المجلة الدولية للهندسة وتقنية المعلومات
journal homepage:www.ijeit.misuratau.edu.ly

دراسة وتقييم مدى تأثير درجة التشبع على مقاومة التربة الرملية للقص باستخدام جهاز القص المباشر

محمود موسى شنينة
كلية الهندسة-مصراتة
قسم الهندسة المدنية
Mahmoud.shanina@yahoo.com

نسيبة علي القنيدي
كلية الهندسة-مصراتة
قسم الهندسة المدنية
Nusibaali2020@gmail.com

محمد الطيب الزواوي
كلية الهندسة-مصراتة
قسم الهندسة المدنية

سليمان زكرياء زوبي
كلية الهندسة-مصراتة
قسم الهندسة المدنية

ملخص: **اهتمت هذه الدراسة بمعرفة تأثير درجة التشبع على مقاومة القص، في عينات من التربة الرملية الموجودة في منطقة زريق غرب مدينة مصراتة، حدد هذا الموقع للدارسة نظراً للتطور العمراني في تلك المنطقة ، وضرورة معرفة خواص التربة فيها ؛ لكي يتم تصنيفها وتحديد خواصها الميكانيكية، و لمعرفة قدرة تحملها للإنشاء عليها واستخدامها كتربة ردم ومدى احتياجها لتحسينات، تشمل هذه الدراسة مرحلتين : في المرحلة الاولى أجريت اختبارات معملية للتعرف على خواص التربة مثل اختبار المحتوى المائي، الوزن النوعي، و الكثافة الحقلية، صنفت التربة اعتمادا على حدي السيولة واللدونة والتحليل المنخلي بواسطة نظام الاشتو (AASHTO) فوجد أنها تربة رملية ناعمة (A-3)، وبالنظام الموحد (USCS) فوجد أنها تربة رملية فقيرة التدرج (SP)، أما في المرحلة الثانية أجري اختبار القص المباشر على مجموعة من العينات بدرجات تشبع مختلفة (0.0 - 0.11 – 0.19 – 0.30 – 0.41 – 0.56 – 0.71 - 0.85 - 1.0) لمعرفة مقاومة القص لكل عينة وأظهرت النتائج تذبذب في قيم زاوية الاحتكاك عند كل نسبة مقابلة لدرجة التشبع .**

الكلمات المفتاحية— **القص المباشر؛ التربة الرملية؛ التشبع؛ مقاومة التربة للقص ؛ تربة الهشوم؛ تحسين التربة.**

1. مقدمة

نظرا لتشابه الدراسات في هذا الموضوع ، وعند إلقاء نظرة شاملة على المشاريع السابقة نجد أنه تم التركيز فيها على تربة الهشوم تارة لتحسينها، و تارة لحساب قوة القص لها، أما بالنسبة لهذا المشروع أخذت عينتين أحدهما عينة من تربة الهشوم ، و الاخرى عينة من تربة رملية، و مقارنة نتائج الاختبارات بينهما، إلا أن اختبار القص الذي أجري كان مقتصر على عينة التربة الرملية فقط، قدرة تحمل التربة للقص تم اختبارها باستخدام جهاز القص المباشر و صنفت التربة الرملية حسب نظام الأشتو و الموحد .

تختص هذه الورقة بدراسة مدى تحسين تربة الهشوم (الردم) بإضافة نسب مختلفة من خبث أفران الحديد والصلب، لمقامة القص باستخدام جهاز القص المباشر (Direct shear test) حيث تم في الدراسات السابقة تصنيف ومعرفة خصائص تربة الهشوم من قبل طلبة الكلية في مشاريع السابقة، تم اجراء بعض الاختبارات على هذه التربة بهدف تصنيفها والتعرف على خصائصها، وتم اجراء هذه الاختبارات في معمل التربة بكلية الهندسة وقد تم التعرف على الخصائص الفيزيائية والميكانيكية لتربة الهشوم ، ونتيجة لتعرض التربة لأحمال المنشآت يحدث للتربة تشكيلات أو إزاحات بجميع أنواعها ولا يسبب هذا التشكل أي مشاكل للمنشأ، والاجهاد المقاومة لهذا التشكل المؤثر على حبيبات أو كتلة التربة ويعرف هذا الاجهاد بإجهاد القص للتربة (shear strength of soil) ولذلك تعتبر مقاومة القص أحد الخواص الميكانيكية المهمة للتربة.

استلمت الورقة بالكامل في 31 ديسمبر 2023م، وروجعت في 14 فبراير 2025م، وقبلت للنشر في 08 أبريل 2025م.
متاحة على الشبكة العنكبوتية في 13 أبريل 2025م.
DOI: 10.36602/ijeit.v13i2.563

2. أهداف الدراسة

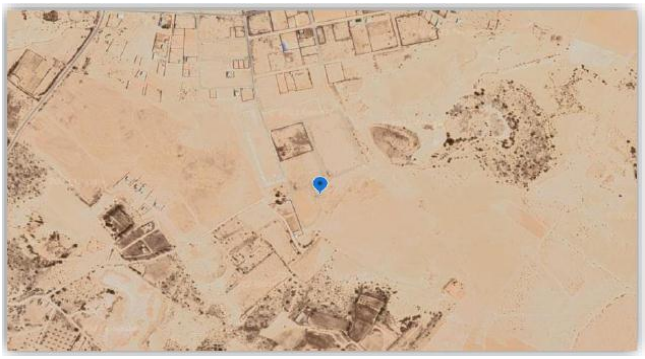
1. دارسة الخصائص الفيزيائية و الميكانيكية للتربة الرملية.
2. دارسة مدى مقاومة التربة للقص بإضافة نسب مختلفة من المياه حتى تصل لدرجة التشبع.

3. الغرض من الدارسة

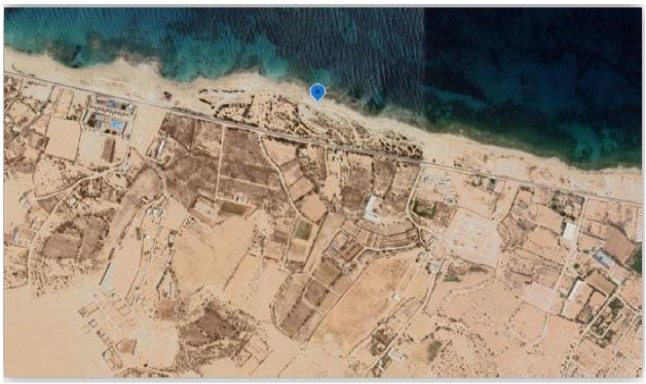
توفير مرجع مناسب حول منطقة زريق ، و مساعدة الطلاب في تكوين فكرة عامة حول طبيعة التربة المكونة للمنطقة.

4. موقع الدراسة

تم التوجه إلى العديد من المواقع لغرض الحصول على عينة لإجراء الاختبارات عليها أُخذت عينة من تربة الهشوم وعينة من تربة رملية في منطقة زريق غرب مدينة مصراتة كما في المواقع الموضحة في الشكل (1) للتربة الرملية والشكل (2) لتربة الهشوم.



شكل (1) يبين موقع العينة الاولى



شكل (2) يبين موقع العينة الثانية

5. الاختبارات المعملية

تم أخذ العينات بشكل مباشر من المواقع المذكورة بواسطة المعدات اليدوية اللازمة لذلك. ويجدر بالذكر أنه قد تم أخذ مجموعة من العينات من أماكن متفرقة في نفس المنطقة فقط لتصنيفها، أختيرت عينتان لاجراء الاختبارات عليها، و كما وجب توضيح انه أجري اختبار القص المباشر على عينة التربة الرملية فقط التي أُخذت من الموقع الاول .
و لمعرفة خصائص التربة سنلجأ إلى الاختبارات المعملية والتي أُجريت في معمل كلية الهندسة و هي:

1. اختبار المحتوى المائي (Wc) ASTM D2216 Water Content .
2. اختبار الوزن النوعي (G_g) ASTM D854 Specific Gravity .
3. اختبار التحليل المنخلي (ASTM D422 Sieve Analysis) .
4. اختبار حد السيولة (LL) (BS 1377 Pt2 Liquid Limit) .
5. اختبار حد اللدونة (PL) (ASTM D4318 Plastic Limit) .
6. اختبار الانكماش الطولي (BS 1377 Pt2 Linear Shrinkage).
7. اختبار بروكتر المعدل للدمك (BS 1377-4 Modified Proctor Compaction).
8. اختبار تحديد الكثافة الحقلية (ASTM D1556 Field Density)(γ_f) .
9. اختبار القص المباشر (ASTM D3080 Direct Shear).

1. اختبار المحتوى المائي الطبيعي للتربة :

الهدف من الاختبار تحديد المحتوى المائي لعينات التربة في المعمل باستخدام الفرن العادي، وبالتسخين عند درجة حرارة 110 ∓ 5 درجة مئوية درجة مئوية من خلال النتائج المتحصل عليها عند اجراء الاختبار لعينات التربة كما موضح بالجدول (1) و (2) .

جدول (1) يبين بيانات ونتائج اختبار المحتوى المائي للتربة الرملية

رقم الاختبار	1	2	3
المحتوى المائيω_c(%)	3.12	3.24	2.87

$$\omega_c = \frac{2.87 + 3.24 + 3.12}{3} = 3.078\%$$

جدول (2) يبين بيانات ونتائج اختبار المحتوى المائي لتربة الهشوم

رقم الاختبار	1	2	3
المحتوى المائيω_c(%)	5.49	5.24	5.53

$$\omega_c = \frac{5.49 + 5.24 + 5.53}{3} = 5.41\%$$

2. اختبار الوزن النوعي للتربة باستخدام البكنوميتر المائي :

الغرض من هذا الاختبار هو تحديد الوزن النوعي للأجزاء الصلبة من التربة والتي يقل قطرها عن فتحة المنخل رقم 4 (4.75) مم .

جدول (3) معايرة دورق الاختبار (البكنوميتر)

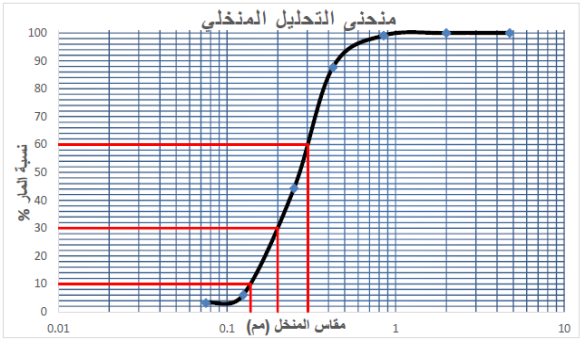
البند	الوحدة	القيمة
درجة الحرارة	C°	20
كتلة البكنوميتر جاف Mp	-	95.3
كتلة البكنوميتر والماء M1	G	344
الكثافة النسبية للماء عند T **ρ0**	G	0.9982343

جدول (4) بيانات ونتائج اختبار الوزن النوعي

البند	الرمز	الوحدة	رملية	هشوم
درجة الحرارة	T	C°	20	20
الكثافة النسبية للماء عند T	ρt	-	0.9982343	0.9982343
كتلة البكنوميتر والماء عند T	M_{1t}	g	344	344
كتلة البكنوميتر والماء والتربة عند T	M_{2t}	g	407	408
كتلة التربة جافة	M_S	g	100	100
معامل التصحيح	K	-	1	1
الوزن النوعي	Gs	-	2.7	2.77

3. اختبار التحليلي المنخلي:

تكمن أهمية معرفة التدرج في أن التدرج الحبيبي للتربة هو المفتاح الأول والأساسي لتصنيف التربة حيث تقسم التربة لأشكال مختلفة بحسب مقاسات الحبيبات التي تحتويها التربة ويساعد منحنى التدرج الحبيبي للتربة في تحديد نسب المواد المكونة للتربة.



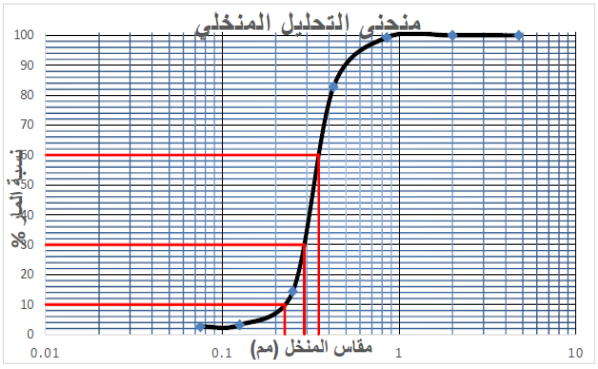
شكل (3) يبين اختبار التحليل المنخلي لعينة التربة الاولى

- معامل الانتظام C_U لعينة التربة الرملية :

$$C_U = \frac{0.302}{0.138} = 2.188$$

- معامل التقعر CC لعينة التربة الرملية:

$$Cc = \frac{(0.2)^2}{0.302 \times 0.138} = 0.960$$



شكل (4) يبين اختبار التحليل المنخلي لعينة التربة الثانية

- معامل الانتظام C_U لعينة تربة الهشوم :

$$C_U = \frac{0.35}{0.225} = 1.556$$

- معامل التقعر C_C لعينة تربة الهشوم :

$$Cc = \frac{(0.29)^2}{0.35 \times 0.225} = 1.068$$

4. اختبار حد السيولة :

الهدف من الاختبار هو تحديد حد السيولة للتربة ، وهو المحتوى المائي الذي عنده عينة التربة الموضوعة في وعاء قياسي تعطي اختراق 20 مم.

5. اختبار حد اللدونة :

الهدف من الاختبار هو تحديد حد اللدونة للتربة التي تحتوي على نسبة كبيرة من المواد الناعمة ، يستخدم حد اللدونة مع حد السيولة في تصنيف التربة.

- **النتائج:**

نلاحظ أن التربة لا يمكن تشكيلها على شكل خيط بقطر 3.2 مم أي أن التربة غير لدنة إذا لا يوجد لها حد لدونة .

6. اختبار الانكماش الطولي :

الهدف من هذا الاختبار هو تحديد الانكماش الطولي لعينة التربة الناعمة المارة من منخل رقم 40 (425 ميكرون)
تم إجراء الاختبار وتبين انه لم يحدث انكماش لعينة التربة الرملية في القالب لان التربة عديمة الانكماش .

7. اختبار بروكتر المعدل للدمك :

الهدف من هذا الاختبار هو إيجاد أقصى كثافة جافة للتربة معمليا ، ومن خلال الجداول رقم (7) ورقم (8) يوضحان النتائج المتحصل عليها من خلال اجراء الاختبار لعينات التربة الرملية وتربة الهشوم .

الشكل (5) يبين جهاز الاختراق

جدول(5) نتائج اختبار حد السيولة للتربة الرملية

رمز العلبة	A-1	A-3	B-2	B-3
كتلة العلبة (g)	20	20	21	20
كتلة العلبة والتربة الرطبة (g)	56	68	49	61
كتلة العلبة والتربة الجافة (g)	52	61	44	52
المحتوى المائي (%)	12.50	17.07	21.74	28.13
قيمة الاختراق (mm)	13.2	19.6	21.4	23.7

- حد السيولة لعينة التربة يساوي 20% .

جدول(6) نتائج اختبار حد السيولة لتربة الهشوم

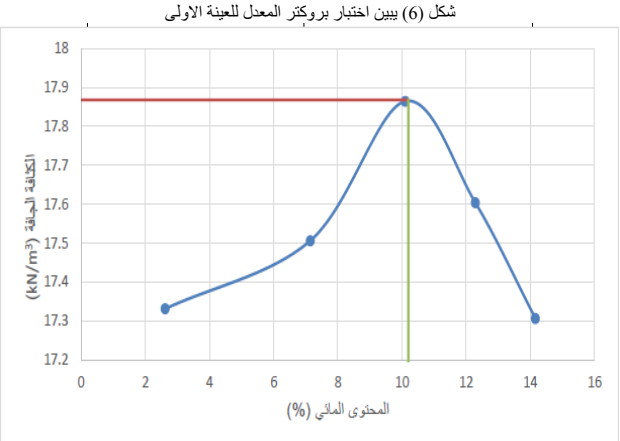
رمز العلبة	A-2	B-1	C-2	C-1
كتلة العلبة (g)	20	20	20	20
كتلة العلبة والتربة الرطبة (g)	48	55	65	57
كتلة العلبة والتربة الجافة (g)	45	50	58	49
المحتوى المائي (%)	12.00	16.67	18.42	27.59
قيمة الاختراق (mm)	14.6	18.7	20.8	23.2

- حد السيولة لعينة التربة يساوي 19.96%

جدول (7) يبين النتائج المتحصل عليها لعينة التربة الرملية

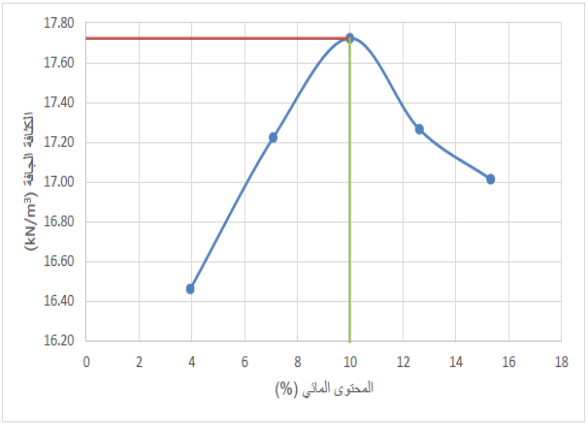
	الوحدة	الرمز	1	2	3	4	5
كتلة القالب	g	Mm	5090	5090	5090	5090	5090
كتلة القالب والعينة	g	Mmc	6903	7002	7095	7105	7104
رقم الوعاء	-	-	A1	A2	A3	B1	B2
كتلة الوعاء	g	Mc	14.2	14	14.2	14.2	14.2
كتلة الوعاء والتربة الرطبة	g	Mcm	61.2	41	57.8	53.5	65.8
كتلة الوعاء والتربة جافة	g	Mcd	60	39.2	53.8	49.2	59.4
المحتوى المائي	%	W	2.6201	7.1429	10.101	12.286	14.159
وحدة الأوزان الرطبة	3KN/m	ɣm	17.786	18.757	19.669	19.767	19.757
وحدة الأوزان الجافة	3KN/m	ɣd	17.331	17.506	17.865	17.604	17.307
الكثافة الجافة القصوى	17.868						
المحتوى المائي الامثل	10.2						

شكل (6) يبين اختبار بروكتر المعدل للعينة الاولى



جدول (8) يبين النتائج المتحصل عليها لعينة تربة الهشوم

	الوحد ة	الرمز	1	2	3	4	5
كتلة القالب	g	Mm	5090	5090	5090	5090	5090
كتلة القالب والعينة	g	Mmc	6834	6970	7077	7072	7090
رقم الوعاء	-	-	C1	C2	D1	D2	D3
كتلة الوعاء	g	Mc	79	79	81	80	81
كتلة الوعاء والتربة الرطبة	g	Mcm	174	206	211	271	218
كتلة الوعاء والتربة جافة	g	Mcd	170.4	197.6	199.2	249.6	199.8
المحتوى المائي	%	W	3.9387	7.0826	9.9831	12.618	15.32
وحدة الأوزان الرطبة	3KN/m	ɣm	17.11	18.44	19.49	19.44	19.62
وحدة الأوزان الجافة	3KN/m	ɣd	16.46	17.22	17.72	17.26	17.01
الكثافة الجافة القصوى	17.8						
المحتوى المائي الامثل	10						



شكل (7) يبين اختبار بروكتر المعدل للعينة الثانية

8. *اختبار تحديد الكثافة الحقلية (ɣf) :*

الهدف من هذا الاختبار هو تحديد كثافة ووحدة اوزان التربة الحقلية ، حيث تم إجراءه لعينة التربة الرملية .

جدول (9) نتائج اختبار الكثافة الحقلية باستخدام مخروط الرمل

	الوحدة	الرمز	النتائج
حساب كتلة التربة الرطبة			
كتلة الوعاء الفارغ	g	M7	583.6
كتلة الوعاء والتربة الرطبة	g	M8	1853.5
كتلة التربة الرطبة	g	Mws	1269.9
حساب حجم الحفرة			
الكتلة الأولية للجهاز والرمل	g	M9	8487
الكتلة النهائية للجهاز والرمل	g	M10	5450
كتلة الرمل المستخدم	g	M11	3037
حجم الرمل المستخدم	Cm3	Vt	1961.88
حجم الحفرة	Cm3	Vh	779.93
حساب المحتوى المائي			
كتلة الوعاء	g	Mc	81
كتلة الوعاء والتربة الرطبة	g	Mcw	132
كتلة الوعاء والتربة الجافة	g	Mds	130
المحتوى المائي	%	Wc	4.0816
حساب الكثافة الحقلية			
الكثافة الرطبة	g/cm3	Pt	1.627
الكثافة الجافة	g/cm3	Pd	1.564
نسبة الدمك	%	R.C	85.88
التعليق	-	-	مقبولة

9. *اختبار القص المباشر :*

يهدف الاختبار إلى إيجاد خواص قوة القص للتربة وذلك بإيجاد معاملات القص المتمثلة في زاوية الاحتكاك الداخلي أو زاوية مقاومة القص الداخلية والتي يرمز لها بالرمز Ø وكذلك معامل التماسك الذي يرمز له بالرمز C .

الشكل (8) يبين جهاز اختبار القص المباشر

- تجهيز العينة:

يعتبر تجهيز العينة اللازمة لاختبار القص من المشاكل في إجراء الاختبار اللازم. عندما يكون مطلوب إجراء اختبار القص على عينة من التربة المتماسكة بحالتها الطبيعية فإنه يجب أن تكون عينة التربة غير مقلقلة. وفي حالة ما يكون المطلوب إجراء اختبار القص على عينة من التربة المستخدمة في ردم السدود الترابية أو الجسور أو الميول (تربة مدموكة) فإنه يمكن استخدام عينة تربة مقلقلة ومجهزة معمليا تحت نفس الكثافة ومحتوى الرطوبة الموجودة عليه بالموقع وتسمى عينة مجهزة.

- النتائج :

سيتم في هذا الاختبار دراسة مدى تأثير درجة التشبع على معاملات القص لتربة رملية وذلك باختبار مجموعة من العينات لهذه التربة ذوات درجة تشبع مختلفة وكثافة جافة ثابتة.

وسيتم اختبار جميع العينات المقلقلة ذوات المحتوى المائي المختلف عند كثافة جافة ثابتة (g/cm31.564)

وبتغيير درجة التشبع من الحد الأدنى 0% إلى ان تصل إلى درجة التشبع (S_r=100 %) وهذا يتم حسابه من العلاقة التالية:

$$\gamma_d = \frac{G_S}{1 + \frac{w_c G_S}{S_r}}\gamma_w$$

وبالتعويض في المعادلة السابقة يمكن حساب المحتوى المائي عند التشبع.

المحتوى المائي المؤدي إلى درجة التشبع : w_c =26.9%

سيتم اختيار تسعة عينات ذوات محتوى مائي ودرجة التشبع المقابلة

(0.19 ، %5) (0.11 ، %3) (0 ، %0)

(0.71 ، % 19) (0.56 ، %15) (0.41 ، %11) (0.30 ، %8)

(1 ، %27) (0.85 ، % 23)

أ- العينة (1) درجة تشبع (0)

الإجهاد الرأسيKpa	27.25	54.5	81.75
إجهاد القصKpa	29.22	62.1	92.05

ب- العينة (2) درجة تشبع(0.11)

الإجهاد الرأسيKpa	27.25	54.5	81.75
إجهاد القصKpa	31.41	47.49	83.28

ت- العينة (3) درجة تشبع (0.19)

الإجهاد الرأسيKpa	27.25	54.5	81.75
إجهاد القصKpa	29.222	59.906	83.283

ث- العينة (4) درجة تشبع (0.3)

الإجهاد الرأسيKpa	27.25	54.5	81.75
إجهاد القصKpa	33.971	58.444	92.050

ج- العينة (5) درجة تشبع (0.41)

الإجهاد الرأسيKpa	27.25	54.5	81.75
إجهاد القصKpa	35.797	56.983	92.781

ح- العينة (6) درجة تشبع (0.56)

الإجهاد الرأسيKpa	27.25	54.5	81.75
إجهاد القصKpa	38.72	68.67	104.47

خ- العينة (7) درجة تشبع (0.71)

الإجهاد الرأسيKpa	27.25	54.5	81.75
إجهاد القصKpa	29.95	66.48	96.43

د- العينة (8) درجة تشبع (0.85)

الإجهاد الرأسيKpa	27.25	54.5	81.75
إجهاد القصKpa	38.35	65.75	97.89

ذ- العينة (9) درجة تشبع (1)

الإجهاد الرأسيKpa	27.25	54.5	81.75
إجهاد القصKpa	37.99	54.79	101.55

6. النتائج والمناقشة:

النتائج المتحصل عليها لتربة الهشوم.

جدول (10) الخواص الفزيائية لتربة الهشوم

الاختبار	النتائج	
	رمل	هشوم
المحتوى المائي	3.078 %	5.41 %
الوزن النوعي	**2.7**	**2.77**
حد السيولة	%20.69	%19.96
حد اللدونة	-	-
حد الانكماش	-	-
بروكتور للدمك المعدل		
نسبة الدمك		

- نسب مكونات التربة:

سيتم حساب نسب مكونات التربة الأساسية (حصى – رمل – طين - طمي) حسب التصنيف العالمي الموحد وتصنيف الأشتو لعينة التربة. ويمكن تحديد نسب مكونات عينات التربة حسب التصنيف الموحد وتصنيف الاشتو كما هو موضح بالجدول (11) :

جدول (11) يبين نسب مكونات التربة حسب النظام الموحد والآشتو

عينة التربة	نسبة المار من المناخل (%)		نسب مكونات التربة (%)		
	4	200	حصى	رمل	طين-طمي
رملية	100	3.2	0	96.8	3.2
هشوم	100	2.6	0	97.4	2.6

تبين النتائج أن العينات المختبرة لا تحتوي على حصى، وانه توجد مواد ناعمة بنسبة ضئيلة، والنسبة الأكبر تتكون من الرمل.

7. تصنيف التربة:

أ- *تصنيف التربة حسب النظام الموحد:*

الجدول (12) يبين تصنيف التربة حسب النظام الموحد

العينة	نسبة المار من المناخل (%)		CU	CC	حد السيولة (%)	حد اللدونة (%)	التصنيف
	4	200					
رمل	100	3.2	2.188	0.959	20.7	-	SP
هشوم	100	2.6	1.556	1.068	19.96	-	SP

ب- *تصنيف التربة حسب نظام الاشتو:*

الجدول (13) يبين تصنيف التربة حسب نظام الاشتو

العينة	نسبة المار من المناخل (%)			حد السيولة (%)	حد اللدونة (%)	التصنيف
	10	40	200			
رمل	100	87.7	3.2	20.7	-	A – 3
هشوم	100	82.8	2.6	19.96	-	A-3

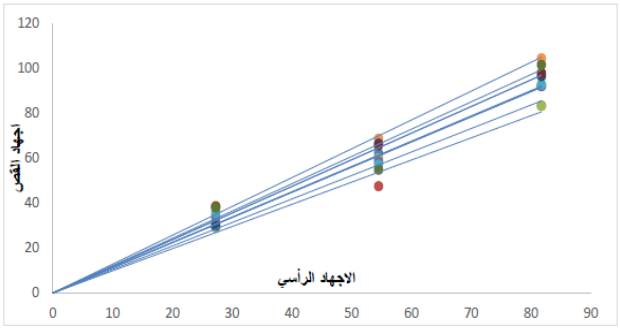
يتضح من النتائج المتحصل عليها أعلاه ان جميع عينات التربة صنفت حسب نظام تصنيف الاشتو على أنها تربة رملية غير لدنة (A-3).

8. مقاومة التربة للقص:

تم حساب معاملات القص لعينات التربة وذلك من خلال معادلة كولومب للقص بإيجاد زاوية ميل الخط المستقيم والجزء المقطوع من المحور الرأسي. والجدول (14) يوضح النتائج المتحصل عليها.

الجدول (14) يبين حساب معاملات القص حسب معادلة كولومب

رقم العينة	درجة التشبع	زاوية الاحتكاك Ø (deg)	معامل التماسك (c)
1	0.00	$\tau = 1.1260\ \sigma$	48.39º
2	0.11	$\tau = 0.9862\ \sigma$	44.60º
3	0.19	$\tau = 1.0456\ \sigma$	46.28º
4	0.30	$\tau = 1.1193\ \sigma$	48.22º
5	0.41	$\tau = 1.1222\ \sigma$	48.30º
6	0.56	$\tau = 1.2830\ \sigma$	52.07º
7	0.71	$\tau = 1.1854\ \sigma$	49.85º
8	0.85	$\tau = 1.2150\ \sigma$	50.54º
9	1.00	$\tau = 1.1854\ \sigma$	49.85º



شكل (9) مستويات انهيار القص لجميع العينات المختبرة

يتضح من النتائج المتحصل عليها بالجدول السابق أن زاوية احتكاك التربة قلت مع زيادة درجة التشبع بنسبة0.11، بعد ذلك بدأت بالزيادة حتى نسبة 0.56 ، وفي العينات التالية قلت الزاوية عند نسبة 0.71 ، ثم زادت عند0.85 ، لتعود للنقصان في النسبة الأخيرة 1.0 وهي نسبة تشبع العينة .

9. الاستنتاجات:

1. نسب مكونات التربة الرملية حسب النظام الموحد ونظام الأشتو هي 0% حصى ، و 96.8 % رمل ، و 3.2% طين وطمي ، ولتربة الهشوم 0% حصى ، و 97.4 % رمل ، و 2.6 % طين وطمي ؛ يتضح من هذه النتائج أن العينات تتكون غالبيتها العظمى من الرمل .
2. صنفت عينتا التربة حسب نظام التصنيف العالمي الموحد على أنها تربة رملية فقيرة التدرج (SP) .

3. صنفت عينتا التربة حسب نظام الأشتو على أنها تربة رملية ناعمة غير لدنة (A-3) . هناك توافق بين تصنيف التربة حسب النظامين الموحد والأشتو.
4. بينت نتائج اختبار المحتوى المائي الطبيعي لهذه التربة يتراوح ما بين (3.078 %) للتربة الرملية و (5.41%) لتربة الهشوم.
5. بينت نتائج اختبار الوزن النوعي أن الوزن النوعي لعينات التربة هي (2.7) للتربة الرملية، و (2.77) لتربة الردم الهشوم.
6. بينت نتائج اختبار تحديد حد السيولة أن حد السيولة للتربة الرملية حوالي 20.69 %، ولتربة الردم (الهشوم) 19.96%.
7. بينت نتائج اختبار تحديد حد اللدونة، وحد الانكماش أن عينات التربة المختبرة عديمة اللدونة والانكماش.
8. بينت نتائج اختبار بروكتور المعدل للدمك أن الكثافة الجافة القصوى تساوي $17.868\ kN/m^3$. للتربة الرملية و $17.8\ kN/m^3$ لتربة الردم (الهشوم).
9. بينت نتائج اختبار الكثافة الحقلية أن الكثافة الجافة الحقلية للتربة الرملية "اقل من الكثافة الجافة القصوى المتحصل عليها من اختبار الدمك بنسبة دمك. (R.C =85.86 %) .
10. بينت نتائج اختبارات القص المباشر أن مقاومة القص لهذه التربة تتأثر بتغير درجة التشبع .

10. التوصيات:

1. زيادة عدد العينات لاختبارات تحديد المحتوى المائي ، والوزن النوعي ، والتحليل المنخلي، وحدود أتربرج؛ ليتم وصف و تصنيف التربة بشكل أوفى.
2. اجراء اختبارات أخرى لمقاومة القص للتربة مثل اختبار ثلاثي المحاور .
3. إجراء اختبارات تحديد نسبة الأملاح و الأس الهيدروجيني لهذه التربة .

المراجع

1. السيد عبد الفتاح القصبي، هندسة الأساسات السطحية، الطبعة الثالثة، القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع 2010 .
2. الشريف محمد عبد العزيز، أساسيات في ميكانيكا التربة والأساسات، الطبعة الأولى، القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر، 2007 .
3. السيد عبد الفتاح القصبي، ترميم المنشآت الخرسانية، القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع.
4. محمد أحمد عاشور، ميكانيكا التربة، الطبعة الأولى، القاهرة: دار العلوم للنشر والتوزيع، 2006 .
5. ASTM D2216 – 10, Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass.
6. ASTM D854 – 14, Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer.
7. ASTM D422 - 63(1998), Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils.
8. BS 1377-2:1990, Methods of test for soils for civil engineering purposes. Classification tests.
9. ASTM D4318 – 17, Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.
10. BS 1377-4:1990, Methods of test for soils for civil engineering purposes.Compaction-related tests.
11. ASTM D3080 / D3080M – 11, Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions.

الملحق (1):

قائمة الرموز:

Sr : درجة التشبع للتربة.
γw : وحدة الأوزان للماء.
WC : المحتوى المائي.
MW : كتلة الماء .
MS : كتلة المواد الصلبة.
T_0 : درجة الحرارة المعاير عندها دورق الوزن النوعي مملوء بالماء.
$D10$%: قطر الحبيبات المقابل لنسبة مار 10 .
$D30$% : قطر الحبيبات المقابل لنسبة مار 30 .
$D60$% : قطر الحبيبات المقابل لنسبة مار 60 .
Cu : معامل الانتظام للتربة.
Cc : معامل التقعر للتربة.
ρ_0 : الكثافة النسبية للماء عند درجة حرارة T_0 .
T: درجة حرارة دورق القياس المملوء بعينة التربة وا لماء.
K: معامل تصحيح أخطاء كثافة الماء.
ρT : الكثافة النسبية للماء عند درجة حرارة T.
MP : كتلة الدورق.
GS : الوزن النوعي. .
LD : طول عينة التربة المجففة بالفرن (اختبار حد الانكماش) .
$L0$: طول العينة الأصلي قبل التجفيف (اختبار حد الانكماش).
OMC : المحتوى المائي الأمثل للدمك.
$\gamma d\ max$: وحدة الأوزان الجافة القصوى.
γm : وحدة الأوزان الرطبة.
γd : وحدة الأوزان الجافة.
M : كتلة التربة المدموكة في قالب الدمك.
V : حجم قالب الدمك.
ρS : كثافة الرمل المستخدم (اختبار الكثافة الحقلية).
Vcd : حجم القاعدة والمخروط (جهاز المخروط الرملي).
Vh : حجم الحفرة.
ρt : كثافة التربة الحقلية.
ρd : كثافة التربة الجافة.
R.C : معامل الدمك (نسبة الدمك).
N : القوة الرأسية المؤثرة عاموديا على سطح القص.
Q : القوة الأفقية المسببة للقص.
Qr : قوة الاحتكاك المقاومة للحركة الأفقية.
A : مساحة السطح المعرض للقوى.
η : معامل الاحتكاك.
$\emptyset$: زاوية الاحتكاك الداخلي للتربة.
C : معامل التماسك للتربة.
σu : الإجهاد الرأسي.
σ'': الإجهاد الرأسي الفعال.
$\sigma 1$: الإجهاد الرأسي على العينة (اختبار القص المباشر).
τ : إجهاد القص المسلط على العينة (اختبار القص المباشر).