IRAQI Academic Scientific Journals
Al-Rafidain Engineering Journal (AREJ)
Vol.25, No.2, December 2020, pp. 22-29
ISSN (Print) 1813-0526;
ISSN (Online) 2220-1270

تأثير محتوى الرطوبة والكثافة الجافة على قيم معاملات القص لتربة طينية انتفاخية

علي نزال محمد
engalinazal@gmail.com

أمينة أحمد خليل
amina.alshumam@gmail.com

جامعة الموصل - كلية الهندسة - قسم الهندسة المدنية

تاريخ الاستلام: 8/4/2020 تاريخ القبول: 18/9/2020

الخلاصة

يعد نقصان مقاومة القص للتربة سببا للعديد من المشاكل الجيوتقنية وخاصة في الترب الطينية، والذي قد يحدث بسبب تغير بعض خصائص التربة كمحتوى الرطوبة مثلاً. إن تغيير قيم محتوى الرطوبة والكثافة الجافة من العوامل المهمة التي لها تأثير واضح على مقاومة القص للترب بسبب حساسية الترب لمثل هذه التغيرات خاصةً التربة الطينية الانتفاخية مما يستوجب دراسة هذه المعاملات وتأثيرها على قوة القص. يهدف البحث الحالي إلى دراسة تأثير تغير خصائص الرص (محتوى الرطوبة والكثافة الجافة) على قيم معاملات مقاومة القص باستخدام فحص القص المباشر لتربة طينية انتفاخية. تم اختيار تربة طينية من مدينة الموصل ذات خصائص انتفاخية عالية، وضمن مجموعتين من الفحوصات المختبرية وبواقع ثلاثين نموذج مرصوص. تم اختيار خمسة نسب لمحتوى الرطوبة تراوحت بين (17%– 32 %) مع خمس نسب للكثافة الجافة والتي تراوحت بين (13.7- 17.7 kN/m^3). أظهرت النتائج أن قيم مقاومة القص تقل مع زيادة محتوى الرطوبة وتزداد مع زيادة الكثافة الجافة عند كل حمل عمودية مسلط، من النتائج التي تم الحصول عليها أيضا نقصان قيم التماسك بزيادة محتوى الرطوبة عند ثبوت الكثافة الجافة إذ قلت قيمة التماسك بمقدار(60%) وبأقل قيمة له ($12.75kN/m^2$) عند محتوى الرطوبة32%. أما قيم زاوية الاحتكاك الداخلي فأنها تقل بزيادة محتوى الرطوبة عند ثبوت الكثافة الجافة إذ قلت زاوية الاحتكاك الداخلي بمقدار (22%) وبأقل قيمة لزاوية الاحتكاك الداخلي (23.3^0) عند محتوى الرطوبة32% والكثافة الجافة $13.7kN/m^2$. ويلاحظ أيضا إن قيم كل من التماسك وزاوية الاحتكاك الداخلي تزداد بزيادة الكثافة الجافة حيث ازدادت قيمة التماسك بمقدار(36.6%) وبأعلى قيمة للتماسك ($117.01kN/m^2$) أما زاوية الاحتكاك الداخلي فقد ازدادت بمقدار(72.6%) وأعلى قيمة لزاوية الاحتكاك الداخلي(45^0) على التوالي عند الكثافة الجافة $17.7\ kN/m^3$ ومحتوى الرطوبة 17%.

الكلمات الدالة:
تربة انتفاخية، مقاومة القص، المحتوى الرطوبي، الكثافة الجافة.

https://rengj.mosuljournals.com
Email: alrafidain_engjournal1@uomosul.edu.iq

==========

1. المقدمة

تنتشر الترب الطينية الانتفاخية على مساحات واسعة في العالم خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة[1]. إن خصائص التربة الطينية الانتفاخية المختلفة لها علاقة كبيرة بمحتواها الرطوبي وذلك بسبب احتوائها على نسبة عالية من المعادن المائية (hydrophilicminerals)، ومن خصائص هذه التربة أنها تكون صلبة ولها قيمة عالية لمقاومة القص عندما تكون جافة, في حين تفقد هذه الخصائص بوضوح كلما زادت نسبة الرطوبة تدريجيا. إن للتغيرات الموسمية في درجات الحرارة ومحتوى الرطوبة تأثير كبير على قيمة مقاومة القص للتربة الطينية الانتفاخية، حيث إن التغير في محتوى الرطوبة لها سوف يؤدي إلى تغير كبير في حجمها مما يسبب توليد قوة انتفاخ عالية والتي تسبب أضرار للمنشأت المقامة عليها[2]. وبسبب زيادة الإنشاء على مساحات واسعة من الترب الانتفاخية أصبحت هناك حاجة هندسية ماسة لدراسة مقاومة القص لهذا النوع من الترب.

تنتشر الترب الانتفاخية في مناطق كثيرة من العراق وبدرجة انتفاخ (واطئة , متوسطة , عالية). اذ تتركز وجودها في وسط وشمال العراق وقد تبين أن التربة الانتفاخية هي من أكثر أنواع الترب انتشارا في شمال العراق[3]ونتيجة لذلك فقد ظهرت المشاكل في المنشات المختلفة عند أقامتها على هذه الأنواع من الترب[4][5][6].

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تم ملاحظة الترب الانتفاخية في مدينة الموصل وبدرجات انتفاخ متفاوتة وفي مواقع مختلفة مثل مناطق الكفاءات الثانية، ومنطقة الكندي، والحدباء وقسم من مناطق الزهور وحي الصديق والجامعة والعربي وحي الوحدة. أما في الساحل الأيمن فتتواجد هذه التربة في حي اليرموك وقسم من مناطق حي الثورة وموصل الجديدة وحي الرفاعي [7]. مما دفع العديد من الباحثين إلى إجراء دراسات عديدة لهذه الترب في مدينة الموصل[8][9] . [10]

يعد محتوى الرطوبة, التدرج الحبيبي, الكثافة الجافة, بنية التربة من العوامل المؤثرة على قيم مقاومة القص للتربة المتماسكة المرصوصة. معظم المصادر عند إيجاد قيم مقاومة التحمل للتربة الانتفاخية فأنها تستخدم معاملات مقاومة القص (التماسك وزاوية الاحتكاك الداخلي) في الحالة المشبعة, فضلا أن هناك مصادر تصنف هذه التربة على أنها تربة ضعيفة والفشل الحاصل فيها هو فشل قص محلي (local shear failure) وبالتالي تقليل قيم معاملات مقاومة القص عند حساب قابلية التحمل[11] [12].

أجرى الباحثون [A. Sadek et al., 2011][13] فحص القص المباشر وتم نمذجة النتائج باستخدام (DEM) وأستنتج الباحثون بأن التربة الأكثر كثافة والأكثر جفافا لها أعلى مقاومة قص, وأعلى زاوية احتكاك داخلي وتماسك. كما درس الباحث [Dafalla, 2013][14] تأثير المحتوى الطيني ومحتوى الرطوبة على مقاومة القص لمزيج الطين–الرمل وقد أظهرت النتائج أن مقاومة القص للمزيج تزداد بزيادة المحتوى الطيني (Clay content), وأن كلا من زاوية الاحتكاك الداخلي والتماسك يقلان بزيادة محتوى الرطوبة.

في حين أجرى الباحثان [15] [Xiong Wu, 2017 Zhuo-ran Wang,] فحص القص المباشر وفحص الانتفاخ على نماذج تربة غير مشوشة في (yangi Basien), لدراسة تأثير تغير محتوى الرطوبة على قيم كل من مقاومة القص وضغط الانتفاخ. وتوصلوا إلى أن معاملات مقاومة القص للتربة تقل مع زيادة محتوى الرطوبة. كما أجرى الباحثان [16] [FarzadHabibbey, HmidNikraz 2018] دراسة على مجموعة من النماذج المشوشة من تربة طينية انتفاخية لمعرفة تأثير تغير محتوى الرطوبة الابتدائي على مقاومة القص غير المبزولة للتربة الانتفاخية وقد بينت النتائج ان سلوك القص للتربة الطينية المدروسة يعتمد على كلا من ضغط الحصر و محتوى الرطوبة الابتدائي للنماذج حيث ان مقاومة القص تقل مع زيادة محتوى الرطوبة الابتدائي.

يهدف البحث الحالي إلى دراسة تأثير تغير قيم كل من محتوى الرطوبة والكثافة الجافة على معاملات مقاومة القص (التماسك وزاوية الاحتكاك الداخلي) بالاعتماد على تجارب فحص القص لتربة طينية مختارة من مدينة الموصل ذات خصائص انتفاخية عالية.

2–المواد المستخدمة وطرائق العمل

1.2 التربة :–

اختيرت التربة المستخدمة في الدراسة من منطقة حي العربي في الجانب الأيسر من مدينة الموصل من موقع مجمع ديوان السكني وكما هو موضح في الشكل (1). وهي تربة طينية متصلبة (Shale) حمراء اللون. تم أخذ النماذج من على عمق يتراوح بين (2–2.5 م) تحت مستوى سطح الأرض وقد صنفت التربة حسب نظام التصنيف الموحد وفق نظام التصنيف (ASTM-D2487-98) بأنها تربة طينية عالية الانتفاخ (High plasticity clay soil). الجدول (1) يوضح نتائج فحوصات الخصائص الدليلية والفيزيائية وخصائص الرص باستخدام فحص الرص القياسي. كما يوضح الشكل (2) منحنى الرص القياسي.

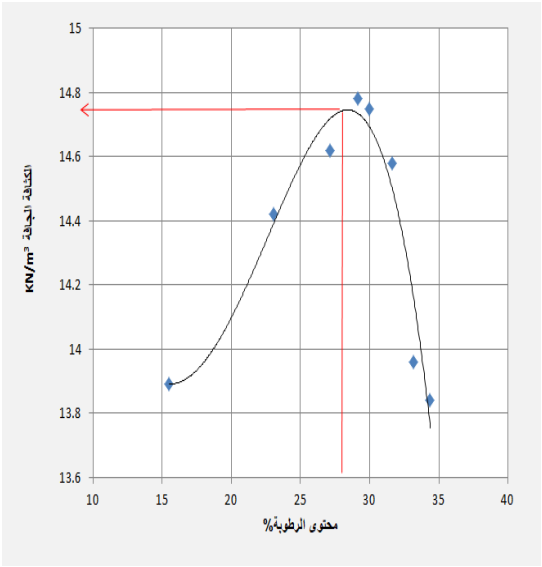
شكل (1) موقع أخذ النماذج

جدول رقم (1) الخصائص الكيميائية والفيزيائية للتربة الطبيعية.

خصائص التربة	المواصفة	القيمة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

حد السيولة (%)	ASTM(4318–98)	73	
حد اللدونة (%)	ASTM(D427-98)	38	
دليل اللدونة (%)		34	
الانكماش الخطي(%)	B.S(1377:1975)	17.64%	
الاملاح الذائبة الكلية(%)	(Earth Manual)	2%	
SO_3		Nill	
نسبة جبس	طريقة التسخين	%2.7	
نسبة المواد العضوية	ASTM(2974-87	%0.3	
الوزن النوعي	ASTM(D85498)	2.72	
نسبة الرمل (%)	ASTM(D422-98)	8	
نسبة الغرين (%)		45	
نسبة الطين (%)		47	
نظام التصنيف الموحد (USCS)		High plasticity clay soil	
الكثافة الجافة العظمى (KN/m^3)	ASTM(D1557-98)	14.48	الرص القياسي
المحتوى الرطوبي المثالي%		29%	



لشكل (2) : منحنى الرص القياسي

2.2–إعداد النماذج

تم تجفيف التربة في فرن كهربائي بدرجة حرارة 110°C لمدة 24 ساعة، اعتمد على طريقة الرص الساكن لتحضير نماذج التربة لغرض إجراء تجارب فحص القص المباشر ولتربة جافة مارة من منخل رقم 4 (4.75 mm). تم مزج التربة الجافة مع كميات محسوبة من الماء لغرض الحصول على نسب قيم محتوى الرطوبة المختار (%32,%30,%28,%22,%17) على التوالي وبعد ذلك تم وضع النماذج في أكياس بلاستيكية وتركت لمدة 48 ساعة لغرض التأكد من تجانس محتوى الرطوبة[17]. من الجدير بالذكر انه تم تسجيل وزن كل كيس قبل تركه لفترة التجانس وذلك للتأكد من عدم فقدان الرطوبة من نماذج التربة بسبب التبخر. تم حساب الوزن اللازم من التربة للحصول على الكثافة المطلوبة، في كل مرة يتم كبس كمية التربة المحسوبة مباشرة داخل قالب القص بأبعاد (6 × 6 × 2 cm) وبسرعة كبس $(2mm/min)$، وبعدها يتم ترك النموذج تحت تأثير الإجهاد ولمدة (5 -10 min) لضمان تماسك النموذج وعدم حصول ارتداد (Rebounding). حيث انه قبل كبس كل نموذج كان يتم وزن قالب القص فارغ و وزن التربة الرطبة اللازمة للحصول على الكثافة الجافة المطلوبة وبعد إتمام عملية الكبس كان يتم إعادة وزن قالب القص المملوء بالتربة للتأكد من الوزن. خلال ترك النموذج يتم تغليفه بأكياس من النايلون حفاظاً على منع فقدان الرطوبة من النموذج بسبب التبخر. بعدها يتم وضع النموذج إلى جهاز فحص القص المباشر لإجراء الفحص وذلك حسب المواصفة (ASTM D-3080).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

3.2- خطوات أجراء الفحص

بعد تحضير النماذج تم إيجاد قيم مقاومة القص للتربة المختارة بالاعتماد على طريقة فحص القص المباشر من نوع Unconsolidated Undrained (UU) باستخدام جهاز فحص القص المباشر من نوع (ELE) المتوفر في مختبر قسم الهندسة المدنية في جامعة الموصل حيث تم غمر النماذج بالماء ومن ثم إجراء عملية القص مباشرة وحسب الطريقة المتبعة من قبل الباحثين[18] تحت تأثير اجهادات عمودية بقيم (100, 200, 300 kN/m^2) وللحصول على قيم معاملات مقاومة القص التماسك (C) وزاوية الاحتكاك الداخلي (ϕ) تم الاعتماد على نتائج ثلاث نماذج مشوشة (على الأقل) لكل مجموعة فحص تم إجرائه. من أجل دراسة الاختلاف في قيم معاملات مقاومة القص (التماسك وزاوية الاحتكاك الداخلي) ولمجموعتين من الفحوصات:

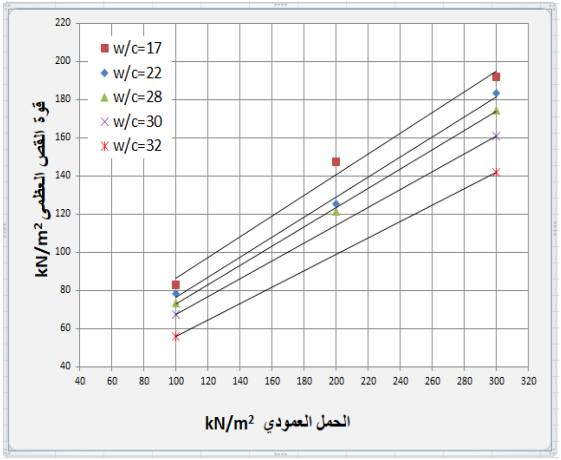
الأولى: فحوصات دراسة تأثير تغير محتوى الرطوبة بثبات الكثافة الجافة على قيم معاملات مقاومة القص (التماسك وزاوية الاحتكاك الداخلي).

الثانية: فحوصات دراسة تأثير تغير الكثافة الجافة بثبات محتوى الرطوبة على قيم معاملات مقاومة القص (التماسك وزاوية الاحتكاك الداخلي).

3- النتائج

1.3- تأثير محتوى الرطوبة على مقاومة القص بثبات الكثافة الجافة.

تم دراسة تأثير تغير محتوى الرطوبة على قيمة مقاومة القص بالنسب المختارة في الدراسة (17% ,22% ,28% ,30% ,32%), وعند كثافة جافة مساوية لـ ($13.7kN/m^3$) والتي تقابل 95% من الكثافة الجافة العظمى القياسية. يلاحظ من الشكل (3) أن قيم مقاومة القص(τ_{max}) تقل مع زيادة محتوى الرطوبةعند كل إجهاد عمودي مسلط على النموذج. يمكن تفسير السبب في نقصان مقاومة القص مع زيادة المحتوى الرطوبة إلى أن الزيادة في محتوى الرطوبة تؤدي إلى ضعف الترابط بين حبيبات التربة وزيادة المسافة بينها وقد يعود النقصان في قيم مقاومة القص الى كون بنية التربة في الجزء الجاف من منحنى الرص القياسي ملبدة (flocculated) بينما في الجزء الرطب تكون ذات بنية مشتتة (dispersed). في حين ازدادت قيم مقاومة القص للتربة مع زيادة قيم الإجهاد العمودي ويوضح الجدول(2) قيم التماسك وزاوية الاحتكاك الداخلي.



الشكل (3): تغير مقاومة القص العظمى بتغير محتوى الرطوبة وثبات الكثافة الجافة

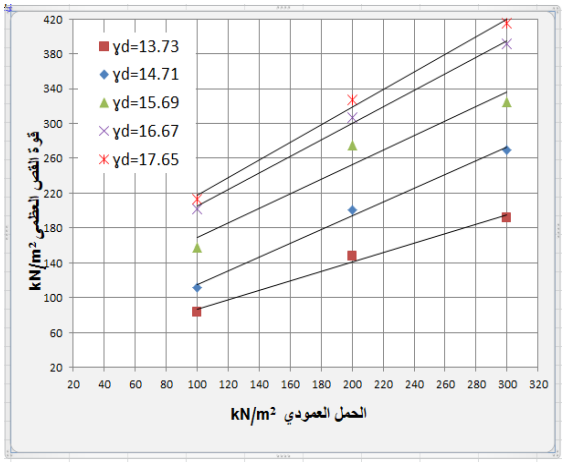
جدول (2) يوضح قيم التماسك وزاوية الاحتكاك الداخلي بتغير محتوى الرطوبة

الكثافة الجافة (KN/m3)	محتوى الرطوبة %	زاوية الاحتكاك الداخلي	التماسك (KPa)
13.7	17	28.5	31.91
	22	27.6	24.19
	28	26.8	22.228
	30	25	20.79
	32	23.3	12.75

2.3-تأثير الكثافة الجافة على مقاومة القص بثبات محتوى الرطوبة.

الشكل (4) يوضح نتائج دراسة تأثير تغير الكثافة الجافة بنسب (13.7,14.7,15.7,16.7,17.7 kN/m^3) على قيمة مقاومة القص, وعند محتوى رطوبة مساوي لـ (17%) والذي يقابل 95% من الكثافة القياسية الجافة العظمى. تم إيجاد تأثير نسب الكثافة الجافة على مقاومة القص للتربة (τ_{max}) حيث يلاحظ من الشكل(4) أن قيم مقاومة القص تزداد مع زيادة الكثافة عند كل إجهاد عمودي مسلط على النموذج، وذلك نتيجة للنقصان الحاصل في نسبة الفراغات بين جزيئات التربة، فضلا عن زيادة مقاومة القص للتربة مع زيادة قيم الإجهاد العمودي المسلط عند ثبوت قيمة الكثافة الجافة ويوضح الجدول(2) قيم التماسك وزاوية الاحتكاك الداخلي .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



الشكل (4): تغير مقاومة القص العظمى بتغير الكثافة الجافة وثبات محتوى الرطوبة

جدول (3) يوضح قيم التماسك وزاوية الاحتكاك الداخلي بتغير الكثافة الجافة

محتوى الرطوبة %	الكثافة الجافة (KN/m3)	زاوية الاحتكاك الداخلي	التماسك (KPa)
17	13.7	28.5	31.97
	14.7	38.3	36.088
	15.7	39.7	86.354
	16.7	43.5	110
	17.7	45	117.01

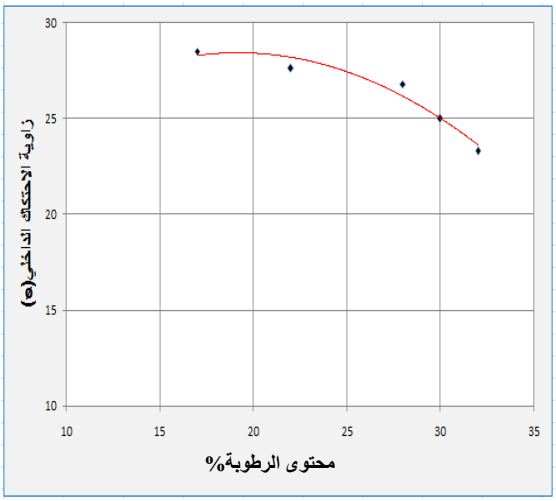
3.3- تأثير محتوى الرطوبة على قيم معاملات مقاومة القص بثبات الكثافة الجافة.

الأشكال (5) و(6) توضح نتائج قيم معاملات مقاومة القص (التماسك وزاوية الاحتكاك الداخلي), لحالات قيم محتوى الرطوبة، عند الكثافة الجافة$13.7kN/m^3$. يلاحظ من الشكل (5) أن قيم التماسك لنماذج التربة المختارة تتغير مع تغير محتوى الرطوبة بثبات الكثافة الجافة، إذ أن التماسك يقل مع زيادة محتوى الرطوبة إذ قلت قيمة التماسك بمقدار (60%) وبأقل قيمة له ($12.75\ KN/m^2$) عند محتوى الرطوبة 32%. ويكون في النقصان في القيم بشكل طفيف عند محتوى الرطوبة (22%-30%). أما الشكل (6) فيوضح تغير قيم زاوية الاحتكاك الداخلي لنماذج التربة المختارة والتي تقل مع زيادة محتوى الرطوبة, إذ قلت زاوية الاحتكاك الداخلي بمقدار (22%) وبأقل قيمة لزاوية الاحتكاك الداخلي (23.3^0) عند محتوى الرطوبة 32% وهذا مشابه لما توصل اليه [Li-chang Wang et al.2014] [19] حيث توصلوا الى أن التماسك وزاوية الاحتكاك الداخلي تقل مع زيادة المحتوى الرطوبي ونسبة الفراغات ومحتوى الرمل, إن معاملات مقاومة القص (التماسك وزاوية الاحتكاك الداخلي) تزداد مع نقصان محتوى الرطوبة وقد يكون ذلك بسبب أن جزيئات الطين المرصوصة ستتصرف بشكل أكثر خشونة اذا تم رصها بمحتوى رطوبة اقل من محتوى الرطوبة المثالي (O.M.C) نتيجة التجمعات (Aggregation) لذلك فأن النقصان في محتوى الرطوبة في التربة الطينية قد يعطي نتائج عالية لزاوية الاحتكاك الداخلي نتيجة كون ان جزيئات الطين تتجمع في مجاميع والتي تملك حجم جزيئات فعالة اكبر(large effective particle size) وان القيمة العالية لزاوية الاحتكاك (45) تم الحصول عليها عند قيمة الكثافة الجافة العالية 17.7 KN/m^3 ومحتوى الرطوبة 17% ومن الجدير بالذكر ان قيم التماسك والاحتكاك المذكورة في البحث تمثل معدل ثلاث قراءات وبانحراف معياري لا يزيد عن 5%. وهذا يتوافق مع النتائج المستحصلة لزاوية الاحتكاك الداخلي التي حصل عليه [20] [Chowdhury, R.H. Azam, S.2016].

من التحليل العددي والإحصائي يمكن ربط العلاقة بين تغير كل من محتوى الرطوبة ومعاملات القص (التماسك وزاوية الاحتكاك الداخلي) والذي يوضح ان هنالك علاقة عكسيةبين هذه القيم، ويمكن التعبير عن هذه العلاقة بالمعادلات (1) و (2) الموضحة ادناه:

$$c = 34.26 + .245\ \omega - 0.026\ \omega^2 (R^2=0.865)\ldots.(1)$$

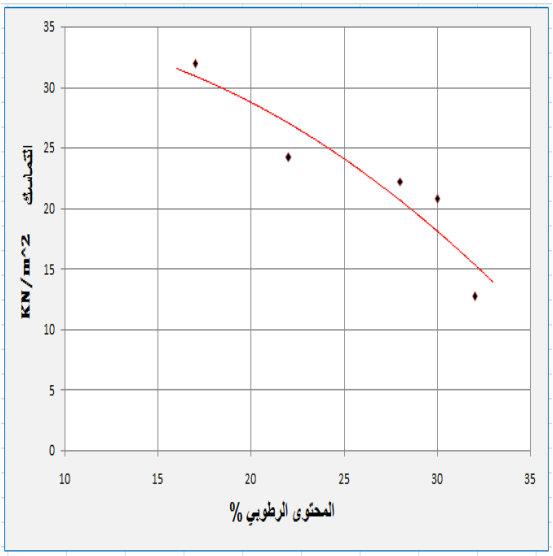
$$\emptyset = 17.65 + 1.123\ \omega - 0.029\ \omega^2 (R^2=0.947)\ldots(2)$$



الشكل (5): تغير التماسك بتغير محتوى الرطوبة وثبات الكثافة الجافة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ومن الجدير بالذكر إن هذه المعادلات خاصة بمتغيرات هذه الدراسة فقط والتي تشمل كل من قيم المحتوى الرطوبي والكثافة الجافة. إن مثل هذه المعادلات قد يمكن تطبيقها في حالة توافر تربة طينية انتفاخية بنفس خواص تربة هذه الدراسة وبنفس ظروف الفحص.



الشكل (6): علاقة زاوية الاحتكاك الداخلي بتغير المحتوى الرطوبة وثبات الكثافة

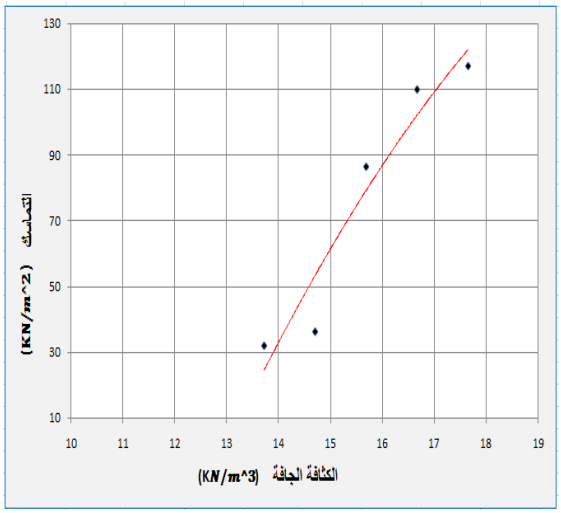
4.3- تأثير الكثافة الجافة على قيم معاملات مقاومة القص بثبات محتوى الرطوبة.

من النتائج التي تم التوصل إليها لقيم معاملات مقاومة القص (التماسك وزاوية الاحتكاك الداخلي) لحالات تغيير الكثافة الجافة عند محتوى رطوبة 17% موضح في الأشكال (7) و (8). يمكن الاستنتاج من الشكل (7) ان قيم التماسك تزداد مع زيادة الكثافة الجافة بثبات محتوى الرطوبة حيث ازدادت قيمة التماسك بمقدار(36.6%) وبأعلى قيمة للتماسك (117.01 $KN/m2$) عند الكثافة الجافة $17.7KN/m^3$. في حين يوضح الشكل (8) ان زاوية الاحتكاك الداخلي لنماذج التربة تزداد مع زيادة الكثافة الجافة, أما زاوية الاحتكاك الداخلي فقد ازدادت بمقدار(72.6%) وأعلى قيمة لزاوية الاحتكاك الداخلي (45^0) عند الكثافة الجافة $17.7KN/m^3$.

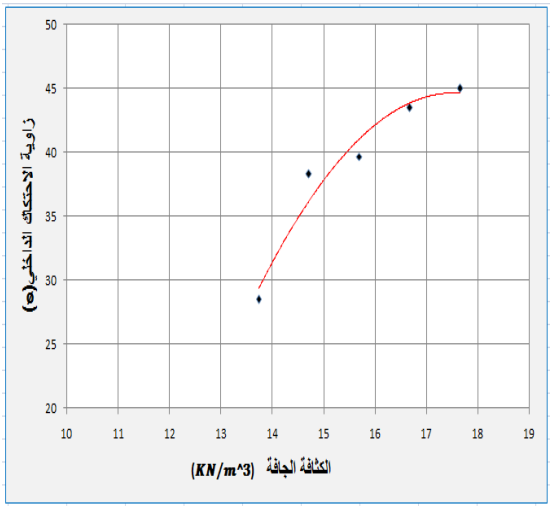
من التحليل العددي والإحصائي يمكن ربط العلاقة بين تغير كل من الكثافة الجافة ومعاملات القص (التماسك وزاوية الاحتكاك الداخلي) والذي يوضح ان هنالك علاقة طردية بين هذه القيم، ويمكن التعبير عن هذه العلاقة بالمعادلات (3) و (4) الموضحة ادناه حيث إن هذه المعادلات يمكن استخدامها بمتغيرات هذه الدراسة فقط. وايضا بالامكان الاستفادة منها في حال توافر تربة طينية انتفاخية بنفس خواص تربة هذه الدراسة وبنفس ظروف الفحص.

$$c = -692.8 + 73.52\,\gamma - 1.549\,\gamma^2 \quad (R^2=0.924) \quad ..(3)$$

$$\emptyset = -280.1 + 37.03\,\gamma - 1.056\,\gamma^2 \quad (R^2=0.919) \quad ...(4)$$



الشكل (7): تغير التماسك بتغير الكثافة الجافة وثبوت محتوى الرطوبة.



الشكل (8): تغير زاوية الاحتكاك الداخلي بتغير الكثافة الجافة وثبوت محتوى الرطوبة.

4- الاستنتاجات.

من خلال إجراء الدراسة لنماذج التربة المختارة في هذا البحث يمكن التوصل إلى الاستنتاجات التالية:

1- قيم مقاومة القص تقل مع زيادة محتوى الرطوبة بثبات الكثافة الجافة عند كل حمل عمودي من الأحمال التي تم تسليطها.كما

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ان قيم مقاومة القص تزداد مع زيادة الكثافة عند ثبوت محتوى الرطوبة عند كل حمل من الأحمال العمودية .

2- أن الزيادة في محتوى الرطوبة مع ثبات الكثافة الجافة يؤدي الى نقصان في قيم التماسك وزاوية الاحتكاك الداخلي.

3- إن الزيادة في الكثافة الجافة بثبات محتوى الرطوبة يؤدي الى الزيادة في قيم التماسك وزاوية الاحتكاك الداخلي.

5- المصادر

[1]Behzad Kalantari, " Foundation on expansive soils : A Review ", Research Journal of applied sciences, Engineering and Technology. ISSN:2040-7467,(2012).

[2]Zheng Su, Daokun Qi, Xinju Guo, Xiaojuan and Lianzhang, " Characterization of the undrained shear strength of expansive soils of High water content ", MATEC Web of Conferences 206,01002, (2018).

[3]الصائغ, سلوان كمال, "خصائص الانتفاخ لتربة مدينة اربيل حي 7 نيسان", رسالة ماجستير, كلية الهندسة- جامعة صلاح الدين, (1988).

[4] Al-Ashou, M.O, " Expansive properties of the clay in Mosul Area ", M.Sc. Thesis, civil Engineering Department, University of Mosul, (1977).

[5] Sabbbah, M.R," Evaluation of soil properties in middle part of Iraq" , M. Sc, Thesis, Dept.of Building and Construction Engg. University of Tecnology, Baghdad, Iraq, (1987).

[6] السنجري, عثمان عبد الكريم ناصر, "دراسة بعض الخصائص الانتفاخية لتربة مدينة الموصل (حي الكفاءات الثانية". رسالة ماجستير, كلية الهندسة-جامعة صلاح الدين(1997).

[7] ليث خليل أبراهيم الطائي." العلاقة بين اجهادات المص وبعض الخصائص الهندسية لتربة طينية انتفاخية مثبتة بالنورة"رسالة ماجستير, جامعة الموصل, كلية الهندسة, قسم الهندسة المدني,(2005).

[8] Al-layla, M.T. and Al-Ashou, M.O, "Swelling properties of Mosul clay " , Iraqi conference on Wngineering.ICE, Baghdad University, Engineering college, Baghdad-Iraq, PP.29-32,(1985).

[9] Al-Dabbagh, A.W, "Study of Expansive Behaviour of clay using soil suction as Applied to Al-Wahda District in Mosul Area", Thesis, Civil Engineering Department, University of Mosul, (2000).

[10] الرحال, طارق حسن محمد, "تأثير إضافة كاربونات الكالسيوم والمستحلب الإسفلتي على التربة الطينية الانتفاخية", رسالة ماجستير, كلية الهندسة-جامعة الموصل,(2009).

[11] Terzaghi.K , Peck.R, " Soil Mechanics in Engineering practice ", John Wiley,New York , (1967).

[12] Witerkorn. F, Fang. H, "Foundation Engineering Hand book ", Van Nostrand company, (1979).

[13]Mohammad A. Sadek, Ying Chen and Jude Liu, " Simulating shear behavior of a sandy soil under different soil conditions ", Journal of Terramechanics, vol. 48, no. 6, pp. 451-458, (2011).

[14]Muawia A. Dafalla, " Effects of clay and moisture content on direct shear tests for clay-sand mixtures ", Advances in Materials Science and Engineering, pp. 1-8, (2013).

[15] Xiao Wu, Zhuo-ran Wang, " The relationship between the swelling pressure and shear strength of unsaturated soil: the Yanji Basin as a case study", Arabian Journal of Geosciences, 10(15), 2017.

[16]Ferzad Habibbeygi and Hamid Nikraz," Characterisation of the undrained shear strength of expansive clays at high initial water content using intrinsic concept", International journal of GEOMATE, Vol.14,Issue44,PP 176-182, (2018).

[17] ASTM (2000), "American Society for Testing & Materials", Vol.04-08.

[18]Moataz A. Al-obaydi, Ibrahim M. Al-kiki&Abdulrahman H. Aldaood, " Effect of swelling on the shear strength behavior of expansive soil", International Journal of Geotechnical Engineering, DOI:10.1080/19386362.2019.1651043.(2019)

[19] Li-chang Wang, Wei Long and Shi-juanGao, " Effect of moisture content, void ratio and compacted on the shear strength of remoulded unsaturated clay ", Vol.19, PP 4413-4426, (2014).

[20] Chowdhury, R.H., Azam, S. "Unsaturated shear strength properties of a compacted expansive soil from Regina, Canada". Innov. Infrastruct. Solut. 1, 47 (2016). https://doi.org/10.1007/s41062-016-0047-2

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

Effect of Water Content and Dry Density on the Shear Strength Parameters for Expansive Soil

Ali Nazal Mohammed
engalinazal@gmail.com

Amina A. Khalil
amina.alshumam@gmail.com

Civil Engineering Department, Collage of Engineering, University of Mosul

Abstract

The decrease in shear strength to soil is the cause of many geotechnical problems, especially in clay soils, which may occur due to changes in some soil properties, such as moisture content. Changing the values of moisture content and dry density are important factors that have a clear impact on the shear strength of the soil due to the sensitivity of the soil to such changes, especially expansive clay soils, which requires the study of these factors and their impact on shear strength. The present research aims to study the effect of changes in compaction properties (moisture content and dry density) on the values of shear strength parameters (cohesion and internal friction angle) using direct shear test of expansive soil. Clay soils were selected from the city of Mosul with high expansive properties, and within two sets of tests with a total of thirty compact models. Five percentages of moisture content range between (17 %–32%) With five percentages of dry density, which ranged between(13.7- 17.7KN/m^3).

The results showed that the shear strength values decrease with increasing moisture content and increasing with increasing dry density at each vertical load . From the results obtained, the cohesion values decreased by increasing the moisture content when dry density was constant and at its lowest value (12.75KN/m^2) at moisture content 32%. As for the values of the internal friction angle, they decrease by increasing the moisture content when the dry density is constant and by the lowest value for the angle of internal friction (23.3^0) at the moisture content 32% and the dry density 13.7 KN/m^2. It is noted that the values of both cohesion and the angle of internal friction increase with increasing dry density and with the highest value of cohesion (117.01 KN/m^2) and the internal friction angle (45^0), respectively, at a dry density of 17.7 $KN/m^3$and a moisture content of 17%.

Keywords:
Expansive Soil, Shear Strength, Water Content, Dry Density.

www.manaraa.com