Influence Of Fly Ash Resulted from the Burning of Plants the Properties Of Swelling

Dr. Tawfeek Fayyad*

(Received 23 / 12 / 2019. Accepted 17 / 2 / 2020)

□ ABSTRACT □

Fly ash results from the burning of plant materials such as trees after being trimmed or removed, which resulted in the accumulation of large amounts of this material, which is difficult after a certain extent to be removed or buried, resulting in accumulation of environmental problems that harm the living organisms. Hence the idea of taking advantage of these wastes and their use in the field of soil improvement.

Experimental results on samples of the soils showed a significant improvement in the physical and mechanical properties of some soils. As a significant increase in the angle of internal friction, a decrease in the swelling pressure as well as a clear reduction in the values of the limits of Atterberg.

Keywords: Clay soil, internal friction angle, bearing capacity, direct shear Swelling Pressure, Fly Ash.

***Associate Professor- Department of Geotechnical Engineering- Faculty of Civil Engineering- Tishreen University- Lattakia- Syria.**

تأثير الهباب الناتج عن حرق النباتات على خصائص الترب الانتفاخية

د. توفيق فياض*

(تاريخ الإيداع 23 / 12 / 2019. قُبِل للنشر في 17/ 2 / 2020)

□ ملخّص □

ينتج الهباب عن حرق المواد النباتية كالأشجار بعد تقليمها أو إزالتها وت تراكم أحياناً كميات كبيرة من هذه المادة يصعب بعد حد معين إزالتها أو طمرها، مما يؤدي إلى مشاكل بيئية تعود بالضرر على الكائنات الحية. من هنا كانت فكرة الاستفادة من هذه المخلفات و استخدامها في مجال تحسين الترب.

أظهرت النتائج التجريبية التي أجريت على عينات من الترب الغضارية إلى تحسن واضح للخصائص الفيزيائية و الميكانيكية لبعض هذه الترب. كازدياد واضح في زاوية الاحتكاك الداخلي، نقصان في ضغط الانتفاخ كذلك انخفاض واضح في قيم حدود أتربرغ. مما ينعكس إيجاباً على سلوك التربة الغضارية الانتفاخية.

الكلمات المفتاحية: التربة الغضارية، زاوية الاحتكاك الداخلية، قدرة التحمل، القص المباشر، ضغط الانتفاخ، هباب الفحم.

*أستاذ مساعد – قسم الهندسة الجيوتكنيكية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مقدمة:

يملك الهباب المتطاير بحد ذاته قيمة صغيرة من التماسك ولكن عند وجود الرطوبة فإنه يتفاعل كيميائياً ويشكل روابط تماسكية ويساهم في تحسين خصائص القوة والانضغاطية للترب. يملك الهباب المتطاير تاريخ قديم في الاستخدام كمادة هندسية وتم استخدامه بنجاح في تطبيقات جيوتكنيكية. حيث يتألف الهباب المتطاير من أكاسيد الحديد والألمنيوم والسيليكون والكربون غير المؤكسد. يوجد صنفان أساسيان من الهباب المتطاير الصنف C والصنف F. الأول ينتج من حرق الفحم الانتراسيت أو الفحم البيتوميني والثاني ينتج من حرق الليجنيت (الفحم الحجري) والفحم نصف البيتوميني. والصنفين هما مواد بوزولانية تعرفان كمواد ألمنيومية وسيليكية. وبالتالي يمكن للهباب المتطاير أن يقدم سلسلة من الشوارد الموجبة ثنائية وثلاثية التكافؤ (Ca^{2+}, Al^{3+}, Fe^{3+}) تحت شروط شاردية سالبة تسمح بانتظام جزيئات الغضار المتناثرة.

ملاحظة : تم الحصول على هباب الفحم من نواتج حرق مخلفات النباتات التي تنتج عن تقليم الأشجار المثمرة والتي تتراكم في أغلب الأراضي الزراعية.

أبلغ (**Bose 2012**) أن الكثافة الجافة القصوى تزيد مع نسبة 20٪ من مزيج الرماد المتطاير، ثم تنخفض تدريجيًا في حين أن المحتوى الرطوبي الأمثل ينخفض مع زيادة الرماد المتطاير وكذلك قيم CBR لمزيج الرماد المتطاير من الغضار تحت ظروف غير مغمورة، ويظهر القمم عند 20 ٪ و 80 ٪. وقد وجد أن النسبة الأمثل لإضافة هذه المادة هي 15 ٪ (1).

سجل الباحث (**Amarjit Singh (1967** استخدام الهباب المتطاير والكلس لتثبيت الترب في إنشاء الطرق. (8)

ودرس الباحثان (**Amos and Wright (1972** تأثير خلط الهباب المتطاير مع ترب القطن السوداء(التربة الطينية). في الماضي القريب أجرى العديد من الباحثين دراسات حقلية وتجريبية لتثبيت الترب الانتفاخية باستخدام الهباب المتطاير. حيث أظهرت الدراسة تحسين خصائص التربة.

أوضح الباحثان (**Yudhbir and Honjo (1991** أنه يمكن استخدام الهباب المتطاير البوزولاني بشكل مفيد في تحسين الخواص الجيوتكنيكية لترب القطن السوداء. إن تعديل تربة القطن السوداء بالخلط الكيميائي هو طريقة معتمدة وشائعة لتجنب التغير الحجمي للترب الانتفاخية. (7)

كما سجل Sivapullaiah et al (1996) أن إضافة الهباب المتطاير خفضت حد السيولة لترب القطن السوداء ودرسوا تأثير الهباب المتطاير على قيم حدود أتربرغ لهذه الترب في ولاية Karnataka في الهند. (6)

واقترح الباحثان (**Bhoominadhan and Hari (1999** استخدام الهباب المتطاير في أعمال الإنشاء مثل صناعة القرميد وتثبيت التربة. (5)

قام الباحث Erdal Cocka (2001): الباحث بدراسة تأثير الهباب المتطاير على التربة الانتفاخية. وبالتالي يمكن تثبيت الترب الانتفاخية بشكل فعال من خلال تبادل الشوارد باستخدام الهباب المتطاير. قام الباحث بإجراء تحريات باستخدام هباب متطاير Soma وهباب متطاير Tuncbilek وأضافه إلى تربة انتفاخية بنسبة تتراوح بين 0 – 25%. تمت معالجة العينات مع الهباب المتطاير لمدة سبعة أيام و28 يوم وبعدها تم إخضاعها لاختبار الانتفاخ الحر بجهاز الادومتر. وأثبتت النتائج التجريبية أن قرينة اللدونة وضغط الانتفاخ للعينات قد انخفضت بازدياد نسبة الهباب وزمن المعالجة وكان المحتوى المثالي لهباب الفحم في تخفيض الانتفاخ يساوي 20%. إن التغير في الخصائص الفيزيائية والانتفاخ ناتج عن حبيبات السيلت الإضافية لحد معين ونتيجة التفاعلات الكيميائية التي تسبب انتظام فوري لحبيبات

الغضار وخصائص التقوية الذاتية والبوزولونية للهباب المتطاير واستنتج الباحث أنه يمكن اقتراح الهباب المتطاير من الصنف C الغني بالكالسيوم والفقير بالكالسيوم كعامل تثبيت فعال من أجل تحسين الترب الانتفاخية.(2)

درس الباحثون (2002) .Pandian et. Al: تأثير نوعي الهباب المتطاير (C, F) على خصائص CBR لتربة القطن السوداء. تمت زيادة نسبة الهباب المتطاير في الخلط من 0% إلى 100%. عموماً تتأثر قيمة CBR بالتماسك والاحتكاك. تتأثر قيمة CBR في التربة الانتفاخية التي تتألف من حبيبات ناعمة بالتماسك أما قيمة CBR في الهباب المتطاير الذي يتألف من حبيبات أخشن فتتأثر بالاحتكاك. تعزى قيمة CBR المنخفضة في التربة الانتفاخية لقدرة التحمل المنخفضة والناتجة عن هيمنة الغضار. إن إضافة الهباب المتطاير إلى التربة الانتفاخية تزيد قيمة CBR للتربة الخليطة وحتى المرحلة المثالية الأولى نتيجة لمقاومة الاحتكاك القادمة من الهباب المتطاير إضافة إلى التماسك من التربة الانتفاخية. إن إضافة المزيد من الهباب المتطاير بنسبة أكبر من النسبة المثالية يسبب انخفاض قيمة CBR بنسبة 60% وبعدها تزيد حتى النسبة المثالية الثانية. وبالتالي يعزى التغير في قيمة CBR للخليط بالمساهمة النسبية للمقاومة التماسكية والاحتكاكية من التربة الانتفاخية والهباب المتطاير على التوالي. يوجد أيضاً عند إضافة الهباب المتطاير من الصنف C زيادة في القوة بزيادة محتوى الهباب المتطاير وهنا سيوجد تفاعل بوزولوني إضافي يشكل روابط تماسكية تنتج ارتباط جيد بين حبيبات التربة الانتفاخية والهباب المتطاير. (4)

أجرى الباحثان Phanikumar and Sharma (2004): دراسة مشابهة من قبل هذان الباحثان لدراسة تأثير الهباب المتطاير على الخصائص الهندسية للتربة الانتفاخية من خلال برنامج تجريبي. تمت دراسة التأثير على العديد من البارامترات مثل قرينة الانتفاخ الحر (FSI) والانتفاخ وضغط الانتفاخ واللدونة والرص وقدرة التحمل وهيدروليكية التربة الانتفاخية. تمت إضافة الهباب المتطاير إلى التربة الانتفاخية بنسبة 0، 5، 10، 15، 20% تبعاً للكثافة الجافة وأشارت النتائج إلى أن زيادة محتوى الهباب المتطاير تؤدي إلى انخفاض خصائص اللدونة وقرينة الانتفاخ الحر تنخفض بحوالي 50% عند إضافة نسبة 20% من الرمادة المتطاير. تنخفض نفاذية الترب الانتفاخية المخلوطة مع الهباب المتطاير بزيادة محتوى الهباب المتطاير نتيجة زيادة الكثافة الجافة العظمى بزيادة محتوى الهباب المتطاير. عند زيادة محتوى الهباب المتطاير تنخفض الرطوبة المثالية وتزداد الكثافة الجافة العظمى. إن تأثير الهباب المتطاير مرتبط بطاقة الرص المتزايد. وهنا تصبح التربة الانتفاخية أكثر استقراراً. إن قوة القص غير المصرف للتربة الانتفاخية المخلوطة مع الهباب المتطاير تزيد بزيادة محتوى الهباب المتطاير. (3).

فحص2008 **A.U. Ravishankar et al** الخصائص المختلفة لرماد الفحم لاستخدامها كمواد بناء جيدة في التطبيقات الجيوتقنية. لوحظ أن المحتوى الأمثل للرطوبة يزداد كما يقلل الحد الأقصى للكثافة الجافة مع زيادة نسبة الرماد المتطاير الممزوج بالرمل. أن إضافة الرماد يؤدي إلى زيادة رطوبة التربة في اختبارات التشديد. والزيادة في محتوى الرطوبة الأمثل يساهم في زيادة قدرة التربة على الاستقرار. (10)

Sahat et Pal, 2012 أجرت محاولة لتقييم فعالية التربة الطينية المخلوطة برمال البيا والرماد المتطاير من أجل تثبيت التربة من خلال دراسة خصائص الطبقة التحتية. وجدت أن استخدام الرماد في تحسين التربة يشكل حلاً للتخلص السليم من الرماد المتطاير ، كما أنه يوفر مادة جيدة للبناء الثانوي لبناء الرصيف. النتائج تظهر تحسنا كبيرا في نسبة الضغط ودرجة تحمل كاليفورنيا من مركب يحتوي على الطين والرماد المتطاير (70: 30: 10). خفضت طبيعة التورم للصلصال أيضًا إلى 60٪ بعد التثبيت. وهكذا يمكن استخدام المركب المستقر لبناء الأرصفة المرنة في المناطق الريفية ذات الحركة المرورية المنخفضة (11).

تم إعداد عدة خلطات من الرماد المتطاير مع التربة في محتويات رماد متطاير مختلفة (10–25٪). أجريت اختبارات على عينات محضرة مخبرياً مع المحتوى المائي الأمثل من اختبار ضغط بروكتورالنظامية. تم تقييم تأثير الرماد المتطاير على الخواص الفيزيائية والميكانيكية للتربة مثل اللدونة ، تجارب الضغط غير المحصورة، بارامترات قوة القص الفعالة CBR، معاملات التشوه وإمكانية الانتفاخ. نتائج الأبحاث الدقيقة التي تستخدم الرماد المتطاير يمكن أن تحسن بشكل فعال بعض الخصائص الهندسية للتربة. (12)

وبالتالي فإن تثبيت الترب باستخدام الهباب المتطاير مسجل وملحوظ في الدراسات المرجعية.

أهمية البحث وأهدافه:

من خلال ما تم عرضه موجزا من أبحاث في هذا المجال نلاحظ التركيز على تحسين التربة باستخدام المحسنات الطبيعية، وقلة الأبحاث التي ركزت على استخدام المحسنات الطبيعية.

وتأتي هذه الدراسة لتدرس تأثير إضافات هباب الفحم على بعض خواص القوام للترب الغضارية قبل وبعد المعالجة (قرينة اللدونة)، وكذلك دراسة تخفيض كل من الانتفاخ والانكماش للترب الغضارية ، ودراسة تأثير هذه الإضافات على خواص الترب، الميكانيكية مثل (زاوية الاحتكاك ،والتماسك).

الطريقة المعتمدة للدراسة هي الطريقة التجريبية، التي تعتمد على إجراء سلسلة من التجارب المخبرية، على عينات التربة والمحسنات من هباب الفحم ،قبل وبعد المعالجة للحصول على نتائج تمكن من الحكم على جدوى المعالجة المقترحة من هذه الدراسة.

منهجية البحث:

اتبع الباحث في هذا البحث المنهجية التجريبية للدراسة و على هذا الأساس تم إجراء العديد من التجارب: تجربة القص المباشر بنسب إضافات %(5,7,10,12)، تجربة التشديد، تجربة حدود اتربرغ، تجربة النفاذية. ولذلك تم إحضار العينات الغضارية من مقلع الغضار التابع لسد برادون. وإجراء التجارب المذكورة أعلاه عليها.

المقلع	السبر	كثافة بروكتور الأعظمية $\gamma_{d\,max}$ (g/cm^3)	رطوبة بروكتور المثالية ω_{opt}%	معدل الانتفاخ %	ضغط الانتفاخ (kg/cm^2)	معامل المرونة الأدومتري (kg/cm^2)	التماسك C (kg/cm^2)	زاوية الاحتكاك ϕ°
3	1	1.79	17.00	3.45	1.75	133	2.76	17.00

1- تأثير هباب الفحم على بارامترات القص:

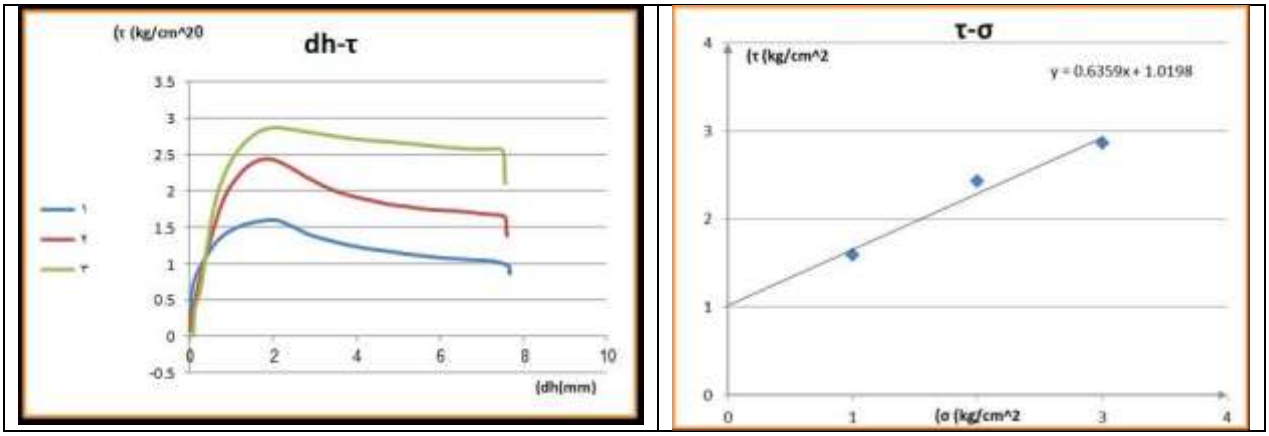
نبين فيما يلي نتائج تجارب القص المباشر التي أجريت على عينات من التربة الغضارية الانتفاخية بعد إضافة نسب مختلفة من هباب الفحم الناتج عن حرق المخلفات الاشجار.

حيث أظهرت النتائج تناقصاً واضحاً في قيم التماسك لهذه الترب، بالمقابل أظهرت النتائج ارتفاعاً ملموساً لقيم زاوية الاحتكاك الداخلي.

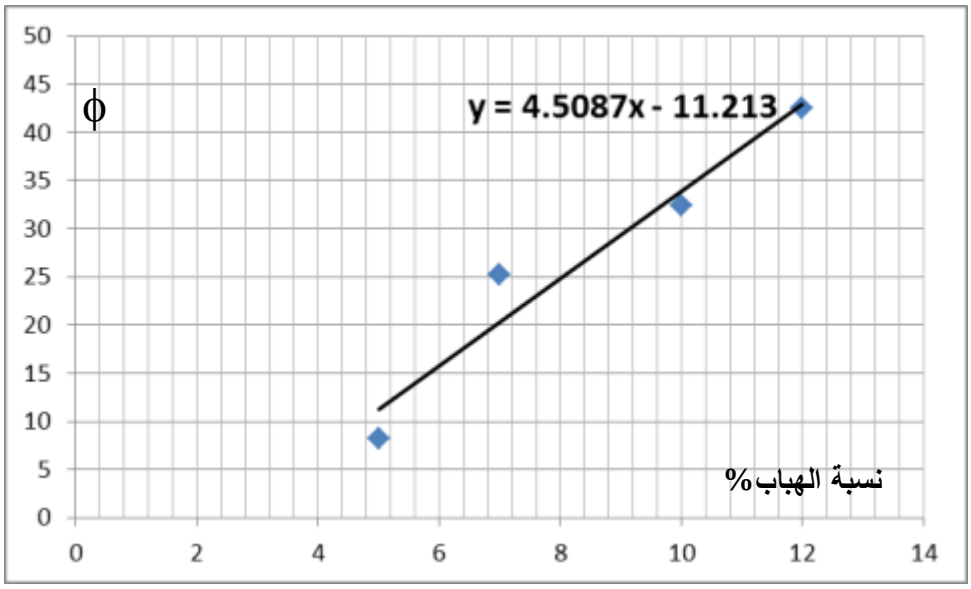
و هذا يتوافق مع النتائج التي توصل إليها الباحثان Phanikumar and Sharma (2004)

جدول (1) :يبين نتائج تجربة القص على التربة الغضارية بعد إضافة هباب الفحم.

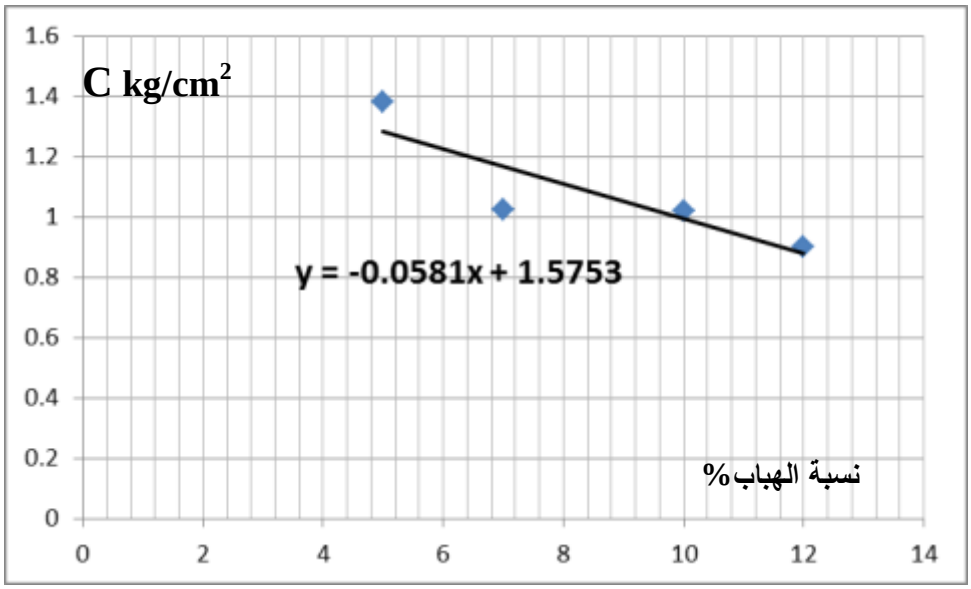
نسبة إضافات %	5	7	10	12
C (kg/cm2)	1.38	1.025	1.019	0.901
ϕ	8.267	25.206	32.45	42.52



الشكل (1) : إحدى نتائج تجارب القص المباشر على التربة الغضارية بعد إضافة هباب الفحم.



الشكل (2) : العلاقة بين زاوية الاحتكاك و نسبة هباب الفحم.



الشكل (3) : العلاقة بين التماسك و نسبة هباب الفحم.

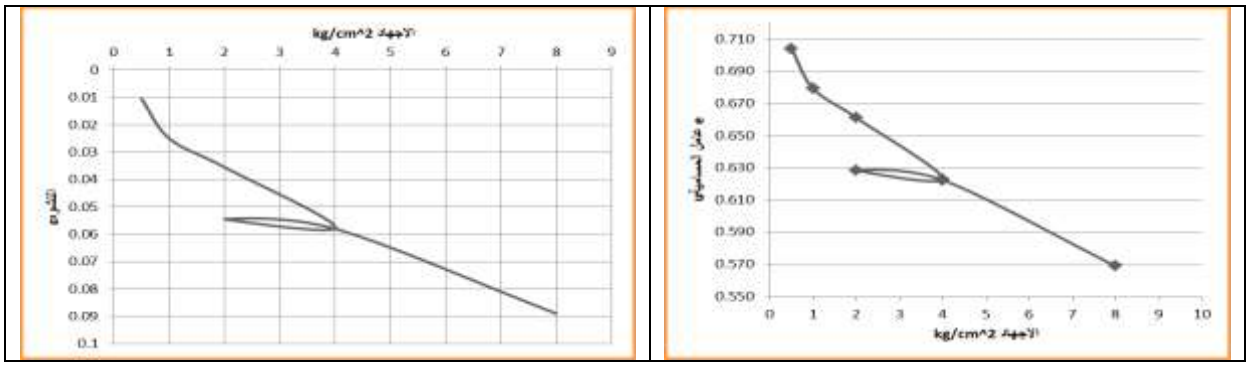
2. تأثير هباب الفحم على بارامترات التشديد:

نبين فيما يلي نتائج تجارب التشديد التي أجريت على عينات من التربة الغضارية الانتفاخية بعد إضافة نسب مختلفة من هباب الفحم الناتج عن حرق المخلفات الاشجار.

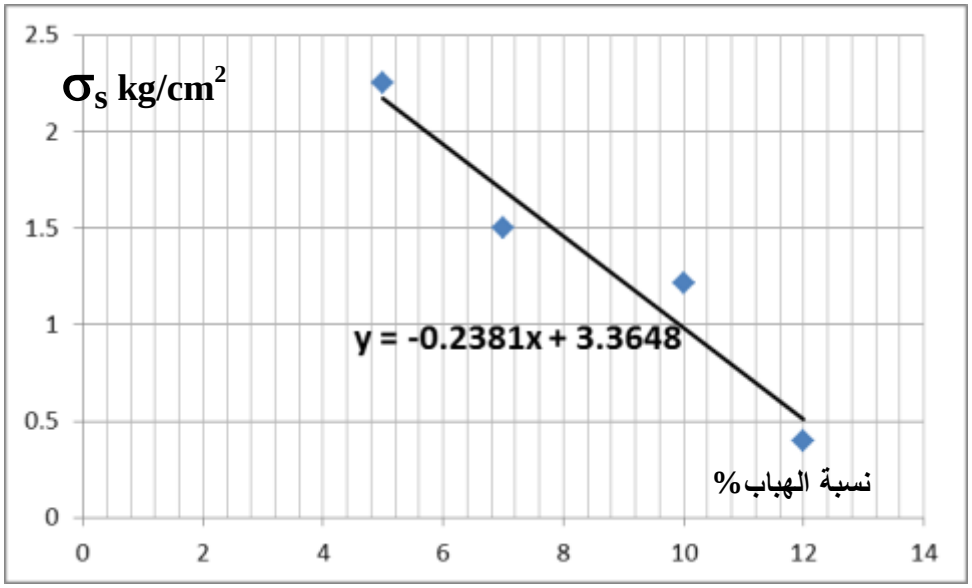
حيث أظهرت النتائج تناقصاً واضحاً في قيم ضغط الانتفاخ و عامل المرونة الأدومتري.

جدول (2) :يبين نتائج تجربة التشديد على التربة الغضارية بعد إضافة هباب الفحم.

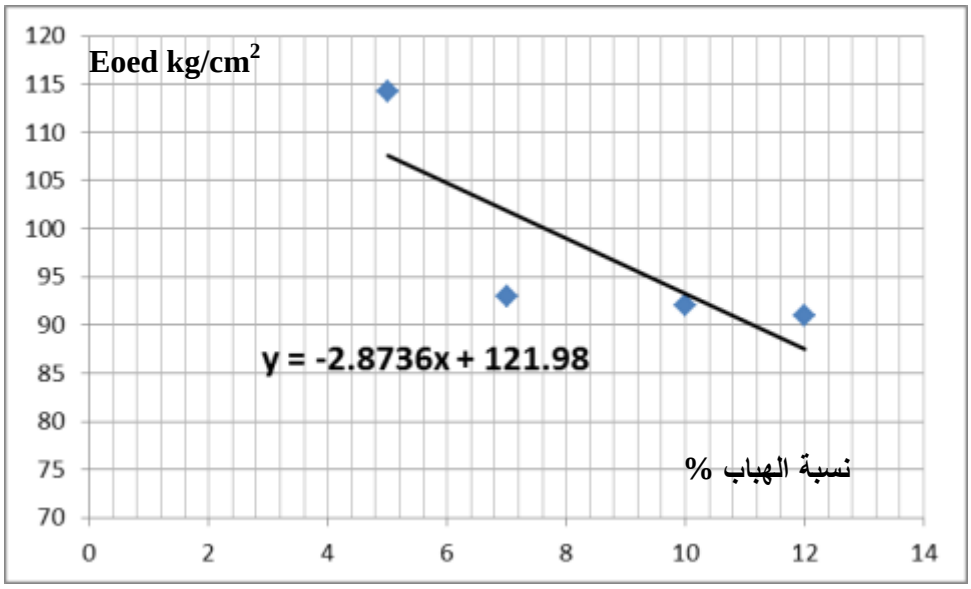
نسبة إضافة %	0	5	7	10	12
E(kg/cm2)	166	114.82	93.023	92	90.9
sigma(kg/cm2)	3.75	2.25	1.5	1.213	0.4



الشكل (4) : إحدى نتائج تجارب التشديد.



الشكل (5) : العلاقة بين ضغط الانتفاخ و نسبة هباب الفحم.



الشكل (6) : العلاقة بين عامل المرونة الأدومتري و نسبة هباب الفحم.

3. نتائج تجربة اتربرغ:

نبين فيما يلي نتائج تجارب حدود أتربرغ التي أجريت على عينات من التربة الغضارية الانتفاخية بعد إضافة نسب مختلفة من هباب الفحم الناتج عن حرق المخلفات الاشجار.

حيث أظهرت النتائج تناقصاً واضحاً في قيم حد السيولة و حد اللدونة.

وهذا يتوافق مع النتائج التي توصل إليها الباحثان Phanikumar and Sharma (2004) و كذلك الباحث Bose 2012.

جدول (3) يمثل نتائج تجارب حدود أتربرغ على التي أجريت على عينات من التربة الغضارية الانتفاخية بعد إضافة نسب مختلفة من هباب الفحم

نسبة الاضافة%	0	7	12
LL	99.7	75.41	73.96
PL	37.9	29.08	29.25
PI	61.8	46.33	44.70

3. تأثير هباب الفحم على النفاذية:

نبين فيما يلي نتائج تجارب النفاذية التي أجريت على عينات من التربة الغضارية الانتفاخية بعد إضافة نسب مختلفة من هباب الفحم الناتج عن حرق المخلفات الاشجار.

حيث أظهرت النتائج تناقصاً واضحاً في قيم نفاذية هذه الترب، كما هو واضح في الجدول التالي.

جدول (4) يمثل نتائج تجارب النفاذية التي أجريت على عينات من التربة الغضارية

العينة	الخلط للتربة	النفاذية (m/sec)
1	تربة	$5.12*10^{-8}$
2	تربة مع 7% هباب متطاير	$4.28*10^{-8}$
3	تربة مع 12% هباب متطاير	$3.8*10^{-8}$

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

أظهرت نتائج التجارب المخبرية التي أجريت على عينات من الترب الغضارية الانتفاخية بعد إضافة نسب مختلفة من هباب الفحم الناتج عن حرق مخلفات الأشجار مايلي:

1- تتناقص قيم التماسك للترب الانتفاخية لهذه الترب بعد إضافة هباب الفحم بنسبة تصل إلى حوالي 50%.

2- تتزايد قيم زاوية الاحتكاك الداخلي بنسبة تصل إلى حوالي 400% عند النسبة 5%.

3- تناقصاً واضحاً في قيم كل من ضغط الانتفاخ بنسبة 82% عند النسبة 12%.

4- تناقصاً طفيف في قيم عامل المرونة الأدومتري بسنبة 16%.

5- تتناقص قيم كل من حد السيولة بنسبة تصل لحدود 26%

6- تتناقص قيم كل من حد اللدونة بنسبة تصل لحدود 23%

7- تتناقص قيم النفاذية بنسبة تصل إلى 26%

التوصيات:

1- دراسة تأثير نسبة الخلط مع الزمن (الديمومة)، مراقبة مقاومة القص لخليط الغضار والهباب المتطاير بنسب مختلفة.

2- القيام بإجراء تجارب أخرى لمعرفة مدى تأثير المادة على البارامترات غير المدروسة في هذه الدراسة كتجارب بروكتور...

References:

1. B. Bose, "Geo engineering properties of expansive soil stabilized with fly ash," Electronic Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 17, Bund. J, 2012, pp. 1339 1353

2. Erdal Cocka (2001), "Use of Class C fly ashes for the stabilization of an expansive soil", Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Vol.127, pp 568-573

3. Phanikumar, B.R. and Sharma, R.S., (2004), ―Effect of fly ash on engineering properties of expansive soils, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Vol.130 (7), pp 764-767.

4. Pandian ,N.S.,Krishna,K.C.& Leelavathamma B., (2002), Effect of Fly Ash on the CBR Behaviour of Soils , Indian Geotechnical Conference , Allahabad , Vol.1,pp.183-186.

5. Bhoominadhan, and S. Hari, (1999), Behavior of fly ash under static and cyclic loading, Proceedings of IGC -99, pp. 324-326.

6. Sivapullaiah PV, Prashanth JP, Sridharan A (1996) Effect of fly ash on index properties of black cotton soil.Soils Found 36(1):97–103 .

7. Udhbir & Honjo, Y. (1991). Application of geotechnical engineering to environmental control. Proceedings of the 9th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering ,Bangkok, 2, 431–466.
8. Yudhbir, and Honjo, Y. (1991): "Application of Geotechnical Engineering to Environmental Control", Theme lecture 5, 9 ARC Bangkok, Thailand, Vol.2, 431-469.
9. Benson Craig H, (December 30, 2005) Assessing Groundwater Impacts from Coal Combustion Products Used In Highways.
10. A.U. Ravishankar, S.N. Suresha and B. Kashinath, "Characterisation of lateritic soil modified with pond ash and ement", Indian Highways, June 2008, pp. 41-48
11. S. Saha, and S.K. Pal "Influen ce of Fly Ash on Unconfined Compressive Strength of Soil and Fly Ash Layers Placed Successively," Electronic Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 8, Bund. H, 2012, pp. 1593-1602.
12. T.B. Edil, H.A. Acosta and C.H. Benson, "Stabilizing soft fine grained soils with fly ash," Journal of Materials in Civil Engineering, ASCE 18(2), 2006, 283-294