The Reinforcement Al Zuot Intersection Bridges Approaches in AL-Ramadi Using Geo-Textile

Jassem Qasim Fadel

Dams and Water Resources Department, Collage of Engineering, Al Anbar University, Al Anbar, Iraq

gassimalsaffar@yahoo.com

Submission date:- 3/4/2019	Acceptance date:- 23/6/2019	Publication date:- 6/8/2019

Abstract:

One of the major problems of implementation the bridges approaches, and often may be a settlement in the soil, which requires the creation of retaining walls on both sides of the approaches that fill by compacted soil. The needed dispensed of these walls, by filled the bridge shoulders by reinforced soil and precast concrete sheets thereby saving the cost and time of the creation of this project in high degree. Soil reinforcement be homogeneous nor showing any settlement problem in the future.

Research aims to reach a scientific theory to study the behavior of the weak clay soil when reinforcing fibers and the possibility of studying the various factors that influence this behavior and the possibility of reinforcing of bridge approaches using these fibers. Due to many of the problems that appeared in the most of the facilities at the implementation, it is revealed that the soil had happened to her settlement because the bearing is not commensurate to create a work of concrete with high loads, and these problems are what we are experiencing today when creating approaches bridges and abutments wall, it has become necessary to strengthen the soil to resist any it works arise.

Through these laboratory tests, which were conducted on a sample of poor soils found that fibers geotextile working to increase the shear strength of the soil in order to increase soil effective shearing strength parameters (ϕ, C) as shown by the results of the direct shear test and this gives resistance to shearing the best of the soil due to the presence of fiber in soil.

Through field tests conducted on a sample of poor soils and soil fiber geotextile a way to test by the plate load bearing. The geotextile fiber loading working to increase the tolerability by more than twice the tolerability without fiber.

Key words: Geotextile, Shear stress, Dry density, Direct shear test, Plate bearing test.

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by *University of Babylon* is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

تسليح مقتربات الجسور لتقاطع الزيوت في الرمادي باستخدام ألياف الجيوتكستايل

جاسم قاسم فاضل

قسم السدود والموارد المائية، كلية الهندسة، جامعة الانبار، الانبار، العراق

gassimalsaffar@yahoo.com

الخلاصة:

إنّ من أهم مشاكل تنفيذ مقتربات الجسور وفي أغلب الأحيان حدوث هطول في التربة مما يتطلّب إنشاء جدران ساندة على جهتي المقتربات اذ يتم إملائها بالتربة المحدولة. وقد اقتضت الحاجة الاستغناء عن هذه الجدران بإملاء الأكتاف بالتربة المسلحة وبذلك تتقلص كلفة ووقت إنشاء هذا المشروع بدرجة عالية وأن هذه التربة المسلحة تكون متجانسة ولا تظهر عليها أي مشكلة هطول في المستقبل.

لقد تم أعداد هذا البحث بهدف الوصول علميا ونظريا إلى دراسة سلوك التربة الطينية الضعيفة عند تسليحها بألياف وإمكانية دراسة العوامل المتعددة التي تؤثر على هذا السلوك وإمكانية تسليح مقتربات الجسور باستخدام هذه الألياف.

ونظرا لكثير من المشاكل التي ظهرت في أغلب المنشآت عند التنفيذ تبين أن التربة حدث لها هطول لأن تحملها لا يتناسب لإنشاء أعمال خرسانية ذات أحمال عالية ومن هذه المشاكل ما نعانيه اليوم عند إنشاء مقتربات الجسور وعند مساند الارتكاز لذلك أصبح من الضروري تقوية التربة لمقاومة أي أعمال تنشأ عليه. من خلال هذه الفحوصات المختبرية التي أجريت على عينة من التربة الضعيفة وجد أن ألياف الجيوتكستايل تعمل على زيادة قوة القص للتربة وذلك لزيادة معاملات قص التربة الفعالة (ϕ, C) كما مبين من نتائج فحص القص المباشر وهذا يعطي مقاومة قص أفضل للتربة بسبب وجود الألياف المسلحة للتربة. من خلال الفحوصات الحقلية التي أجريت على عينة من التربة الضعيفة والتربة المسلحة بالياف الجيوتكستايل بطريقة فحص صفيحة التحميل ووجد أن ألياف الجيوتكستايل تعمل على زيادة في قابلية التحمل بنسبة تزيد على ضعف قابلية التحمل من دون الياف الجيوتكستايل.

الكلمات الدالة: الجيو تكستايل، اجهاد القص، الكثافة الجافة، فحص القص المباشر، فحص صفيحة التحميل.

المقدّمة:

جميع المنشآت بأنواعها تقام على أو في داخل التربة لذلك يكون الجزء من التربة الحامل للمنشأ بالتربة فحين يفكّر الإنسان بإقامة أي منشأ فإنّ أول ما يتبادر إلى ذهنه هو التربة فتظهر العديد من الأسئلة هل أنّ التربة مناسبة لإقامة المنشأ عليها؟ هل أن هذه التربة ملائمة لوظيفة المنشأ المطلوب إقامته عليها؟ لذلك إن أي دراسة للتربة هي أولى الخطوات العملية نحو إقامة أي مشروع هندسي، والان مع ارتفاع سعر الأرض أصبح الاتجاه السائد هو الاستغلال الأقصى للتربة لتحميلها بأقصى ما يمكن تحمله وهذا يزيد من أهمية دراسة التربة قبل تنفيذ المنشآت عليها فلذلك من المهم تقوية التربة وتسليحها. خلال السبعينات والثمانينات تطورت أنظمة التسليح بشكل كبير حيث ظهرت كثير من المواد البوليميرية التي يتم صناعتها من الألياف الصناعية مثل ألياف الجيوتكستايل وهذه المادة صنعية وقد استخدمت هذه المواد في مجالات مختلفة أهمها إنشاء الطرق على الترب الضعيفة وجسور السكك الحديدية وأسفل المنشآت البحرية وتسليح الجدران الساندة وركائز الجسور ومقتربات الجسور وإنشاء المنحدرات نضمن الحصول على عامل أمان كبير.

وإن أول من وجد طريقة بناء منشآت من التربة المسلحة باستخدام نظام التسليح هو المهندس الفرنسي (فربول 1963) وعناصر التسليح عبارة عن مواد مرنة تتحمل اجهادات بصورة عالية. لقد تم أعداد هذا البحث بهدف الوصول علميا ونظريا إلى دراسة سلوك التربة الطينية الضعيفة عند تسليحها بألياف وإمكانية دراسة العوامل المتعددة التي تؤثر على هذا السلوك وإمكانية تسليح مقتربات الجسور باستخدام هذه الألياف. ونظرا لكثير من المشاكل التي ظهرت في أغلب المنشآت عند التنفيذ تبين أن التربة حدث لها هطول لأن تحملها

لا يتناسب لإنشاء أعمال كونكريتية ذات أحمال عالية ومن هذه المشاكل ما نعانيه اليوم عند إنشاء مقتربات الجسور وعند مساند الارتكاز لذلك أصبح من الضروري تقوية التربة لمقاومة أي أعمال تنشأ عليه.

موقع الدراسة:

تقع منطقة الدراسة في محافظة الانبار مركز مدينة الرمادي في منطقة تقاطع الزيوت تبعد مسافة (650 m)عن حوض نهر الفرات و (320 m) عن حوض نهر الورار. هذا الموقع يربط شارع (17) تموز بشارع المحافظة وشارع المعارض وشارع الشهيد عدنان وشارع جسر القادسية وتعتد منطقة منخفضة تمثل منطقة استراتيجية لقربها من بناية محافظة الانبار ومديرية الشرطة ومديرية التربية ومحكمة الرمادي. شكل رقم (1-1) و (1-2).

1. نظرة في الدراسات السابقــة

شهد النصف الثاني من القرن الماضي ولادة مادة جديدة في مجال الهندسة المدنية ورغم حداثة هذه المادة فقد لاقت رواجا كبيرا وانتشارا سريعا وذلك لما تتمتع به من مواصفات ساعدتها في ذلك ومن هذه المواصفات:

الحاجة الماسة لها.

- سهولة وسرعة تركيبها.
- عمرها الطويل.
- إمكانية استخدامها كبديل عن بعض المواد الطبيعية في التصاميم المعقدة.
- تعتبر مادة منافسة تجاريا نظرا لرخصها والدعم التجاري لها.
- قد تفرض بعض الكودات استخدامها في بعض البلدان.

ويطلق على هذه المادة أو المواد اسم المواد الجيوصنعية (Geosynthetics) وتعتبر اللدائن المادة الأولية المستخدمة في صناعة المواد الجيوصنعية ونذكر منها :

البوليمرات – المطاط – الفايبركلاس.

وللمواد الصنيعة ميزة هامة وهي إمكانية استخدامها مرة أخرى دون الحاجة إلى عمليات معالجة كبيرة ومكلفة ولكن إذا كانت عملية المعالجة لسبب من الأسباب مكلفة فانه يتم إما حرقها أو طمرها أو تخزينها وذلك حسب تركيبها الكيميائي وبحال تم اعتماد عملية الحرق فعندها يجب الانتباه بشكل أساسي إلى تركيبها الكيميائي لان هنالك بعض المواد تطلق غازات سامة عند حرقها. أما إذا تقرر طمرها فعندها يجب تقليل حجمها (تقسيمها إلى قطع صغيرة) للحد الأدنى وذلك لتقليل حجم منطقة الطمر. وتستعمل هذه المادة في معظم مجالات الهندسة المدنية منها منشات كبيرة – أبنية – أعمال ترابية – أعمال حماية البيئة – أعمال المياه الجوفية. ويكاد لا يخلو إي مجال من مجالات الهندسة المدنية إلا ويمكن استخدامها به. أضيفت بعض المواد للتربة فمثلا استخدمت الأخشاب وأغصان الأشجار لتقوية التربة الضعيفة ولم يستمر ذلك طويلا للأسباب التالية:

1. عمرها القصير.
2. سيئاتها.

وكمثال على مادة أخرى فقد استخدم النسيج القطني لأول مرة عام 1926في أمريكا حيث تم فرش طبقة من الألياف القطنية فوق أساس الطريق ثم أشبعت بطبقة من الإسفلت تلتها طبقة رقيقة من الرمل ولم يتم الكشف عن ذلك إلا بعد عش سنوات تقريبا ومعه نتائج ثمانية تجارب حقلية منفصلة أثبتت إن حالة الطريق كانت جيدة. ونتيجة وجود النسيج فقد قلت التشققات والانهيارات المحلية والاهتراء بالطريق وكانت تلك الخطوة الأولى لاستخدام النسيج بالتربة. ويطلق على الوظيفة التي قام بها النسيج بوظيفتي الفصل والتقوية.

ويمكن لهذه المواد الجيوصناعية القيام بعمل حاجز بين مادتين مختلفتين يساعد على تصريف أو ترشيح المياه فعند الحاجة لتصريف المياه من التربة يجب استخدام وسط مسامي ولكن لحد معين بحيث لا يحدث فاقد أو انجراف في ذرات التربة ولذلك فقد تم استبدال المرشحات التقليدية (كالحصويات مثلا) بالمواد الجيوصنعية. وكذلك فانه يمكن استخدام المواد الجيوصناعية كحاجز كتيم لمنع ترشح أو ترسب السوائل من جهة إلى أخرى وبذلك تكون أيضا حلت محل المواد التقليدية المستخدمة لهذا الغرض كالطين والبيتومين والاسمنت [1]. وبذلك ندرك الأهمية الكبيرة لهذه المواد وتعدد مجالات استخدامها نظرا لما تتمتع به من خواص تمكنها من القيام بوظائف عديدة وهذه الوظائف هي:

- الترشيح.
- الفصل.
- التقوية(التسليح).
- التصريف.
- حواجز كتامة.

والهدف من استخدام المواد الجيوصناعية هو:

تحسين جودة العمل.

- تخفيض الكلفة المادية بما فيها كلفة الصيانة.
- زيادة الديمومة.

ونظرا لتعدد أنواع المواد الجيوصناعية فإنها تقسم إلى المجموعات الرئيسية التالية [2]: –

- الجيوتكستايل (Geotextile).
- الجيوغريد (Geogrid).
- الجيونت (Geonet).
- الجيوممبرين (Geomembrane).
- الجيومركب (Geocomposite).
- مواد اخرى (Geo other).

2-1. خواص الجيوتكستايل: سنشرح فيما يلي وظائف الجيوتكستايل الخمسة، ولكن سيتم التفصيل في وظيفة التسليح كونها موضوع هذه الدراسة:

2-1-1. **وظيفة الفصل:** ان اهمية الفصل باستخدام الجيوتكستايل كما يلي [3]:

هي استخدام او وضع حاجز مرن بين المواد المختلفة بحيث تتم المحافظة على العمل المشترك لهذه المواد مع بعضها البعض دون اختلاطها، وقد يتحسن الاداء باستخدام الفاصل. نلاحظ عند وضع حجارة فوق تربة ناعمة حدوث العمليتين مع الزمن:

- تحاول التربة الناعمة الدخول في مسامات الحجارة ما يؤدي لانخفاض استطاعة التصريف.
- تحاول الحجارة الدخول في التربة الناعمة مما يخفض من مقاومة الحجارة نفسها. طبعا ويحدث ذلك عند استخدام فاصل غير مناسب من الجيوتكستايل، ونبين بالشكل التالي الفرق بين استخدام او عدم استخدام جيوتكستايل: شكل رقم (2-1) وشكل رقم (2-2).

2-1-2 وظيفة الترشيح: وهي تعبر عن حركة السائل عبر مقطع النسيج (متعامد مع مستوي الصنع)[3]، وفي الوقت نفسه يقوم الجيوتكستايل بحجز التربة المسنودة علية. ومن الملاحظ انة للقيام بالترشيح بشكل جيد يجب إن تكون بنية الجيوتكستايل مفتوحة إي ذات مسامية كبيرة. اما حجز التربة فيتطلب بنية كتيمة له، إي يجب تحقيق عمل الخاصيتين معا، بالاضافة إلى عدم انسداد ثقوب الجيوتكستايل خلال عمرة المطلوب، بعد هذه المقدمة نعرف الترشيح على انه:

حالة التوازن بين التربة والجيوتكستايل والتي تسمح بجريان الماء عبر مقطع الجيوتكستايل (وليس التربة) لمدة طويلة، وبحال اختيار جيوتكستايل مناسب والتنفيذ الجيد فانة تعالج عدة مشاكل هي:

النفاذية: والمقصود بها النفاذية عبر المقطع العرضي (المتعامد مع مستوي الصنع)، ونلاحظ ان بعض انواع الجيوتكستايل المستخدم لاداء وظيفة الترشيح سميكة نسبيا وقابلة للانضغاط، وبالتالي يحدث تغير ملحوظ بالسمك، لذلك يجب ادخال السمك ضمن معامل النفاذية وتسمى عندها بالسماحية:

$$\psi = \frac{K_n}{t} \qquad (1)$$

حيث ψ: السماحية.

K_n: معامل النفاذية.

t: سمك الجيوتكستايل عند ضغط منتظم ومحدد.

2-1-3. **حجز التربة:** نلاحظ انه كلما زادت مسامية وحجم الفراغات للجيوتكستايل كلما زاد التدفق عبر مقطعه، ولكن يتم ذلك الى حد معين وهو عدم تجاوز حجم الفتحات حدا يسمح بمرور جزيئات التربة مع السائل مسببا ذلك جرف التربة الذي بدوره يؤدي لزيادة المسامات بالتربة وبالتالي زيادة سرعة الجريان وايضا يؤدي ذلك لزيادة سرعة الجرف وتتنامى هذه العملية بسرعة لحين حدوث انهيار التربة. ولمنع حدوث ذلك يتم اختيار جيوتكستايل بمسامية وفتحات صغيرة كافية لحجز التربة خلفها، التي هي غالبا ما تكون تربة خشنة التي بدورها تحجز خلفها الجزيئات الاكثر نعومة وهكذا. وهناك عدة طرق لحجز التربة وكلها تعتمد على حجم جزيئات التربة، ومن ثم مقارنتة مع القيمة (O_{95}) قيمة للنسيج مقارنة مع حجم جزيئات التربة والمحددة حسب اختبار (AOS)[1]للجيوتكستايل. وابسط هذه الطرق تعتمدعلى المار من المنخل (#200) لجزيئات التربة وكما في الجدول (2-1)[3]

حيث انه :$O_{95} < (2-3)d85$ و D_{85}:قطر الذرات التي يوجد 85% من الذرات انعم منها . ولكن الطريقة الاكثر استخداما هي طريقة (Giroud) الذي نظم جدولا يربط بين (O_{95}) والكثافة النسبية (D_R) ومعامل التجانس (Cu) والقطر (d_{50}) للذرات وهو الجدول (2-2)

2-1-4 الديمومة: يعد انسداد ثقوب الجيوتكستايل مع الزمن أخطر مشكلة هيدروليكية، فمن البديهي إن تدخل جزيئات التربة ضمن بنية الجيوتكستايل مسببة انسدادة. ولكن السؤال هو هل سيحدث انسداد كامل بحيث يقطع الجريان نهائيا؟ أو لا. وتتم الاجابة على هذا السؤال باختبار عينة من الجيوتكستايل اما بتجربة الميل الهيدروليكي للتحقق من إن قيمة معامل الميل الهيدروليكي($GR \leq 3$) . أو بتجربة

الجريان طويل الامد، وذلك للتحقق من إن الميل النهائي لمنحني التدفق مع الزمن معدوم، وهناك طريقة أخرى للاجابة على هذا السؤال وهي الافادة من الخبرات العلمية في هذا المجال، اذ تبين من الخبرات ان يحدث انسداد كامل في الحالات التالية:

التربة الرملية أو الغيرينية الغير المتماسكة (المفككة).

الميل الهيدروليكي الكبير.

اذن في الحالات السابقة نتجنب استخدام الجيوتكستايل كمرشح[3]، وتستخدم المرشحات الترابية عوضا عنه، على الرغم من امكانية انسدادها هي الاخرى مع الزمن، وهناك امكانية لاستخدام جيوتكستايل بفتحات كبيرة تسمح بضياع جزء من التربة إذا كانت طبيعة التربة تسمح بذلك. وتوجد حالات أخرى تسبب انسداد الجيوتكستايل، وهي استخدامة بالماء الجوفي القلوي حيث PHعالية نسبيا، حيث نظرا لبطء الجريان يترسب الكالسيوم أو المغنيسيوم أو الصوديوم، وبالتالي ينغلق سطح النسيج. وهناك سبب اخر وهو التاثير البيولوجي الذي يؤدي للانسداد، ولكن تاثير هذا العامل قليل نسبيا بالمياة الجوفية ويزداد تاثيره بالاملائيات الترابية. ونبين بالشكل التالي اليات حدوث الانسداد وحدوث التوازن في الجريان وهي: الانسداد – تقوس – انسداد جزئي. وقد تعمل هذه الحالات مع بعضها البعض بحيث تسيطر احداها على الاخرى بحسب نوع التربة ونوع الجيوتكستايل المستخدم [4].

2-1-5 وظيفة التصريف: وهي حالة التوازن بين النسيج والتربة والتي تسمح بجريان الماء وليس التربة في مستوي النسيج لفترة طويلة من الزمن. وان كل انواع الجيوتكستايل تملك هذه الخاصية ولكن بدرجات متفاوتة. فمثلا الجيوتكستايل المنسوج الرقيق ونظرا للتقاطعات بين اليافة فانة ينقل السائل عبر الفراغات المتشكلة عند هذه التقاطعات، ولكن بدرجة قليلة. وعلى العكس فان الجيوتكستايل الابري غير المنسوج والسميك والذي يملك بنية ذات مسامية كبيرة يسهل جريان السائل عبر هذه المسامات أو الفراغات، وتعد الجيونت والجيوكومبوزايت الاكثر مناسبة لهذه الوظيفة[4] .

2-1-6 النفاذية: وبالحديث عن النفاذية في مستوي الجيوتكستايل فانة يجب الاخذ بعين الاعتبار تناقص سمكه بسبب الاجهاد المنتظم المطبق، ولذلك نعرف الناقلية كما يلي:

$$\theta = K_p \times t \qquad (2)$$

حيث:

θ : الناقلية.

K_p: النفاذية بمستوي الجيوتكستايل.

t : سمك الجيوتكستايل المحددة عند اجهاد منتظم محدد.

اما حجز التربة والديمومة فهي نفسها كما وردت في الترشيح.

2-1-7 وظيفة حاجز رطوبة: هنا يعمل الجيوتكستايل كحاجز رطوبة إذا كان كتيما بالاتجاهين الطولي والعرضي، تماما كما هو الحال في الجيوممبرين. ويمكن الحصول على هذه الكتامة للجيوتكستايل برشة بالبيتومين أو البيتومين المطاطي أو خلائط بوليمرية [4]. وعمليا لاتكون النفاذية معدومة تماما (حيث لاتوجد اي مادة تحقق ذلك) ولكنها تكون منخفضة جدا مقارنة مع الجيوتكستايل الاعتيادي، وتتراوح النفاذية بحدود ($10^{-6} - 10^{-8}$cm/s) وهي مساوية تقريبا لنفاذية الترب الطينية الناعمة .

وتقع ضمن هذه الوظيفة ايضا عملية مقاومة جريان السوائل، وكذلك حركة البخار عبر الحاجز.

2-1-8 وظاف مشتركة: يستخدم الجيوتكستايل احيانا للقيام بعدة وظائف معا مثلا[4]:

تسليح – حاجز رطوبة: لمنع التشققات بالطرق المعبدة.

فصل – تسليح – تصريف – ترشيح: تحت الطبقات الحصوية بالسكك الحديدية.

فصل – تسليح – ترشيح: بحال استخدام الجيوتكستايل كقوالب للمونة.

ويجب بهذه الحالات الاخذ بعين الاعتبار تسلسل الوظائف اولية فثانوية فثالثة ..... وهكذا. ويجب تحقيق عوامل الامان لكل وظيفة على حدة، ويلاحظ إن عوامل الامان تزداد بشكل متدرج من الوظيفة الاولية فالثانوية فالثالثية وهكذا. تماما بحال كان هناك تغير مفاجئ بعوامل الامان من وظيفة لاخرى فهذا يدل على عدم ترتيب الوظائف بشكل جيد، ولذلك يتم معاملة عامل الامان الادنى على انة يشير للوظيفة الاساسية والاعلى للوظيفة الاخيرة وما بينهما بينهما.

2-1-9. وظيفة التسليح: نظرا لكون الجيوتكستايل مادة مقاومة للشد (مثل الحديد) فانة بامكانة تقوية المواد الضعيفة على الشد، وبذلك تعد التربة أحد الاهداف الرئيسية للعمل مع الجيوتكستايل، ويمكننا تعريف وظيفة التسليح كما يلي[5]:

هي تحسين مقاومة المادة أو الوسط من خلال العمل المشترك بينهما وبين الجيوتكستايل الذي يعمل على الشد بشكل جيد، وقد تكون هذه المادة تربة أو إي وسط مفكك.

يقوم الجيوتكستايل بوظيفة التسليح من خلال ثلاث اليات:

- الية الاجهادات.
- الية القص.
- الية السحب (التثبيت).

1.الية الاجهادات

وهو يحدث عندما تطبق حمل شاقولي على الجيوتكستايل في الترب الضعيفة، وحسب عمق النسيج (بعده عن الحمولة المطبقة) نحصل على العلاقات التالية [5]:

$$\sigma_h = [3\ sin^2\theta\ cos^3\theta - \frac{(1-2\mu)cos2\theta}{1+cos\theta}] \quad (3)$$

$$\sigma = \frac{p}{2\pi Z^2} \quad (4)$$

حيث:

σ_h:الاجهاد الافقي على عمق Z وزاوية θ عن القوة p.

p: القوة المطبقة.

μ: معامل بواسون.

Z: عمق النقطة المدروسة.

θ: الزاوية بين النقطة المدروسة والقوة p.

وتحت نقطة تطبيق القوة مباشرة حيث تكون θ=0 تصبح المعادلة السابقة:

$$\sigma_h = \frac{-p}{2\pi Z^2}[0.5 - \mu] \quad (5)$$

وباعتبار إن$\mu < 0.5$ فان σ_h دوما ستكون سالبة إي حالة شد، وبالتالي ينتج عن القوة الشاقولية المطبقة قوة شد افقية تحتها، ولذلك نضطر لوضع جيوتكستايل مكان ظهور قوة الشد. وكما هو واضح من المعادلة تزداد اجهادات الشد بالجيوتكستايل مع زيادة القوة Pوبالاقتراب منها.

2. الية القص:

ويمكن التعبير عن ذلك بواسطة فحص القص المباشر، وهنا يوضع الجيوتكستايل بالتربة المحملة شاقوليا بقوة منتظمة بحيث تتعرض التربة والجيوتكستايل للقص عند سطحي التلامس، وبالنسبة لخواص الاحتكاك اما بالنسبة لخواص الاحتكاك فتحسب كما وردت سابقا، لذ تتم مقارنتها مع الخواص الناتجة للتربة دون استخدام الجيوتكستايل، وبحال تجاوزت النسبة بينهما (1) فان مستوى الانهيار يتحرك باتجاه التربة نفسها.

3. الية التثبيت (السحب):

وهو مماثل للحالة السابقة ، ولكن تعمل التربة هنا على طرفي الجيوتكستايل بحال تطبيق قوة حب على الجيوتكستايل من التربة، والشكل المختبري لهذه الحالة مشابه تماما لتجربة القص عدا وجود التربة على طرفي الجيوتكستايل وبروز الجيوتكستايل للخارج عند المركز[6]، حيث يتم ربط الجيوتكستايل من الخارج وشده مع تطبيق اجهاد منتظم ،وفي الحسابات يتم حساب قوة القص المتولدة في التربة على طرفي النسيج ، ثم تجمع القيمتين وتؤخذ بوصفها القيمة الحدية للسحب، اما بحال عدم القيام بتجارب السحب فتاخذ هذه القيم من تجربة القص المباشر.

2-1-10: **نظرية التربة المسلحة: التربة** المسلحة هي عبارة عن مادة مركبة من مادتين، تعمل كل واحدة منهما على تخفيف أو ازالة نقطة ضعف الثانية حيث تقوى التربة بطبقات من مادة ذات مقاومة شد عالية (كالجيوتكستايل والجيوغريد)، وبذلك يصبح لدينا تربة تتحمل ضغط – تسليح يتحمل شد. ونبين ذلك بالشكل (2-2).

لناخذ عنصرا من كتلة التربة (جزء من كتلة لانهائية من التربة)، فنلاحظ انه عند تطبيق اجهاد شاقولي σv علية تنشا تشوهات شاقولية وافقية بهذا العنصر، ولا ننسى إن هذا العنصر معرض ايضا لاجهاد افقي ناتج عن التربة المجاورة له. كما هو مبين بالشكل (2-3):

وكما هو واضح من الشكل فان هذا العنصر يتعرض لتشوة شد بالاتجاه الافقي ε_h. وكما هو معروف فان التربة لاتتحمل شد.

اما إذا قمنا بوضع تسليح بالتربة كما هومبين بالشكل، فنلاحظ انة عند تطبيق اجهاد شاقولي (عمودي) فان عنصر التربة سيتشوه وسيتعرض التسليح لاستطالة تولد قوة شدT او اجهاد افقي σh. هذا الاجهاد يقاوم القوى الافقية الناشئة ويقلل التشوة الافقي.

إي انه تم تقليل التشوة في التربة من اجل نفس الاجهاد المنتظم، ومن ثم نلاحظ انه يمكننا زيادة الاجهاد المنتظم المطبق إذا أردنا الابقاء على نفس قيمة التشوة.

من المعروف من ميكانيك التربة إن مقاومة القص لتربة غير متماسكة تعطى بالعلاقة التالية:

$$\tau_{xy} = \sigma_y \tan\phi \qquad (6)$$

حيث:

τ_{xy} : اجهادات القص.

σ_y : الاجهاد العمودي.

ϕ : زاوية الاحتكاك.

ولكن بحال وجود تسليح يصنع زاوية مقدارها θ مع مستوي القص (افقي) كما هو مبين بالشكل، فتتغير المعادلة السابقة لان الشد يولد اجهادات قص بالاتجاه المماسي $T\sin\theta$بنما يتولد اجهاد منتظم بالاتجاه الأخر $T\cos\theta$، وتصبح المعادلة كما يلي:[7]

$$\tau_{xy(r)} = \sigma_{y(r)} \tan\phi + \frac{T}{As} cos\theta\ tan\phi + \frac{T}{As}\sin\theta \qquad (7)$$

حيث:

الرمز(r): يشير إلى التربة المسلحة.

$\frac{T}{As} cos\theta\ tan\phi$: تمثل مقاومة القص الناتجة عن مسقط Tالمنتظم.

$\frac{T}{As} sin\theta$: تمثل مقاومة القص الناتجة عن المسقط الافقي (المماسي) لT .

نلاحظ انة يزداد الاجهاد المنتظم المطبق على التربة بقيمة $\frac{T}{As} cos\theta$ ولكن تزداد معة مقاومة التربة . شكل (2-4)

مزايا التربة المسلحة:

1.الكلفة المنخفضة: فهي اقل من إي مادة أخرى مستخدمة لسند التربة.

2.تحسين التوازن والاستقرار حيث تقدم التربة المسلحة زيادة في عوامل الامان، حتى بالمناطق المعرضة للزلازل

3.من الممكن الانشاء على الترب الضعيفة. شكل (2-5).

3- المواد المستخدمة وطريقة العمل

3. 1 الخواص الفيزيائية والميكانيكية:

1.3. 1الخواص الفيزيائية الجيوتكستايل:

في هذا البحث سيتم استخدام الياف الجيوتكستايل لتسليح التربة في مقتربات الجسور والرمبات والنفق ولغرض التعرف على هذه الالياف سيتم ادراج الخصائص الفيزيائية لهذه الالياف.

(A) الوزن النوعي: هو الوزن النوعي للبوليمرات الداخلة في تركيبة نبين في الجدول (1-3) الوزن النوعي للبوليمرات الداخلة في صناعة الجيوتكستايل:

نلاحظ من الجدول أن لبعض البوليمرات وزن نوعي أكبر من الواحد وبالتالي هي أخف من الماء وتطفو على سطحه ويعد ذلك مهما بحال الاستخدام تحت الماء أو في عملية الفرز في إعادة التصنيع.

(B) الكثافة: وهي واضحة من الاسم تقاس بوحدة (g/m^3) وحسب ASTM يقاس الطول والعرض بدقة (0.5%cm) دون تعريض الجيوتكستايل لقوة شد وبالتالي المساحة بدقة (0.01%) حيث تحسب لعينات مستطيلة الشكل للجيوتكستايل المنسوج ولعينات دائرية الجيوتكستايل غير المنسوج. تتراوح هذه القيمة للجيوتكستايل غير المنسوج بين (100-1000 g/m^3) أما للجيوتكستايل المنسوج فهو أثقل وتتراوح (100-2500g/m^3) والأكثر شيوعا (100-300) لجيوتكستايل الغير المنسوج. ويستخدم الجيوتكستايل الخفيف بوظيفة

الفصل أما الجيوتكستايل الثقيل فيستخدم بوظيفة التسليح لأنها تتطلب متانة وقوة. وهي خاصية مهمة تلعب دورا" أساسيا في تحديد السعر.

(C) سمك الجيوتكستايل وتعرف بأنها المسافة بين طريفي الجيوتكستايل العلوي والسفلي تحت ضغط معين ويجب أن تكون دقة القياس بحدود (0.02mm) (حسبASTM) تحت ضغط محدد قيمته (2 kPa)[7]. تتراوح سمك الجيوتكستايل عادة بين (0.2-10mm).

(D) القساوة: تعرف بأنها ميل المنحني تشوه – اجهاد وهي تحدد تجريبيا بالاعتماد على انحناء الجيوتكستايل تحت تأثير وزنه الذاتي.

(E) طول التموج: توضع الخيوط الطويلة والعرضية بالجيوتكستايل بشكل متموج ما يؤدي لاختلاف طول الخيط عن طول الجيوتكستايل نفسه في كلا الاتجاهين ويشار لطول التموج بأنه النسبة بين طول الخيط وطول النسيج ويعد ذلك مؤشراً لبنية وشكل الجيوتكستايل. عند تعريض الجيوتكستايل للشد يحدث تغير في طول التموج بالاتجاهين ويعبر عن ذلك بتغير التموج ويؤثر التموج على الخواص الميكيانيكية للجيوتكستايل وهي تظهر واضحة خلال الشد عن طريق استطالة الجيوتكستايل.

2. الخواص الميكانيكية الجيوتكستايل:

وهذه الخواص تعبر عن مقاومة الجيوتكستايل للاجهادات الناتجة عن تطبيق الاحمال أو ما يتعرض له في أثناء التنفيذ على الجيوتكستايل تحمل القوى والتشوهات المسلطة عليه حيث إن تطبيق أي حمولة عليه سيؤدي لتشوه الجيوتكستايل. قد يكون التحميل بمستوى الجيوتكستايل (شد) أو عموديا عليه (كضغط الماء والتربة) حيث تنشأ قوى قص وشد في مستواه ولكن يجب الانتباه إلى أن الجيوتكستايل لا يتحمل الضغط في المستوى الافقي للجيوتكستايل لأن الألياف والخيوط والجيوتكستايل نفسه مواد مرنة تنحني مباشرة تحت تأثير الضغوط ولكنها تقاوم القوى العمودية بالتشوهات الناتجة عن قوى الشد في المستوى الافقي[8]. تسلط القوى الخارجية على شكل قوة موزعة (تربة – احتكاك) أو قوى خطية (بالتوصيلات) أو قوى مركزة (حجارة). تعتمد الخواص الميكانيكية الجيوتكستايل إلى حد كبير على:

1. الخواص الميكانيكية للألياف والخيوط وبنيتها.
2. بنية الجيوتكستايل.
3. الاتجاه (الطولي أو العرض) بسبب عدم التجانس بينهما

يتعرض الجيوتكستايل للشد في حال كانت القوى مطبقة في المستوى الافقي ولكن بحال كانت القوى متعامدة عليه فإنه يتعرض للاختزق أو الضغط العمودي أو التمزق بحال تركز الاجهادات. ويجب تحديد مقاومة الاحتكاك للجيوتكستايل التي تودي دورا أساسيا في تحديد معامل الاحتكاك بين التربة والجيوتكستايل. إن بعض ما ذكر حتى الآن خواص مهمة أثناء التنفيذ أما بعضها الآخر فمهم جدا خلال عمل الانشاء ونبين بالجدول التالي أهمية كل خاصية (أثناء التنفيذ – منشأة مؤقتة – منشأة دائمة).

(A) الانضغاطية: وتعرف بأنها تغير سمك الجيوتكستايل عند تطبيق ضغط عليه ويكون تأثير الانضغاطية مهملا من أجل الجيوتكستايل المنسوج وغير المنسوجة الحرارية ولكنها ذات أهمية كبيرة للجيوتكستايل غير المنسوج الابري والصمغي لأنها تستخدم لنقل السوائل اذ تكون العلاقة عكسية بين الانضغاطية ونقل السوائل[9] . وفيما ياتي نبين انضغاطية عدة أنواع من الجيوتكستايل حيث يبدو تأثير القوة على السمك واضحا ونعرف معامل الانضغاطية بأنه ميل الجزء الابتدائي من المنحني.

وتتعلق القوة(F) بالقوة للخيط، ومنه نعرف الاجهاد النوعي:

$$\boldsymbol{R} = \frac{\boldsymbol{F}}{\boldsymbol{TP}} = \frac{\boldsymbol{F}}{\boldsymbol{\rho * A}} = \frac{\boldsymbol{\sigma}}{\boldsymbol{\rho}} \quad (8)$$

ويحدد التشوه الموافق للقوة (F) (التي توافق طول الخيط L)

$$\varepsilon = \frac{L - Lp}{\mathrm{Lp}} \quad (9)$$

أصبح بأمكاننا رسم منحني الإجهاد والتشوه ومن هذا لمنحي أو منحني القوة والاستطالة نحصل على:

Fmax: قوة القص العظمى (أو $\boldsymbol{\sigma}_{max}$ الإجهاد الأعظم)

$\boldsymbol{\epsilon}_{max}$:التشوه الاعظم المرافق لقوة القص.

وحسب طريقة التحميل وبنية الخيط فقد يستمر بالاستطاله بعد انقطاعه (لدونة) وعندها نصل لقوة رجعية FR يقابلها تشوه εR .يشار للاجهاد الاعظم σ *max* باجهاد الشد والاجهاد النوعي المقابل له (R*max*) بالتماسك او الصلابه .يعبر عن قساوة الشد من خلال معامل المرونة الذي يحدد بعدة طرق هي:

(B) مقاومة الشد: نظراً لأهمية هذه الخاصية سنقوم بتفصيلها.

علاقة التشوه: الاجهاد للخيوط والالياف بحالة الشد الاتي[10]:

الوصف: يعد فحص الشد الفحص الأساسي لتحديد الخواص الميكانيكة للخيوط، حيث يتم في هذا الفحص تثبيت الخيط بين فكي ملزمتين ومن ثم تتباعد الملزمتين عن بعضهما البعض مؤدياً ذلك لاستطالة الخيط حتى انقطاعه، ومن ثم يتم رسم منحني يمثل العلاقة بين القوة والاستطالة كما هو مبين بالشكل (3-1):

وبحال عدم تعريض الخيط للشد تكون الألياف ضمنا" متباعد هو لايكون الخيط مستقيماً، وبهذه الحالة يصعب قياس طوله، لذلك من المفترض تعريض الخيط لاجهاد مسبق (Fp) قبل أحكام االمسكة الثانية، وعندها يقاس طول الخيط (Lp) باستخدام جهاز قياس دقيق باستخدام كثافة مادة الخيط وعند هذا الطول يكون مقطع الخيط (Ap) ومنه تكون الكثافة الخطية:

$$T_P = \rho \times A_P \quad (10)$$

حيث (ρ) تمثل كثافة مادة الخيط.

ويحسب الاجهاد من العلاقة:

$$\sigma = \frac{F}{\mathrm{Ap}} \quad (11)$$

3-2 الفحوصات المختبرية للتربة:

يتم اجراء الفحوصات المختبرية لغرض الحصول على خواص التربة الاصلية مثل حدود القوام والكثافة الجافة العظمى وكذلك قيمة التماسك للتربة ومن ثم مقارنتها مع الخواص المختبرية للتربة المسلحة بألياف الجيوتكستايل وذلك لغرض الحصول على تربة مسلحة أكثر ثباتاً ومقاومة للاحمال المسلطة عليها، وقد تم اجراء هذه الفحوصات حسب المواصفة البريطانية (1377) BS 1990 Part 1-6.

3-2-1. المواد: أُستخدمت في هذه الدراسة جملة من المواد، فيما يأتي وصفٌ لها:

3-2-1-1 التربة: أُختيرت التربة من موقع العمل الخاص بمجسر الزيوت في الرمادي وبالتحديد المقترب الجنوبي القريب من مبنى محافظة الانبار وللنموذج الاخر من المقترب الشمالي القريب من محكمة عدل الانبار. جُففت التربة بدرجة حرارة (105°) درجة مئوية ولمدة (24) ساعة، ثم مُررت من منخل رقم (4) قبل الشروع باستعمالها.

3-2-1-2الجيوتكستايل: تم اختيار الجيوتكستايل النسيجي لاغراض الدارسة وهو النوع المستخدم في مجسر الزيوت وتم تامين هذا النوع من شركة سيكا العالمية لكمياويات السمنت ومن نفس النوع والمصدر التصنيعي نفسها للمادة المستخدمة في مجسر الزيوت.

الماء: تم استخدام الماء المقطر في جميع الفحوصات الفيزيائية.

3-2 الفحوصات الفيزيائية:

يُبَيّن الجدول (1-4) بعض الفحوصات المختبرية التي أُجريت على الترب الطبيعية والتربة المعاملة بالجيوتكستايل، مع المواصفات التي أُتبعت في إجراء هذه الفحوصات[11]. شكل رقم (1-4) فحوصات بروكتر المعدل.

3-2-1 فحوصات القص المباشر: (direct shear) (BS 1377 –Part 7 - 1990)

تعتمد التربة في تحملها لأحمال الواقعة عليها على عاملين رئيسين [11]

1. قوة التماسك بين حبيبات التربة
2. قوى الاحتكاك بين حبيبات التربة

وعندما تتعرض التربة للأحمال فأنها ستعمل على مقاومتها بحيث ستبدأ طبقات التربة بالتحرك الافقي ما يولد قوى قص، وإذا زادت الاحمال عن حد معين قد تنهار التربة أسفل المنشأة مما يعرف shear failure. وتعتمد قسمة قوة القص التي تتحملها التربة على خصائص التربة من التماسك والاحتكاك. ومن خلال هذا الفحص وجد ان قيمة تماسك التربة تزداد بشكل ملحوظ عند استخدام التكستايل وبزيادة تزيد عن 100% في حين كانت زيادة زاوية الاحتكاك الداخلي غير ملحوظة وتم اعتماد التشابه البعدي بالفحص بسمك 0,5سم بين طبقة وأخرى والذي يماثل وضع التكستايل في موقع العمل بواقع 1,0متر بين طبقة وأخرى.

1. ادوات فحص القص المباشر النافذ:

- صندوق من المعدن مع مقطع مربع (51**x**51) ملم وارتفاع (20) ملم. والصندوق مقسم الى قسمين.
- جسم مسامي وورق ترشيح.

3. ماطور يولد قوة افقية.

4. مقياس لقراءة كل من (قوة القص، الإزاحة الافقية والازاحة الشاقولية) شكل رقم (2-4)،(3-4)،(4-4)،(5-4) و(6-4). والجداول (2-4) و(3-4).

3-2-2 فحوصات صفيحة التحميل (الفحوصات الحقلية): (Plate Bearing Load Test)

تم اجراء فحص تحمل الصفيحة حقليا" باستخدام صفيحة دائرية بقطر (300 mm) وسمك (25 mm) مع رافعة هيدروليكية بحدود (200 Ton) [11]وباستخدام حمل عبارة عن قلاب محمل بتربة رملية بحمل كلي مقداره (70 Ton) تم توزيع الاجهادات بواقع ($100\ kN/m^2$) لكل تحميلة مع مقياس هطول واحد ثبت على قمة الصفيحة الدائرية. اجريت فحوصات التحميل على تربة غير معالجة محدولة ثبتت صفيحة التحميل على الارض الطبيعية وتم الحصول على قابلية تحمل ($400\ kN/m^2$) بينما التحميل على التربة المسلحة

بالياف الجيوتكستايل فكانت قابلية تحمل التربة ($675\ kN/m^2$) وللتربة ذاتها وهذا يدل على ان تاثير الجيوتكستايل في زيادة تحمل التربة بحدود (47%) مع نقصان في هطول التربة وبحدود (300%). شكل (7-4) & (8-4)&(9-4)و (10-4) والجداول (3-4) و(4-4).

1-4 الاستنتاجات والتوصيات:

من خلال هذه الفحوصات سابقة الذكر والتي أجريت على عينة التربة وجد إن ألياف الجيوتكستايل تعمل على:

5. زيادة معامل التماسك (c) للتربة من (73) كيلو باسكال للتربة الطبيعية الى (136) كيلو باسكال للتربة المسلحة.
6. زيادة زاوية الاحتكاك الداخلي(Ø) للتربة من (4) للتربة الطبيعية الى (5) للتربة المسلحة.
7. ان الياف الجيوتكستايل مناسبة لزيادة مقاومة التربة ضد خطر الهبوط.
8. كلفة الألياف القليلة نسبيا تؤدي الى تقليل كلفة إنشاء المجسر بسبب عدم استخدام الجدران الساندة.
9. إن استخدام الألياف يزيد من قابلية تحمل التربة بنسبة (47%) قياسا بالتربة الغير مدعمة بالألياف.

2-4 التوصيات

1. استخدام مواد جيوصنعية أخرى مثل الجيوكريد.
2. عمل مقارنة بين تأثير المواد الجيوصنعية المختلفة ومعرفة تأثيراتها على خواص التربة.

Conflicts of Interest

The author declares that they have no conflicts of interest.

المصادر والمراجع:

[1] N Aoyama, N Kikuchi, T Konami, K Mikami. Actual Size vibration test on the multi-anchored retaining walls with large-scale shear box (Part 1). Proc. 35 the Geotechnical Eng. Conf. Gifu, Japan, pp 2213-2214, 2000 (in Japanese).

[2] RJ Bathurst, Z Cai, M Alfaro, M Pelletier. Seismic design issues for geosynthetic reinforced segmental retaining walls. In Mechanically Stabilized Backfill. Wu, ed.Rotterdam, Netherlands: Balkema, 1997, pp 79–97.

[3] M Futaki, N Ogawa, M Sato, T Kumada, S Natsume. Experiments about seismic performance of reinforced earth retaining wall. Proc. World Conf. on Earthquake Eng Elsevier Science, Ltd, 1996.

[4] M Futaki, K, Misawa, T Tatsui. Actual size vibration test on the multi-anchored retaining walls with large-scale shear box (Part 2). Proc. 35th Geotechnical Eng. Conf. Gifu,Japan 2215-2216, 2000 (in Japanese).

[5] M Futaki, N Aoyama, K Misawa, T Konami, M Sato, T Tatsui, K Mikami. Dynamic behavior of multianchored reinforced soil wall in large-scale shear box. In Landmarks in Earth. H Ochiai, J Otani, N Yasufuku, K Omine, eds. Balkema, 2001.

[6] HI Ling, C Cardany, L-X Sun, H Hashimoto. Finite element analysis of a geosynthetic reinforced soil retaining wall with concrete-block facing. Geosynthetics International 7(2): 137–162, 2000.

[7] HI Ling, D Leshchinsky. Parametic studies of the behavior of segmented block reinforced soil retaining wall. Geosinthetics International 2003.

[8] HI Ling, D Leshchinsky, Y Mohri. Full-scale shaking table tests of reinforced soil retaining walls with Allan blocks and Huesker geogrids. Department of Civil Engineering and Engineering Mechanics, Columbia University, New York, New York (unpublished report) 1999.

[9] Matsuo, T Tsutsumi, K Yokoyama, Y Saito. Shaking table tests and analyses of geosynthetic-reinforced soil retaining walls. Geosynthetics International 5(1-2):97–126, 1998. Review of Full-Scale Shaking Table Tests 509.

[10] R. Veldhuijzen Van Zanten . Geotextiles and Geomembranes in Civil Engineering, 1st Edition. Publisher: Wiley; 1 edition (July 8, 1986).

[11] Robert M. Koerner. Designing with Geosynthetics by Koerner 5th edition 2005. PERSON Prentice hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458.

الجدول (2 – 1) قيمة O_{95} للنسيج مقارنة مع حجم جزيئات التربة

مثال	
$O_{95} < 0.59mm$	المنخل رقم30 ≥ للنسيج≤→50% AOS≤ المار من المنخل200 للتربة
$O_{95} < 0 > 297mm$	المنخل رقم50 ≥ للنسيج →50% AOS≥المار من المنخل200 للتربة

الجدول (2 – 2) الكثافة النسبية للتربة

	الكثافة النسبية	1<cu<3	Cu> 3
مخلخل	$D_R < 50\%$	$O_{95} < (cu)(d50)$	$O_{95} < (9d50)/(cu)$
متوسط	$50\% < DR < 80\%$	$O_{95} < 1.5(cu)(d50$	$O_{95} < (13.5d50)/(cu)$
كثيف	$D_R > 80\%$	$O_{95} < 2(cu)(d50$	$O_{95} < (18d50)/(cu)$

جدول رقم (3-1) الوزن النوعي للبوليمرات

اليوليمر	PP	PETP	PA	PE	PVC
الوزن النوعي	0.91	1.22-1.98	1.05-1.14	0.91-0.95	1.69

جدول رقم (3-2) خواص التكستايل

الخاصية	أثناء التنفيذ	منشأت مؤقتة (خمسة سنوات)	منشأت دائمة
الشد-التشوه	+	+	+
الخضوع	-	+	++
الاختراق والضغط العمودي	++	0	0
التمزق	++	0	0
القص	+	+	+
طول الانحناء	+	-	-
(++)=هام جدا، (+)= هام	(0)= تأثير بسيط	(-) = تأثير مهمل	

جدول (4-1) الفحوصات الفيزيائية للتربة المدروسة

التجربة	التربة	(N)المقترب الشمالي	(S)المقترب الجنوبي
حدود اتربيرك	حد السيولة	32.37	31.97
	دليل اللدونة	8.49	8.15
الكثافة المحتبرية العظمى		17.26	17.20
الوزن النوعي		2.74	2.73
الفعّالية $A=\frac{PI}{C}$		0.784	0.774
التدرج الحبيبي	الطين (%)	51	46
	الغرين (%)	43	44
	الرمل (%)	6	10

جدول (4-2) يوضح العلاقة بين إجهادات القص والاجهادات الراسية للتربة الطبيعية

Normal load (kN)	Normal stress (kPa)	Shear force (kN)	Shear stress (kPa)
0.1	38.4	193	74.2
0.2	76.9	209	80.4
0.4	153.8	215	82.7

جدول (4-3) يوضح العلاقة بين إجهادات القص والاجهادات الراسية للتربة المسلحة بالالياف

Normal load (kN)	Normal stress (kPa)	Shear force (kN)	Shear stress (kPa)
0.1	38.4	360	138.4
0.2	76.9	375	144.2
0.4	153.8	387.4	148.9

جدول (4- 3) يوضح العلاقة بين الاجهاد العمودي - الهطول للتربة الطبيعية

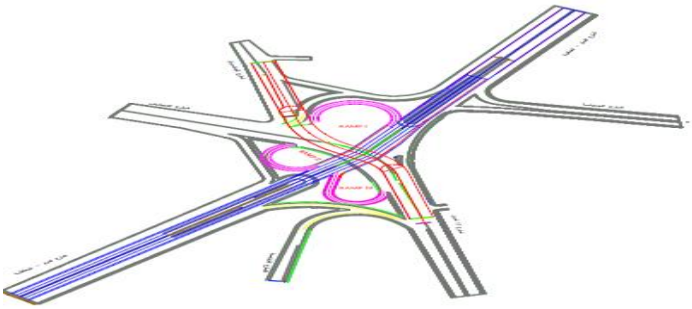
Plate Load Test

Load Applied, kN/m^2	Average Settl., mm
0	0
100	0.89
200	1.6
300	2.64
400	3.81
500	4.91
600	5.83
700	6.84
800	7.61

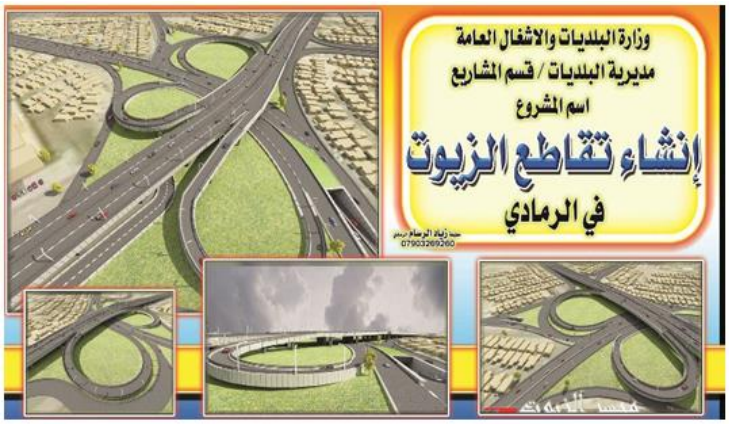
جدول (4- 4) يوضح العلاقة بين الاجهاد العمودي – الهطول للتربة المسلحة بالالياف

Plate Load Test

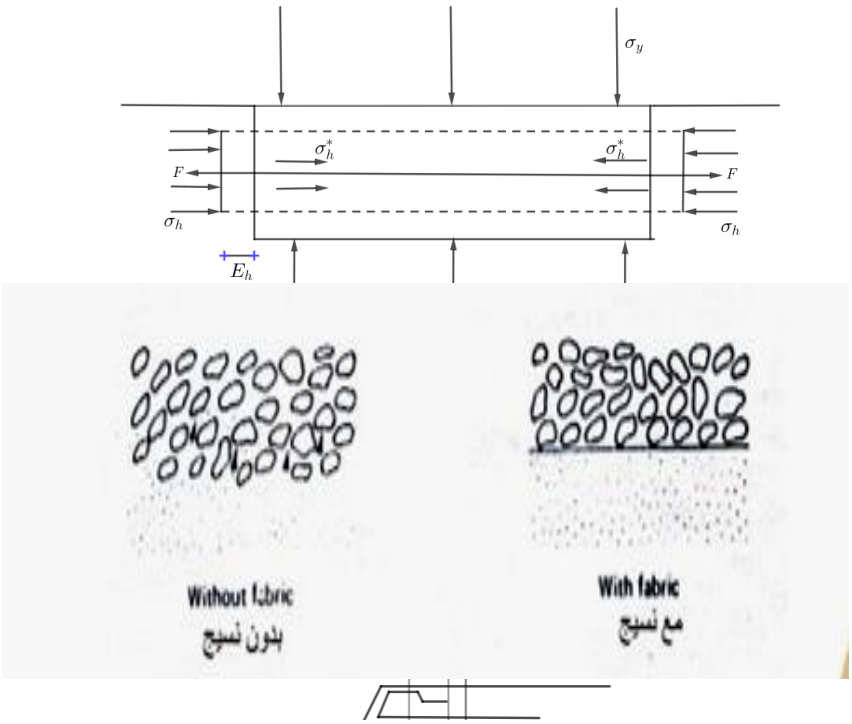
Load Applied, kN/m^2	Average Settl., mm
0	0
100	0.42
200	0.78
300	1.275
400	1.75
500	2.15
600	2.5
700	2.75
800	2.95



شكل رقم (1-1) مخطط مجسر الزيوت في الرمادي الرمادي

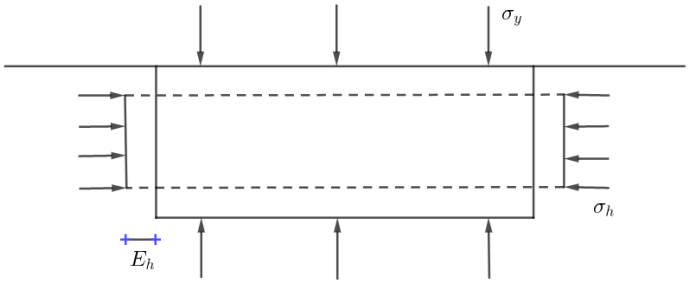


شكل رقم (1-2) : صورة تمثل مجسر الزيوت في الرمادي

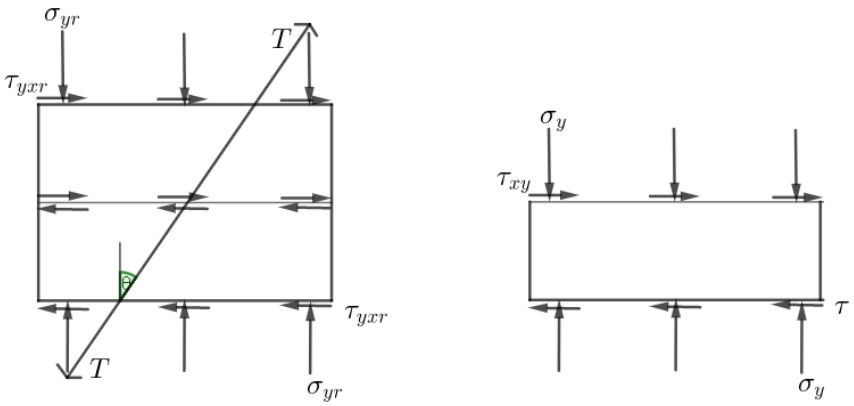


شكل رقم (2 – 1) اهمية النسيج في الفصل

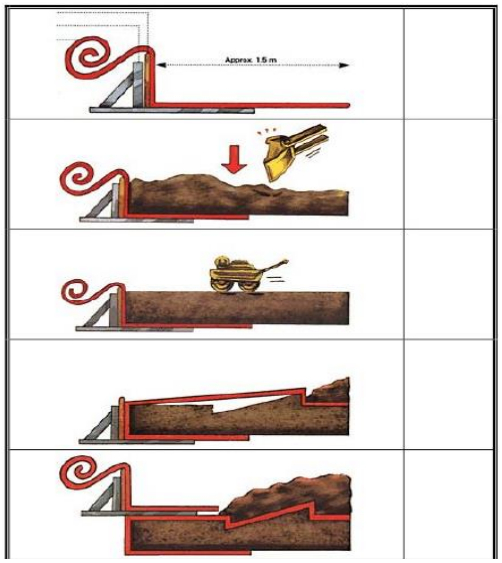
شكل رقم (2-2) الاجهادات على العنصر المسلح



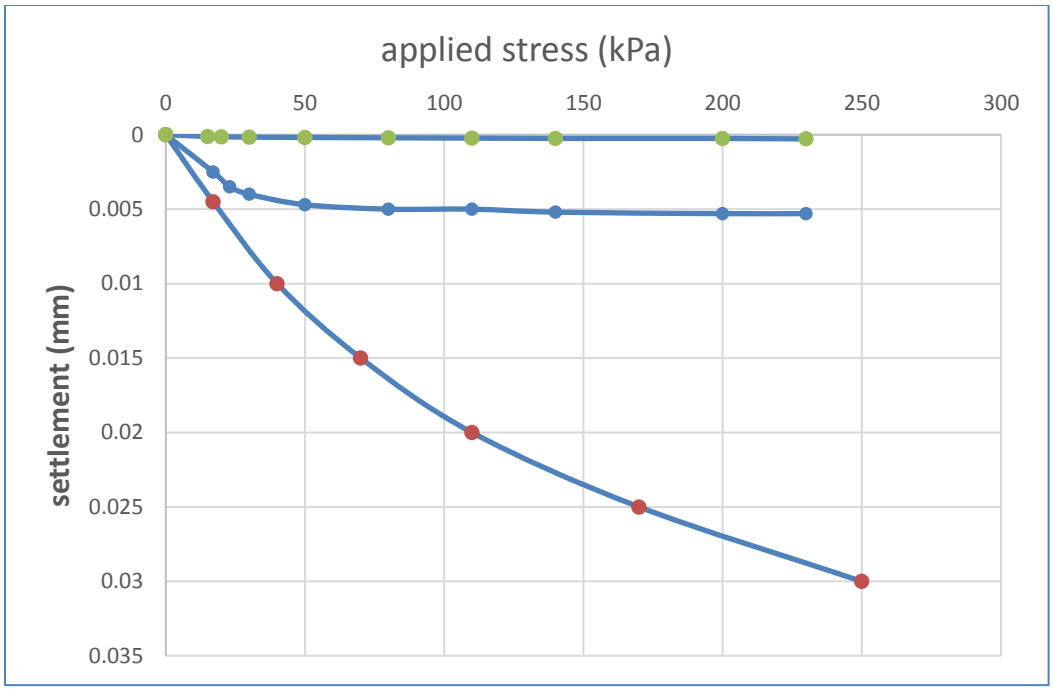
شكل رقم (2-3) الاجهادات على العنصر مع وجود تسليح



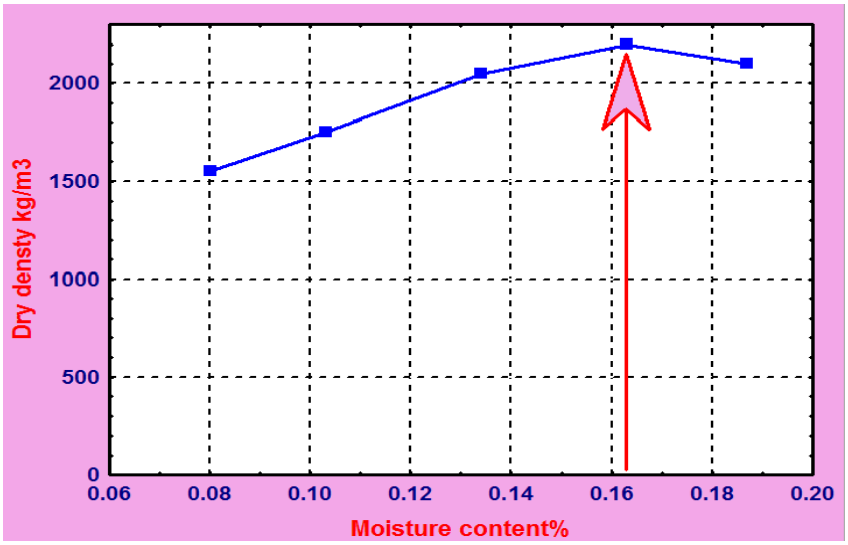
شكل رقم (2-4) وجود تسليح يصنع زاوية θ مع مستوي القص



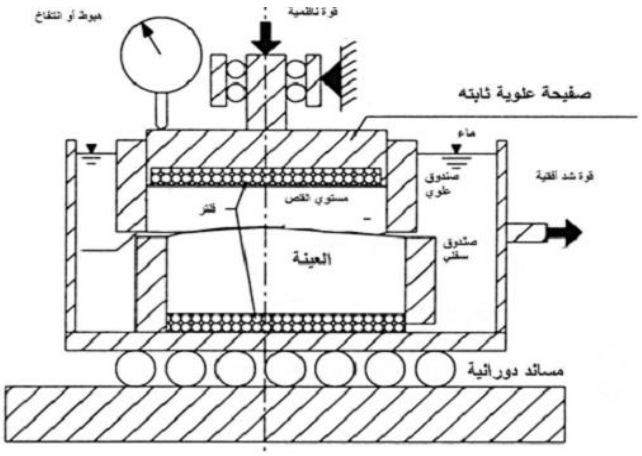
شكل رقم (2-5) تمثل خطوات التنفيذ على تربة ضعيفة قرب الجدار الساند



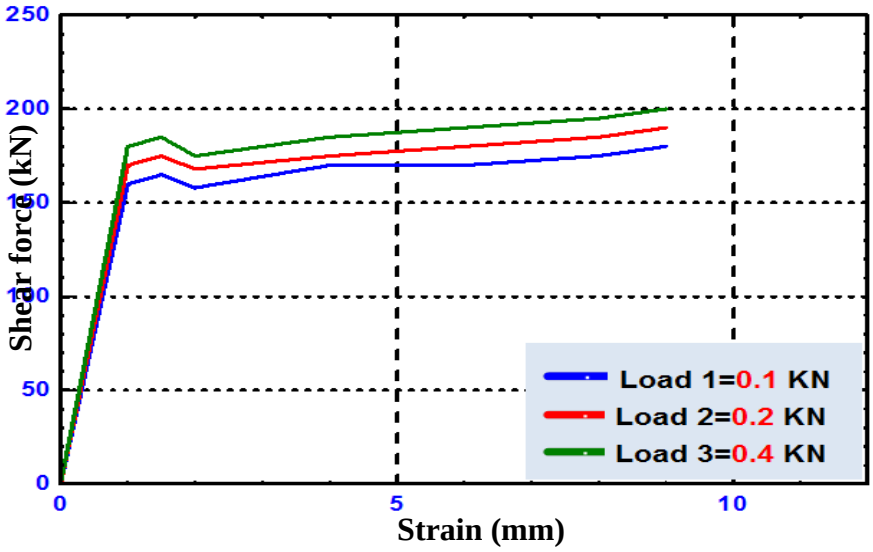
شكل رقم (1-3) الاجهاد – تشوه للخيوط



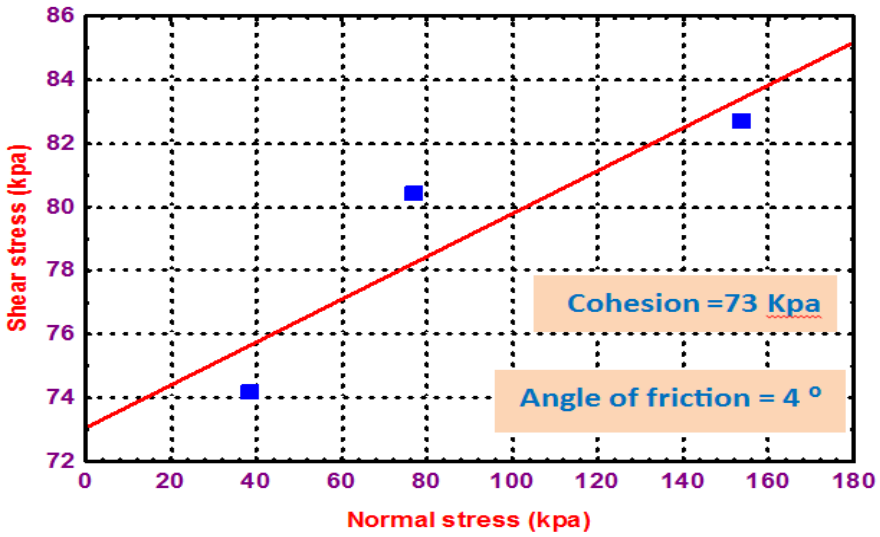
شكل رقم (1-4) فحص بروكتر المعدل للتربة الخاصة بمقترب مجسر الزيوت



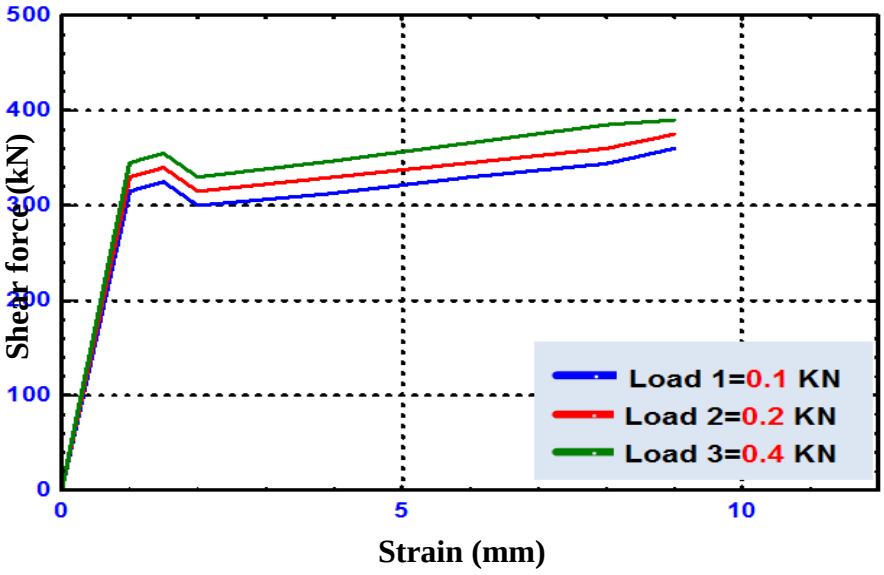
شكل (2-4) مقطع في جهاز مستوي القص المباشر



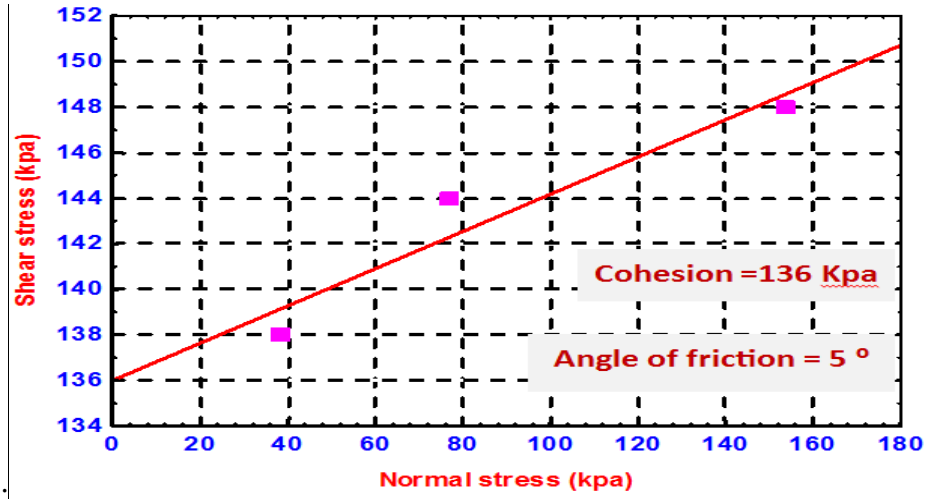
شكل رقم (3-4) يوضح العلاقة بين قوة القص والانفعال للتربة الطبيعية



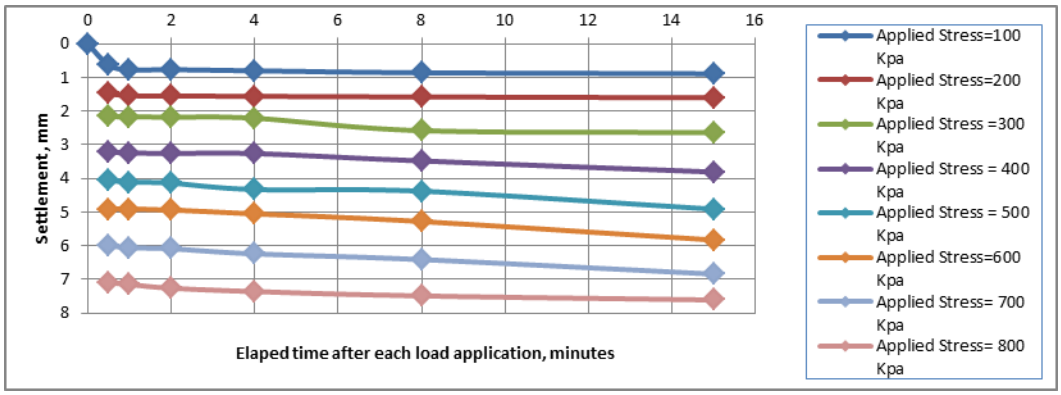
شكل رقم (4-4) يوضح العلاقة بين إجهاد القص والإجهاد الاسمي للتربة الطبيعية



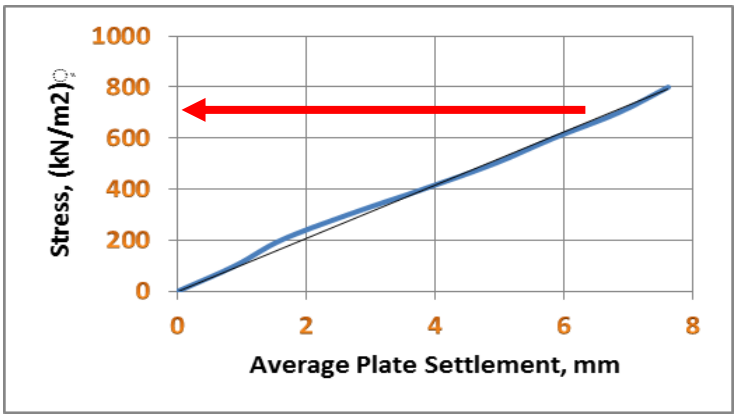
شكل رقم (4-5) يوضح العلاقة بين قوة القص والانفعال للتربة المسلحة بالألياف



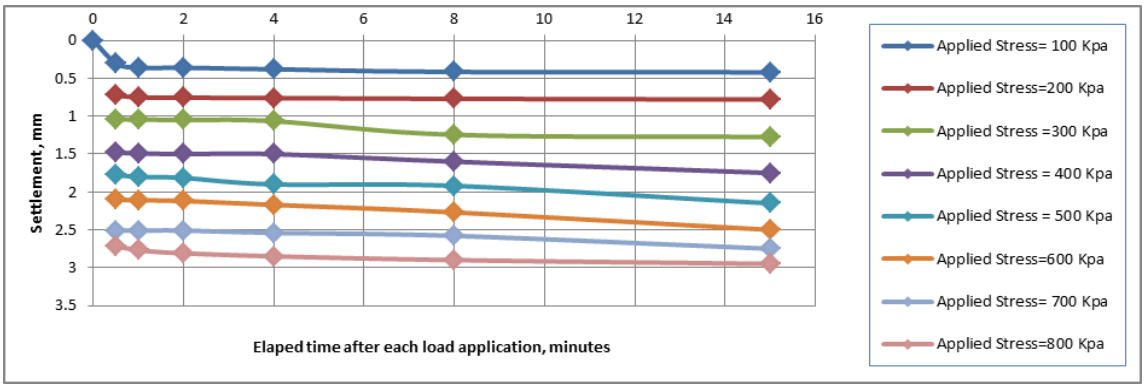
شكل رقم (4-6) يوضح العلاقة بين إجهاد القص والإجهاد الاسمي للتربة المسلحة بالألياف



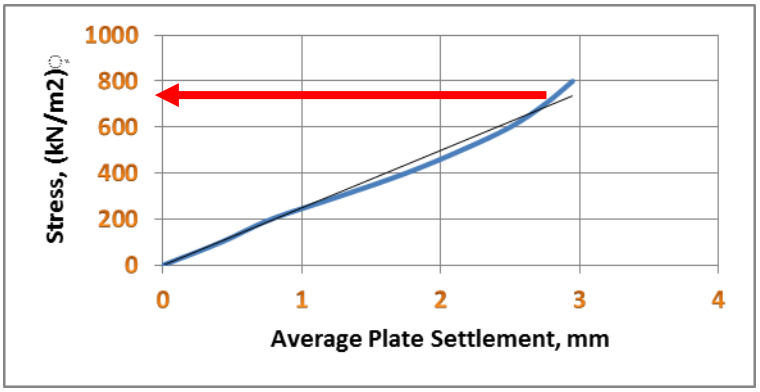
شكل رقم (4-7) يوضح العلاقة بين الوقت – الهطول للتربة الطبيعية لاجهادات اسمية متعددة



شكل رقم (4-8) يوضح العلاقة بين الاجهاد العمودي – الهطول للتربة الطبيعية



شكل رقم (4-9) يوضح العلاقة بين الوقت – الهطول للتربة المسلحة لاجهادات اسمية متعددة



مخطط (4-10) يوضح العلاقة بين الإجهاد العمودي - الهطول للتربة المسلحة بالالياف