الأستاذ المشرف
الدكتورة مجد المحمود

اعداد الطالب
ربى حسام المصري

اعداد الطالب
عبد اللطيف هيثم القوجه

اعداد الطالب
يوسف هايل عفّور

مسابقة أفضل حلقة بحثية طلابية

- طب الأسنان
- الصيدلة
- الهندسة (معلوماتية و اتصالات)
- الهندسة المدنية
- هندسة العمارة و التخطيط العمراني
- العلوم الإدارية و المالية

تحميل الحلقة البحثية

ملخص البحث:

يعد تصنيف التربة ضرورة لا غنى عنها في عمليات مسح التربة وإعداد خرائطها بالإضافة إلى أن التصنيف لا يهدف فقط إلى تجميع التربة في مجموعات وإعطائها أسماء معينة بل هو إطار عام لتقييم التربة. ان نظام التصنيف يعطي للمهندس لغة مفهومة ومختصرة للتعبير عن الخواص العامة للتربة . يتناول هذا البحث تعريف بأنظمة تصنيف التربة الأكثر شيوعاً واستخداماً في العالم وهما نظام التصنيف الموحد UCSC ونظام الآشتو AASHTO. تمت المقارنة بين النظامين المذكورين بتطبيقهما على عينتين من التربة الأولى أُخذت من موقع الجامعة الوطنية والثانية من منطقة سهل الغاب وذلك بعد اجراء سلسلة من التجارب المخبرية اللازمة . كانت النتائج متقاربة جداً ويمكن الاستنتاج أنه يمكن استخدام كلا النظامين بصورة تبادلية الى حد ما.

الكلمات المفتاحية: تصنيف التربة, نظام التصنيف الموحد UCSC, النظام AASHTO.

-مقدمة:

نظام التصنيف الموحد الأميركي (USCS) ونظام الشركة الأميركية للطرق الحكومية الرسمية (AASHTO) هما النظامان الرئيسان لتصنيف التربة في العالم ولهما تطبيقات مهمة في مجال الهندسة المدنية والمعمارية.

2-تحضير العينات وإجراء التجارب:

تم إجراء تجربة التحليل الحبي بالمناخل وتجربة حدود أتربرغ على عينتين مختلفتين الأولى من موقع الجامعة الوطنية والثانية من منطقة سهل الغاب في ريف حماة. حيث تم إجراء هاتان التجربتان في مخبر ميكانيك التربة في الجامعة الوطنية.

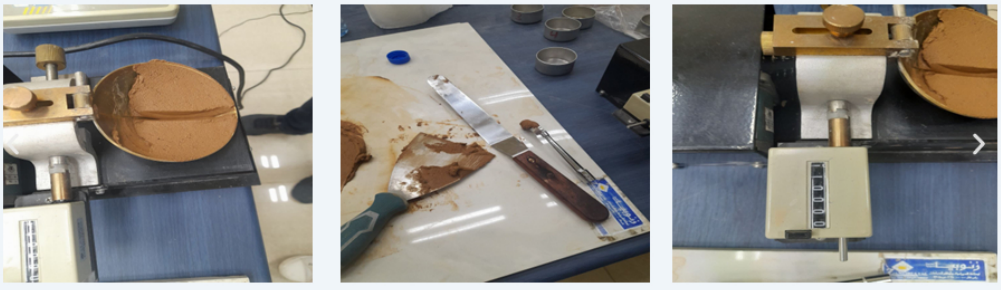
2-1-تجربة التحليل الحبي بالطريقة الرطبة:

تم ترتيب سلسلة المناخل النظامية ووضع العينات معروفة الوزن عليها وذلك بعد غسلها على المنخل رقم 200. بعد التأكد من مرور كافة الحبات من الفتحات المناسبة تم تعيين الأوزان المتبقية على كل منخل وحساب النسب المئوية المحجوزة والمارة ومن ثم رسم المنحني الحبي لكل عينة حيث تم إجراء التجربة وفق نظام [1] ASTM D422-63 .

الشكل (1): اجراء تجربة التحليل الحبي في مخبر ميكانيك التربة – الجامعة الوطنية

2-2-تجربة حدود أتربرغ:

تم إجراء تجربة حدود أتربرغ على عينات التربة المارة من المنخل 40 للحصول على المواد الناعمة وتم تجفيفها بالهواء للوصول إلى الرطوبة المطلوبة وتمت التجربة باستخدام جهاز كاساغراندي وبعدها تم إجراء الحسابات اللازمة حيث تمت التجربة على العينتين وفق نظام [2] ASTM D-4318 .



الشكل (2): اجراء تجربة حدود أتربرغ في مخبر ميكانيك التربة في كلية الهندسة المدنية – الجامعة الوطنية.

3- **نظام تصنيف التربة الموحد (USCS)[3] :**

- يصنف نظام تصنيف التربة USCS التربة إلى مجموعات مختلفة بناء على توزيع حجم االحبيبات و خصائص اللدونة.
- يعتمد هذا النظام على تصنيف الرواسب الطبيعية من حيث نوعها وخصائصها الهندسية.
- يستند هذا النظام إلى طرق مبسطة لتحديد نوع التربة بناء على نسب الحصى والرمل والسلت والغضار.
- يتم استخدامه في مشاريع البنية التحتية والأساسات.

3-1- **بعض المجموعات المعرف بها من قبل نظام تصنيف التربة الموحد: [3]**

- التربة الخشنة الحبيبات: تحتوي التربة الخشنة الحبيبات على نسبة عالية من الحبيبات الكبيرة مثل الرمل و البحص.

الحصى (G): تتكون من جزيئات أبعادها أكبر من 4.75 مم .

الرمال ((S: تتكون من جزيئات أبعادها تتراوح من 0.0075 مم إلى 4.75 مم.

- التربة ناعمة الحبيبات: تحتوي التربة الدقيقة أو الناعمة على نسبة عالية من الحبات الصغيرة مثل السلت و الغضار.

السلت (M): تتراوح أبعادها من 0.075 مم إلى 0.002 مم.

الغضار (C): تكون أبعاد الجزيئات أصغر من 0.002 مم.

- التربة العضوية: وهي غضار يحتوي على نسبة عالية من المواد العضوية كافية لتؤثر على الخواص الهندسية.

العضويات (O): إذا كان حد سيولتها بعد التجفيف بالفرن أقل من 75% من حد سيولتها قبل التجفيف و تتكون من مواد عضوية مثل الخث .

- تربة مؤلفة من بقايا نباتية في مختلف مراحل تحللها.

بالإضافة إلى مجموعات التربة الرئيسة يشمل نظام تصنيف التربة الموحد على العديد من الرموز للإشارة إلى خصائص معينة .

W: يشير إلى التدرج الجيد للتربة. P:يشير إلى التدرج السيء للتربة.

H: يشير إلى اللدونة العالية. L: يشير إلى اللدونة المنخفضة.

في النظام الموحد يتم تحديد التربة برمز مكون من حرفين، الأول يحدد المكون الأساسي للتربة والثاني يصنف التدرج الحي أو خصائص اللدونة وهناك حالات خاصة يستخدم فيها رموز ثنائية للتصنيف.

1. Unified Soil Classification System (USCS)

Table 5.2 Unified Soil Classification System (Based on Material Passing 76.2-mm Sieve)

Criteria for assigning group symbols				Group symbol
Coarse-grained soils More than 50% of retained on No. 4 sieve	**Gravels** More than 50% of coarse fraction retained on No. 4 sieve	Clean Gravels Less than 5% fines[a]	$C_u \geq 4$ and $1 \leq C_c \leq 3$[c]	GW
			$C_u < 4$ and/or $1 > C_c > 3$[c]	GP
		Gravels with Fines More than 12% fines[a,d]	$PI < 4$ or plots below "A" line (Figure 5.3)	GM
			$PI > 7$ and plots on or above "A" line (Figure 5.3)	GC
	Sands 50% or more of coarse fraction passes No. 4 sieve	Clean Sands Less than 5% fines[b]	$C_u \geq 6$ and $1 \leq C_c \leq 3$[c]	SW
			$C_u < 6$ and/or $1 > C_c > 3$[c]	SP
		Sands with Fines More than 12% fines[b,d]	$PI < 4$ or plots below "A" line (Figure 5.3)	SM
			$PI > 7$ and plots on or above "A" line (Figure 5.3)	SC
Fine-grained soils 50% or more passes No. 200 sieve	**Silts and clays** Liquid limit less than 50	Inorganic	$PI > 7$ and plots on or above "A" line (Figure 5.3)[e]	CL
			$PI < 4$ or plots below "A" line (Figure 5.3)[e]	ML
		Organic	$\frac{\text{Liquid limit — oven dried}}{\text{Liquid limit — not dried}} < 0.75$; see Figure 5.3; OL zone	OL
	Silts and clays Liquid limit 50 or more	Inorganic	PI plots on or above "A" line (Figure 5.3)	CH
			PI plots below "A" line (Figure 5.3)	MH
		Organic	$\frac{\text{Liquid limit — oven dried}}{\text{Liquid limit — not dried}} < 0.75$; see Figure 5.3; OH zone	OH
Highly Organic Soils	Primarily organic matter, dark in color, and organic odor			Pt

[a] Gravels with 5 to 12% fine require dual symbols: GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC.

[b] Sands with 5 to 12% fines require dual symbols: SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC.

[c] $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$; $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$

[d] If $4 \leq PI \leq 7$ and plots in the hatched area in Figure 5.3, use dual symbol GC-GM or SC-SM.

[e] If $4 \leq PI \leq 7$ and plots in the hatched area in Figure 5.3, use dual symbol CL-ML.

4- نظام الجمعية الأميركية للطرق الحكومية الرسمية [4] AASHTO:

- يستخدم هذا النظام لتصنيف التربة بناءً على قوة التربة وبنيتها.
- يصنف هذا النظام التربة إلى سبع مجموعات أساسية تسمى من A_1 إلى A_7 استناداً إلى جودتها النسبية المتوقعة. ويتم تقسيم بعض المجموعات الرئيسية إلى مجموعات فرعية مثل A_1_a و A_1_b وقد يتم حساب مؤشر المجموعة لتحديد الأداء المتوقع للتربة.
- يستخدم أساساً في مشاريع الطرق والجسور.

4-1- **شرح آلية التصنيف[4] :**

التربة المصنفة على أنها A-1 عادة ما تكون عبارة عن خليط جيد التدرج من الحصى والرمل الخشن والرمل الناعم.

تحتوي التربة الموجودة في المجموعة A-1-aعلى كمية أكبر من الحصى بينما تحتوي التربة الموجودة في المجموعة A-1-b على كمية أكبر من الرمل.

عادة ما تكون التربة الموجودة في المجموعة A-3 عبارة عن مواد ناعمة وتحتوي على كميات صغيرة من السيلت غير اللدن. تحتوي المجموعة A-2على مجموعة متنوعة من المواد الحبيبية (الحدودية) التي لا تستوفي معايير المجموعات A-1 أو A-3.

التربة في المجموعة A-4هي تربة سيلتية والتربة في المجموعة A-5 هي عبارة عن سيلت مرن عالي اللدونة و عادة ما تكون التربة في المجموعة A-6 عبارة عن غضار قليل منخفض اللدونة أما التربة في المجموعة A-7 فهي غضار عالي اللدونة .

يمكن حساب مؤشر المجموعة لمواصلة تقييم الجودة النسبية والقيمة الداعمة للمادة كدرجة فرعية.

ويتم حساب مؤشر المجموعة وفقاً للصيغة التجريبية التالية:

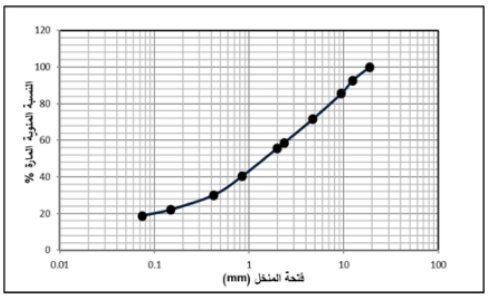
Group index =(F-35) (0.2+0.005(LL-40)) +(F-15) (PI-10)

Table 5.1. AASHTO Classification System

General Classification	*Granular materials (35% or less passing No. 200 Sieve (0.075 mm)*							*Silt-clay Materials More than 35% passing No. 200 Sieve (0.075 mm)*			
Group Classification	*A—1*		*A—3*	*A—2*				*A—4*	*A—5*	*A—6*	*A—7*
	A—1—a	*A—1—b*		*A—2—4*	*A—2—5*	*A—2—6*	*A—2—7*				*A—7—5 A—7—6*
(*a*) Sieve Analysis: Percent Passing											
(*i*) 2.00 mm (No. 10)	50 max										
(*ii*) 0.425 mm (No. 40)	30 max	50 max	51 min								
(*iii*) 0.075 mm (No. 200)	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min
(*b*) Characteristics of fraction passing 0.425 mm (No. 40)											
(*i*) Liquid limit				40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min
(*ii*) Plasticity index	6 max		N.P.	10 max	10 max	11 min	11 min	10 max	10 max	11 min	11 min*
(*c*) Usual types of significant Constituent materials	Stone Fragments Gravel and sand		Fine Sand	Silty or Clayey Gravel Sand				Silty Soils		Clayey Soils	
(*d*) General rating as subgrade.	Excellent to Good							Fair to Poor			

* If plasticity index is equal to or less than (liquid Limit—30), the soil is A—7—5 (*i.e.* PL > 30%)
If plasticity index is greater than (Liquid Limit—30), the soil is A—7—6 (*i.e.* PL < 30%)

5- النتائج ومناقشتها:



العينة (1)

وزن العينة قبل الغسيل	650 gr
وزن العينة بعد الغسيل	528.1 gr

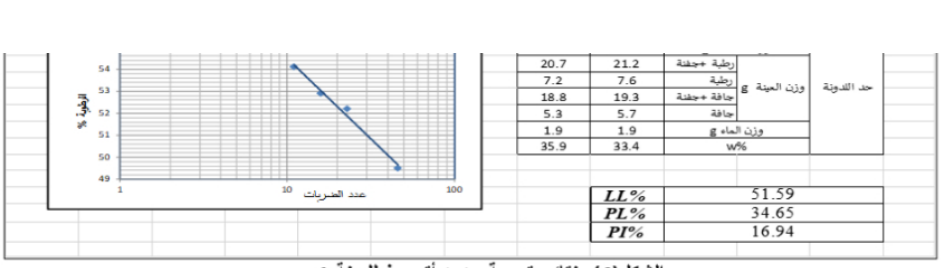
فتحة المنخل mm	فتحة أو رقم المنخل	المحجوز الكلي gr	المتزاكم (غ)	المتزاكم %	المار %
19	3/4"	0	0	0	100
12.5	1/2"	47.4	47.4	7.29	92.71
9.5	3/8"	46.4	93.8	14.43	85.57
4.75	#4	90.6	184.4	28.37	71.63
2.36	#8	84.5	268.9	41.37	58.63
2	#10	18.8	287.7	44.26	55.74
0.85	#20	99.6	387.3	59.58	40.42
0.425	#40	67.3	454.6	69.94	30.06
0.15	#100	51.5	506.1	77.86	22.14
0.075	#200	20.11	528.1	81.25	18.75

الشكل (3): نتائج تجربة التحليل الحبي للعينة 1

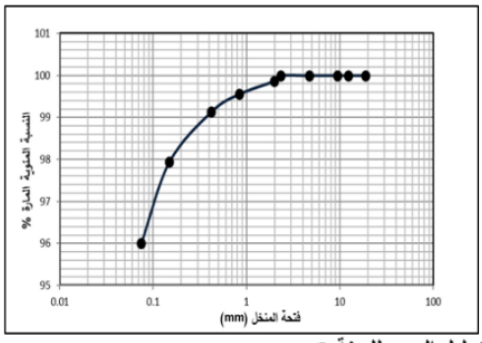
العينة (1)

رقم العينة	وزن الجفنة g	رطبة +جفنة	جافة +جفنة	رطبة	جافة	وزن العينة g	عدد الضربات	وزن الماء g	w%
1	14	30.8	24.9	16.8	10.9		11	5.9	54.1
2	14.1	32.3	26	18.2	11.9		16	6.3	52.9
3	14.1	34.5	27.5	20.4	13.4		23	7	52.2
4	13.17	34.6	27.5	21.43	14.33		46	7.1	49.5

رقم العينة	5	6
وزن الجفنة g	13.6	13.5



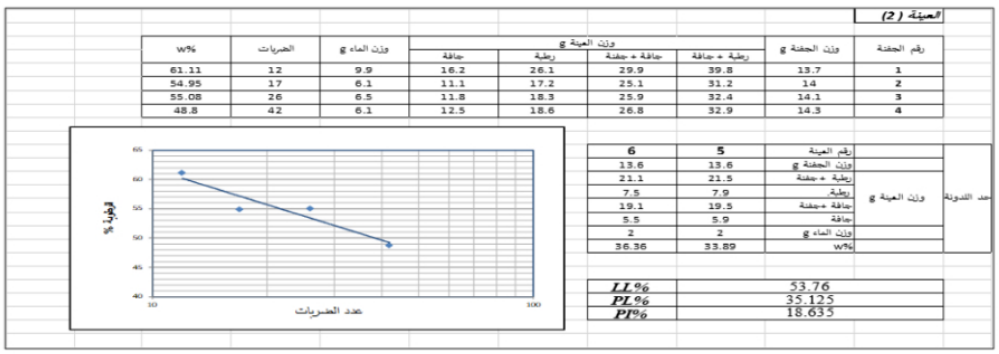
الشكل(4): نتائج تجربة حدود أتربرغ للعينة 1



العينة (2)
وزن العينة قبل الغسيل 315.2 gr
وزن العينة بعد الغسيل 12.6 gr

فتحة المنخل mm	فتحة أو رقم المهزة	المحجوز الكلي gr	المتزاكم (gr)	المتزاكم %	المار %
19	3/4"	0	0	0	100
12.5	1/2"	0	0	0	100
9.5	3/8"	0	0	0	100
4.75	#4	0	0	0	100
2.36	#8	0	0	0	100
2	#10	0.4	0.4	0.13	99.87
0.85	#20	1	1.4	0.44	99.56
0.425	#40	1.3	2.7	0.86	99.14
0.15	#100	3.8	6.5	2.06	97.94
0.075	#200	6.1	12.6	4	96

الشكل (5): نتائج تجربة التحليل الحبي للعينة 2



الشكل(6): نتائج تجربة حدود أتربرغ للعينة 2

جدول(3): تصنيف العينتين المدروستين.

رقم العينة	العينة (1)	العينة (2)
نسبة المار من المنخل 4	71.63	100
نسبة المار من المنخل 10	55.7	99.87
نسبة المار من المنخل 40	30.06	99.14
نسبة المار من المنخل 200	18.75	96
حد السيولة LL	51.59	53.76
حد اللدونة PL	34.65	35.125
دليل اللدونة PI	16.94	18.653
تصنيف التربة حسب USCS	رمل سيلتي مع بحص (SM)	سلت عالي اللدونة (MH)
تصنيف التربة حسب AASHTO	A-1-b (0)	A-7-5(23)

جدول (4):مقارنة بين النظام الموّحد ونظام الأشتو[5]

Soil group in Unified system	Comparable soil groups in AASHTO system		
	Most probable	Possible	Possible but improbable
GW	A-1-a	—	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7
GP	A-1-a	A-1-b	A-3, A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7
GM	A-1-b, A-2-4, A-2-5, A-2-7	A-2-6	A-4, A-5, A-6, A-7-5, A-7-6, A-1-a
GC	A-2-6, A-2-7	A-2-4	A-4, A-6, A-7-6, A-7-5
SW	A-1-b	A-1-a	A-3, A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7
SP	A-3, A-1-b	A-1-a	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7
SM	A-1-b, A-2-4, A-2-5, A-2-7	A-2-6, A-4	A-5, A-6, A-7-5, A-7-6, A-1-a
SC	A-2-6, A-2-7	A-2-4, A-6, A-4, A-7-6	A-7-5
ML	A-4, A-5	A-6, A-7-5, A-7-6	

CL	A-6, A-7-6	A-4	—
OL	A-4, A-5	A-6, A-7-5, A-7-6	—
MH	A-7-5, A-5	—	A-7-6
CH	A-7-6	A-7-5	—
OH	A-7-5, A-5	—	A-7-6
Pt	—	—	—

6- النتائج والتوصيات:

1. كلا النظامين المعتمدين USCS و AASHTO يأخذ بعين الاعتبار الحالة اللدنة للتربة وكلا هذين النظامين يقسما التربة إلى مجموعتين رئيسيتين هما التربة خشنة التدرج الحبي والتربة ناعمة التدرج الحبي والمفصولة بالمنخل 200.
2. بناء على النظام AASHTO تعتبر التربة ناعمة عندما تمر نسبة 35% من المنخل 200 بينما في نظام التصنيف الموحد USCS تعتبر التربة ناعمة عندما يمر أكثر من 50% من المنخل 200.
3. يعد نظام التصنيف AASHTO أفضل إلى حد ما لأن التربة الخشنة والتي تمتلك نسبة 35% من النواعم سوف تتصرف كمواد ناعمة وهذا بسبب وجود نواعم كافية لتؤثر على الفراغات بين الحبيبات الناعمة.
4. في نظام التصنيف الموحد USCS يتم الفصل بين المواد الحصوية والرملية بشكل واضح بينما في النظام AASHTO لا يوجد ترسيم واضح بالإضافة إلى أن النظام الموحد USCS يصنف التربة العضوية على أنها OH و OL وكتربة خبثية بينما في النظام AASHTO لا يوجد مكان للتربة العضوية.
5. الرموز المستخدمة في النظام الموحد USCS أكثر وصفية ويمكن تذكرها بسهولة أكبر من تلك الموجودة في النظام AASHTO.
6. نوصي باستخدام نظام التصنيف الموحد USCSفي المشاريع الجيوتكنية واستخدام النظام AASHTO في مشاريع الطرق وهندسة النقل.
7. نوصي بإجراء البحث على عدد أكبر من العينات الأمر الذي لم نتمكن من اجراءه لضيق المدة الزمنية المتاحة.
8. نوصي بإجراء أبحاث للمقارنة بين أكثر من نظامين تصنيف للتربة مثل (نظام التصنيف الأميركي، تصنيف منظمة الأغذية والزراعة العالمية FAO, الأساس المرجعي العالمي لموارد التربة WRB,التصنيف الفرنسي).

7- المراجع:

[1]. ASTM (2007a): D 422-63 – Standard Test Methods for Particle – Size Analysis of Soils. ASTM International, West Conshohocken, PA, pp. 1 – 8.

[2]. ASTM (2010): D 4318 – Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, Plasticity Index of Soils, Annual book of ASTM standards, PA, 19428-2959 USA, Vol. 04, No. 08, Pp. 32.

[3]. ASTM (1993): D 2487-93 – Unified Soil identification and Classification. ASTM International, West Conshohocken, PA, 19428-2959, United State of America.

[4]. AASHTO (1986): M 145-2-Standard Specification for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing, America Association of State Highway and Transportation Officials, (14th edition) USA: Washington DC.

[5]. Liu, T. K. (1967). "A Review of Engineering Soil Classification Systems," Highway Research Record No. 156, National Academy of Sciences, Washington, D.C., 1–22