

دراسة تأثير طريقة الرص على الخصائص الهندسية لتربة طينية انتفاخية

علي حسين البياتي إبراهيم محمود الكيكي خولة احمد الجواري انس فخري قاصد
أستاذ مساعد مدرس مساعد مدرس مساعد مدرس مساعد

جامعة الموصل- كلية الهندسة

الخلاصة

يتناول البحث دراسة تأثير طريقتي الرص (الساكن والديناميكي) على صائص الهندسية لتربة طينية عالية اللدونة (CH) مختارة من مدينة الموصل.

أظهرت النتائج أن وحدة الوزن الجاف للتربة بطريقة الرص الساكن اكبر منها للرص الديناميكي، في حين وجد العكس بالنسبة للرطوبة المثلى. إن قيم كل من قوة الانضغاط غير لمحصور، معاملات قوة قص التربة الفعالة (σ', σ) ، قوة الشد غير المباشر ونسبة التحمل الكاليفوريني (CBR) بطريقة الرص الديناميكي ا نه نتائج فحص الانتفاخ بينت إن نسب وضغط الانتفاخ للتربة المسبوكة بطريقة الرص الساكن اكبر منه للرص الديناميكي. كما أظهرت نتائج فحص الانضمام إن كل من دليل (c_v) للتربة المسبوكة بطريقة الرص الديناميكي اكبر منه (c_c) في حين معامل النفاذية بطريقة الرص الديناميكي نه من جانب آخر، بينت نتائج فحوصات الفتات والركود والتقب (Pinhole test) إن التآكل الداخلي للتربة المسبوكة بالرص الديناميكي اقل منه للتربة المسبوكة بالرص الساكن. وجد من طريقة ورق الترشيح ومنحنيات خاصية التربة-الماء إن طريقة الرص ليست لها تأثير على اجهادات مص التربة. أخيراً، تم التوصل إلى أفضل العلاقات الرياضية بين خصائص التربة الهندسية للتربة المسبوكة بطريقتي الرص. الكلمات الدالة: التربة الطينية، بنية التربة، مقاومة القص، التغير الحجمي، الخواص الهيدروليكية.

Studying The Influence Of Compacting Method On The Engineering Properties Of Expansive Clayey Soil

Ali H. Al-
Bayati

Ibrahim M. Al-
Kiki

Khawla A. Al-
Juari

Anas F.
Qassid

College of Engineering – University of Mosul

Abstract

This study deals with the effect of two methods of compaction (static compaction (S.C.) and dynamic compaction (D.C.)), on the

engineering properties of high plasticity clayey soil (CH) selected from Mosul city.

Results showed that maximum dry density of soil compacted by static method is higher than that compacted by dynamic method. But the inverse was obtained for optimum moisture content. Unconfined compressive strength, effective shear strength parameters (,), splitting and California Bearing Ratio (CBR) for soil compacted by dynamic method has higher values than that compacted by static method.

Swelling pressure and free swell tests gave higher values under static compaction method. But the values of compression index and coefficient of consolidation using dynamic compaction method gave higher values.

On the other hand, the results of crumb, slackening and pinhole tests showed that the internal erosion of soil compacted by dynamic method are less than that compacted by static method. From filter paper method and soil water characteristic curves showed that compaction methods had no effect on soil suction. Finally, statistical models between engineering properties for soil compacting by two methods were obtained.

قبل في 2007/11/27

أستلم في 2005/5/30

عند تصميم وتنفيذ أي مشروع هندسي وخاصة في المشاريع الهندسية الكبيرة، اولويات ومتطلبات البدء بتنفيذه هي اعمال التسوية الترابية قطع ، وهذه الاعمال تحتاج الى الرص التي لا يخلوا منها أي عمل هندسي تقريبا ، لذلك فان اعمال الرص من الامور المهمة والضرورية . طريقة لعب دورا رئيسيا في تحديد خصائص التربة المقام عليها او المؤلف منها المشروع الهندسي كالابنية والسداد الترابية وغيرها . كما ان الاختيار الصحيح لإحد ق الرص دون الطرا وحسب طبيعة المشروع الهندسي التي تتطلب خاصية معينة له مردودات ايجابية واقتصادية على طول عمر المنشأ [10] [11].

يعرف الرص بانه عملية زيادة كثافة التربة وذلك بطرد الهواء من فجواتها بهدف تحسين خصائصها وخاصة ما يتعلق بقوة التحمل والنفاذية وغيرها. تتم عملية الرص بتسليط اثقال قد تكون ساكنة او متحركة بالإضافة الى الطرق والاهتزاز او العجن، ولاهمية الطريقتين الاوليتين فقد تم استخدامهما في البحث. حيث يعتبر الرص الديناميكي من اقدم ق ويتضمن وضع التربة في قالب اسطواني ومن ثم تعرضها الى عدد معين من طارق خاصة تبعا لكمية الطاقة المطلوبة في الرص. اما الرص الساكن فيتضمن تعريض التربة الى ضغط ساكن وذو قيمة محددة وهي داخل قالب الرص [9].

ان لطريقة الرص تأثير كبير في تحديد بنية (ترتيب حبيبات التربة) بعد عملية الرص ومن ثم على الخصائص الهندسية للتربة. لذلك أجرى الباحثين دراسات عديدة لتوضيح تأثير طريقة الرص على خصائص التربة الهندسية، فقد درس Seed and Chain [16] مقارنة تأثير طرائق الرص بالحمل الساكن والصدمي والعجن على خصائص لانتفاخ ومقاومة الانضغاط غير المحصور. Olsen and Attom et al [5] [14] Mesri مقارنة تأثير الرص الساكن والديناميكي والعجن على خصائص الانتفاخ . Todd [20] Mitchell [13] .

الخصائص الهندسية للتربة الطبيعية او الترب المرصوة في الاعمال الانشائية وخاصة في تحديد كمية المياه المتسربة خلال المنشآت الهيدروليكية فضلا عن تحديد اتجاه وحركة المياه الجوفية خلال طبقات التربة.

ان الهدف الرئيس لهذه الدراسة، ايجاد تأثير طريقتي الرص الساكن والديناميكي اللتان ن من اكثر طرائق الرص شيوعا على الخصائص الهندسية لتربة طينية انتفاخية من مدينة الموصل، حيث درست خواص الرص للتربة، قوة الانضغاط غير المحصور، قوة الشد غير المباشر، نسبة التحمل الكاليفورني، خصائص الانتفاخ والانضمام للتربة بالاضافة الى الخصائص الهيدروليكية للتربة وتشمل التسرب النفاذية.

2 - المواد المستخدمة وطرائق العمل

1-2-1 المواد المستخدمة:

1-1-2 التربة:- استخدمت نماذج مشوشة من تربة طينية ومن عمق (1.0 m) سطح الأرض من منطقة اليرموك في مدينة الموصل. (1) يبين الخصائص الدليلية والكيميائية لهذه التربة، حيث صنفت على انها تربة طينية غير عضوي ذات لدونة عالية وتحتوي على نسبة عالية من الغرين (CH). كما إن الكثافة الجافة الموقعية والمحتوى نتائج التحليل المعدني لهذه التربة (15%, 16.0 kN/m³)

مبينة في الشكل (1)، شملت مكونات التربة المعدنية على المعادن الطينية الرئيسة وهي طبقات مختلط من (المونتموريلونايت + الكلورايت) والكلورايت فضلا عن الباليكورسكايت، المعادن الطينية الثانوية تتكون من الايلايت والكاؤولينايت. أما المعادن غير الطينية شملت الكوارتز والكالسايت.

2-1-2 الماء :- استخدم في هذه الدراسة ولكافة التجارب الماء الاعتيادي باستثناء تجارب الخصائص الدليلية والفحوصات الكيميائية للتربة فقد استخدم الماء المقطر.

2-2 إعداد النماذج للفحص:

تم إعداد برنامج عمل لإجراء الفحوصات المختبرية على نماذج من تربة منطقة اليرموك، حيث جففت التربة لمدة يومين في فرن كهربائي بدرجة حرارة (60°C)، أضيف الماء كنسبة من الوزن الجاف إلى التربة، وضعت في عبوات بلاستيكية وتركت لمدة 24 . تم إعداد مجموعتين من نماذج التربة، المجموعة ا

بطريقة الرص الساكن، تتضمن عملية الرص تسليط ضغط ساكن ذا قيمة محددة من الأعلى [9]. اما المجموعة الثانية سبكت النماذج بطريقة

الرص الديناميكي وحسب المواصفة (ASTM D 1557-79).

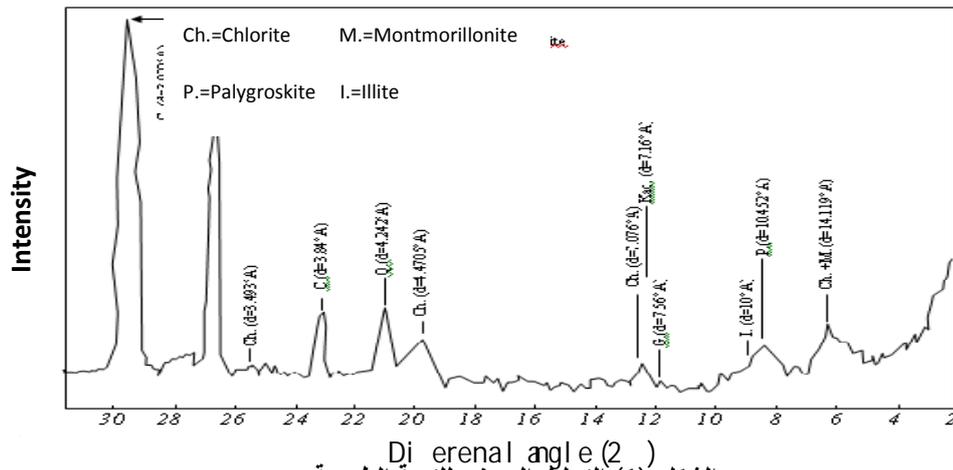
(1) * الخصائص الدليلية للتربة الطبيعية المستخدمة في البحث

51	حد السيولة (L.L) %
24	(P.L) %
27	دليل اللدونة (P.I) %
14.6	(L.S) %

2.72	(Gs)	
CH	حسب نظام التصنيف الموحد (U.C.S.)	تصنيف
Group= A-7 Sub Group=A-7-6	تصنيف الجمعية الأمريكية للطرق (AASHTO C.S.)	
3	4.76 < %	التحليل الحبيبي
12	4.76 ≥ % > 0.074	
45	0.074 ≥ % > 0.002	
40	0.002 ≥ % الطين	
0.71	(Activity)	الفعالية
1.3	%	الكيميائية
1.46	نسبة المواد العضوية %	
0.3	املاح الكبريتات (SO ₃) %	
2.25	الاملاح الذائبة الكلية (T.S.S) %	
8.54	الرقم الهيدروجيني (pH -value)	
28	سعة التبادل الايوني (C.E.C) (meq/100 mg of soil)	

وهكذا لبقية الفحوصات.

● كل نتيجة تمثل



الشكل (1) التحليل المعدني للتربة الطبيعية

3-2 الفحوصات المختبرية:

وصولاً لهدف البحث أجريت العديد من الفحوصات الهندسية، الجدول (2) يبين هذه الفحوصات والمواصفات التي أعتمد عليها بالإضافة إلى أبعاد النماذج .
تعتبر طريقة ورق الترشيح طريقة غير مباشرة لقياس إجهاد المص الكلي (Total Suction) والمص النسيجي (Matric Suction) على نماذج مسبوكة بطريقتي الرص عند وحدة الوزن الجاف (17.1 kN/m^3) ومحتوى رطوبي متغير (% 8, 11, 13, 15, 17, 19, 23). حفظت النماذج داخل عبوات زجاجية أغلقت بطريقة محكمة، تركت النماذج لفترة توازن (14) يوماً بدرجة حرارة ($24^\circ\text{C} \pm 1$) [12]. استخدم ورق ترشيح S&S Round Filter No.589³ (55mm). تستخدم هذه الطريقة لسهولة لسهولة الفترة الزمنية القليلة لإجراء الفحص (7 ايام على الاقل ASTM D5298-03) بالإضافة إلى إمكانية قياس مدى واسعاً من قيم إجهاد المص (10^6-0) كيلوباسكال.

	(mm)			
200 & 2000) (psi)	D=152.4 H=203.2	[9]		طريقة الديناميكي
(قياسية ومعدلا)	D=50 H=100 D=102 H=117 D=152.4 H=114.3	ASTM D 1557- 79		
	D=51 H=102	ASTM D 2166-68	مقاومة الانضغاط غير	غير
(0.02mm/min.)	60x60x20	ASTM D 3080-72		
	D=63.5 H=101.6	ASTM D4123-28	(Splitting)	
	300x50x50	ASTM D 1632-96	(Bending)	

	D=152.4 H=114.3	AASHTO T193-72	نسبة التحمل الكاليفورني (CBR)	
	D=63.5 H=19	ASTM D 2435-80		
		ASTM D 4546-91		
	D=51 H=102	ASTM EM 1110- 2-70		
		[15]		
(4mm) (30 min.)	D=106 H=117	(WES) EM 1110- 2-80	(Pinhole)	
الانضمام ايضاً	D=63.5 H=19	Variable head method [9]	النفاذية	
	D=63.5 H=25.4	ASTM D 5298-03	ورق الترشيح	اجهادات
	D=30 H=12	[8]		

(2) الفحوصات المختبرية ومواصفاتها القياسية وابعاد النماذج

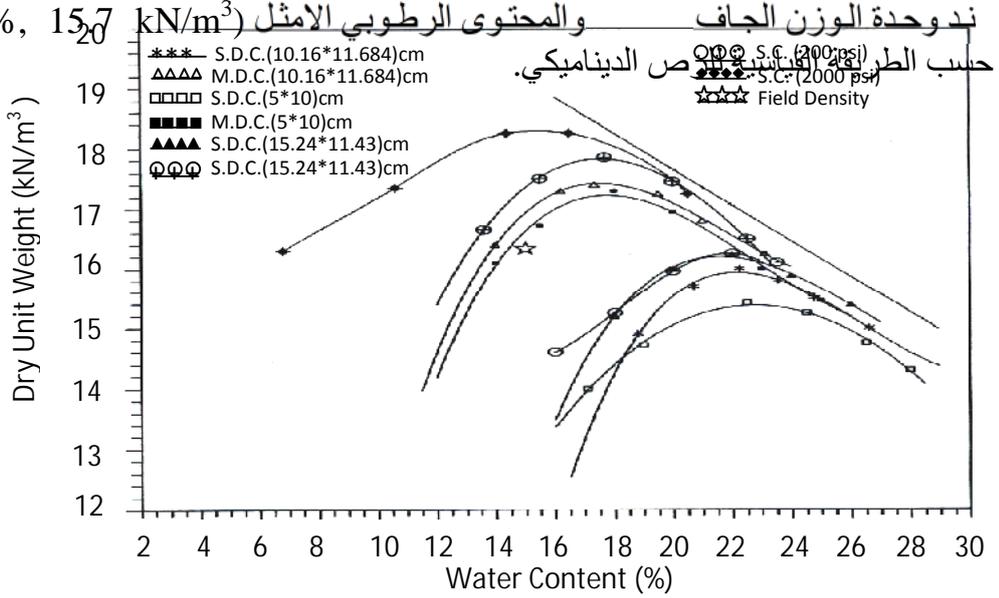
3 - النتائج والمناقشة

3-1 تأثير طريقة، طاقة وقطر اسطوانة الرص على خصائص الرص:

(2) (3) يبينان خصائص رص التربة باستعمال الرص الديناميكي بالطاقة القياسية والمعدلة مع اختلاف حجم الاسطوانة طريقة الرص الساكن. بين النتائج ان وحدة الوزن الجاف بطريقة الرص الساكن كانت اعلى منها طريقة الديناميكي، فإنها تتناسب عكسيا مع وحدة الوزن الجاف. تأثير محدود العظمى، حيث تزداد بزيادة الاسطوانة بينما

[9].

ولدراسة تأثير طريقة الرص على الهندسية الطينية، سبكت مجموعتين من النماذج بطريقتي الرص الساكن والديناميكي عند نفس وحدة الوزن الجاف (18%, 17.1 kN/m³) حسب الطريقة المعدلة للرص الديناميكي لدراسة مقاومة الانضغاط غير المحصور وقوة القص المباشر وقوة الشد غير . أما النفاذية والانضمام والتاكل الداخلي للتربة فقد حضرت النماذج ندوحدة الوزن الجاف والمحتوى الرطوبي الامثل (22.5%, 15.7 kN/m³)



الشكل (2) العلاقة بين المحتوى الرطوبي والكثافة الجافة للتربة الطبيعية (منحنيات الرص)

(3) تأثير طريقة الرص وابعاد اسطوانة

طريقة	(mm)	(%)	(kN/m ³)
الديناميكي (D.C.)	50 x 100	القياسية	15.1
			22.5
	102x117	القياسية	16.9
			18.0
	152.4x114.3	القياسية	15.7
			22.5
152.4x203.2	200 Psi	17.1	
	2000 Psi	18.0	

2-3 تأثير طريقة الرص على بنية التربة:

(3) يوضح صور لنماذج التربة المسبوكة بطريقتي الرص عند نفس الكثافة (4) يمثل صور بالمجهر الضوئي، يتضح إن النماذج المسبوكة ديناميكيا تمتلك فراغات كثيرة ولكنها صغيرة وغير متصلة إضافة إلى طريقة رزم وترتيب الحبيبات بصورة متقاربة نتيجة للجهد المبذول عند الدق. أما النماذج المسبوكة بالحمل الساكن تمتلك هيكل مفتوح (فراغات كبيرة ومتصلة). وهذا يؤكد ما بينه كل من Mitch [13] Seed and chain [16] ان رص التربة بطريقة الحمل الساكن تكوّن بنية متعامدة، لكن عند رصها بطريقة العجن فان بنية التربة تكون متوازية وكما مبين في الشكل (5).

3-3 تأثير طريقة الرص على مقاومة التربة:

1-3-3 مقاومة الانضغاط غير المحصور: ان قيم كل من قوة الانضغاط غير المحصور (qu) (secant E)، دليل الجسائنة/ (Toughness Index (T.I.) [19]) بطريقتي الرص الديناميكي قيمة الانفعال عند الفشل (ϵ_f)، بينت ان
 ها
 ة بطريقتي الرص الساكن وكما مبين في الجدول (4) والشكلين (6) (7) .
 سبب ذلك يعود الى بنية التربة، حيث تترتب حبيبات التربة بشكل (Dispersed) بالرص الديناميكي بينما بالرص الساكن تترتب بشكل متعامد (Flocculated)، هذا ما يجعل عدد مناطق التماس للنماذج المسبوكة بالرص الديناميكي اكبر منها بالرص الساكن مما يؤدي الى زيادة قوى التماسك () بين حبيبات التربة وبالتالي زيادة قوة قص التربة [4].

3-3-2 قوة القص المباشر: معاملات قص التربة الفعالة (زاوية الاحتكاك الداخلي الفعالة
(,) بطريقتي صندوق القص، بينت ان بطريقتي
الرص الديناميكي لها بطريقتي الرص الساكن وكما مبين في الجدول
(4) (8).

3-3-3 قوة الشد غير المباشر: بينت الانشطار بطريقتي الفحص
(Splitting Test) (Bending / Flectural test) قوة الشد غير
المسبوكة بطريقتي الرص الديناميكي أكبر منها للنماذج المسبوكة بطريقتي الرص
الساكن، كما مبين في الجدول (4). يعزى ذلك إلى زيادة التداخل بين حبيبات التربة حيث تعمل
على زيادة المساحة السطحية المتلامسة للنماذج المسبوكة ديناميكياً مما يزيد من
التربة كما مبين في الشكل (4).

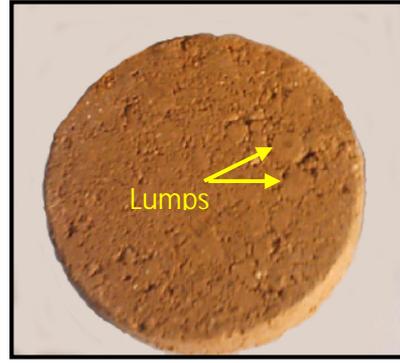
3-3-4 نسبة التحمل الكاليفورني (CBR): يلاحظ من الشكل (9) قيم (CBR)
بطريقتي تزداد مع زيادة الكثافة الجافة والمحتوى الرطوبي للتربة إلى أن
تصل إلى أعلى قيمة عند وحدة الوزن الجاف والمحتوى الرطوبي الأمثل، ثم تنخفض في
الجانب الرطب من منحنيات الرص. كما يتضح ان قيم (CBR) للنماذج المسبوكة بطريقتي
الديناميكي لها للنماذج المسبوكة بطريقتي الرص الساكن وان أكبر زيادة كانت عند
وكما مبين في الجدول (4)، وهذا يدل
على أن بنية التربة لها تأثير كبير على نسبة التحمل الكاليفورني. يعود إلى طريقتي
ترتيب وترصف حبيبات التربة مما قلل من حجم الفراغات وبالتالي أعطت قوة تحمل أكبر مما
عليه في طريقتي الرص الساكن. يعتقد ضغط ماء المسام في التربة ذات البنية المتوازية أكبر
مما هو عليه في التربة ذات البنية المتعامدة [16].

3-4-4 تأثير طريقتي الرص على التغير الحجمي للتربة:
3-4-1 خصائص الانتفاخ للتربة: اجري فحص الانتفاخ الحر وضغط الانتفاخ على نماذج
مسبوكة بطريقتي الرص عند وحدة الوزن الجاف
جهاز فحص الانضمام. وجد أن نسب وضغط الانتفاخ للنماذج المسبوكة بطريقتي الرص
الديناميكي اقل منه للنماذج المسبوكة بطريقتي الرص الساكن، الجدول (4) يوضح ذلك.
هذه النتائج مع ما توصل اليه [16] Seed and Chain عند استخدامه لطرائق الرص الساكن

(10) يبين أن نسب الانتفاخ تقل عند زيادة المحتوى الرطوبي الابتدائي، كما
يتضح ان الفرق في مقدار الزيادة يقل مع زيادة المحتوى الرطوبي ويتلاشى عند محتوى
(22.7%).

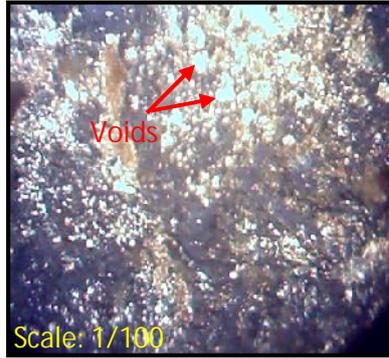


(b) نموذج تربة مسبوك ديناميكية

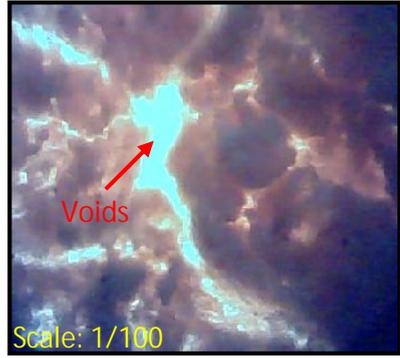


(a) نموذج تربة مسبوك استاتيكية

(3)

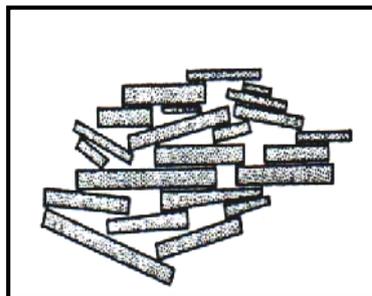


(b) نموذج تربة مسبوك ديناميكية

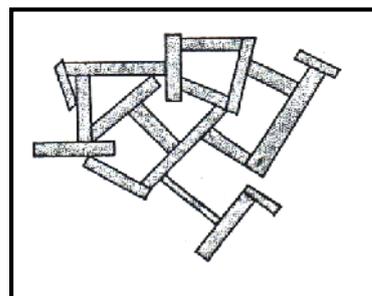


(a) نموذج تربة مسبوك استاتيكية

(4) صور بالمجهر ا



(b) التربة المشتتة Dispersion Soil

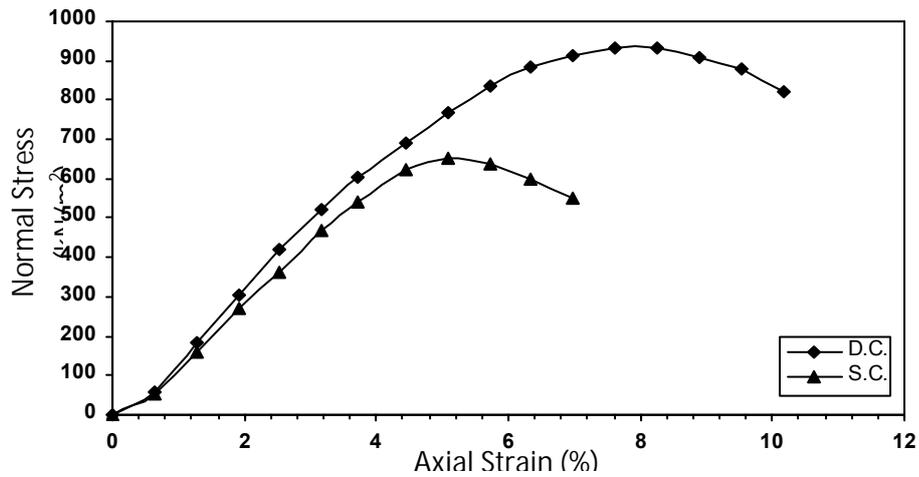


(a) التربة المتبلدة Flocculation Soil

(5) بنية التربة [6]

(4) تأثير طريقة الرص على الخصائص الهندسية للتربة الطينية

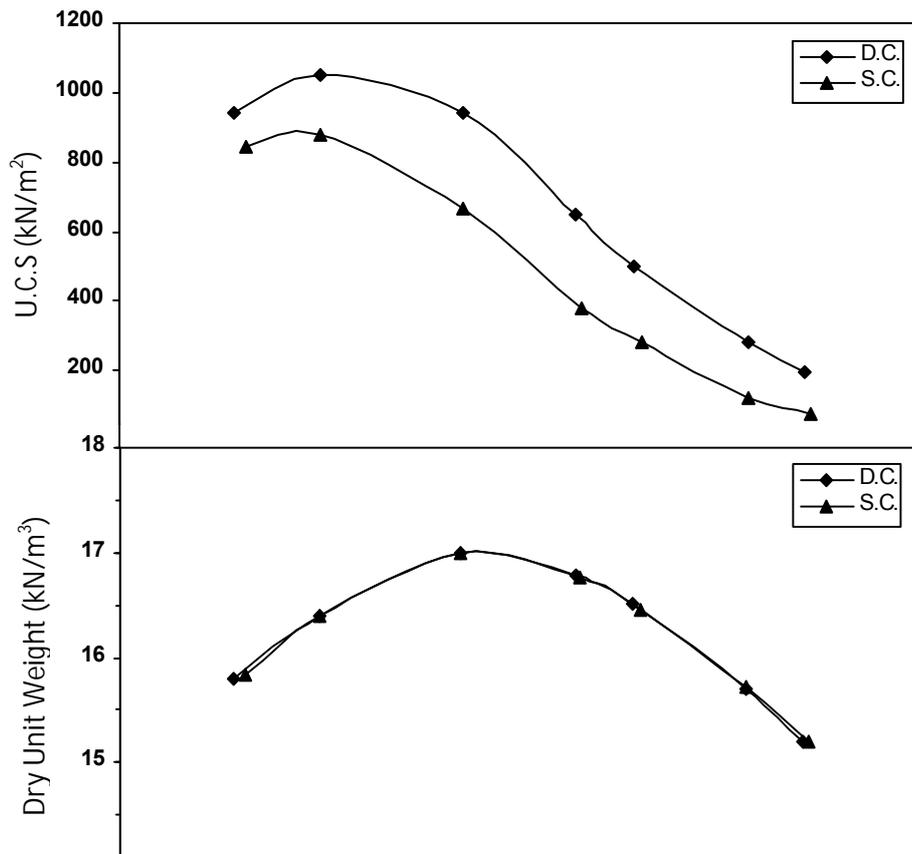
الديناميكي				
930	650	q_u (kN/m ²)	غير المحصور (kN/m ²)	
18×10^5	16×10^5	E (kN/m ²)		
8.0	5.5	ϵ_f (%)		
6.7	4.2	T.I		
49	27.5	(kN/m ²)		
30	23	Degree		
102	76.5	Splitting (kN/m ²)	قوة الشد غير	
172	144	Bending (kN/m ²)		
4.5	3.2	نسبة التحمل الكاليفورني (CBR) (%)		
3.2	4.10	(%)		
177	211	(kN/m ²)		
1.7×10^{-8}	1.2×10^{-7}	معامل النفاذية k (cm/sec)		



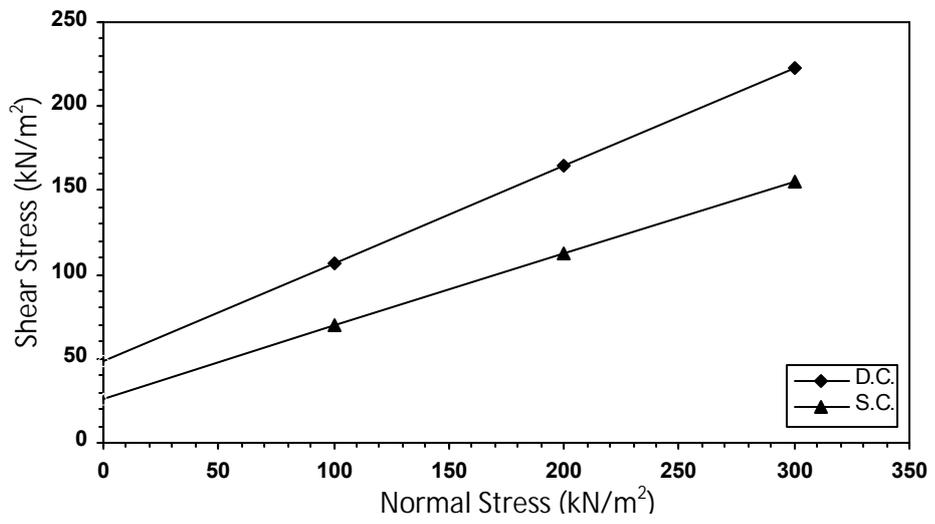
(6) تأثير طريقة الرص على العلاقة بين الاجهاد والانفعال لـ

(11) يبين العلاقة بين الوقت (حيث تمثل النسبة بين الانتفاخ عند أي (، يلاحظ أن التربة تمر بثلاث مراحل أساسية قبل أن تصل إلى الانتفاخ الكامل، حيث تبدأ بمرحلة الانتفاخ الابتدائي (Initial Swelling)، تليها مرحلة الانتفاخ الرئيسي (Primary Swelling) (Secondary Swelling) [1].

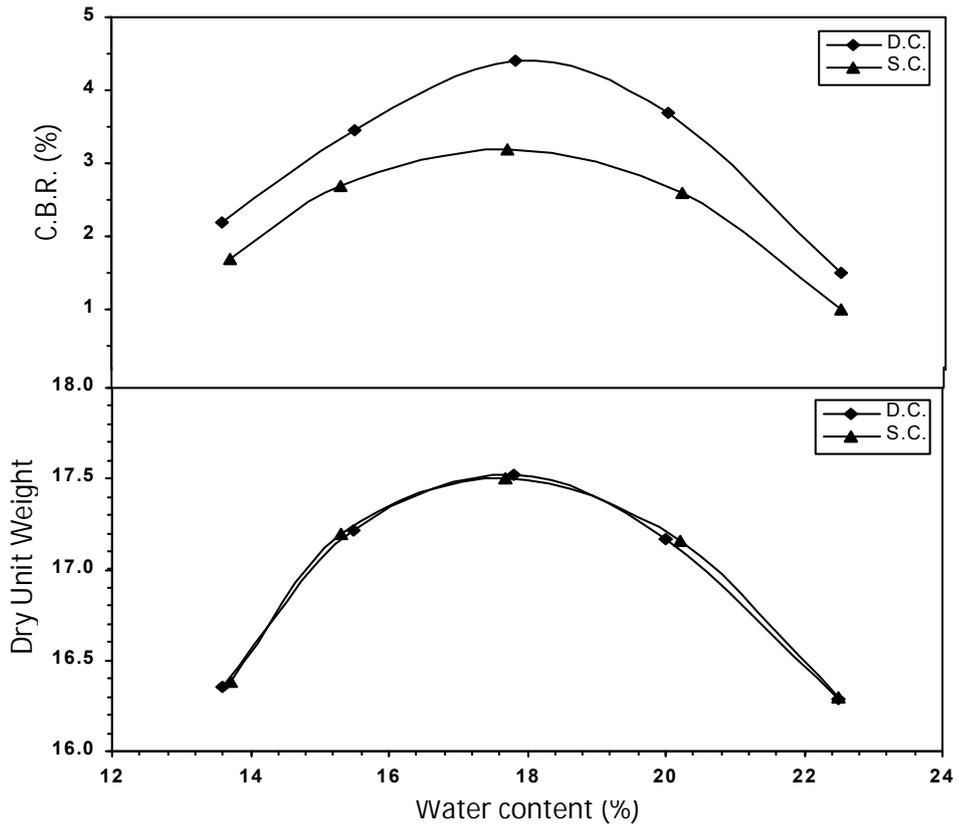
للمناذج المسبوكة بطريقة الرص الساكن كانت اكبر منها للرص الديناميكي، يتضح ان الفرق في مقدار الزيادة يزداد خلال المرحلتين الأولية والرئيسية ويكون كبيراً نسبياً خاصة عند المرحلة الرئيسية، ثم يقل خلال المرحلة الثانوية. (120) يقة الأولى يتحقق (86 25) % من الانتفاخ الكلي للمناذج المسبوكة بالرص الساكن والديناميكي على التوالي. أي بما يعادل اكثر من ثلاثة أمثال الانتفاخ بالرص الديناميكي. وعليه فان المناذج المسبوكة ديناميكياً تحتاج إلى وقت أطول للوصول الى نفس درجة انتفاخ. وهذا يعزى إلى أن حبيبات التربة المسبوكة بطريقة الرص الساكن تترتب بشكل غير منتظم () مما يجعل لها القابلية على الانتفاخ بكافة الاتجاهات، على الرغم من إن حجم الفراغات بين حبيبات التربة أكبر مما عليه في حالة الرص الديناميكي كما مبين ف (4)، وهذا بدوره يسهل عملية إيصال الماء إلى حبيبات التربة. من خلال هذه الدراسة يتضح ان ترتيب حبيبات التربة لها تأثير كبير على خواص الانتفاخ (الانتفاخ الحر).



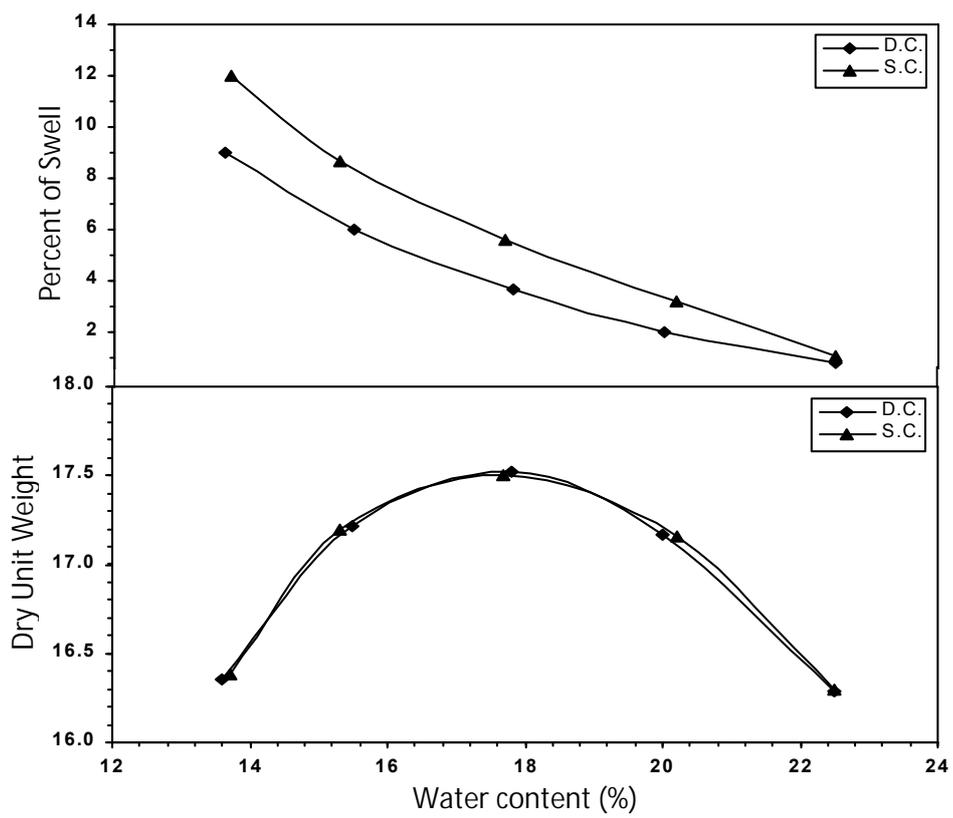
(7) تأثير طريقة الرص على مقاومة الانضغاط غير



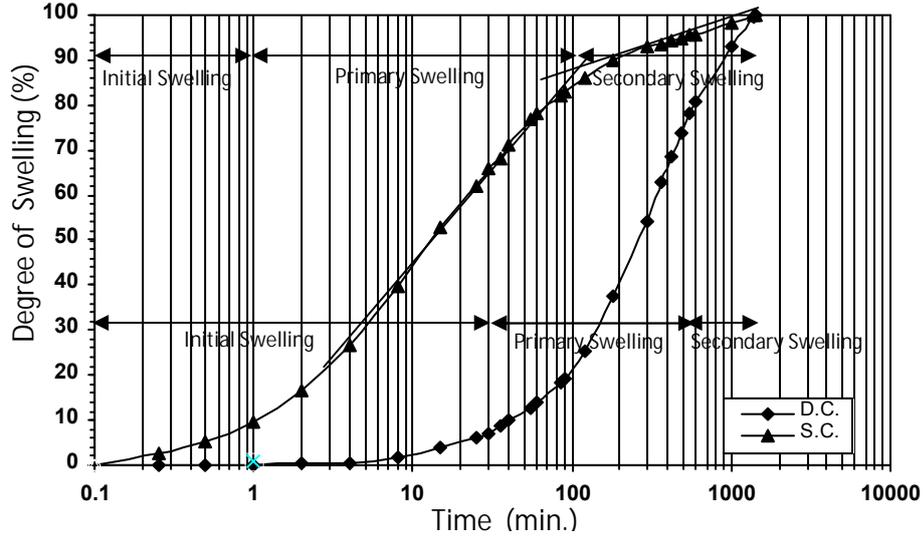
(8) تأثير طريقة الرص على مغلف الفشل ومعاملات قص التربة



(9) تأثير طريقة الرص على نسبة التحمل الكاليفورني للتربة



(10) تأثير طريقة الرص على

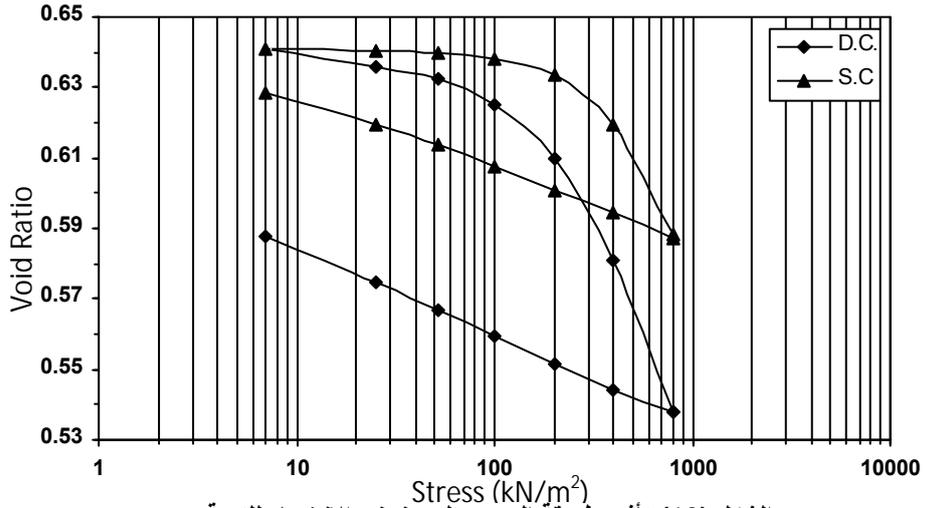


(11) تأثير طريقة الرص على

2-4-3 خصائص الانضمام للتربة: (12) يبين منحنى الانضمام لنماذج تربة مسبوكة بطريقتي الرص عند وحدة الوزن الجاف والمحتوى الرطوبي الامثل. يلاحظ من الجدول (5) والشكل (12) ان كل من دليل الانضغاط (c_c) ومعامل الانضمام (c_v) (معدل قيم معامل الانضمام عند الاجهادات 400 800 كيلونيوتن / cm^2) بطريقتي الرص الديناميكي ا e للنماذج المسبوكة بطريقتي الرص ، يعزى بنية التربة المتوازية بالرص الديناميكي لها قابلية اكبر على الانضغاط تحت تاثير الاحمال من بنية التربة المتعامدة.

(5) تأثير طريقة الرص على خصائص

$K \times 10^{-9}$ (cm/sec)	$c_v \times 10^{-2}$ (cm^2/sec)	c_s	c_c	e_o	طريقة الرص
1.06	0.8	0.024	0.115	0.645	الرص الديناميكي
9.3	0.23	0.031	0.08	0.644	



الشكل (12) تأثير طريقة الرص على منحنى الانضمام للتربة

5-3 تأثير طريقة الرص على الخواص الهيدروليكية للتربة:

1-5-3 التسرب التآكلي في التربة: يعتبر من اهم المشاكل التي تؤدي الى حدوث الانهيارات في السدود الترابية. يحصل التسرب التآكلي نتيجة لعدة اسباب منها الانتكال الداخلي (Internal Erosion). بينت الدراسات والابحاث ان سبب حدوث التسرب التآكلي وانهيارات السدود ناجم عن استخدام نوع من التربة، تسمى بالتربة المتفرقة (Dispersive Soil) [17] [18]. تعتبر حبيبات الطين مسؤولة عن ظاهرة تفرق التربة لذا يعرف بالطين المتفرق (Dispersive Clay) [18]. إن لطريقة الرص تأثير كبير على بنية التربة، وعليه فقد تم دراسة تأثير طريقة الرص على التآكل الداخلي للتربة من خلال اجراء الفحوصات الاتية:

1-1-5-3 فحص الفتات (Crumb Test): غمرت مجموعتان من النماذج المسبوكة بطريقتي الرص الساكن والديناميكي، عند وحدة الوزن الجاف والمحتوى الرطوبي ماثلة لطاقة الرص القياسية في الماء المقطر. لوحظ ان الزمن اللازم لانهيار () النماذج المسبوكة بطريقة الرص الساكن اقل بكثير من النماذج المسبوكة بطريقة الرص الديناميكي وان حصول الفشل كان مفاجئاً. حيث كان زمن الفشل الكلي للمجموعة الاولى (-1.0 0.5 دقيقة، بينما كان للمجموعة الثانية (4.0-5.0) .

2-1-5-3 فحص الركود (Slackening Test): تم إجراء الفحص حسب الطريقة المقترحة [15] (Rahimi) . لوحظ أن كلا المجموعتين من النماذج لم

(/تنهار) كلياً على الرغم من مرور أكثر من سبعة أيام. المسبوكة بطريقة الرص الساكن فقدت حوالي (4-7)% من وزنها، بينما النماذج المسبوكة بالطريقة الديناميكية فقدت حوالي (3-5)% من وزنها.

3-1-5-3 فحص الثقب (Pinhole Test): تم في هذا الفحص استخدام جهاز (pinhole) المصنع حسب ما جاء في (EM 110-2-1906) Engineering manual (1980) والمقترح من قبل (U.S. Army Engineers Water Ways Experiments Station)

(WES)، اجري الفحص على نماذج من التربة مهيئة بنفس الطريقة المذكورة في الفقرة (3-1-4). يلاحظ من الشكل (13) ان كمية التصريف () يزداد مع زي الشحنة للنماذج المسبوكة بطريقتي الرص. ومن الجدير بالذكر، ان كمية التصريف للنماذج المسبوكة بالرص الساكن اكبر منها بالرص الديناميكي، كما ان معدل الزيادة في التصريف للنماذج المسبوكة بالرص الساكن اكبر منه بالرص الديناميكي. ان كمية الانتكال في حالة رص الساكن أكثر من ضعف كميتها في حالة الرص الديناميكي، وهذا يتفق مع ما توصل إليه [7]، عند دراسته لتربة طينية واطئة اللونة (CL).

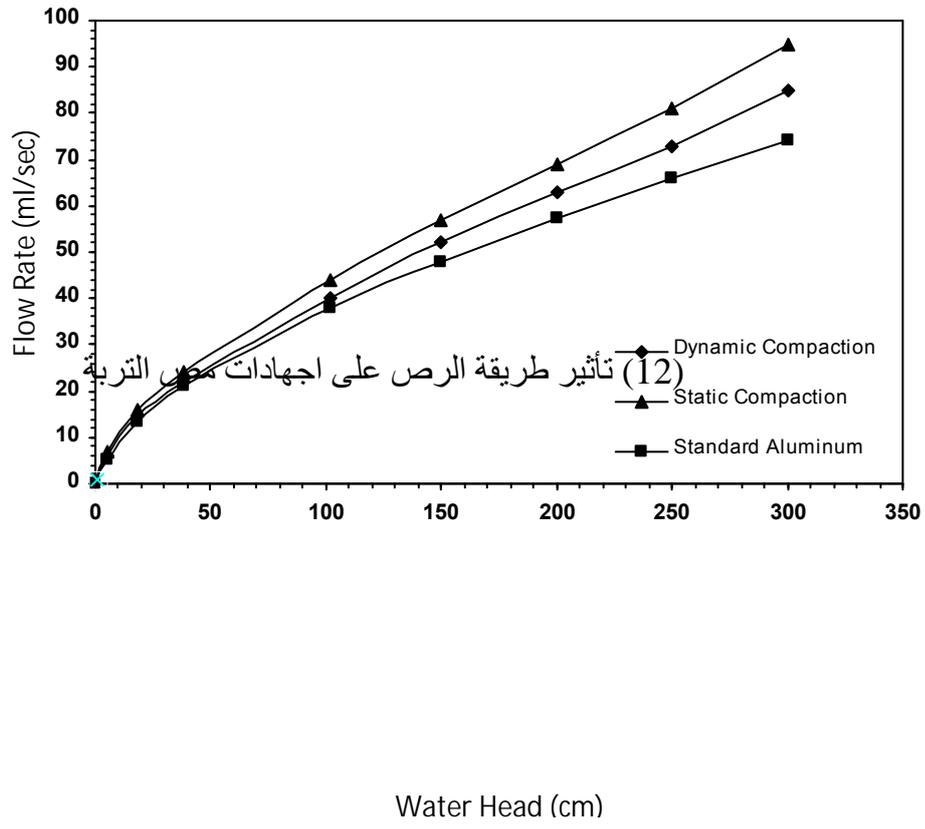
من نتائج فحوصات الفتات والركود والثقب يلاحظ أن الرص الديناميكي يؤدي إلى زيادة مقاومة التربة غير المتفرقة () ، وهذا يعود إلى زيادة المساحة المتلامسة بين حبيبات التربة المسبوكة ديناميكيا مما يؤدي إلى زيادة قوة الربط بين حبيباتها وبالتالي زيادة

3-5-2 تأثير طريقة الرص على اجهادات مص التربة:

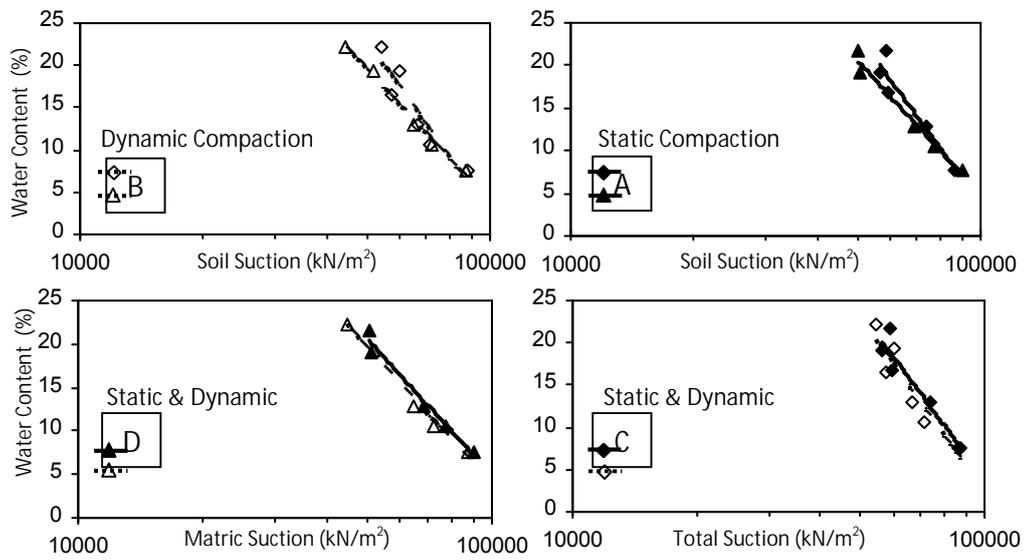
3-5-2-1 طريقة ورق الترشيح: يتضح من الشكل (14) د علاقة خطية تربط بين قيم كل من اجهاد المص الكلي () والنسيجي () للقيم التي تراوحت بين (100000 - 10000 كيلونيوتن/م²) مع المحتوى الرطوبي النهائي للتربة بعد الفحص للنماذج المسبوكة بطريقتي الرص الساكن والديناميكي. حيث تزداد اجهادات المص كلما انخفض المحتوى الرطوبي للتربة، تبين الاشكال (14-A, B) ان هنالك فرق بين اجهاد المص الكلي والنسيجي، والذي يمثل اجهاد المص التناضحي، يعزل الفرق إلى وجود الأملاح الذائبة في التربة. يلاحظ اقتراب قيم المص النسيجي من المص الكلي للتربة وهذا ما يدل على اختفاء المص التناضحي عند القيم العالية من اجهادات المص عند انخفاض المحتوى الرطوبي للتربة.

إلى

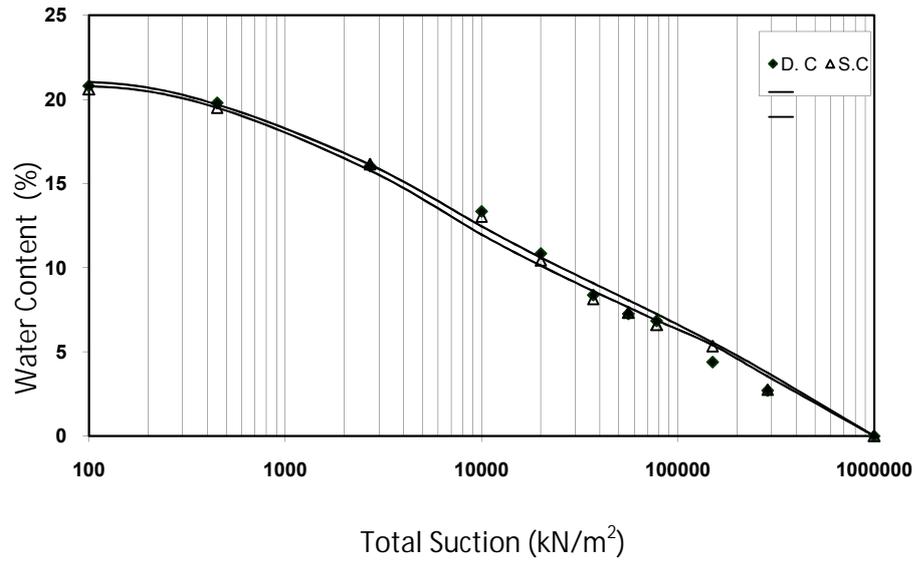
[2] Al-Juari عند دراستها لتربة متداعية خلطت بنسب مختلفة من الترب الطينية. أما فيما يتعلق بتأثير طريقة الرص على قيم اجهادات مص التربة، فقد اجريت مقارنة بين كل من قيم اجهادات المص الكلي والنسيجي للنماذج المسبوكة بطريقتي الرص الساكن والديناميكي. وجد من هذه الدراسة ان طريقة الرص ليس لها تأثير واضح على قيم كل من المص الكلي والنسيجي وكما مبين في الاشكال (14- C, D). وهذا يعود الى وجود فراغات منتشرة صغيرة الحجم ولكنها غير ، (4) مما أدى الى التقليل من قيم اجهادات المص في الرص الديناميكي وجعلها مساوية تقريبا لاجهادات المص في الرص الساكن.



الشكل (13) تأثير طريقة الرص على التسرب التآكلي للتربة



الشكل (14) تأثير طريقة الرص على اجهاد المص الكلي والنسيجي للتربة



منحنى خاصية التربة-

(15) تأثير طريقة ا

3-2-5-2 منحني خاصية التربة-الماء: حضرت نماذج التربة عند وحدة الوزن الجاف والمحتوى الرطوبي الامثل باستخدام طريقتي الرص الساكن والديناميكي. تركزت النماذج لفترة (45) يوماً بطريقة المحلول المشبع و(21) بطريقة الغشاء التند [3]. استخدم برنامج حاسوبي للحصول على ادق تمثيل رياضي لمنحني خاصية التربة- [3]. على معادلات التمثيل الرياضي وهي معادلة كار دنر ومعادلة فانكشتن ومعادلة فردلاندر واكسينك باستخدام طريقة المربعات الاقل ومعامل الارتباط (R^2). النتائج بينت ان معادلات فردلاندر واكسينك كانت افضل المعادلات في دقة تمثيل النتائج العملية. (15) يبين منحني خاصية التربة-الماء للنماذج المسبوكة بطريقتي الرص (بمعدل أربعة نماذج لكل قراءة) يلاحظ ان طريقة الرص ليست لها تأثير واضح على طول المدى الواسع من إجهاد المص (6) يبين المتغيرات (a, n, m) والنتائج الإحصائية وعوامل قيمة دخول الهواء وعوامل الحالة المتبقية.

3-5-3 نفاذية التربة: تم قياس معامل النفاذية لنماذج التربة المسبوكة بطريقتي الرص باستخدام طريقة الارتفاع المتغير، حيث كان جريان الماء عمودياً على نفاذية (k) بطريقة الرص الساكن اعلى منه بطريقة الرص الديناميكي كما مبين في الجدول (4)، أكدت هذه النتائج مع ما تم التوصل اليه عند حساب معامل النفاذية بشكل غير مباشر من فحص الانضمام عند تطبيق معادلة (Terzaghi) كما مبين في الجدول (5). سبب ذلك يعود الى ان حجم الفراغات في التربة ذات البنية نه في التربة ذات البنية المتوازية على الرغم من المسبوكة بطريقتي الرص. هذا ما وضحة صور المجهر الضوئي الشكل (4) (5) [4] [20].

3-6 التحليل الإحصائي (Statistical Analysis):

(SPSS 10) لتحليل النتائج العملية، للحصول على نماذج رياضية للاستدلال على كل من مقاومة الانضغاط غير المحصور وقوة القص المباشر ونسبة التحمل الكاليفورني ونسبة الانتفاخ والانضمام والتسرب التآكلي للنماذج المسبوكة بالرص الديناميكي. تعتمد المعادلات على الخصائص المذكورة للنماذج المسبوكة بالرص الساكن بالاضافة الى دليل لدونة التربة (PI %) (w_o %) الاولية ($d \text{ kN/m}^3$) (Gs) (D m) (H m)

وعند استخدام الانحدار اللاخطي (Non Linear Regression) على تلك البيانات وجدت العديد من العلاقات الرياضية، تم التوصل الى افضل العلاقات وكانت بمعامل ارتباط قوي كما مبين في الجدول (6).

(6) تأثير طريقة الرص على عناصر وعوامل تمثيل منحني خاصية التربة-

طريقة		عوامل قيمة دخول الهواء		الإحصائية				
r	r	a	a	R^2	SSR	m	n	a
3500	8.7	520	20.7	0.99	2.45	0.693	0.95	1500
0				6	6		0	
3000	9.5	450	20.8	0.99	4.01	0.700	0.90	1500
0				4	4		0	

(7) نتائج التحليل الاحصائي لبعض الخصائص الهندسية للتربة المسبوكة بطريقتي

Test	Regression Model	R ²
UCS	$q_{u dy.} = 19.2922 (q_{u st.})^{0.907} \times (PI / w_o)^{-1.1275} \times (d / Gs_w)^{-0.8466}$	0.999 9
Direct Shear	$\sigma_{dy.} = \sigma_{st.}^{0.948} + (PI / w_o)^{4.898} - (d / Gs_w)^{1.675}$	0.999 9
CBR	$CBR_{dy.} = 12.0809 (CBR_{st.})^{1.0645} \times (PI / w_o)^{-0.3789} \times (d / Gs_w)^{-1.128}$	0.998 4
Swelling	$Swell_{dy.} = 0.20539 (swell_{st.})^{0.6905} \times (PI / w_o)^{1.565} \times (d / Gs_w)^{0.552}$	0.999 9
Consolidation	$c_{c dy.} = 0.01 (c_{c st.})^{0.714} + (PI / w_o)^{0.259} - (d / Gs_w)^{0.0642}$	0.984 2
Pinhole Test	$Q_{dy.} = (Q_{st.})^{0.9776} + (H/D)^{-0.108} + (PI / w_o)^{6.745} - (d / Gs_w)^{0.8044}$	0.994 0

4 – الاستنتاجات

من خلال هذه الدراسة تم التوصل الى الاستنتاجات التالية:

- 1- زن الجاف للتربة بطريقة الحمل الساكن اكبر منها للرص الديناميكي، بينما وجد
- 2- طريقة الرص الديناميكي تزيد من قوة الانضغاط غير المحصور، معاملات قص الفعالة، قوة الشد غير المباشر، نسبة التحمل الكاليفورني، خصائص الانضمام للتربة من طريقة الرص الساكن.
- 3- طريقة الرص الساكن تجعل التربة ذات نفاذية وخصائص انتفاخية اكبر من طريقة الرص الديناميكي.
- 4- إن الرص الديناميكي يعطي مقاومة أكبر للتآكل الداخلي للتربة من الرص الساكن.
- 5- إن طريقتي الرص (الحمل الساكن والديناميكي) ليس لهما تأثير على اجهادات مص التربة.
- 6- تم التوصل إلى أفضل العلاقات الرياضية للخصائص الهندسية للتربة الطينية المسبوكة بطريقتي الرص (الحمل الساكن والديناميكي).

5- المصادر

1. AL-Barwary, M., “Effect of Wetting and Drying Cycles on Swelling Properties of Soil under Different Loading in Summel City” M.Sc. thesis, University of Mosul, Iraq, 2006.

2. Al-Juari, K., "The Effect of Clay Percentage on Volume Change of Collapsible Soil In Mosul City" M.Sc. thesis, University of Mosul, Iraq, 2005.
3. Al-Taie, L., "Correlation between Suction and some engineering properties of lime stabilized clayey Soil from Mosul City" M.Sc. thesis, University of Mosul, Iraq, 2005.
4. Arora, K. R., "Introductory Soil Engineering", Standard publishers Distributors, Delhi, 1988.
5. Attom, M.F., Abu-Zreig, M.M. and Obaidar, M.T. "Changes in Clay Swelling and Shear Strength Properties with Different Sample Preparation Techniques" Geotechnical testing Journal, GTJODJ, Vol. 24, No.2, pp.157-163. 2001.
6. Das, B. M., "Introduction to Soil Mechanics", Iowa state university press, India, 1989.
7. Fatah, A.A., "Study of Earth Dams Failure by Piping" M.Sc. thesis, University of Salahaddin, Iraq, 1990.
8. Khattab, S.A.A., "Eude Multi-echelles d'un Sol Plastique Traitè à la Chaux", Thèse de Doctorat, Université d'Orleans, France. 2002.
9. Lambe, T.W., "Soil Testing for Engineers", Wiley Eastern – Limited, India, 1984.
10. Lambe , T.W. , "The Engineering Behavior of Compacted Clay" Journal , Soil Mechanics and foundation division , American Society of Civil Engineering , Vol. 84 , No. SM2 May, 1958.
11. Lambe T.W., "The structure of compacted clay", Journal, Soil Mechanics and foundation division, American Society of Civil Engineering, Vol. 84, No. SM2 May, 1958.
12. Leong, E.C., He, L. and Rahardjo, H., "Factors Affecting Filter Paper Method for Total and Matric Suction Measurements", Geotechnical Testing Journal, Vol. 25, No. 3, pp. 1-12 , 2002.
13. Mitchel, J.K., "Fundamental of Soil Behavior", John Wiley, New York, 1976.

14. Olsen, E. R. and Mesri, A. M., "Mechanism Controlling Compressibility of Clays", J. S. M. F. Div., Proceeding of The ASCE, Vol.96, No.SM6, 1970.
15. Rahimi, R.; Abbasi, N. And Davarzani, H., "Physical Dispersivity Phenomenon and Its Evaluation Criteria in Cohesion less Soils". 2nd International conference on advances in soft soil engineering and technology, 2-4 July, Putrajaya, Malaysia, 2003.
16. Seed, H. B. and Chan, C. K.," Structure and Strength Characteristics of Compaction Clays",Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division, Proceeding of the American Society of Civil Engineers, Vol. 85, No. SM 5, pp. 87- 128, October, 1959.
17. Shaikh, A., Ruff, J.F. and Abt, S.R., "Erosion Rate of compacted NA-Montmorillonite Soils", J, Geotechnical Engineering. IV., Proc. ASCE, Vol. 114, No. 3, March, PP. 296-305. 1988.
- 18.Sherard, J.L., Decker, R.S. and Ryker, N.L. "Piping in earth dams of dispersive clay", Proc. ASCE, Specialty Conference on the Performance of earth and earth-supported structures, vol.1, june, pp. 589-626. 1972.
19. Sobhan, K. And Mashnad, M., " Mechanical Stabilization of Cemented Soil- Fly Ash Mixtures with Recycled Plastic Strips", Journal of environmental engineering, Vol. 129, No. 10, October 1, 2003.
20. Todd, D.K., " Ground Water Hydrology ", Toppan Company, Ltd., Tokyo, Japan, PP. 94, 1959.

