دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	دراسة تأثير طاقة الرص على الخواص الميكانيكية لعدة أنواع من الترب
المؤلف الرئيسي:	يونس، عائدة
مؤلفين آخرين:	تقلا، محمد(مشرف)
التاريخ الميلادي:	2006
موقع:	حمص
الصفحات:	1 - 123
رقم MD:	576512
نوع المحتوى:	رسائل جامعية
اللغة:	Arabic
الدرجة العلمية:	رسالة ماجستير
الجامعة:	جامعة البعث
الكلية:	كلية الهندسة المدنية
الدولة:	سوريا
قواعد المعلومات:	Dissertations
مواضيع:	خواص التربة ، الخواص الميكانيكية ، الامتصاص ، طاقة الرص ، الهندسة الإنشائية
رابط:	https://search.mandumah.com/Record/576512

© 2020 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.co

دراسة تأثير طاقة الرص على الـخواص المـيكانيكية لعدة أنواع من الترب

الملخص

يتناول هذا البحث موضوع الرص في الترب ناعمة الحبات المأخوذة من ردميات السدود الترابية فـــي المنطقة الوسطى وهي تحديداً من موقع سد زيزون عددها (2) إضافة إلى تربة من موقع رابية الشيخ.
وقد أجريت عليها هذه الدراسة لبيان تأثير تغير طاقة الرص على الخواص الميكانيكية لهذه الترب تبعاً لتغير الرطوبة مع محاولة ضبط هذا التأثير بعلاقات رياضية تفيد في استنتاج خـواص التـرب قبـل الشروع باستخدامها حقلياً ، مما يوفر الكثير من الوقت والجهد اللازمين لإنجاز الاختبارات المطلوبة.
وقد تم ذلك عن طريق إجراء سلسلة كبيرة من التجارب المخبرية ورسمها بيانياً وفق مـنهج معـين ، ومن ثم استخلاص النتائج المرجوة .
كما دُعِّم هذا البحث بقسم نظري حرصنا فيه على إدراج مواضيع تغني البحث دون أن تحمل معلومات مكررة، فأفردنا فصلاً كاملاً عن الترب غير المشبعة الأكثر انتشاراً في الواقع ، ومحاولة فهم الميكانيك الخاص بها كونه الأكثر شمولية وتعقيداً ، آخذين بعين الاعتبار حداثة هذا الميكانيك وأهميته في الحياة العملية ، مع التركيز على تأثير ظاهرة الامتصاص على تغير الخواص الميكانيكية للترب .
إضافة إلى ذلك تم التأكيد على القواعد العامة و بيان الخصائص المتأثرة والمؤثرة بدرجة الرص ،مع التطرق إلى بعض الأبحاث التي تمت في هذا المجال بهدف الوصول إلى فهم أكبـر لسـلوك التربـة الناعمة تحت تأثير تغير العديد من الشروط .

Studying the effect of compaction energy on the mechanical characters of some kind of soils

Summary

This research discusses the compaction of fine soils brought from embankment in middle area of Syria.

This study focuses influence of the change in compaction energy on the mechanical characters of this soils due to humidity change, and trying to frame this influence in relationships to predict soil's characters before using soils in field , and therefore saving time and effort .

This study is done using a big series of experiments and plotting them and then concluding the results.

Also This research supported by notional section taking about unsaturated soils , and its more general and complex mechanic. Besides it's explains soil properties affected by compaction and factors that influence density and also its relation to suction which has a great importance in practical field ,for more understanding the soil behavior in compaction condition .

دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	دراسة تأثير طاقة الرص على الخواص الميكانيكية لعدة أنواع من الترب
المؤلف الرئيسي:	يونس، عائدة
مؤلفين آخرين:	تقلا، محمد(مشرف)
التاريخ الميلادي:	2006
موقع:	حمص
الصفحات:	1 - 123
رقم MD:	576512
نوع المحتوى:	رسائل جامعية
اللغة:	Arabic
الدرجة العلمية:	رسالة ماجستير
الجامعة:	جامعة البعث
الكلية:	كلية الهندسة المدنية
الدولة:	سوريا
قواعد المعلومات:	Dissertations
مواضيع:	خواص التربة ، الخواص الميكانيكية ، الامتصاص ، طاقة الرص ، الهندسة الإنشائية
رابط:	https://search.mandumah.com/Record/576512

© 2020 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.co

المحتويات

الفهرس	**3**
الفصل الأول	
I-1: لمحة تاريخية	**4**
I-2: أهمية علم التربة في الحياة العملية	**5**
I-3: مقدمة	**5**
الفصل الثاني :الرص	
II-1: القواعد العامة	**6**
II-2: خصائص التربة المتأثرة بالرص	**6**
II-3: العوامل المؤثرة على الرص	**8**
II-4: تحسين فعالية الرص في ترب ردميات السدود	**17**
II-5: التنبؤ بخواص الرص للترب ناعمة الحبات	**18**
الفصل الثالث : علاقة الرص بظاهرة الامتصاص في التربة	
III-1: مقدمة	**23**
III-2: ميكانيك التربة غير المشبعة	**24**
III-3: هيدروليك التربة غير المشبعة وقياس النفاذية	**30**
III-4: قوى القص في التربة غير المشبعة	**35**
III-5: الامتصاص في حالات التحميل ورفع الحمولة	**38**
الفصل الرابع : دراسة العلاقة بين درجة الرص والخواص الميكانيكية للترب / الدراسة العملية/	
IV-1: مقدمة	**44**
IV-2: تجارب تحديد هوية الترب المدروسة	**44**
IV-3: اختيار الرطوبات و طريقة إجراء التجارب	**49**
IV-4: سلسلة التجارب المجراة (نتائج التجارب)	**52**
IV-5: دراسة وتقييم النتائج	**83**
IV-6: النتائج العامة والتوصيات	**120**

دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	دراسة تأثير طاقة الرص على الخواص الميكانيكية لعدة أنواع من الترب
المؤلف الرئيسي:	يونس، عائدة
مؤلفين آخرين:	تقلا، محمد(مشرف)
التاريخ الميلادي:	2006
موقع:	حمص
الصفحات:	1 - 123
رقم MD:	576512
نوع المحتوى:	رسائل جامعية
اللغة:	Arabic
الدرجة العلمية:	رسالة ماجستير
الجامعة:	جامعة البعث
الكلية:	كلية الهندسة المدنية
الدولة:	سوريا
قواعد المعلومات:	Dissertations
مواضيع:	خواص التربة ، الخواص الميكانيكية ، الامتصاص ، طاقة الرص ، الهندسة الإنشائية
رابط:	https://search.mandumah.com/Record/576512

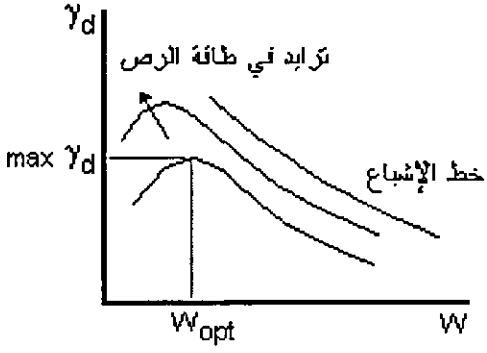
© 2020 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

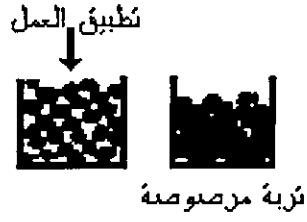
المنارة للاستشارات
www.manaraa.co

الجمهورية العربية السورية
جامعة البعث
كلية الهندسة المدنية
قسم الهندسة الجيوتكنيكية

دراسة تأثير طاقة الرص على الخواص الميكانيكية لعدة أنواع من الترب

بحث أعد لنيل درجة الماجستير في الهندسة الجيوتكنيكية





إعداد

الطالبة المهندسة : عائدة يونس

إشراف

الدكتور المهندس : محمد تقلا
أستاذ في كلية الهندسة المدنية

إهداء

إلى من ركعت من عظمة صمتها هامات المجد

و المشعل الـذي كلّت يـدا حاملـه ومـا كلّ

والديّ

إلى الروح التي تمسح بحنانها قهر الحياة

زوجي

إليكم أخوتي وأصدقائي

شكر.....

لا بدّ من كلمة شكر نخص فيها تلك القلوب التي أخلصت بعطائها وأولئك الذين بنوا فينا صرحاً من العلم مازال يكبر ويكبر حتى أصبح متكامل الأبعاد حصيناً يحوطنا كالنور من كل اتجاه .

وأخص بالشكر المعلم والأستاذ الدكتور محمد تقلا الذي أشرف مشكوراً على هذه الرسالة وكله أمل أن تقدم الإفادة للأجيال القادمة

كما أشكر المهندسة لينا كراكيت والمهندس عامر الديوب اللذان رافقا مسيرة هذا البحث العلمي بكل خطاه حتى خرج إلى النور

كما لا يفوتني أن أشكر المهندس أسد علي والمهندسة مانيا مزيود لجهدهما الخاص لتوفير الظروف المناسبة لإتمام هذا العمل

والشكر الخاص للعاملين في مخبر ميكانيك التربة والذين كنا وإياهم أسرة واحدة على مدى سنوات . . . .

دراسة تأثير طاقة الرص على الـخواص المـيكانيكية لعدة أنواع من الترب

الملخص

يتناول هذا البحث موضوع الرص في الترب ناعمة الحبات المأخوذة من ردميات السدود الترابية فـــي المنطقة الوسطى وهي تحديداً من موقع سد زيزون عددها (2) إضافة إلى تربة من موقع رابية الشيخ.
وقد أجريت عليها هذه الدراسة لبيان تأثير تغير طاقة الرص على الخواص الميكانيكية لهذه الترب تبعاً لتغير الرطوبة مع محاولة ضبط هذا التأثير بعلاقات رياضية تفيد في استنتاج خـواص التـرب قبـل الشروع باستخدامها حقلياً ، مما يوفر الكثير من الوقت والجهد اللازمين لإنجاز الاختبارات المطلوبة.
وقد تم ذلك عن طريق إجراء سلسلة كبيرة من التجارب المخبرية ورسمها بيانياً وفق مـنهج معـين ، ومن ثم استخلاص النتائج المرجوة .
كما دُعِّم هذا البحث بقسم نظري حرصنا فيه على إدراج مواضيع تغني البحث دون أن تحمل معلومات مكررة، فأفردنا فصلاً كاملاً عن الترب غير المشبعة الأكثر انتشاراً في الواقع ، ومحاولة فهم الميكانيك الخاص بها كونه الأكثر شمولية وتعقيداً ، آخذين بعين الاعتبار حداثة هذا الميكانيك وأهميته في الحياة العملية ، مع التركيز على تأثير ظاهرة الامتصاص على تغير الخواص الميكانيكية للترب .
إضافة إلى ذلك تم التأكيد على القواعد العامة و بيان الخصائص المتأثرة والمؤثرة بدرجة الرص ،مع التطرق إلى بعض الأبحاث التي تمت في هذا المجال بهدف الوصول إلى فهم أكبـر لسـلوك التربـة الناعمة تحت تأثير تغير العديد من الشروط .

Studying the effect of compaction energy on the mechanical characters of some kind of soils

Summary

This research discusses the compaction of fine soils brought from embankment in middle area of Syria.

This study focuses influence of the change in compaction energy on the mechanical characters of this soils due to humidity change, and trying to frame this influence in relationships to predict soil's characters before using soils in field , and therefore saving time and effort .

This study is done using a big series of experiments and plotting them and then concluding the results.

Also This research supported by notional section taking about unsaturated soils , and its more general and complex mechanic. Besides it's explains soil properties affected by compaction and factors that influence density and also its relation to suction which has a great importance in practical field ,for more understanding the soil behavior in compaction condition .

المحتويات

الفهرس	**3**
الفصل الأول	
I-1: لمحة تاريخية	**4**
I-2: أهمية علم التربة في الحياة العملية	**5**
I-3: مقدمة	**5**
الفصل الثاني :الرص	
II-1: القواعد العامة	**6**
II-2: خصائص التربة المتأثرة بالرص	**6**
II-3: العوامل المؤثرة على الرص	**8**
II-4: تحسين فعالية الرص في ترب ردميات السدود	**17**
II-5: التنبؤ بخواص الرص للترب ناعمة الحبات	**18**
الفصل الثالث : علاقة الرص بظاهرة الامتصاص في التربة	
III-1: مقدمة	**23**
III-2: ميكانيك التربة غير المشبعة	**24**
III-3: هيدروليك التربة غير المشبعة وقياس النفاذية	**30**
III-4: قوى القص في التربة غير المشبعة	**35**
III-5: الامتصاص في حالات التحميل ورفع الحمولة	**38**
الفصل الرابع : دراسة العلاقة بين درجة الرص والخواص الميكانيكية للترب / الدراسة العملية/	
IV-1: مقدمة	**44**
IV-2: تجارب تحديد هوية الترب المدروسة	**44**
IV-3: اختيار الرطوبات و طريقة إجراء التجارب	**49**
IV-4: سلسلة التجارب المجراة (نتائج التجارب)	**52**
IV-5: دراسة وتقييم النتائج	**83**
IV-6: النتائج العامة والتوصيات	**120**

الفصل الأول

مدخل

الفصل الأول

I-1: لمحة تاريخية:

"الهوية الكاملة هي ارتباط الإنسان بالمكان" لقد كان الإنسان عبر العصور في صراع دائم مع الأرض لترويضها، واعتلاء صهوتها، وجعلها مخزناً تاريخياً لحضارته، يعبّر فيها عن مدى رقيه الفكري والغنى في مجالات العلوم الهندسية.

ونرى اليوم كيف حملت لنا هذه الأرض أعظم تراث حضاري، يتمثل بالشواهد التاريخية الماثلة أمام العيان، كسد مأرب وأهرامات مصر والمدافن الملكية وسور الصين العظيم وغيرها من معالم راسخة عبر الأزمان، كانت الأرض حامياً لها كما أرادها الإنسان .

ولا شك أن هذه القدرة العظيمة للإنسان على جعل الأرض متحف الحضارات، لم تكن لتوجد لولا اهتمامه بعلوم الأرض والتربة وسبر أغوارها والتعرف على خفاياها وبالتالي الاستفادة من ميزاتها لتسخيرها لخدمته.

وقد قدمت لنا الكشوف الحديثة معلومات عن منشآت أشبه بالأنفاق ــ بالمعنى المعاصر ــ وجدت في فلسطين عام 1000 ق.م وكان الغرض منها تزويد مدينة القدس بمياه الشرب، كما أنشأ الملك البابلي نبوخذ نصر (605 – 562) ق.م أول نفق مزود بقوس في القمة يخدم أغراض المواصلات من أجل ربط قصره بمعبد اله الشمس ، وقد بلغت أبعاد مقطعه 3.6 m * 4.5 وبلغ طوله 1km وهو يمر تحت سرير نهر الفرات (وهناك مصادر ترد تاريخه إلى عهد الملكة سميراميس أي قبل 1500 عام من التاريخ المذكور) ، كما أن المصريون القدماء عام 2000 ق م قاموا بتنفيذ حجرات وتجاويف في الصخور ، استخدمت كأماكن للعبادة ولدفن الموتى .

وهكذا نرى جلياً كيف كان الإنسان على تماس مباشر مع الأرض، تستهويه علومها وتشده أسرارها، وتغريه قدرتها على حمل تراثه الحضاري شامخاً راسخاً رسوخ التاريخ.وعندما تكون المعالم العمرانية راسخة عبر العصور ، فإن ذلك لدليل ساطع على تقدم علوم الهندسة وخاصة فيما يتعلق بميكانيك التربة ــ كما نسميه اليوم ــ وما لهذا العلم من أهمية بالغة في جعل هذه المنشآت العظيمة تحتفظ بثباتها واستقرارها ، رغم ما مرت به من كوارث طبيعية وحروب وصراعات تاريخية ....

I-2: أهمية علم التربة في الحياة العملية :

تتبع أهمية دراسة التربة من ارتكاز جميع المنشآت على اختلافها ــ من جسور وطرق ومطارات وسدود وأنفاق وأبنية ... ــ على الأرض أو ضمنها . كما أنه في مجال الأبنية المدنية والمنشآت

الصناعية ، يستغرق إنجاز الجزء المماس للتربة (الأساسات والأقبية ..) في كثير من الأحيان 40% من مدة إنجاز المبنى كاملاً ، وتصل كلفة الأساسات إلى ما يعادل 15-20% من الكلفة الكلية للمبنى.
إضافة إلى ذلك فإن المتطلبات العمرانية الجديدة ، قد دفعت العاملين في حقل ميكانيك التربة إلى إبداء اهتمام واسع وتعمق ملموس في دراسة هذا العلم .
وكان لظهور المعضلات العلمية كالحاجة إلى بناء أساسات خاصة للتوربينات الضخمة ــ والتي لا يسمح معها بأي هبوط تفاضلي تحتها ــ وتشييد السدود الضخمة والأبنية العالية المشادة في شروط طبيعية معقدة ، كل ذلك جعل ميكانيك التربة يقفز قفزات سريعة وكبيرة باتجاه إعطاء حلول لهذه المعضلات تحقق شرطي الأمان والاقتصاد .

I-3: مقدمة:

لعل أبرز خصائص التربة هي قابليتها للتغير الحجمي [1] تبعاً للحمولات المطبقة عليها أو شروط توضعها أو من خلال علاقتها بتغير المحتوى المائي . وتعتبر مقاومتها على القص من أهم الخصائص التي تميز سلوك التربة ومتانتها وقدرة تحملها . وتتعلق مقاومة التربة على القص بعدة أمور منها طبيعة التربة ومحتواها المائي وتدرجها الحبي وكثافتها النسبية .... وقد سعى الإنسان إلى تحسين مواصفات التربة ما أمكن للتقليل من إمكانية هبوط التربة أو انتفاخها وحل المشاكل المتعلقة بها .
هذا ويعتبر الرص إحدى أهم وأقدم الطرق المستخدمة للتقليل من الآثار السلبية لسلوك التربة [10] ولا يوجد إجراء آخر يطبق على التربة الطبيعية وينتج هذا التحسن الكبير في الميزات الفيزيائية للتربة وبكلفة منخفضة كما هو الحال في الرص حيث يمكن التحكم به بسهولة للحصول على النتائج المطلوبة. وقد تطورت طرق الرص بشكل مطرد تبعاً للتطور العلمي في هذا المجال. هذا وتعتبر تجربة بركتور هي الرائدة عالمياً في هذا المجال نظراً لبساطة إجرائها وكلفتها المتدنية ونتائجها الموثوقة .

الفصل الثاني

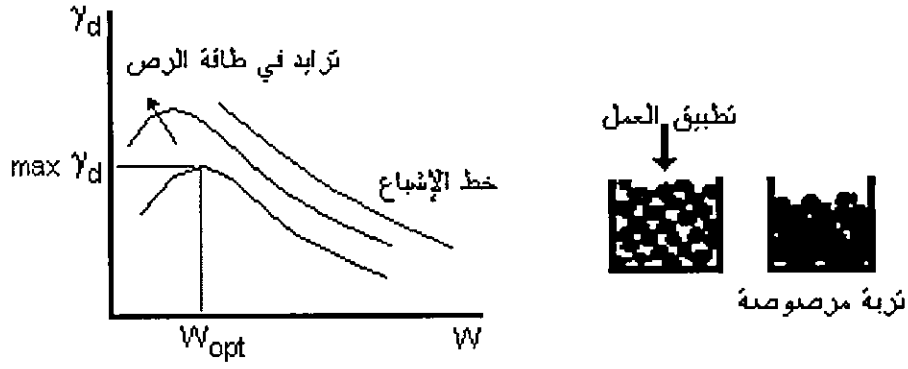
الرّص

الفصـــــل الثـــانـــي

الـــــــرص

II-1: القواعد العامة :

الرص تعريفاً هو زيادة كثافة التربة آلياً وذلك بطرد الهواء منها [1] ، وتقاس درجة الـرص عـادة بالوزن الحجمي الجاف للتربة ، فعند إضافة الماء إلى التربة الجافة أثناء عملية الرص يكـون عـاملاً مساعداً على انزلاق الحبات الصلبة على بعضها البعض ليأخذ وضعية أكثر كثافة ، وبزيادة نسبة الماء عن حد معين فإنه يلعب دوراً سلبياً إذ يباعد بين حبات التربة وبالتالي تقل الكثافة الجافة. إذاً فهنـاك رطوبة مثالية نحصل بموجبها على كثافة جافة أعظمية وتتحدد هذه الرطوبة عادة بتجربة بركتـور ، وتقل هذه الرطوبة بازدياد طاقة الرص المطبقة ، الشكل (1) :



الشكل (1)

تغير الرطوبة المثالية تبعاً لطاقة الرص

II-2: خصائص التربة المتأثرة بالرص:

إن أهم خصائص التربة (properties) المتأثرة بالرص هي :

1- الهبوط :

يعد الهبوط الميزة الأولى الناتجة عن رص الترب المستخدمة في السدود الترابية حيث ينتج الـرص هبوطاً في فترة الإنشاء بدلاً من ذلك الممكن حدوثه من خلال عملية التشـديد بفعـل جسـم السـد أو المنشآت المشادة على التربة ، وهذا لا يعني بالضرورة أن السدود المرصوصة لن تتعرض لهبوط ، إذ أن وزنها الذاتي قد يسبب تشديداً في طبقات التربة المضغوطة التي تشكل أساس السد الترابي .

2- حركة المياه :

عندما تقترب جزيئات التربة من بعضها البعض أثناء عملية الرص يتناقص كل من عـدد الفراغـات المحتواة في كتلة التربة وحجم هذه الفراغات ، وهذا التغير في الفراغات له تأثير واضح على حركـة المياه داخل التربة حيث إن إحدى أهم هذه التأثيرات هي تناقص النفاذية وبالتالي تناقص حركة المياه . كذلك إذا أجريت عملية الرص عند رطوبة مناسبة فإن حركة المياه في المسامات ستكون في حدودها الدنيا، وهذا يقلل من ميل التربة لسحب المياه المسببة لتناقص مقاومة القص.

3- تغير الحجم :

يعد تغير الحجم بفعل التمدد والتقلص خاصية هامة وخطيرة في التربة خاصة عندما تكون هذه التربة مستخدمة في أعمال الطرق وأرصفة المطارات والسدود الترابية ، وبشكل عام ليس لهذا التغير تـأثير كبير في العلاقة مع الرص إلا في الترب الغضارية التي يزيد فيهـا احتمـال تغيـر حجمهـا بفعـل امتصاصها للمياه كلما زادت الكثافة الأولية المعطاة لها. لذلك فإن الترب الغضارية يجـب أن تـرص بمحتوى رطوبة موافق لانتفاخ قدره 3% كحد أعلى .على الرغم من كون الشروط التي تحقق انتفاخاً أصغرياً وتقلصاً أصغرياً قد لا تكون نفسها بالحالتين .

4- مقاومة القص:

إن زيادة الكثافة بفعل الرص يؤدي عادة إلى زيادة مقاومة التربة على القص ، وهذا التأثير هام جـداً في العديد من التطبيقات الهندسية ، و نحصل على مقاومات قص أكبر باستخدام طاقات رص أعظـم وبمحتويات مائية أقل بقليل من الرطوبة المثالية.وهناك تجارب مخبرية أجريت علـى نطـاق واسـع أظهرت أن مقاومة الضغط غير المحصور للرمل الغضاري يمكن أن تتضاعف بالرص [1].
وبشكل عام يجب الإشارة إلى أن الرص لا يحقق الخصائص التصميمية لكل الترب بالدرجة نفسـها، ففي حالات معينة يكون على المهندس أن يعين بدقة تأثير الرص على هذه الميزات فعلى سبيل المثال في تربة معينة قد يكون التصميم للحصول على تغير في الحجم في حدوده الدنيا أكثر أهمية من تزايد مقاومة القص فقط .

II-3: العوامل المؤثرة على الرص :

هناك العديد من العوامل التي تؤثر على درجة الرص وفاعليته ولعل أبرزها :

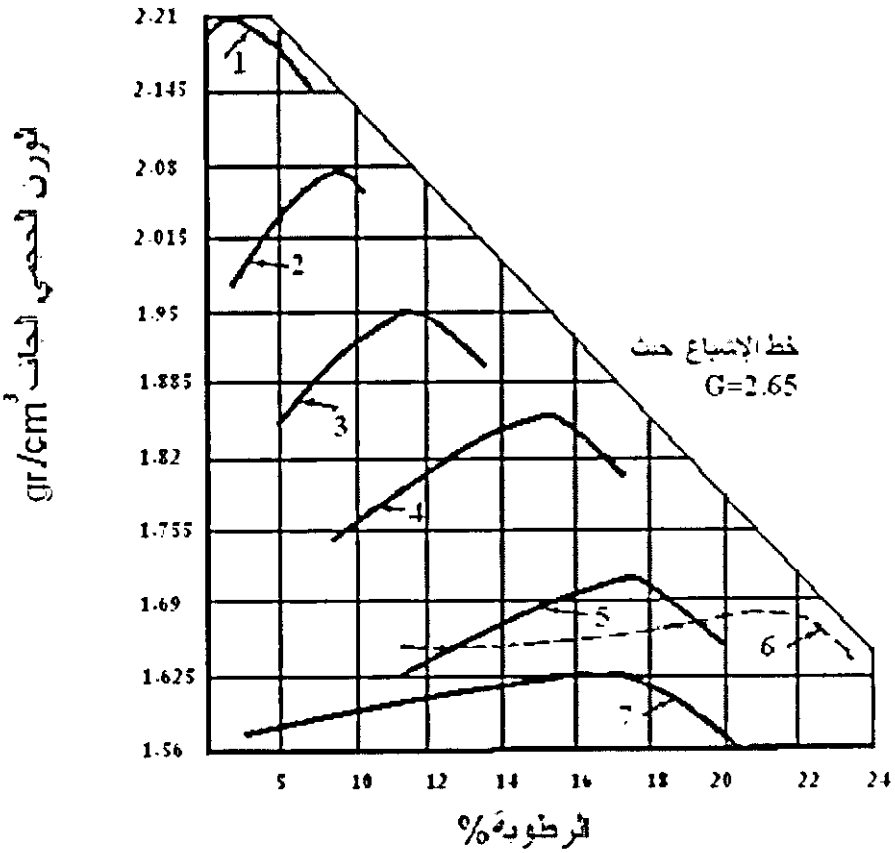
1- طبيعة التربة :

إذ إن لنوع التربة وتدرجها الحبي وانتفاخيتها وحساسيتها تأثير كبير على استجابتها لطاقة رص معينة، فالترب التي تكون خفيفة الوزن بشكل كبير مثل الترب البركانية يمكن أن يكون لها أوزان حجمية ضعيفة تحت تأثير طاقة رص معطاة كـ $0.98\ gr/cm^3$ ، وتحت تأثير طاقة الرص نفسها قد يكون الوزن الحجمي الجاف الأعظمي للغضار gr/cm^3 (1.56-1.62) ، بينما يكون في الترب الحبيبية الخشنة جيدة التدرج الحبي مرتفعاً لدرجة $2.2\ gr/cm^3$ وهذا التأثير ينعكس على علاقة الرطوبة بالوزن الحجمي الجاف كما هو مبين بالشكل (2) والذي يظهر هذه العلاقة من أجل سبع ترب مختلفة تم بيان خصائصها في الجدول (1) .

٢٣٢٧٢٩

الرقم	الوصف	الرمل	السلت	الغضار	LL	PL
1	رمل خليط جيد التدرج	88	10	2	16	---
2	خليط رملي مع نسبة من السلت والغضار جيد التدرج	72	15	13	16	0
3	خليط رملي متوسط التدرج	73	9	18	22	4
4	خليط رملي سلتي غضاري	32	33	35	28	9
5	سلت مفكك	5	85	10	26	2
6	غضار عالي الانضغاطية	6	22	72	67	40
7	رمل سيئ التدرج الحبي	94	-----	6	---	---

الجدول (1)



الشكل (2)

تغير العلاقة بين الرطوبة والوزن الحجمي الجاف تبعاً لنوع التربة [1]

تدل المنحنيات في هذا الشكل على أن الترب ذات محتوى الرطوبة الأدنى من المثالي تستجيب بشكل مختلف للرص ، ففي الغضار عالي اللدونة CH تكون الدقة في تحديد محتوى الرطوبة أقل أهمية منه في الرمل الغضاري ضعيف اللدونة SC والرمل السلتي SM ، حيث أن الغضار عالي الانضغاطية يمكن أن يرص ضمن مجال واسع نسبياً من محتويات الرطوبة التي تكون أقل من المثالية مع تغير بسيط في الوزن الحجمي الجاف ، مع ملاحظة أنه أذا زادت رطوبته عن المثالية+2% فإن التربة ستصبح لزجة وغير قابلة للعمل .

أما بالنسبة للرمال النظيفة منتظمة التدرج الحبي فلا تتأثر نسبياً بتغيرات الرطوبة بينما الترب الحبيبية ذات التدرج الحبي الجيد تتأثر بشكل كبير بالتغيرات الطفيفة للرطوبة أو لطاقات الرص منتجة تغيرات هامة في الوزن الحجمي الجاف .

وهنا لابد من الإشارة إلى بعض الملاحظات العامة :

تتراوح الرطوبة المثالية بشكل عام بين % 12 و 25% في الترب ناعمة الحبات وبين 7% إلى 12% للترب الحبيبية جيدة التدرج ، أما من أجل الترب الغضارية فربما تكون الرطوبة المثالية وحد اللدونة متقاربين جداً. وهنا يجب التأكيد على أن الترب السلتية ML والرمل الغضاري الناعم جداً SC عندما

ترص بوجود بساط مائي مرتفع سوف تتولد قوى تدفع المياه إلى السطح الخارجي وسينتج عنها نقصان في مقاومة القص بشكل سريع ، لذلك لا يمكن أن ترص مثل هذه الترب ما لم تجفف إلى محتوى رطوبة مناسب مع اتخاذ كافة التدابير الممكنة لخفض منسوب المياه .

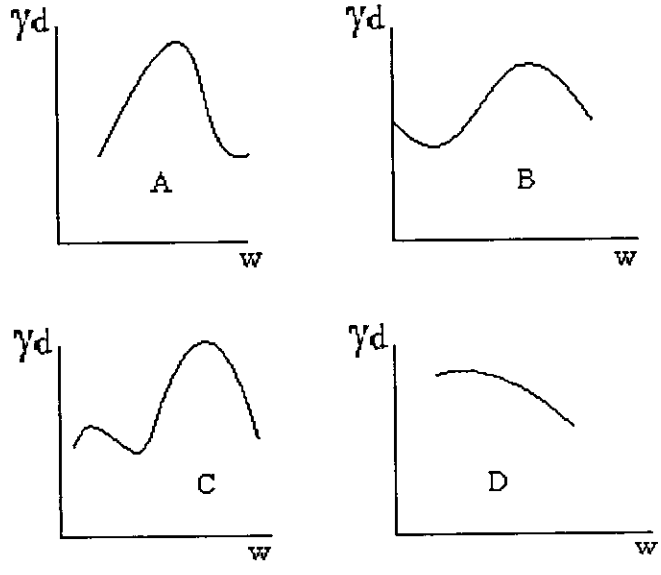
إن الترب ذات المحتوى الغضاري العالي وبشكل خاص CH, MH ,OH يمكن أن تتعرض للانتفاخ بقيمة محددة إذا تم رصها إلى وزن حجمي عالي بمحتوى رطوبة قليل ثم عرضت للماء ، لذلك يجب أن ترص إلى أقصى وزن حجمي يمكن الوصول إليه باستخدام أصغر محتوى رطوبة ممكن MMC Minimum Moisture Content بحيث تنتج قيماً صغرى للانتفاخ .

ونشير هنا إلى أن التجارب المخبرية المجراة على الترب المدروسة في هذا البحث تشير إلى أن هذه الترب هي ترب منتفخة وتم حساب الانتفاخ النسبي الحر لعينة من الترب C برطوبة 25% وعدد طرقات 23 $\varepsilon°_{sw}$=19% أما من أجل N=7 W=15% كان $\varepsilon°_{sw}$=5% .

كما يجب الإشارة إلى أن شكل منحني الرص يتغير تبعاً لنوع التربة المختبرة [7] كما هو واضح في الشكل (3) :

حيث إن الشكل الجرسي (A) يتبع الترب ذات حد السيولة المتراوح بين 30-70.

الشكل (B) ذروة ونصف والشكل (C) ذروتين يشاهدان في الترب ذات حد السيولة أقل من 30. أما الشكل (D) وهو شكل شاذ فيتبع الترب ذات حد السيولة أكبر من70 وهي غير شائعة.



الشكل (3)

تغير شكل منحني الرص تبعاً لنوع التربة

2- المحتوى المائي:

كما بينا سابقاً فإن لكل نوع من التربة ومن أجل طاقة رص معينة هناك محتوى مائي مناسب يحقق وزن حجمي جاف أعظمي، فالترب الناعمة مثلاً تميل مياهها إلى عدم الخروج من الفراغات بفعل الرص ويؤدي تطبيق ضربات إضافية إلى خلق ضغط إضافي للماء وبالتالي تسيل التربة بشكل لدن حول المطرقة و بشكل عام لا يمكن للترب اللدنة أن ترص بشكل مقبول عند محتوى رطوبة يزيد أو ينقص عن 10% من الرطوبة المثالية [1] كما أن بعض الرمال تميل إلى زيادة حجمها بمحتوى رطوبة قليل بينما ترص الترب غير المتماسكة بمحتويات رطوبة قريبة من حد الإشباع. كما نلاحظ أن الغضاريات ذات اللدونة المرتفعة يمكن أن يكون محتوى الرطوبة فيها أعلى من% 30 وتصل إلى أوزان حجمية مماثلة (وبالتالي مقاومة مماثلة) لتلك الترب ذات حد اللدونة الأقل ومحتوى الرطوبة الأقل من 20% ، وكلما زادت النسبة المئوية للمواد الناعمة وحد اللدونة كلما أصبح منحني الرص أكثر تسطحاً وبالتالي أقل حساسية لتغير محتوى الرطوبة [8] . كما نشير إلى أن إضافة الماء إلى التربة حقلياً يجب أن يتم بنسب مدروسة وبطريقة تحقق التجانس وتضمن الحصول على درجة الرص التصميمية ، حتى عند عدم الحاجة إلى إضافة الماء فإن الخلط يبقى مطلوباً مع الانتباه إلى أفضلية الرش والخلط بالمكان ، إذ إن المواد جيدة التدرج الحبي قد تتعرض لفصل في مكوناتها نتيجة النقل .

3- طاقات الرص :

تعطى طاقة الرص حسب بركتور بالعلاقة :

$$E = \frac{\text{عدد الطبقات} * \text{وزن المطرقة} * \text{ارتفاع سقوط المطرقة} * \text{عدد الطرقات لكل طبقة}}{\text{حجم القالب}} \quad \ldots\ldots (1)$$

حيث E طاقة الرص المصروفة على واحدة الحجم [7] .

إن طاقة الرص تتحكم بمحتوى الرطوبة المثالي والوزن الحجمي الجاف الأعظمي لتربة معينة فإذا زادت طاقة الرص يزداد الوزن الحجمي وتتناقص الرطوبة المثالية ، الشكل (1) .

4- تأثير وجود نسبة من الأملاح على الرمل:

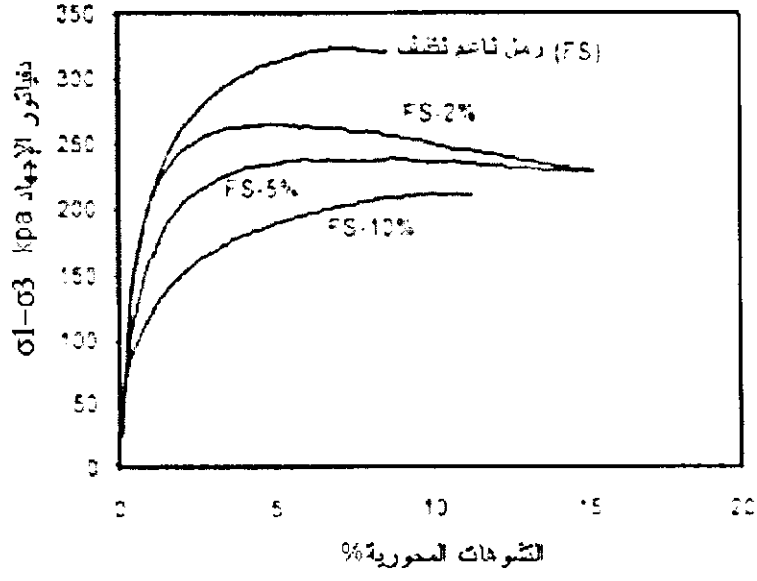
إن الخواص الميكانيكية ترتبط في الواقع بالتركيب البنيوي للتربة micro structure كما ترتبط بالتركيب الهندسي للحبات الذي يتغير تبعاً للحالة الإجهادية إذ إن قوى القص والقوى الناظمية تنتقل عبر احتكاك الحبات مع بعضها البعض ، وكذلك فإن العمليات الفيزيائية والكيميائية قد تُحدِث تغيرات في التركيب البنيوي مؤدية إلى تغيرات في المقاومة والتشوه ، حيث أن تغير التركيب البنيوي يمكن أن يحدث مثلاً بسبب الانحلال الجزئي أو تخرب العينات ، وهذه العمليات تخلق تشوهات موضعية مختلفة [10] .

إن الرمال التي تحتوي على ذرات معدنية مختلفة تكون عرضة للتغيرات في الخواص من خلال انحلال جيوكيميائي بطيء للذرات القابلة للانحلال . كمثال على ذلك تحتوي رمال arkosic على 10-25% فلدسبار و75-90% كوارتز ، وخلال تعرضها لسوائل جيوكيميائية فاعلة يمكن أن تظهر تغيرات في سلوك القص حيث أن انحلال الذرات يخلق مناطق موضعية ذات مسامية عالية وبالتالي تتحول هذه الرمال من مادة يحكم سلوكها الاحتكاك بين الحبات إلى مادة قد يكون لها نسبة الفراغ نفسها لكن تحكم سلوكها روابط هشة بين حباتها . ويحدث هذا التغير بسبب التآكل الجيوكيميائي للفلدسبار والذي يقود إلى خلق غضار الكاولنيت والذي يشكل روابط ضعيفة لها حساسية عالية للتشوهات ، والبنية تصبح غير متجانسة أكثر فأكثر ، ولأن هذه العملية تحدث عندما تكون البنية الذرية تحت التحميل ، فإنها تؤدي إلى قوى احتكاك مختلفة ، وبعض درجات التشوه الموضعي غير المنتظم .

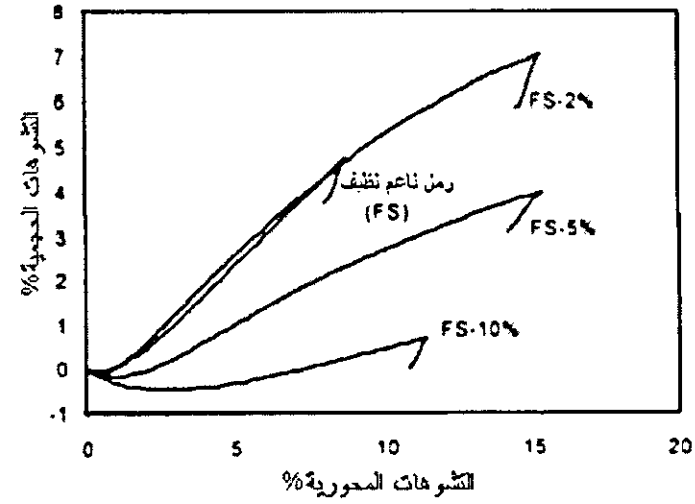
لدراسة هذه الظاهرة قام (M.A.Fam;G.Cascante;M.B.Dusseault 2000) بإجراء برنامج تجريبي على خليط الرمل ــ الملح لإظهار تأثير التشوه الموضعي على الخصائص الميكانيكية لها حيث أجريت تجارب قص ثلاثي المحاور على عينات من الرمل الناعم Fs والخشن Cs وتم توضيح نتائج هذه الاختبارات بشكل مختصر في الأشكال التالية ، وقد تم اختيار ملح ذي حبات أنعم من الرمل للتقليل من التغيرات الحجمية الكلية خلال مراحل انحلال الملح طالما أن الحبيبات الكبيرة تحمل قوى احتكاك كبيرة ، لذلك فإن الذرات الصغيرة يمكن أن تزاح بواسطة الانحلال دون تغيرات موازية في الحجم الكلي . ونلخص نتائج تجارب القص ثلاثي المحاور في الجدول (2) :

رقم التجربة	الوزن الحجمي الجاف الأولي gr/cm^3	نسبة الفراغ المقاسة قبل الإشباع	نسبة الفراغ الأولية بعد الإشباع	نسبة الفراغ النهائية (عند نسبة تشوهات % 5)	$\sigma_1-\sigma_3$ kpa عند الانهيار	$\Phi'(°)$
CS	1.61	0.65	0.65	0.7	321	41.2
CS-2 %	1.61	0.64	0.68	0.72	297	39.8
CS-5 %	1.59	0.65	0.75	0.76	230	35.7
CS-10 %	1.59	0.63	0.83	0.82	173	30.3
FS	1.54	0.72	0.72	0.76	314	40.3
FS-2 %	1.61	0.68	0.72	0.76	266	38.0
FS-5 %	1.61	0.7	0.8	0.82	234	35.8
FS-10 %	1.61	0.65	0.85	0.84	188	31.7

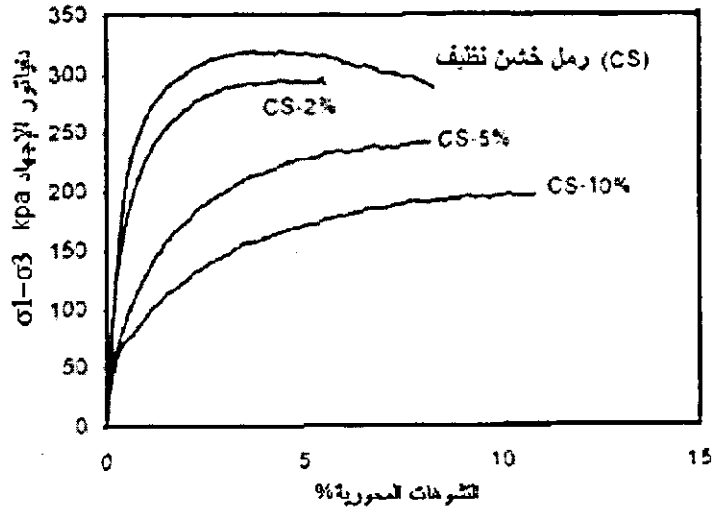
الجدول (2)



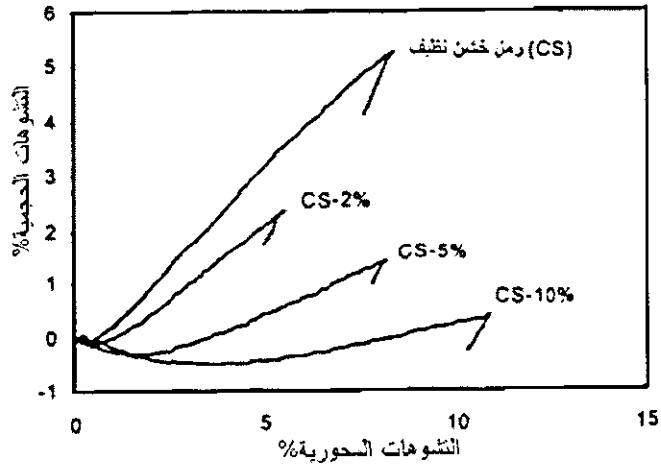
الشكل (4) a



الشكل (4) b



الشكل (5) a



الشكل (5) b

مواصفات المواد المختبرة :

الرمل الناعم FS	الرمل الخشن CS	الملح المستخدم
D50=0.55mm	D50=0.82mm	D50=0.35mm
G=2.65	G=2.65	G=2.16

كما أن الرمل الناعم والخشن ذو تدرج حبي جيد و حباته مزوّاة (ذات زوايا) ، والملح المستخدم ذراته ناعمة ومجففة بواسطة الهواء .

نلاحظ من الشكلين (4) و (5) أن الرمال النظيفة لها مقاومة قص عالية مقارنة مع الرمال الخليطة (بعد انحلال الملح) ، حيث تتناقص زاوية الاحتكاك من 41 إلى 30 ، كما أن التغير من التمدد في الرمال النظيفة إلى التقلص في الرمال الخليطة واضحة في الأشكال .

ونعرّف هنا معامل الحالة Ψ حسب (Been and Jefferies 1985) كما يلي :

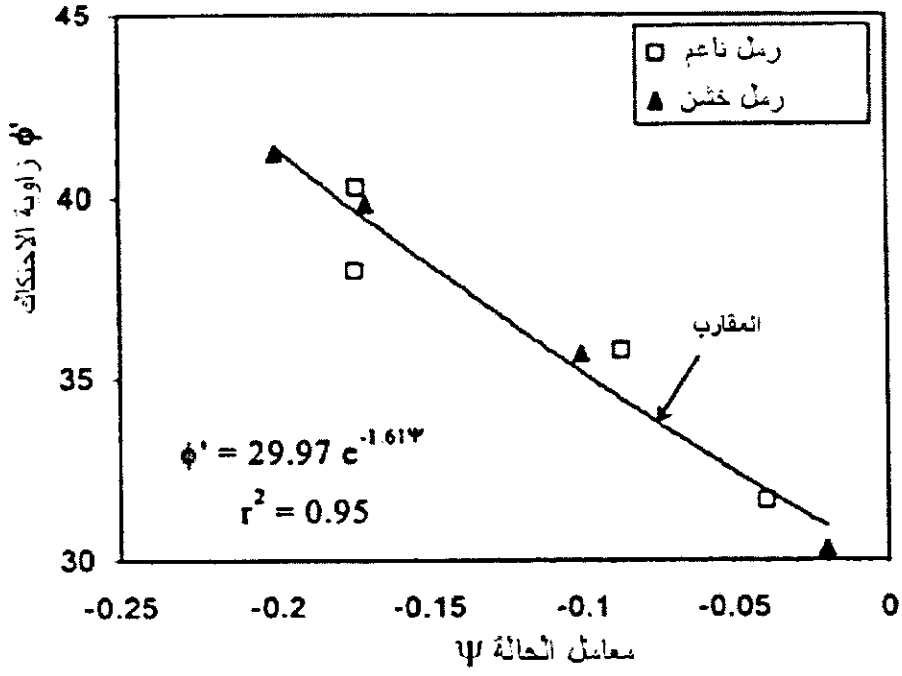
$$\Psi = e - e_{ss}$$

e نسبة الفراغ قبل القص .

e_{ss} نسبة الفراغ عند شروط الحالة الثابتة .

(و يجب الإشارة إلى أن شروط الحالة الثابتة هنا هو وصول التربة إلى وضع تستقر فيه نسبة الفراغ أي عند تمام انحلال الملح) .

ونلاحظ هنا أنه كلما كبر معامل الحالة كلما كبر التشوه المطلوب للحصول على شروط الحالة الثابتة ، كما نلاحظ أنه بدراسة تغير زاوية الاحتكاك Ó كتابع لـ Ψ ورسمه بيانياً في الشكل (6) يظهر جلياً أنه كلما كبر معامل الحالة كلما تناقصت قيمة زاوية الاحتكاك .



الشكل (6)

تغير معامل الحالة تبعاً لزاوية الاحتكاك

وبشكل عام فإن النتائج النهائية أظهرت أن النقصان في زاوية الاحتكاك يصل إلى حوالي 26% من أجل خليط بنسبة 90% رمل إلى 10% ملح وذلك بعد انحلال الملح، كما أن قيم سرعة أمواج القص التي تعبر عن نسبة الفراغ تتناقص إلى حوالي 25% خلال الانحلال، كما تكون التغيرات في عينات (الرمل- الملح) الناعمة أقل منها في العينات خشنة الحبات. كل ذلك يدعونا إلى التأكيد على استخدام رمال نظيفة خالية من الأملاح في كافة التطبيقات الهندسية خشية حدوث تشوهات حجمية غير ملاحظة وبالتالي تناقص في مقاومة القص قد تكون بأرقام كبيرة نسبياً.

ونشير أخيراً إلى أن هناك عوامل أخرى تؤثر على الرص بشكل أقل أهمية كدرجة الحرارة التي تلعب دوراً هاماً في رص الترب ذات المحتوى الغضاري المرتفع، كما أن المناخ وحركة المرور على الطرقات أيضاً لها تأثير هام في تغير الكثافة مع الزمن ، فالسدود الترابية تحتفظ بدرجة رصها ما لم تخضع لشروط غير اعتيادية ، أما أجزاؤها الخارجية فتتعرض لترطيب وتجفيف فصلي وإلى صقيع أحياناً وهذه التغيرات المناخية يمكن أن تؤدي إلى تغيرات مؤقتة أو دائمة في رطوبة التربة وبالتالي تغيرات مرافقة في الوزن الحجمي . وأكثر الترب تأثراً بهذه التغيرات هي الترب ذات القابلية العالية للتغيرات الحجمية من تقلص وتمدد وغالباً هي الترب الغضارية ، بينما تحتفظ الترب الحصوية أكثر بدرجة رصها عند تعرضها للظروف المناخية . من جانب آخر فإن السير الكثيف فوق الطرقات والمطارات يمكن أن

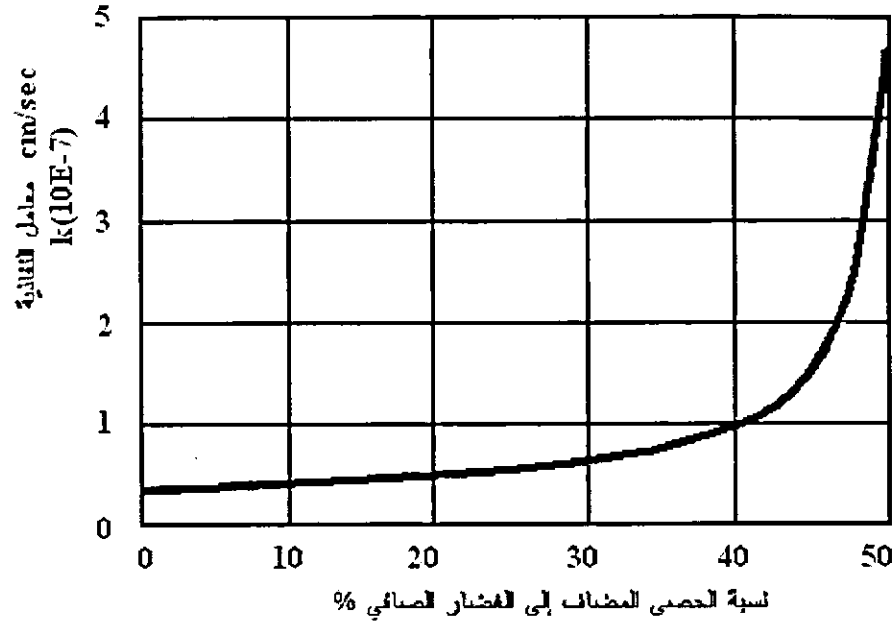
يؤدي إلى زيادة في الوزن الحجمي أكثر من الوزن الحجمي التصميمي أثناء الإنشاء ، وبشكل عام فإن الحماية المستقبلية للترب بعد الإنشاء لها تأثير هام على ديمومة الرص .

II-4: تحسين فاعلية الرص في ترب ردميات السدود :

إن فاعلية الرص تزداد كلما كانت التربة جيدة التدرج الحبي وهذا لا ينطبق على جميع أنواع الردميات في الطرق ومهابط الطائرات فقط بل يتعداها إلى أعمال ردميات نوى السدود الترابية ، لذلك لابد من الإشارة إلى الأبحاث التي أجريت على العديد من السدود لدراسة جدوى إضافة المواد الخشنة إلى الغضار اللدن كتلك التي أجريت على سد karkheh في إيران وذلك لتفادي المشكلات الممكن حدوثها عند إنشاء النواة من الغضار اللدن الصافي والتي تتلخص بما يلي :

- إن اختلاف الصلابة بين مواد النواة والغطاء لا زال يسبب اختلاف قيم الهبوطات بين هذين النطاقين والذي يعتبر أحد أهم المشكلات في السدود الترابية .
- إن نشوء ضغط ماء المسام خلال مرحلة الإنشاء هو في النواة أسرع نسبياً وتبدده أبطأ .
- إن إجراء الرص لتعبئة النواة طويل وحساس نسبياً كما إن جهود الرص كبيرة نسبياً .

هذا ونشير إلى أنه ولتقليص السلوك المتباين بين النواة والغطاء في السدود الترابية تمت الدراسات على نسب مختلفة من حصى / غضار 70/30 ـ 60/40 ـ 50/50 وهذه المادة أطلق عليها الغضار المخلوط (Mixed-Clay) ، وتبين أن النسبة المثالية هي إضافة 40% حصى إلى الغضار اللدن الصافي بشكل متجانس [11] .



الشكل (7)

تأثير إضافة الحصى على معامل نفاذية الغضار

وأكـدت هذه الأبـحاث المكثفة أن الغضار المخلوط لديه قـدرة أكـبر علـى أداء الأغـراض والأهـداف المطلوبـة مـنه كنواة للسـدود الترابيـة مقارنـةً مع النواة الغضاريـة الصافيـة ، كما تبيـن نتيجـة استخدام هذه المـادة في سد karkheh الضـخم الذي بني مؤخراً فـي الشـمال الغربي من إيران أنه بالرغـم من كونـه أدى إلى زيادة نفاذيـة النواة الشكل (7) ، لكنـه فـي الوقت نفسـه أدى إلى إنقـاص هـبوط الـنواة بنسـبة 30% وإنقـاص ضـغط مـاء المسـام بمقـدار 33% .

II-5: التنبؤ بخواص الرص للترب ناعمة الحبات:

إن الرص يلعب دوراً هاماً في إنتاج تربة ذات كثافـة عاليـة وكتيمـة نسبياً وبالتالي التخفيف مـن إمكانيـة تخريبها بالمياه الجوفيـة ، كما يلعب دوراً في إنقاص قيم الهبوط وتزايد مقاومـة القـص ، وباعتبار أن تجربة بركتور أصبحت إحدى أهم الوسائل لتعيين الوزن الحجمـي الجـاف الأعظمـي γd_{max} والرطوبة المثالية للتربة OMC ، إلا أنها تأخذ وقتـاً وجـهداً معتبرين [4] ، وبالنظر إلـى الحاجـة إلى كميات كـبيرة من الـترب والمناطق للحفـر وإجـراء الاختبـارات اللازمـة عليهـا لاحـتمال اسـتخدامها كمواد رص فإن اختبارات أخرى بسـيطة قد تؤدي الـغرض نفسـه (أي

دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	دراسة تأثير طاقة الرص على الخواص الميكانيكية لعدة أنواع من الترب
المؤلف الرئيسي:	يونس، عائدة
مؤلفين آخرين:	تقلا، محمد(مشرف)
التاريخ الميلادي:	2006
موقع:	حمص
الصفحات:	1 - 123
رقم MD:	576512
نوع المحتوى:	رسائل جامعية
اللغة:	Arabic
الدرجة العلمية:	رسالة ماجستير
الجامعة:	جامعة البعث
الكلية:	كلية الهندسة المدنية
الدولة:	سوريا
قواعد المعلومات:	Dissertations
مواضيع:	خواص التربة ، الخواص الميكانيكية ، الامتصاص ، طاقة الرص ، الهندسة الإنشائية
رابط:	https://search.mandumah.com/Record/576512

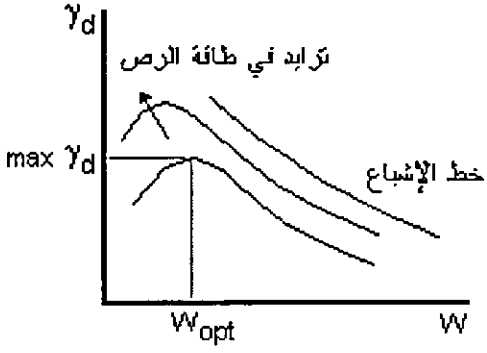
© 2020 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

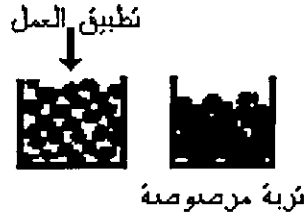
المنارة للاستشارات
www.manaraa.co

الجمهورية العربية السورية
جامعة البعث
كلية الهندسة المدنية
قسم الهندسة الجيوتكنيكية

دراسة تأثير طاقة الرص على الخواص الميكانيكية لعدة أنواع من الترب

بحث أعد لنيل درجة الماجستير في الهندسة الجيوتكنيكية





إعداد

الطالبة المهندسة : عائدة يونس

إشراف

الدكتور المهندس : محمد تقلا
أستاذ في كلية الهندسة المدنية