%



الشكل (6-4) العلاقة بين الكثافة الجافة والمحتوى المائي للتربة الطينية بنسبة اضافة الياف السعف 20%

الجدول (3-4) يوضح قيم الكثافة الجافة العظمى والقيمة المثلى للمحتوى المائي

	0%	5%	10%	15%
Wc %	27.1	29	31	40
γd	14.3	1.28	1.15	1.8

2-3-4 فحص الانضمام (Consolidation Test) :-

تم اجراء الحسابات وفقا للقوانين التالية :-

$$C_c = \Delta e / \Delta \log p'$$

$$C_r = \Delta e / \Delta \log p'$$

$$\Delta e = (\Delta h / H) (1 + e_0)$$

حيث ان :-

C_c :- مؤشر الانضغاط .

C_r :- مؤشر الانتفاخ .

Δe :- التغير في نسب الفجوات .

e_0 :- نسبة الفجوات الابتدائية .

الجدول (4-4) يوضح قيم الفجوات الاصلية ومؤشر الانضغاط ومؤشر الانتفاخ بعد اجراء فحص الانضمام

	% 0	% 5	%10	%15	%20
e_0	0.660392	0.69088937	0.737778	0.761478	0.774062
C_c	0.266703	0.27838	0.317037	0.26801	0.292705
C_r	0.050262	0.041984	0.046595	0.049489	0.050747

3-3-4 فحص القص المباشر (Direct Shear Test) :-

$$\tau_f = P_h f / A$$

$$\sigma = P_n / A$$

حيث ان :-

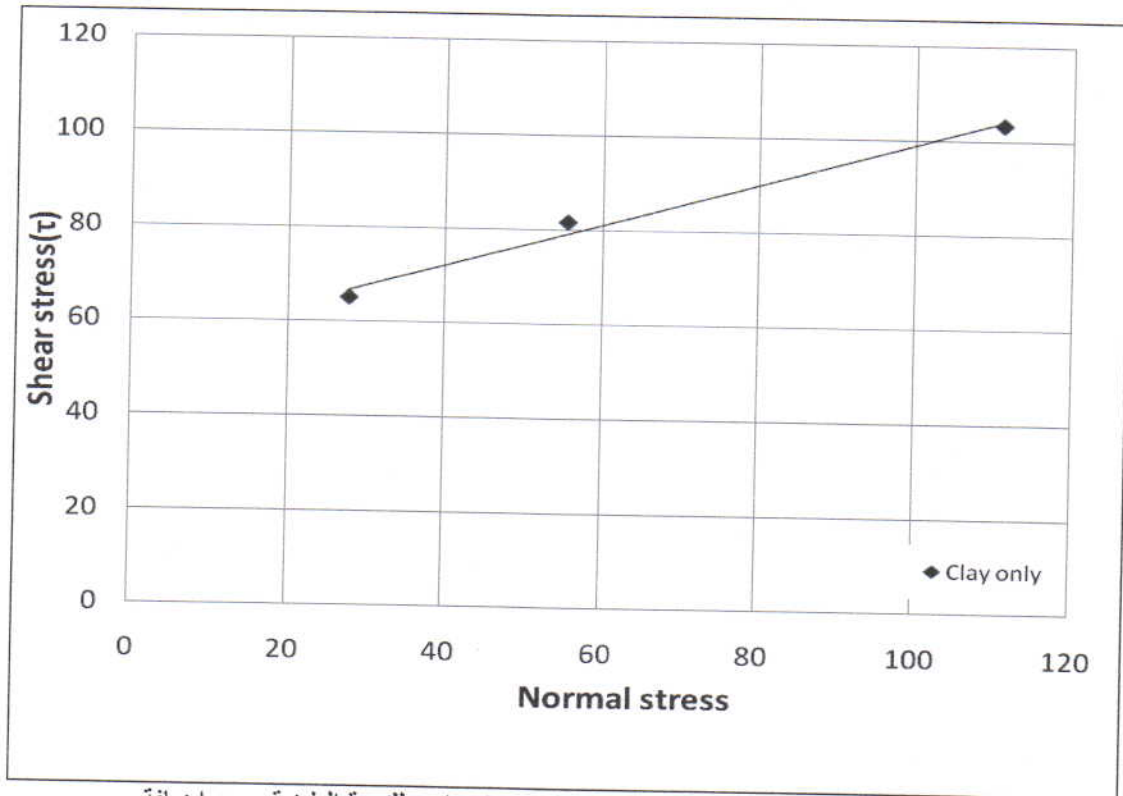
$P_h f$:- القوة الافقية التي يفشل عندها النموذج .

A :- مساحة النموذج .

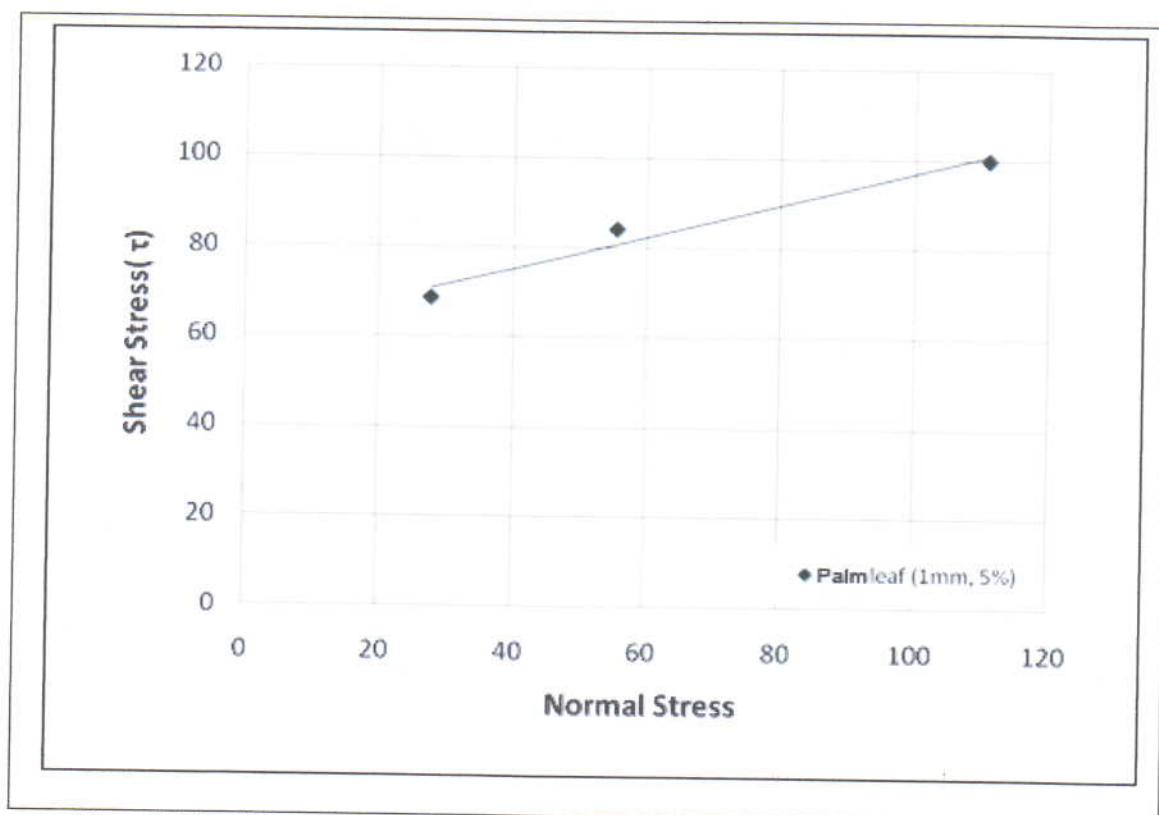
P_n :- القوة العمودية المسلطة على النموذج .

σ :- الاجهاد العمودي .

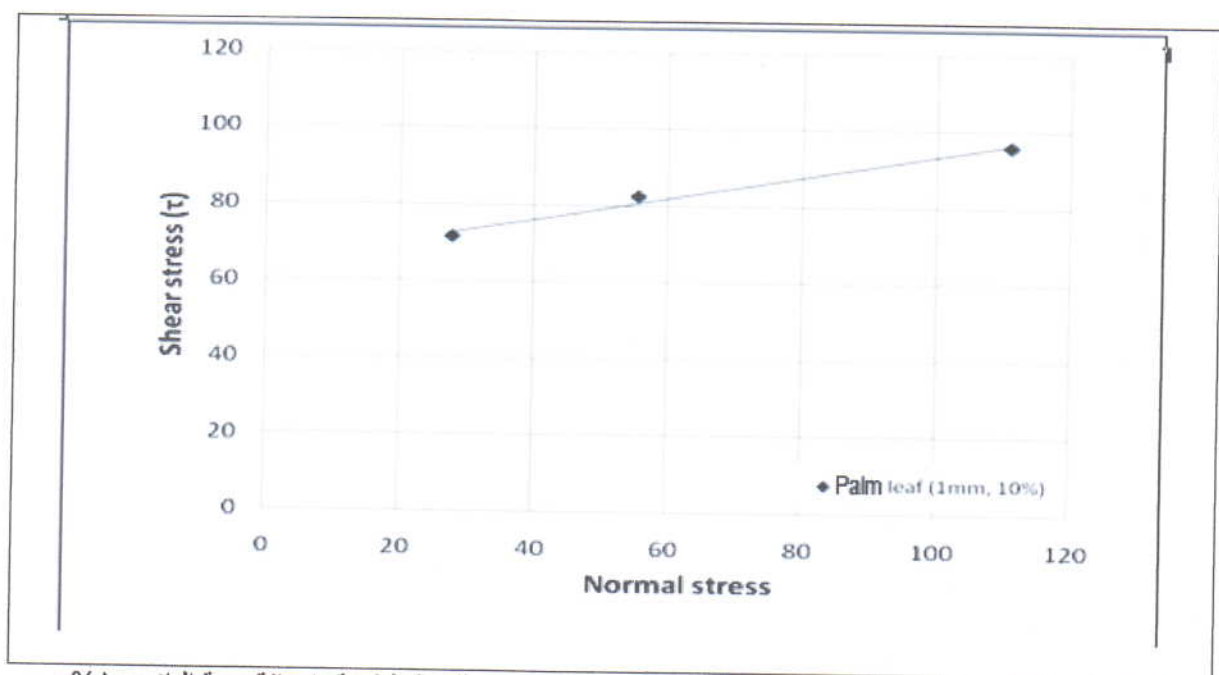
τ_f :- اجهاد القص عند الفشل .



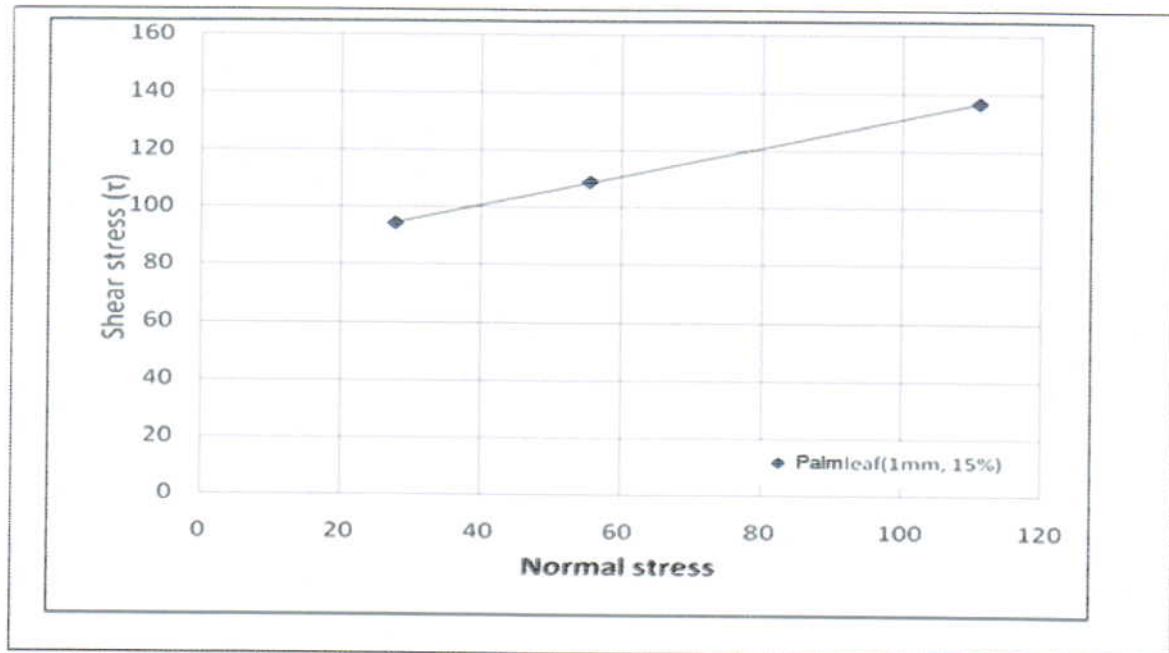
الشكل (7-4) العلاقة بين اجهاد القص والاجهاد الاعتيادي للتربة الطينية بدون اضافة



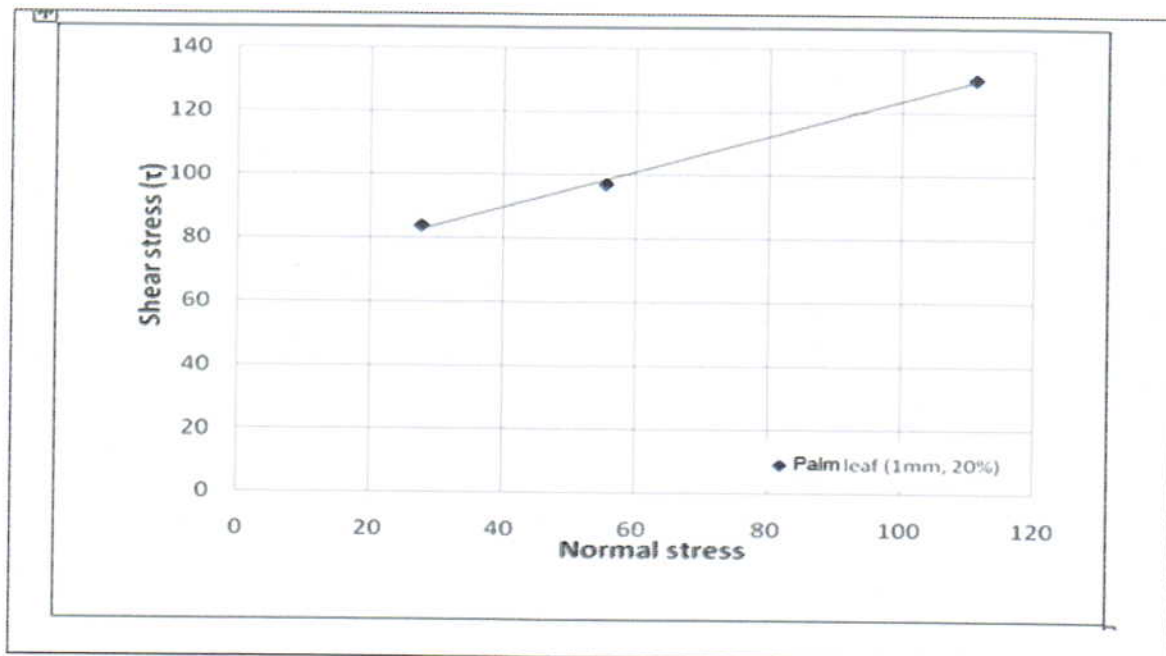
الشكل (٨-٤) العلاقة بين اجهاد القص والاجهاد الاعتيادي للتربة الطينية باضافة نسبة الياف ٥%



الشكل (٩-٤) العلاقة بين اجهاد القص والاجهاد الاعتيادي للتربة الطينية باضافة نسبة الياف ١٠%



الشكل (10-4) العلاقة بين اجهاد القص والاجهاد الاعتيادي للتربة الطينية باضافة نسبة الياف 15%



الشكل (11-4) العلاقة بين اجهاد القص والاجهاد الاعتيادي للتربة الطينية باضافة نسبة الياف 20%

الجدول (5-4) يوضح قيم زاوية الاحتكاك والتماسك للتربة بعد اجراء فحص القص المباشر

		0%	5%	10%	15%	20%
	C	53	60	63	78	62
	ϕ	24.4	20.3	16.5	30.9	31.7

الفصل الخامس

الاستنتاجات والتوصيات

1-5 الاستنتاجات :-

بعد اجراء التجارب واستخلاص النتائج تبين ان استخدام الياف سعف النخيل في تسليح التربة ذات نتائج جيدة وطريقة فعالة جدا في تسليح التربة وتم استنتاج مايلي :-

- 1- اعتمادا على التجارب التي تم اجراؤها وجد بأن الكثافة الجافة للتربة تقل كلما زادت نسبة السعف المضاف للتربة كما وجد بأن نسبة الماء المضاف تزداد عند زيادة نسبة السعف المضاف للتربة وذلك يؤثر على القيمة المثلى لمحتوى الرطوبة .
- 2- قوة التماسك (C) تزداد بزيادة نسبة الياف سعف النخيل المضافة وعلى قيمة من التماسك تكون بنسبة (15%) .
- 3- زاوية الاحتكاك (ϕ) بدأت تقل ثم ازدادت بنسبة عالية والنسبة المئوية لهذه الزيادة عن النسبة الاصلية (بدون اضافة) هي (29.9%) .
- 4- تزداد نسبة الفجوات الاصلية (e_0) بزيادة المضافات من الياف سعف النخيل وبنسبة مئوية (17.2%) .
- 5- يزداد مؤشر الانضغاط (C_c) بزيادة الياف السعف المضافة حيث اعلى قيمة تكون عند نسبة اضافة (10%) والنسبة للزياده هي (18.87%) .
- 6- تقليل الكلف في عملية تثبيت التربة والحصول على تربة ذات مقاومة عالية .
- 7- ان هذه الطريقة في تسليح التربة يتم استخدامها في الحالات التي يكون فيها العمر التصميمي للمنشأ من الاعمار المتوسطة , وتنصح في حالة عدم وجود الظروف الملائمة لتحلل الاليف (الغمر بالماء) كما ان استخدام طريقة الخلط العشوائي لاليف السعف مع التربة تعتبر الطريقة الملائمة لتقليل تحلل الاليف .

2-5 التوصيات :-

- 1- نوصي باستخدام مواد والياف طبيعية اخرى لا تتأثر بظروف التحلل .
- 2- نوصي باجراء فحوصات مقاومة اكثر مثل الفحص ثلاثي المحاور .
- 3- دراسة تأثير الاليف على المقاومة .
- 4- دراسة تسليح التربة غير الطينية (الرملية , الغرينية) بالاليف الطبيعية .

المصادر:-

- 1- محمد عمر العشو (1991) , ميكانيك التربة .
- 2- محمد بشير الصاوي (2005) , تحسين خواص التربة الطينية الضعيفة بالتسليح بمشبك من المواد البوليمرية .
- 3- Bryan Gaw (2008) , Soil Reinforcement With Natural Fibers For Low Income Hustling Community.
- 4- British Standard 8006 (1995) , Strengthened / Reinforced Soils & other Fills.
- 5- S.M.Marandi , M.H.Dagheripour , H.Zare (2008) Strength & Ductility Of Randomly Distributed Palm Fibers Reinforced Silty _ Sand Soils.
- 6- Aqeel Al Adili , Rafiq Azzam , Joery Chrader (2010) , Study Of Soil Properties Reinforcement With Fiber Materials (papyrus).