



دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر
گروه مهندسی عمران

جزوه مکانیک خاک

مبحث طبقه بندی خاک

سیستمهای UCS - AASHTO

محسن دریس زاده

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر

AASHTO طبقه بندی بر اساس سیستم

جدول ۳ - ۱ طبقه بندی مصالح بستر راهها طبق طبقه بندی آشتو

طبقه بندی عمومی	مصالح دانه ای (درصد عبوری از الک ۲۰۰ مساوی ۳۵ درصد و یا کمتر)						
	A-1		A-3	A-2			
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
آزمایش دانه بندی (درصد عبوری)							
No. 10 (الک نمرة ۱۰)	50 max.						
No. 40 (الک نمرة ۴۰)	30 max.	50 max.	51 min.				
No. 200 (الک نمرة ۲۰۰)	15 max.	25 max.	10 max.	35 max.	35 max.	35 max.	35 max.
مشخصات قسمت عبوری از الک ۴۰							
حد مایع				40 max.	41 min.	40 max.	41 min.
نشانه خمیری	6 max.		NP	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.
نوع مصالح تشکیل دهنده	ماسه و شن با قلوه سنگ		ماسه ریز	ماسه و شن رس دار و یا لای دار			
مناسب بودن به عنوان مصالح بستر	عالی تا خوب						

طبقه بندی عمومی	مصالح رس - لای (درصد عبوری از الک ۲۰۰ بزرگتر از ۳۵ درصد)			
	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5* A-7-6+
	آزمایش دانه بندی (درصد عبوری)			
No. 10 (الک نمرة ۱۰)				
No. 40 (الک نمرة ۴۰)				
No. 200 (الک نمرة ۲۰۰)	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
مشخصات قسمت عبوری از الک ۴۰				
حد مایع	40 max.	42 min.	40 max.	41 min.
نشانه خمیری	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.
نوع مصالح تشکیل دهنده	خاکهای لای دار		خاکهای رس دار	
مناسب بودن به عنوان مصالح بستر	متوسط تا بد			

* For A-7-5 , $PI \leq LL - 30$

+ For A-7-6 , $PI > LL - 30$

نشانه گروه از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$GI = (F - 35)[0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F - 15)(PI - 10) \quad (۱ - ۳)$$

که در رابطه فوق:

F = درصد عبوری از الک 0.75 میلیمتر (نمره ۲۰۰)

LL = حد مایع (روانی)

PI = نشانه خمیری

اولین جمله در رابطه ۱ - ۳، یعنی $[0.2 + 0.005(LL - 40)](F - 35)$ ، نشانه گروه جزئی می باشد که از حد مایع (حد روانی) به دست می آید. دومین جمله، $0.01(F - 15)(PI - 10)$ ، نشانه گروه جزئی می باشد که از نشانه خمیری به دست می آید. در زیر قوانینی در ارتباط با تعیین نشانه گروه ارائه می شود:

الف: اگر رابطه ۱ - ۳ یک مقدار منفی برای GI به دست دهد، مقدار آن صفر منظور می شود.
ب: نشانه گروه محاسبه شده از رابطه ۱ - ۳ به نزدیکترین عدد کامل گرد می شود (برای مثال، $GI=3.4$ به ۳ و $GI=3.5$ به ۴ گرد می شود).

پ: هیچ حد بالایی برای نشانه گروه وجود ندارد.

ت: نشانه گروه خاکهای متعلق به گروههای A-1-a، A-1-b، A-2-4 و A-2-5 و A-3 و همواره مساوی صفر هستند.

ث: در هنگام محاسبه نشانه گروه برای خاکهای متعلق به گروههای A-2-6 و A-2-7، باید از نشانه گروه جزئی مربوط به نشانه خمیری PI استفاده نمود. به عبارت دیگر:

$$GI = 0.01(F - 15)(PI - 10) \quad (۲ - ۳)$$

در حالت عمومی، کیفیت عملکرد یک خاک به عنوان مصالح بستر، تناسب معکوس با نشانه گروه دارد.

طبقه بندی بر اساس سیستم UCS

روش گام به گام برای طبقه بندی به شرح زیر است:

گام ۱ - درصد عبوری از الک نمره ۲۰۰ را تعیین و آن را با F نمایش دهید. اگر $F < 50\%$ باشد، خاک درشت دانه (شنی یا ماسه‌ای) بوده و به گام ۲ بروید. اگر $F > 50\%$ باشد، خاک ریزدانه بوده و به گام ۳ بروید.

گام ۲ - برای خاک دانه درشت، $100-F$ درصد درشت دانه است. درصد عبوری از الک نمره ۴ و مانده روی الک ۲۰۰ را تعیین کرده و با F_1 نمایش دهید. اگر $F_1 < (100-F)/2$ باشد، مقدار شن بزرگتر از مقدار ماسه است. در نتیجه خاک شنی است. برای تعیین علامت گروه به جدول ۳-۲ و

شکل ۳-۳ مراجعه نمایید. سپس برای تعیین نام گروه به شکل ۳-۴ مراجعه کنید. اگر $F_1 \geq (100-F)/2$ باشد، خاک ماسه‌ای است. برای تعیین علامت گروه به جدول ۳-۳ و شکل ۳-۳ و برای تعیین نام گروه به شکل ۳-۴ مراجعه نمایید.

گام ۳ - برای خاکهای ریزدانه، برای تعیین علامت گروه به جدول ۴-۳ و شکل ۳-۳ مراجعه کنید. اگر خاک غیرآلی باشد، برای تعیین نام گروه به شکل ۵-۳ و اگر آلی باشد، به شکل ۶-۳ مراجعه نمایید. شکل ۳-۳ نمودار خمیری نام دارد که توسط کازاگرانده تهیه شده و سپس اصلاح گردیده است.

جدول ۳-۲ سیستم طبقه‌بندی متحد - علائم گروه برای خاکهای شنی

علائم گروه	معیار
GW	عبوری از الک نمرة ۲۰۰ کوچکتر از ۵ درصد، C_u بزرگتر یا مساوی ۴ و C_c بین ۱ و ۳*
GP	عبوری از الک نمرة ۲۰۰ کوچکتر از ۵ درصد، و هیچکدام از دو شرط GW برآورده نمی‌شود
GM	درصد عبوری از الک نمرة ۲۰۰ بزرگتر از ۱۲ است. حدود اتربرگ زیر خط A قرار می‌گیرد (شکل ۳-۳) یا نشانه خمیری کمتر از ۴ است.
GC	درصد عبوری از الک نمرة ۲۰۰ بزرگتر از ۱۲ است. حدود اتربرگ بالای خط A است (شکل ۳-۳) و نشانه خمیری بزرگتر از ۷ است.
GC-GM	درصد عبوری از الک نمرة ۲۰۰ بزرگتر از ۱۲ است. حدود اتربرگ در ناحیه سایه‌خورده شکل ۳-۳ قرار می‌گیرد (ناحیه CL-ML)
GW-GM	درصد عبوری از الک نمرة ۲۰۰ بین ۵ تا ۱۲ است و معیارهای GW و GM برآورده می‌شود
GW-GC	درصد عبوری از الک نمرة ۲۰۰ بین ۵ تا ۱۲ است و معیارهای GW و GC برآورده می‌شود
GP-GM	درصد عبوری از الک نمرة ۲۰۰ بین ۵ تا ۱۲ است و معیارهای GP و GM برآورده می‌شود
GP-GC	درصد عبوری از الک نمرة ۲۰۰ بین ۵ تا ۱۲ است و معیارهای GP و GC برآورده می‌شود

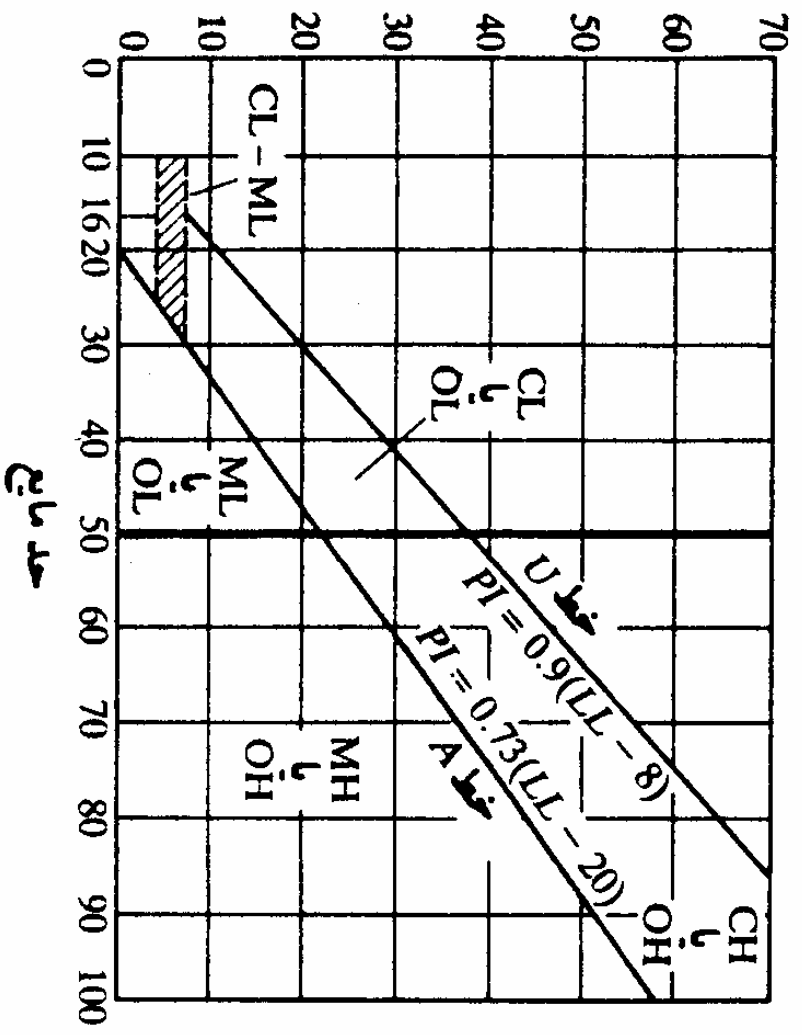
پس از تعیین اسم برای تعیین نام گروه به شکل ۳-۴ مراجعه کنید

جدول ۳-۳ سیستم طبقه‌بندی متحد - علائم گروه برای خاکهای ماسه‌ای

علائم گروه	معیار
SW	عبوری از الک نمرة ۲۰۰ کوچکتر از ۵ درصد، C_u بزرگتر یا مساوی ۶ و C_c بین ۱ و ۳
SP	عبوری از الک نمرة ۲۰۰ کوچکتر از ۵ درصد، و هیچکدام از دو شرط SW برآورده نمی‌شود
SM	درصد عبوری از الک نمرة ۲۰۰ بزرگتر از ۱۲ است. حدود اتربرگ زیر خط A قرار می‌گیرد (شکل ۳-۳) یا نشانه خمیری کمتر از ۴ است.
SC	درصد عبوری از الک نمرة ۲۰۰ بزرگتر از ۱۲ است. حدود اتربرگ بالای خط A است (شکل ۳-۳) و نشانه خمیری بزرگتر از ۷ است.
SC-SM	درصد عبوری از الک نمرة ۲۰۰ بزرگتر از ۱۲ است. حدود اتربرگ در ناحیه سایه‌خورده شکل ۳-۳ قرار می‌گیرد (ناحیه CL-ML)
SW-SM	درصد عبوری از الک نمرة ۲۰۰ بین ۵ تا ۱۲ است و معیارهای SW و SM برآورده می‌شود
SW-SC	درصد عبوری از الک نمرة ۲۰۰ بین ۵ تا ۱۲ است و معیارهای SW و SC برآورده می‌شود
SP-SM	درصد عبوری از الک نمرة ۲۰۰ بین ۵ تا ۱۲ است و معیارهای SP و SM برآورده می‌شود
SP-SC	درصد عبوری از الک نمرة ۲۰۰ بین ۵ تا ۱۲ است و معیارهای SP و SC برآورده می‌شود

پس از تعیین اسم برای تعیین نام گروه به شکل ۳-۴ مراجعه کنید

نشانه خمیری



شکل ۳-۳ نمودار خمیری

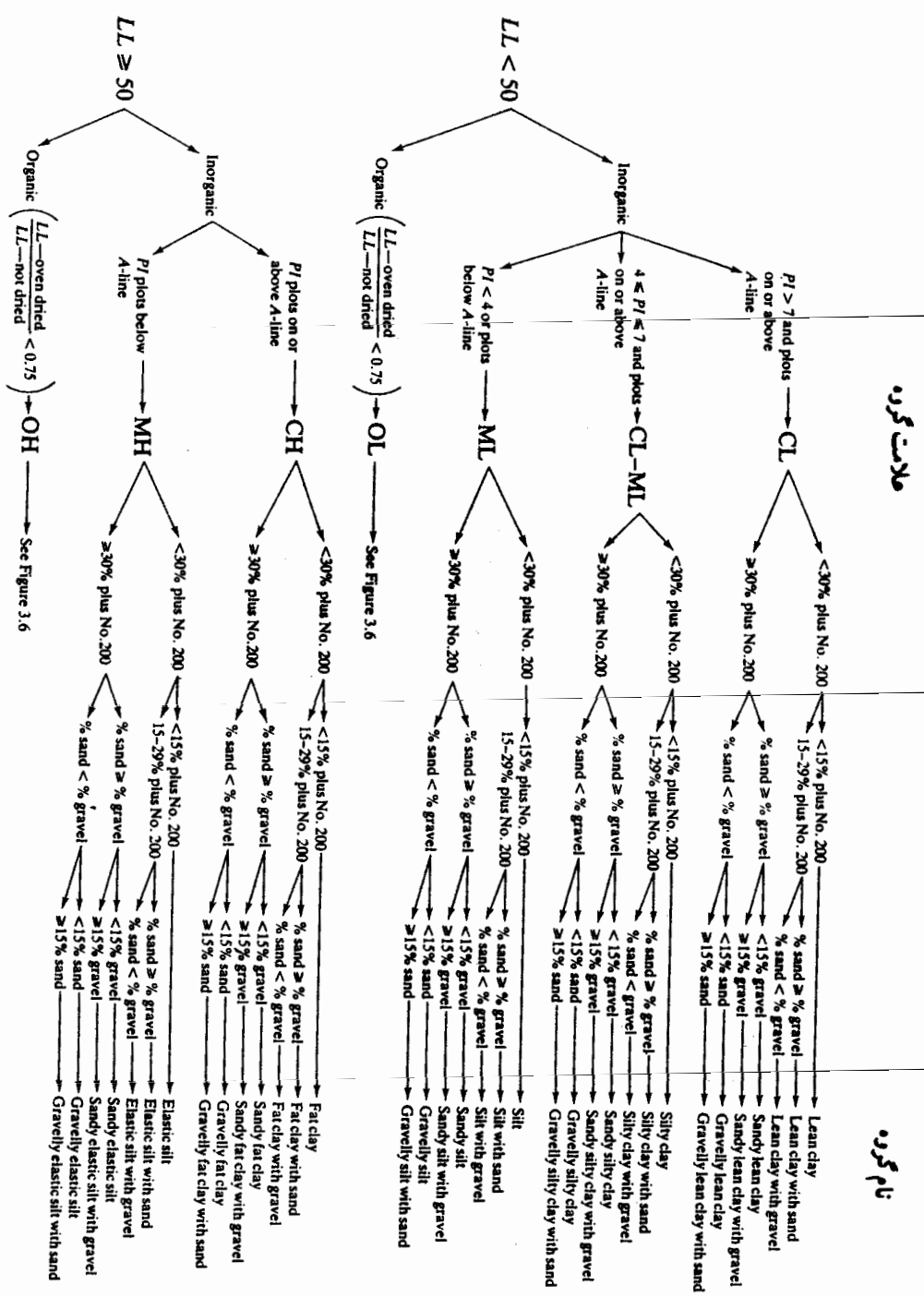
جدول ۳-۴ سیستم طبقه بندی متحد - علامت گروه برای خاکهای رسی و لای

علامت گروه	معیار
CL	غیرآلی، $LL < 50$ و $PI > 7$ و منطبق یا بالای خط A (به ناحیه CL در شکل ۳-۳ توجه شود)
ML	غیرآلی، $LL < 50$ و $PI < 4$ و زیر خط A (به ناحیه ML در شکل ۳-۳ توجه شود)
OL	آلی، $LL < 0.75$ (خشک نشده) / $LL < 50$ (خشک شده) و $LL < 50$ (به ناحیه OL در شکل ۳-۳ توجه شود)
CH	غیرآلی، $LL \geq 50$ و PI منطبق و یا بالای خط A (به ناحیه CH در شکل ۳-۳ توجه شود)
MH	غیرآلی، $LL \geq 50$ و PI زیر خط A (به ناحیه MH در شکل ۳-۳ توجه شود)
OH	آلی، $LL < 0.75$ (خشک نشده) / $LL \geq 50$ (خشک شده) و $LL \geq 50$ (به ناحیه OH در شکل ۳-۳ توجه شود)
CL-ML	غیرآلی، در ناحیه هاشور خورده در شکل ۳-۳
Pt	تورب، ماک، و یا سایر خاکهای آلی

نام گروه	علامت گروه
Well graded gravel	GW
Well graded gravel with sand	GW-GM
Poorly graded gravel	GP
Poorly graded gravel with sand	GP-GM
Well graded sand with silt	GW-GC
Well graded gravel with silt and sand	GW-GC
Well graded gravel with clay (or silty clay)	GW-GC
Well graded gravel with clay and sand (or silty clay and sand)	GW-GC
Poorly graded gravel with silt	GP-GM
Poorly graded gravel with silt and sand	GP-GM
Poorly graded gravel with clay (or silty clay)	GP-GC
Poorly graded gravel with clay and sand (or silty clay and sand)	GP-GC
Silty gravel	GM
Silty gravel with sand	GM
Clayey gravel	GC
Clayey gravel with sand	GC
Silty clayey gravel	GC-GM
Silty clayey gravel with sand	GC-GM
Well graded sand	SW
Well graded sand with gravel	SW-SM
Poorly graded sand	SP
Poorly graded sand with gravel	SP-SM
Well graded sand with silt	SW-SM
Well graded sand with silt and gravel	SW-SM
Well graded sand with clay (or silty clay)	SW-SC
Well graded sand with clay and gravel (or silty clay and gravel)	SW-SC
Poorly graded sand with silt	SP-SM
Poorly graded sand with silt and gravel	SP-SM
Poorly graded sand with clay (or silty clay)	SP-SC
Poorly graded sand with clay and gravel (or silty clay and gravel)	SP-SC
Silty sand	SM
Silty sand with gravel	SM
Clayey sand	SC
Clayey sand with gravel	SC
Silty clayey sand	SC-SM
Silty clayey sand with gravel	SC-SM

gravel = شن	sand = ماسه	well graded = دانه بندی خوب
poorly graded = دانه بندی بد	silt = لای	clay = رس
organic = آلی	inorganic = غیر آلی	lean clay = رس لاغر
fat clay = رس چاق	silty sand = ماسه لای دار	clayey sand = ماسه رس دار
silty gravel = شن لای دار	clayey gravel = شن رس دار	

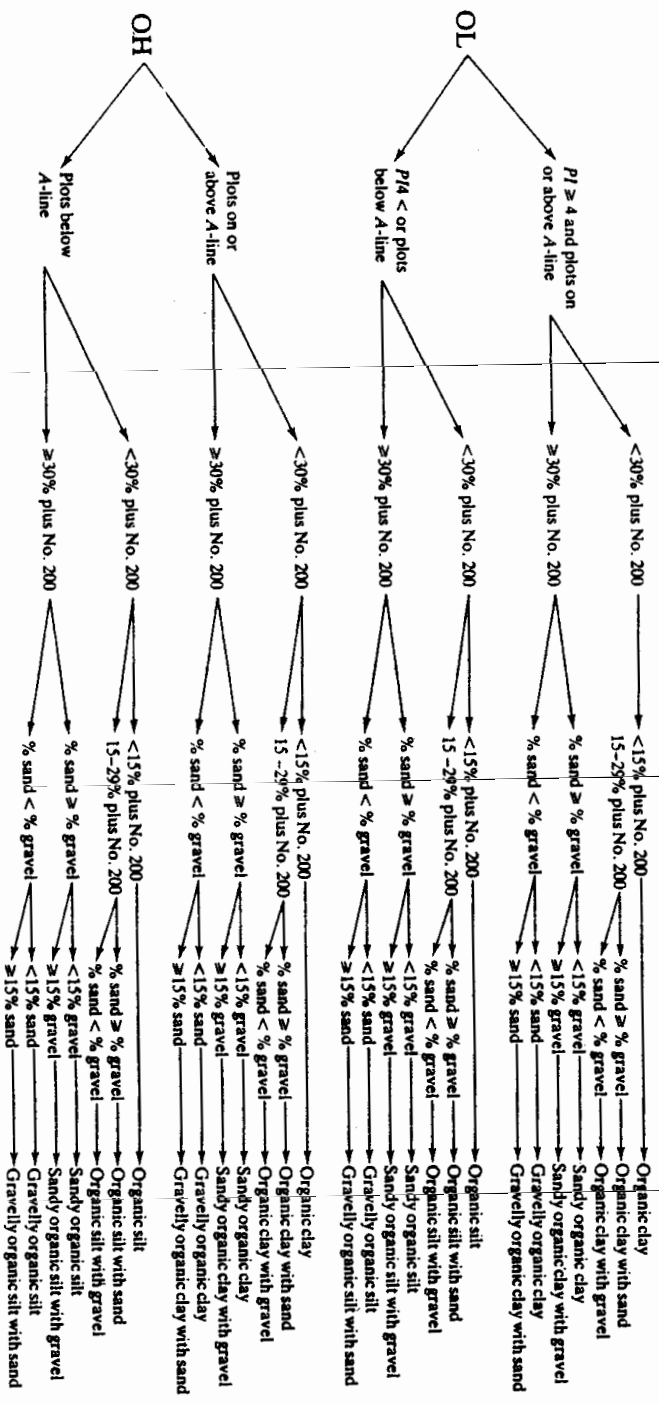
شکل ۳-۴ نمودار تعیین علامت و نام گروه برای خاکهای شنی و ماسه ای



شکل ۳-۵ نمودار تعیین علامت و نام گروه برای خاکهای رسی و لای فیبرالی

علامت گروه

نام گروه



- gravel = شن
- poorly graded = دانه بندی بد
- organici = آلی
- fat clay = رس چاق
- silty gravel = شن لای دار
- sand = ماسه
- silt = لای
- inorganic = غیر آلی
- silty sand = ماسه لای دار
- clayey gravel = شن رس دار
- well graded = دانه بندی خوب
- clay = رس
- lean clay = رس لاغر
- clayey sand = ماسه رس دار

شکل ۳-۶ نمودار برای تعیین علامت و نام گروه خاکهای رسی و لای آلی

چارت طبقه بندی بر اساس سیستم UCS

