خواص التربة و تصنيفها

يمكن لنا أن نصنف ترب مختلفة بخواص مشابهة إلى مجموعات رئيسية ومجموعات ثانوية وفقاً لسلوكها الهندسي .
إن نظام التصنيف يعطي للمهندس لغة مفهومة ومختصرة للتعبير عن الخواص العامة للترب من دون الدخول في الوصف التفصيلي .معظم أنظمة تصنيف الترب والتي تم تطويرها لأغراض هندسية مبنية على معاملات وخواص بسيطة مثل التدرج الحبي وحدود أتربرغ .
في هذا المحاضرة سنقوم بشرح عدة أنظمة لتصنيف التربة تعتمد على عدة معايير :
معيار التحليل الحبي للتربة فقط وهذا ما سنسميه التصنيف النسيجي.
معيار التحليل الحبي ولدونة التربة التي تؤثر على السلوك الهندسي للتربة، وهنا سنعرض نوعين فقط من التصنيف هما : نظام الآشتو AASHTO المستخدم في مؤسسات الطرق.
نظام التصنيف العالمي الموحد. Unified Soil Classification System (USCS) يستخدمه المهندسين الجيوتكنيكيين.

أولاً : التصنيف النسيجي

إن نسيج التربة بشكل عام، يشير إلى مظهر السطح، يتأثر نسيج التربة بحجم الحبيبات الموجودة فيها .
تقسم التربة إلى مجموعات من البحص، الرمل، السلت اولغضار بناءً على حجم الحبيبة .في معظم الحالات، نجد أن الترب الطبيعية عبارة عن مزيج من حبيبات لمجموعات ذات حجوم مختلفة .
في التصنيف النسيجي تسمى التربة بناءً على المكون الرئيسي فيها، مثل :رمل غضاري ، أو سلت غضاري وهكذا.

حجم الحبة	القطر الأكبر ملم	القطر الأصغر ملم
حبة الرمل	2	0.05
حبة السلت	0.05	0.002
حبة الغضار	0.002	

١. حجم الرمل :ويمتد من قطر حبيبات 2.0 مم وحتى قطر حبيبات 0.05 مم.
٢. حجم السلت :ويمتد من قطر حبيبات 0.05 مم وحتى قطر حبيبات 0.002 مم.
٣. حجم الغضار :ويمتد لجميع الحبيبات ذات القطر الأصغر من 0.002 مم.

مثال عملي: لشرح نظرية التصنيف النسيجي :
إذا كان توزع حجم الحبيبات لتربة A يحتوي : ما نسبته 30% من الرمل، 40% من السلت، 30% من الغضار، وتصنيفها النسيجي يمكن أن يحدد باتباع الأسهم الموضحة في الشكل. رقم (1)
وتقع هذه التربة في منطقة غنية بالغضار.

لاحظ أن المخطط مبني فقط على الجزيئات التي تمر من المنخل رقم 10 ونعني بها الرمل و السلت و الغضار، لذلك فإنه في حال كان توزع التدرج الحبي لتربة يحتوي نسبة حبيبات بقطر أكبر من 2 مم لا بد من عمل تصحيح.

مثال عملي:

في حال كانت التربة B لها تدرج حبي كما يلي :

تحتوي نسبة 20% من البحص، 10% من الرمل، 30% من السلت، 40% من الغضار، فإن المكونات النسيجية المعدلة تصبح:

100*{(نسبة البحص −100) /نسبة الرمل}= نسبة حجم الرمل المعدل

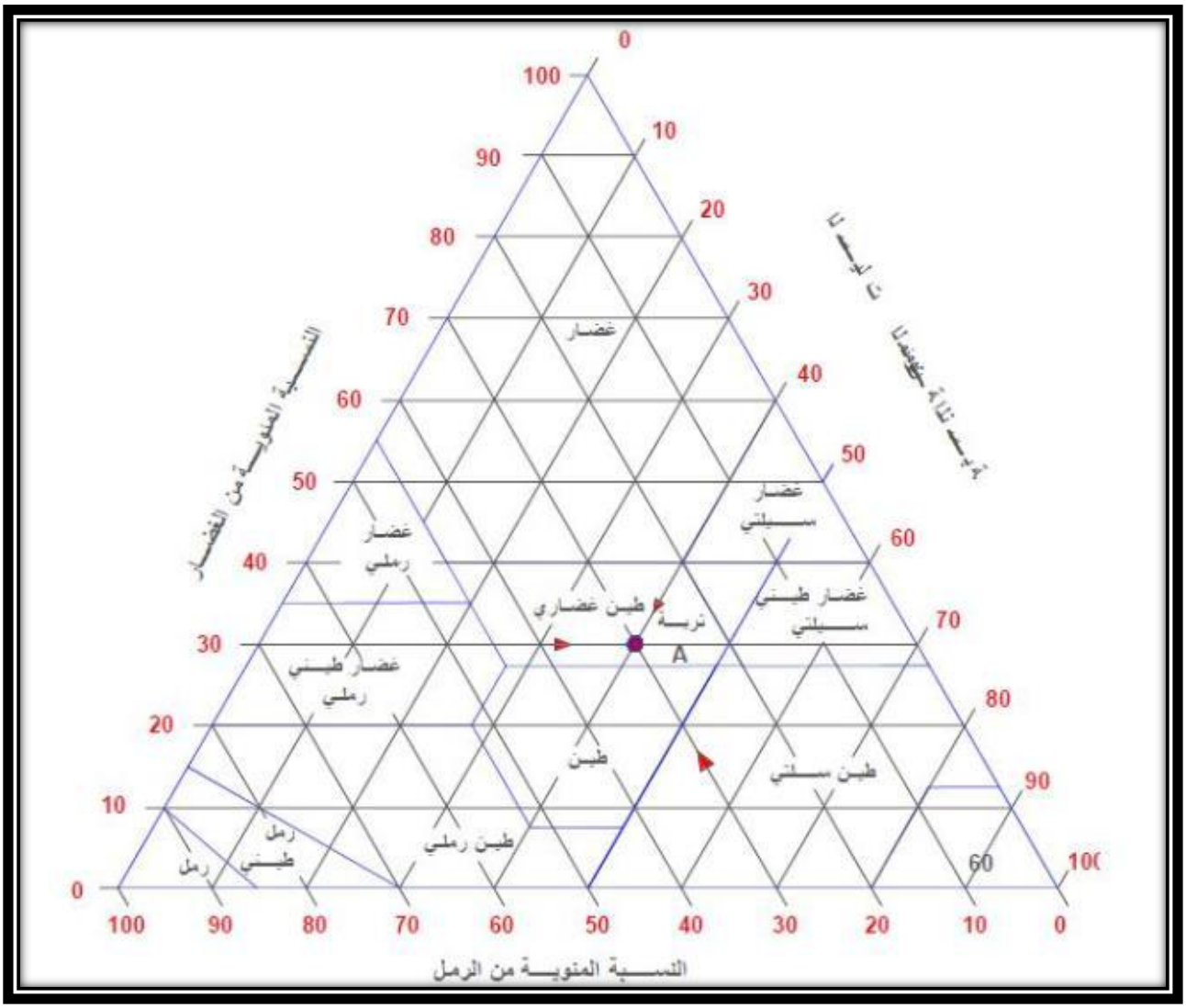
100*{(نسبة البحص −100) /نسبة السلت}= نسبة حجم السلت المعدل

100*{(نسبة البحص −100) /نسبة الغضار}= نسبة حجم الغضار المعدل

وبناءً على النسب المعدلة فإن تصنيف التربة بحسب التصنيف النسيجي هو تربة غضارية.

ملاحظة هامة: من قواعد المتبعة في هذا التصنيف وبحال كانت مكونات التربة تحتوي نسبة للحبيبات التي قطرها أكبر من 2 مم والتي تتمثل بالبحص، يرى هذا النوع من التصنيف أنه لا مانع من إضافة كلمة البحص قبل النسبة المعدلة المسيطرة على تركيب التربة المدروسة.

وبناءاً على ذلك يمكننا أن **نسمي التربة B بأنها تربة بحصية غضارية.**



الشكل رقم (1) نظام التصنيف النسيجي المطور(USDA)

ثانياً : التصنيف حسب السلوك الهندسي

على الرغم من أن التصنيف السابق بسيط نسبياً إلا أنه مبني على التركيب الحبي للتربة وهذه تعتبر نقطة سلبية ، ولكن وبحسب سلوك التربة في الواقع، فإن كمية الفلزات الغضارية الموجودة بالترب الناعمة تؤثر بشكل كبير على الخواص الفيزيائية، لذلك يجب على مهندسي التربة أن تأخذ بعين الاعتبار ظاهرة اللدونة والتي تنشأ بسبب وجود الفلزات الغضارية لوصف خواص التربة بشكل صحيح. بما أن نظام التصنيف النسيجي لا يأخذ بعين الاعتبار ظاهرة اللدونة وهو لا يحدد العديد من الخواص الهامة للتربة، فهو غيرملائم لمعظم الأغراض الهندسية .حالياً يتم استخدام نظامين من التصنيف أكثر تفصيلا يتم استخدامها بكثرة من قبل مهندسي التربة، وكلا النظامين يأخذ بعين الاعتبار توزع التدرج الحبي وحدود اتربرغ وهما:

١- نظام التصنيف العالمي الموحد. Unified Soil Classification System (USCS)

٢- نظام الأشتو (AASHTO) المنظمة الامريكية الرسمية للطرق السريعة والمواصلات The American Association of state highway and Transportation

حيث يتم استخدام نظام الآشتو في مؤسسات الطرق . أما المهندسين الجيوتكنيكيين و لأغراض الإنشاء يفضل استخدام نظام التصنيف العالمي الموحد.

١-نظام تصنيف الآشتو:

تم تطوير نظام تصنيف الآشتو AASHTO في عام 1929 كنظام تصنيف لمديريات الطرق العامة. وقد تم تنقيحه العديد من المرات، النسخة المعمول بها حالياً مقدمة من قبل:

Committee on Classification of Materials for Subgrades and Granular Type Roads of the Highway Research Board in 1945 (ASTM designation D-3282; AASHTO method M145(.

إن تصنيف الآشتو المستخدم حالياً معطى في الجدول رقم (1) وبناءً على هذا النظام يمكن أن تصنف الترب إلى عدة مجموعات رئيسية وعددها سبع مجموعات مرقمة من المجموعة A-1 وحتى المجموعة A-7 فإذا كانت التربة تحتوي مواد حبيبية بنسبة 35% أو أقل للحبيبات التي تمر من المنخل 200 ، يمكن أن تصنف التربة في هذه الحالة ضمن المجموعات A-2 ، A-1 و A-3 .

أما الترب التي تحتوي على نسبة 35% أو أكثر من الحبيبات تمر من المنخل رقم 200 يتم تصنيفها بحسب هذه الشروط ضمن المجموعات A-4 ، A-5 ، A-6 و A-7 ومعظم هذه الترب هي ترب سلتية وغضارية.

إن نظام التصنيف نظام الأشتو (AASHTO) المنظمة الامريكية الرسمية للطرق السريعة والمواصلات The American Association of state highway and Transportation

مبني على المعايير التالية:

<u>المعيار الأول هو حجم الحبيبات:</u>

البحص :وهي الحبيبات التي تمر من المنخل الأمريكي قطر (3-in) 75 mm والمحجوزة على المنخل الأمريكي رقم 10 (2 mm)

الرمل: وهي الحبيبات التي تمر من المنخل الأمريكي رقم 10 (2 mm) المحجو زة على المنخل رقم 200 (0.075 mm) .

السلت والغضار :وهي الحبيبات التي تمر من المنخل الأمريكي رقم. 200

المعيار الثاني هو معيار اللدونة:

هنا نميز ما بين : مصطلح **تربة سلتية** والذي يستخدم في حالة الترب الناعمة التي **لها قرينة لدونة 10 أو أقل** .

أما مصطلح **تربة غضارية** يستخدم في حالة الترب الناعمة التي **لها قرينة لدونة 11 أو أكبر**.

ملاحظة مهمة :في حال وجود القطع والحجارة الصخرية(cobbles and boulders والتي قياسها أكبرمن 75 مم) يتم استبعادها من عينة التربة التي يتم تصنيفها .ولكن ومن المهم تسجيل نسبة هذه المواد ضمن كتلة التربة المدروسة وعليه ولتصنيف الترب وفقاً للجدول رقم (1) لا بد من تطبيق البيانات باستخدام الجدول من اليسار لليمين .ومع استمرار الاستقصاء، المجموعة الأولى من اليسار التي توافقها بيانات التجربة تكون هي التصنيف الصحيح. الشكل رقم (2) يظهر مخطط لمجالات متنوعة من حد السيولة وقرينة اللدونة والتي تقع ضمن المجموعات A-2 ، A-4 ، A-5 ، A-6 ، A-7 ، ولتقييم جودة هذه التربة كمادة تأسيس للطرقات لابد من معرفة رقم مهم جداً ويسمى **بمعامل المجموعة (GI) للمجموعات الرئيسية والثانوية للتربة** .يتم كتابة هذا المعامل بين قوسين بعد تحديد تصنيف ومجموعة التربة. ويعطى معامل المجموعة بالمعادلة التالية:

$$GI=(F200-35)\lfloor 0.2+0.005(LL-40)\rfloor+0.01(F200-15)(PI-10) \qquad (1)$$

حيث:

F200 = نسبة المار من المنخل رقم. 200

LL= حد السيولة.

PI= قرينة اللدونة.

إن أول حد في المعادلة (1) هو:

$(F200-35)\lfloor 0.2+0.005(LL-40)\rfloor$ = ويعبر عن معامل المجموعة الجزئي المحدد من خلال حد السيولة.

أما الحد الثاني هو:

$0.01(F200-15)(PI-10)$

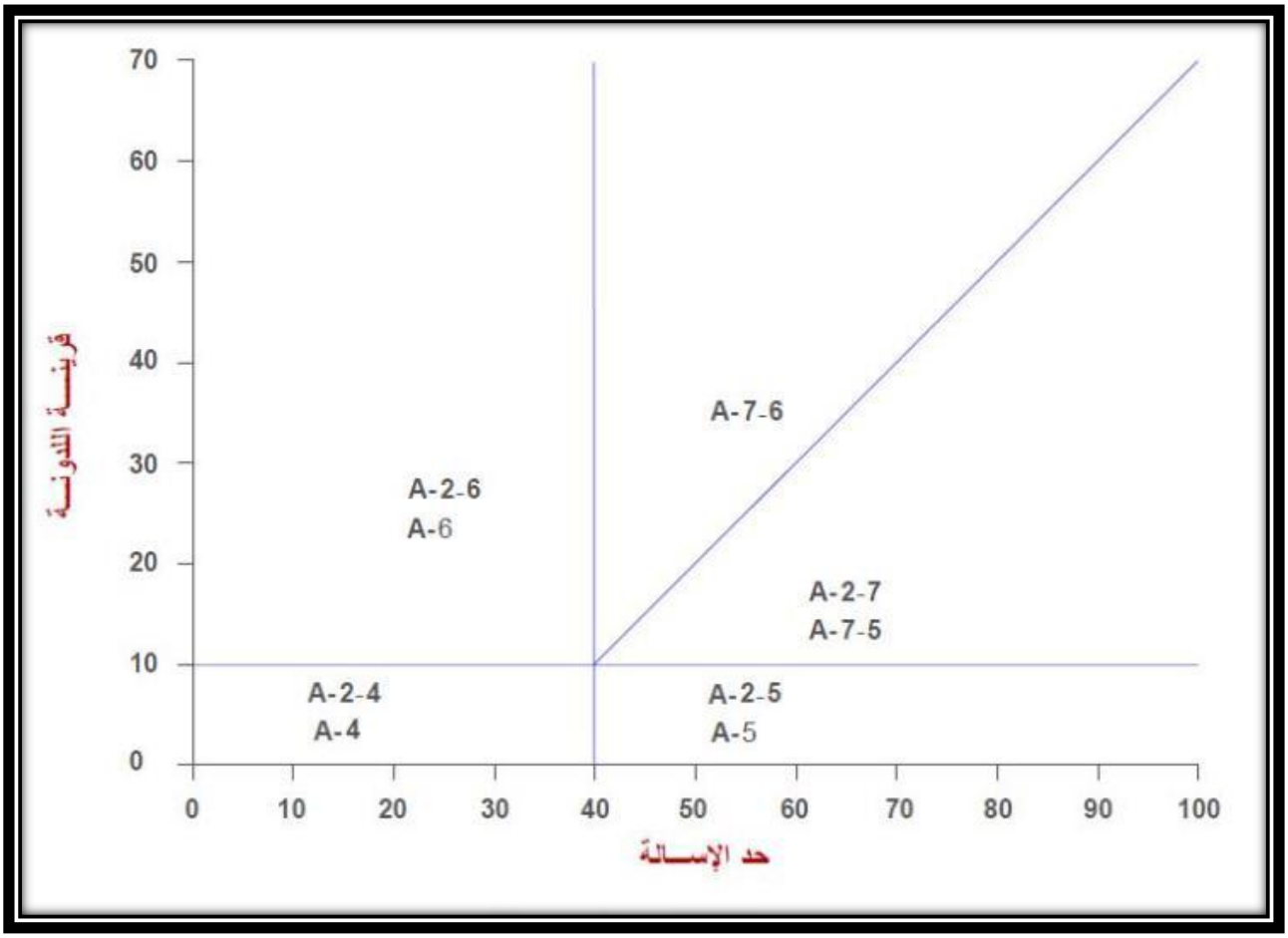
فإنه يعبر عن معامل المجموعة الجزئي المحدد من خلال قرينة اللدونة.

أما عن التعليمات التي توضح بعض قوانين تحديد معامل المجموعة فهي:

١- إذا أعطت المعادلة (1.5) قيمة سالبة، علينا أن نأخذ قيمة معامل المجموعة مساو للصفر.
٢- يتم تقريب معامل المجموعة لأقرب رقم صحيح (مثال3.4 = GI : يقرب ليصبح 3)
و(GI = 3.5 تقرب ليصبح 4)
٣- لا يوجد حد أعلى لمعامل المجموعة.
٤- معامل المجموعة للترب التي تنتمي للمجموعات A-1-a ، A-1-b ، A2-4 ، A-2-5 ، A-3 يؤخذ مساو للصفر.
٥- عندما يتم حساب معامل المجموعة للترب المنتمية للمجموعات A-2-6 وA-2-7 يؤخذ معامل المجموعة الجزئي الخاص بقرينة اللدونة PI كما يلي:

$$GI=0.01(F200-15)(PI-10) \qquad (2)$$

ان جودة أداء تربة معينة كطبقة تأسيس يتناسب عكسياً مع معامل المجموعة.



الشكل(2) مجال حد ا سيولة وحد اللدونة لمجموعات التربة
A-2, A-4, A-5, A-6, and A-7

مثال : أظهرت تجربة التحليل الحبي لتربة النتائج التالية:

- نسبة المار من المنخل رقم10 = 100 %
- نسبة المار من المنخل رقم40 = 80 %
- نسبة المار من المنخل رقم200 = 58 %

أما بالنسبة للترب المارة من المنخل رقم 40 فكان حد السيولة 30 % وقرينة اللدونة. 10
المطلوب تصنف التربة وفق نظام تصنيف الآشتو.

الحل:

باستخدام الجدول رقم (1) بما أن نسبة المار من المنخل رقم 200 هي 58 % بالتالي فهي تقع ضمن تصنيف ترب غضارية – سلتية أي ضمن المجموعات A-4 ، A-5 ، A-6 ، A-7 وبالتالي بمتابعة التصنيف ومن المعادلة رقم 1 نحسب معامل المجموعة من خلال:

$GI=(F200-35)\lfloor 0.2+0.005(LL-40)\rfloor+0.01(F200-15)(PI-10)$ $GI=(58-35)\lfloor 0.2+0.005(30-40)\rfloor+0.01(58-15)(10-10)$ $GI=3.43\approx 3$

بالتالي تصنيف التربة هو. **A-4(3)** :

الجدول رقم (1) تصنيف الترب حسب نظام الأشتو

General classification	Granular materials (35% or less of total sample passing No. 200)						
	A-1			A-2			
Group classification	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Sieve analysis (percentage passing)							
No. 10	50 max.						
No. 40	30 max.	50 max.	51 min.				
No. 200	15 max.	25 max.	10 max.	35 max.	35 max.	35 max.	35 max.
Characteristics of fraction passing No. 40							
Liquid limit				40 max.	41 min.	40 max.	41 min.
Plasticity index	6 max.		NP	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.
Usual types of significant constituent materials	Stone fragments, gravel, and sand		Fine sand	Silty or clayey gravel and sand			
General subgrade rating	Excellent to good						

General classification	Silt-clay materials (more than 35% of total sample passing No. 200)			
Group classification	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5[a] A-7-6[b]
Sieve analysis (percentage passing)				
No. 10				
No. 40				
No. 200	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
Characteristics of fraction passing No. 40				
Liquid limit	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.
Plasticity index	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.
Usual types of significant constituent materials	Silty soils		Clayey soils	
General subgrade rating	Fair to poor			

[a] For A-7-5, $PI \leq LL - 30$
[b] For A-7-6, $PI > LL - 30$

2- نظام التصنيف العالمي الموحد(USCS)

الشكل الأولي لهذا النظام تم تقديمه من قبل المهندس Casagrande في العام 1942 وذلك للاستخدام في أعمال بناء مدرجات الطائرات بناء على طلب إدارة الهندسة العسكرية الأمريكية خلال الحرب العالمية الثانية Army Corps of Engineers

تم مراجعة نظام التصنيف العالمي الموحد (USCS)عام 1952 بالتعاون مع مكتب الدراسات الأمريكية: U.S. Bureau of Reclamation

حالياً يتم استخدام هذا النظام بشكل واسع من قبل المهندسين والمعروف عالمياً والمعمول به في أغلب مخابر الدراسات (ASTM Test Designation D-2487) ويظهر الجدول رقم (2) نظام التصنيف العالمي الموحد .

الجدول رقم (2) نظام التصنيف العالمي الموحد.

Criteria for assigning group symbols				Group symbol
Coarse-grained soils More than 50% of retained on No. 200 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.

يصنف هذا النظام التربة إلى مجموعتين رئيسيتين هما:

١- **<u>الترب خشنة التدرج الحبي :</u>**

والتي هي تربة بحصية أو تربة رملية في طبيعتها بنسبة مار أقل من 50% من خلال المنخل رقم 200 رمز هذه المجموعة يبدأ بالرمز G أو S.G والدالة على ترب بحصية أو ترب رملية بحصية، والرمز S يدل على رمل أو ترب رملية.

٢- **<u>الترب ناعمة التدرج الحبي :</u>**

وهي الترب التي تحتوي نسبة مار 50% أو أكثر من المنخل رقم 200 ، رمز هذه المجموعة يبدأ بالرمز M والذي يدل على الترب السلتية اللاعضوية أو الرمز C للدلالة على الترب اللاعضوية الغضارية، أو الرمز O للدلالة على السلت أو الغضار العضوي أما الرمز Pt للدلالة على الخبث والترب عالية العضوية.

رموز أخرى مستخدمة بالتصنيف وهي:

W: جيدة التدرج الحبي.

P: سيئة التدرج الحبي.

L : ذات لدونة منخفضة (حد اللدونة أقل من 50)

H : ذات لدونة مرتفعة (حد اللدونة أكبر من 50)

ملاحظة مهمة : إن الترب البحصية التي تحتوي نسبة نواعم من 5% إلى 12% تتطلب رموز مزدوجة:

GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC

كذلك الحال في الترب الرملية التي تحتوي نسبة نواعم من 5% إلى 12% تتطلب رموز مزدوجة:
SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC .
في حال كانت قيمة قرينة اللدونة للتربة محصورة بالمجال (4 ≥ PI ≥ 7) ووقعت في خارج المنطقة المهشرة المبينة على الشكل (3) يجب استخدام الرموز المزدوجة GC-GM أو. SC-SM
أما في حال كانت قيمة قرينة اللدونة للتربة محصورة بالمجال (4 ≥ PI ≥ 7) ووقعت داخل المنطقة المهشرة المبينة على الشكل (3) يجب استخدم رموز مزدوجة. CL – ML .

لاغراض تتعلق بالتصنيف في هذا النظام لا بد من معرفة المعلومات التالية:

1- نسبة البحص :وهي نسبة المار من المنخل بقطر فتحات 76.2 مم وتحجز على المنخل رقم (4 ذو قطر فتحات 4.75 مم.)

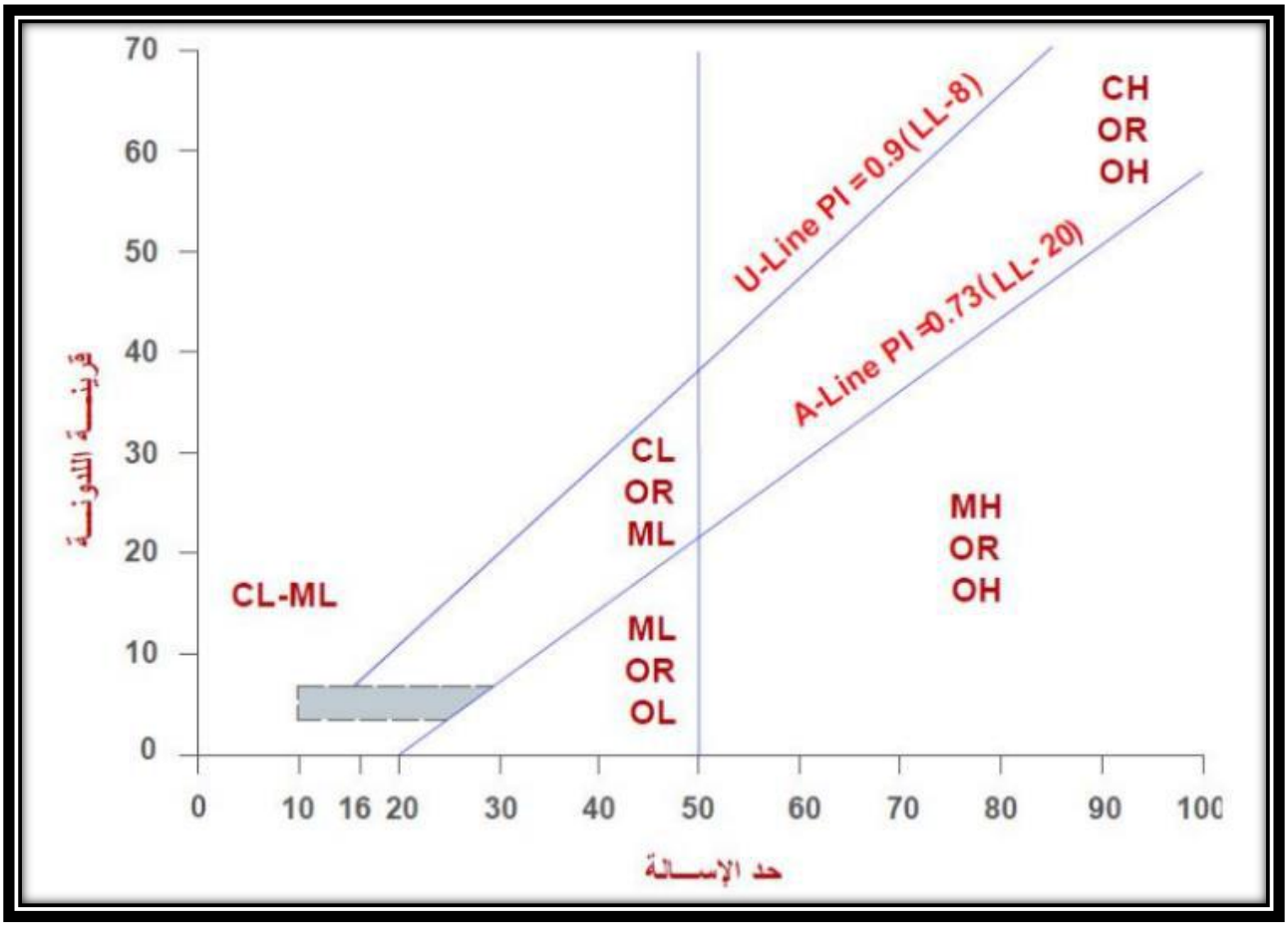
2- نسبة الرمل :وهي نسبة المار من المنخل رقم(4 ذو قطر فتحات 4.75 مم)وتحجزعلى المنخل رقم (200 ذو قطر فتحات 0.075 مم.)

3- نسبة الغضار والسلت :وهي نسبة المار من المنخل رقم 200 ذو قطر الفتحات0.075 مم.

4- معامل التجانس هو Cu ومعامل التدرج. Cc

5- تجرى تجربة حد السيولة وقرينة اللدونة للتربة المارة من المنخل رقم 40

حيث رموز المجموعات للترب الحبيبية الخشنة هي:
GW, GP, GM, GC, GC-GM, GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC
أما رموز المجموعات للترب الناعمة هو:
CL, ML, OL, CH, MH, OH, CL-ML, Pt .
وحديثاً أنتجت لجنة المواصفات ASTM المواصفة D-2487 المفصلة لتحديد اسم المجموعة التي تنتمي إليها التربة .وهذه الأسماء ملخصة في الشكل 4.5 و 6.5 وباستخدام هذه الأشكال، لا بد من أن نتذكر ومن أجل حالة تربة معطاة أن:
الحبيبات الناعمة = نسبة المار من المنخل رقم 200
الحبيبات الخشنة = نسبة المحجوز على المنخل رقم 200
حبيبات البحص = نسبة المحجوز على المنخل رقم 4
حبيبات الرمل = نسبة المحجوز على المنخل رقم 200 مطروحاً منه نسبة المحجوز على المنخل رقم 4



الشكل رقم (3) تصنيف التربة بحسب حدود أتربرغ (تصنيف كزاغراندي)

ملخص ومقارنة بين نظام تصنيف AASHTO ونظام تصنيف USCS :

أن نظامي التصنيف المعتمدين AASHTO و USCS مبني على ظاهرة النسيج وظاهرة اللدونة للتربة وهذين النظامين يقسما التربة إلى مجموعتين رئيسيتين هما :التربة خشنة التدرج الحبي و التربة ناعمة التدرج الحبي والمفصولة بالمنخل رقم 200 .

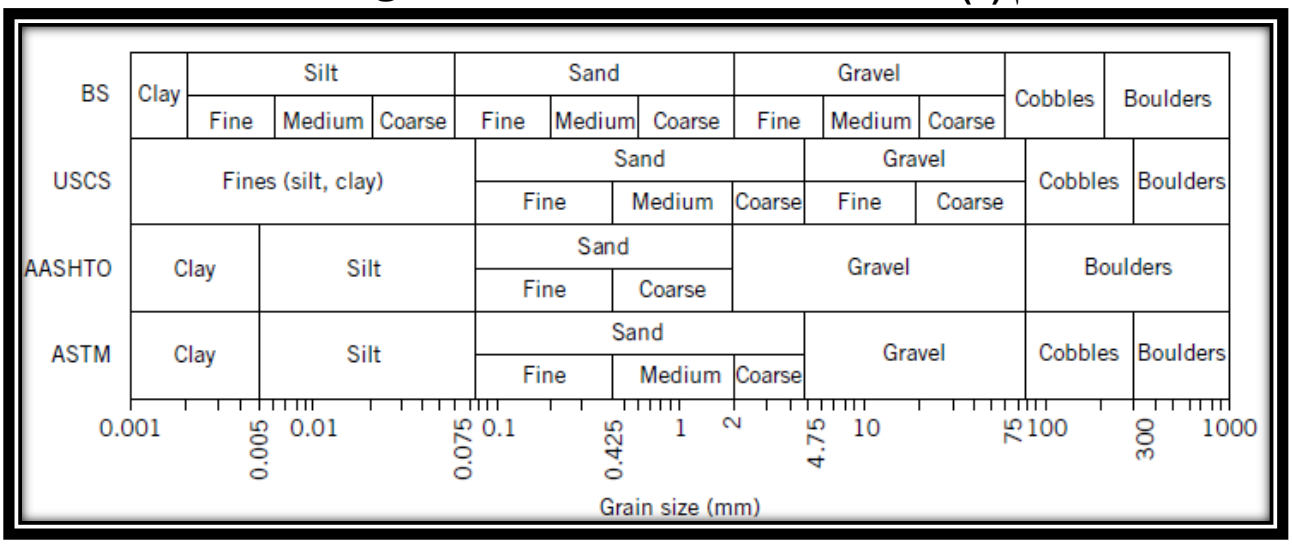
بناءً على نظام تصنيف AASHTO ، تعتبر التربة ناعمة التدرج الحبي عندما يمر ما نسبته35% من المنخل رقم 200 وبناءً على نظام USCS تعتبر التربة ناعمة التدرج الحبي عندما يمر ما نسبته أكثر من 50% من المنخل رقم. 200 .

في نظام AASHTO الترب الخشنة والتي تملك نسبة 35% من النواعم سوف تتصرف كمواد ناعمة التدرج الحبي وهذا بسبب وجود نواعم كافية لملئ الفراغات بين الحبيبات الخشنة والمثبتة لها.

في نظام AASHTO يستخدم المنخل رقم 10 لفصل البحص عن الرمل، وفي نظام التصنيف الموحد يستخدم المنخل رقم . 4 ومن وجهة نظر الحدود الفاصلة بين الحبيبات، المنخل رقم 10 هو الأكثراستخداماً من أجل الرمل .ويستخدم هذا الحد في البيتون وتكنولوجيا طبقات التأسيس للطرقات.

ويمكننا أن نقدم جدول للمقارنة ما بين طرق التصنيف المشرحة سابقاً وطرق أخرى مثل ASTM وطرق التصنيف وفق الكود البريطاني . BS كما هو مبين بالجدول التالي:

جدول رقم (3) يبين حدود الفصل وتسمية التربة وفقاً لعدة طرق من التصنيف.



تصنيف الترب العضوية مثل **OL, OH, Pt**

أن تصنيف الترب العضوية موجود في نظام التصنيف العالمي الموحد .أما حسب نظام الآشتو لا يوجد مكان للترب العضوية .الخبث يحوي عادة محتوى رطوبة عالي، وزن نوعي للأجزاء الصلبة منخفض ووزن حجمي منخفض وبعض خواص الخبث معطاة في الجدول (4)

خواص الخبث الجدول (4)

Source of peat	Moisture content (%)	Unit weight kN/m³	Unit weight lb/ft³	Specific gravity, G_s	Ash content (%)
Middleton	510	9.1	57.9	1.41	12.0
Waupaca County	460	9.6	61.1	1.68	15.0
Portage	600	9.6	61.1	1.72	19.5
Fond du Lac County	240	10.2	64.9	1.94	39.8

الجدول (5) المقارنة ما بين نظام الآشتو ونظام التصنيف الموحد

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

المراجع

1. AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (1982). AASHTO Materials، Part I، Specifications، Washington، D.C.

2. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (2007). Annual Book of ASTM Standards ،Sec. 4، Vol. 04.08، West Conshohoken، Pa.

3. CASAGRANDE، A. (1948). "Classification and Identification of Soils،" Transactions، ASCE ،Vol. 113، 901-930.

4. DHOWIAN، A. W.، and EDIL، T. B. (1980). "Consolidation Behavior of Peats،" Geotechnical Testing Journal، ASTM، Vol. 3، No. 3، 105-114.

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.