Title

Volume : 7

مجلة العلوم والتطـبيقات الهـندسية

Journal of Science and Engineering Application

ISSN 2521-3911

Effect of Leaching of Gypseous Soil on Compressibility for Both Undisturbed and Compacted Soil

تاثير غسل التربة الجبسية على الخاصية الانضغاطية لتربة طبيعية غير مشوشة وأخرى مرصوصة

حنان رياض جارالله الرفاعي / مدرس مساعد / كلية العلوم البيئية / قسم تقانات البيئة / جامعة الموصل

Hanan Riyadh Jarallah Al-Rifa'i / Assistant Lecturer / College of Environmental Sciences / Department of Environmental Technologies / University of Mosul

Hanan.jarallah@uomosul.edu.iq

Abstract

This study include the effect of leaching on the engineering properties especially compressibility characteristics; In addition of the gypesous soil containing (35.5 , 27%) gypsum. The engineering properties of these two soils were first studied, which included determining (the index properties and compaction properties of the soil) for both natural and compacted cases; The washing process was also conducted for the natural and compacted soils to study the effect of this process on the engineering properties of this soil, especially the compressibility. The result showed that the increase of gypsum content in the soil result in the increase of the maximum dry density, giving better consolidation properties due to the decrease in the value of the initial void ratio (e0), also the decrease in both of the compression index (Cc) and the coefficient of consolidation (Cv); The results of washing also showed the transformation of the soil after the washing process into a very soft soil with a moisture content higher than the liquidity limit (L.L), such that it is difficult to prepare non-distorted models for the purpose of studying the properties of joining; In addition to an increase in the value of the initial void ratio (e0) after washing the soil. Undisturbed and there was a decrease in this value for compacted (and partially hydrated) soil, and washing led to an increase in the value of the liquidity limit (L.L) and the plasticity limit (P.L) with the increase of the washing period.

Keyword: Gypseous Soil, Leaching soil, Compressibility characteristics, collapsible soil

الملخص

تضمن هذا البحث دراسة تأثير عملية الغسل على الخاصية الانضغاطية للتربة الجبسية، إذ تم اختيار تربة جبسية وبنسبتين مختلفتين هما (35.5,27%) ومن نفس المنطقة، وقد تم أولا دراسة الخصائص الهندسية لهاتين التربتين والتي اشتملت على تحديد (الخصائص الدليلية وخصائص الرص للتربة) ولكلا الحالتين طبيعية ومرصوصة، كذلك أجريت عملية الغسل للتربة الطبيعية والمرصوصة لدراسة تأثير هذه العملية على الخصائص الهندسية لهذه التربة وخاصة الانضغاطية.

أظهرت النتائج أن زيادة المحتوى الجبسي في التربة يعمل على زيادة الكثافة الجافة العظمى، فضلا عن أن تزايد المحتوى الجبسي يؤدي إلى تحسين خواص الانضمام إذ يعمل على تقليل قيمة نسبة الفراغات الأولية (e_0) وكذلك تقليل قيمة كل من دليل الانضغاط ("Cc") و معامل الانضمام ("Cv")، كذلك أظهرت نتائج الغسل أيضا تحول التربة بعد عملية الغسل إلى تربة رخوة جدا ذات محتوى رطوبي أعلى من حد السيولة (L.L) بحيث يصعب تحضير نماذج غير مشوشة لغرض دراسة خصائص الانضمام، فضلا عن حصول زيادة في قيمة نسبة الفراغات الأولية (e_0) بعد الغسل للتربة غير المشوشة وحصول نقصان في هذه القيمة للتربة المرصوصة (والمميأة جزئيا)، كما ان الغسل أدى الى حصول زيادة في قيمة حد السيولة (L.L) وحد اللدونة (P.L) مع زيادة فترة الغسل.

الكلمات المفتاحية:- التربة الجبسية ,غسل التربة, الخاصية الانضغاطية، خاصية التداعي.

Title

مجلة العلوم والتطـبيقات الهـندسية

Journal of Science and Engineering Application

ISSN 2521-3911

Volume : 7

١. المقدمة

تعتبر التربة الجبسية تربة قوية ومتماسكة في الحالة الجافة نتيجة لوجود مادة الجبس بين حبيباتها لكن عند جريان الماء خلالها او تشبعها بمياه الامطار ستحدث انهيارات مفاجئة نتيجة لغسل الجبس من التربة تاركا فراغات فيها(خضير، ٢٠١٨). إنّ معظم أنواع الترب في العراق تحتوي على أنواع مختلفة من الأملاح في تركيبها، ويعد الجبس أكثر الأملاح انتشارا في هذه الترب، إذ تتغير نسبة الجبس فيها ما بين (1-90%). وتعدّ التربة الجبسية من الترب الواسعة الانتشار في العالم وتتركز في المناطق الجافة وشبه الجافة عندما تكون مادة الأصل عبارة عن صخور أو رواسب جبسية (gypsiferous sediments) كذلك تتركز في المناطق ذات معدل الأمطار الواطئ، إذ تكون كمية الأمطار المتساقطة غير كافية لغسل الجبس من التربة. وقد وجد كل من (Alphan & Romero, 1971) أن التربة الجبسية في العالم تغطي مايقارب ($850,000\ Km^2$)، أما في العراق فتتركز معظم الترب الجبسية في المنطقة الشمالية الغربية إذ أنها تحوي على مادة الجبس بنسبة عالية، وتعتبر هذه التربة من الترب ذات المتانة الجيدة في حالة جفافها إلا إن هذه المتانة تنخفض بشكل كبير بمجرد زيادة المحتوى الرطوبي وتفقد معظم قوتها بسبب انحلال الأواصر الجبسية الرابطة لحبيباتها والناتجة من وجود الجبس مما يؤدي إلى زيادة الانضغاطية ونقصان قوة القص لهذه التربة، وبذلك تتحول إلى تربة متداعية وبالتالي حصول مشاكل للمنشآت المقامة على هذا النوع من الترب والتي تعددت من التشقق، الميلان، الهبوط، التداعي، ولو كان بالإمكان منع وصول الماء إلى هذه التربة لما حدثت مثل هذه المشاكل بل مادة الجبس تعمل على ربط جزيئات التربة مع بعضها البعض مما يؤدي إلى تكوين هيكل التربة القوي وزيادة قوة التحمل، ولكن هذا غير ممكن من الناحية العملية. لذا يمكن القول ان تعرض التربة الجبسية للماء يسبب انخفاض قوة قص هذه التربة عند تسرب الماء داخل مساماتها ، لذلك فإن التعامل مع التربة الجبسية يمكن أن ينصب في اتجاهين (القيسي، ٢٠٠٠) :-

١. منع تغلغل المياه داخل التربة الجبسية، أو منع إمكانية جريان المياه المتغلغلة داخل التربة في حالة عدم إمكانية منع تغلغلها للسيطرة على ظاهرة غسل التربة (Leaching).
٢. تعديل سلوك التربة (زيادة المقاومة وتقليل الانضغاطية) لجعلها اقل تأثرا بالمياه المتسربة داخل التربة.

ويعد الجبس من الأملاح التي لها القابلية على الذوبان في الماء، إذ يبلغ مقدار ذوبانه (2.41غرام/لتر) عند درجة حرارة (20C°) (Robert, 1975)، والجبس عبارة عن كبريتات الكالسيوم المتميئة أو غير المتميئة تتخذ حبيباته شكلا متبلورا أو غير متبلور تبعا لظروف تكوينه، ويمتاز الجبس بقلة وزنه النوعي نسبيا وقابليته على التحلل عند انغماره بالمياه، كذلك قد ترجع عملية تغير انتشار الجبس بين طبقات التربة على الأرجح إلى تفتيت الكتل الجبسية ومن ثم انتقالها مع تيارات المياه السطحية أو الجوفية، وتعتمد كمية مايتحلل من الجبس على عوامل عدة أهمها كمية وسرعة جريان المياه ودرجة الحرارة وشكل الطبقات الجبسية ومقدار مساحتها السطحية والفترة الزمنية التي تتعرض بها إلى المياه (James & Lupton 1978). ومن الجدير بالذكر أن المياه تعمل عند إحاطتها بايونات الكالسيوم (الموجبة) والكبريتات (السالبة) على إضعاف القوى الرابطة بين تلك الايونات، ونتيجة لذلك فهي تصبح أكثر عرضة للانسلاخ من مواقعها الأصلية وتنتقل مع تيارات المياه إلى مواقع أخرى عندما تستقر المياه أو تتبخر تاركة خلفها طبقات من المواد الجبسية، إن عملية التحلل هذه تقترن عادة بزيادة في نسبة فراغات التربة وبالتالي زيادة في قابليتها على الانضمام(الدليمي، ١٩٨٩)، لهذا يعتبر وجود الجبس تحت أسس المنشآت الهيدروليكية غاية في الخطورة على سلامة تلك المنشآت. تعدّدت الدراسات حول تأثير زيادة نسبة الجبس في التربة على الخواص الدليلية وخاصة حدود اتربرك (Atterberge limit)، فقد وجد (Al-Obydi, 1992) حصول زيادة في قيم حد السيولة (L.L) وكذلك دليل اللدونة (P.I) مع زيادة نسبة الجبس في التربة. في حين توصل كل من (AL-Dabbagh & Hammo, 1990) عند دراسة تأثير زيادة نسبة الجبس في نوعين من الترب احدهما كانت نسبة الجبس ضئيلة جدا والأخرى معدومة أن الكثافة الجافة العظمى للتربتين تقل وبشكل واضح مع زيادة نسبة الجبس المضاف مع ازدياد المحتوى الرطوبي الأمثل وقد يعود السبب إلى أن الجبس يتحول عند سحقه إلى حبيبات ناعمة جدا وان هذه الزيادة في كمية تلك الحبيبات في أية تربة تؤدي إلى تقليل درجة الرص لهذه التربة.

لقد اختلفت الآراء حول تأثير الجبس على انضغاطية التربة، فقد أشارت تجارب (Ramiah, 1982) إلى ثلاثة أنواع من الترب الجبسية هي البنتونايت والكاؤلانايت والطينية الرملية، إذ لاحظ أن دليل الانضغاطية (Cc) للتربة الأولى يقل بزيادة المحتوى الجبسي في حين أن قيمة هذا الدليل للتربة الثانية والثالثة يقل عند المحتوى الجبسي (3%) ثم يزداد بزيادة المحتوى الجبسي، أما قيمة معامل الانضمام (Cv) فقد انخفضت عند إضافة (3%) جبس للتربة وارتفعت عندما تجاوزت نسبة الجبس في التربة تلك النسبة، أمّا الدراسة الموقعية التي قام بها (Petrukin & Boldyriv, 1978) باستخدام صفيحة التحميل بينت أن انضغاطية التربة الجبسية تعتمد على عدّة عوامل أهمها نوع التربة وتركيبها المعدني ومحتواها الجبسي فضلا عن فترة انغمارها بالماء. ولاحظ كل من (Singh & AL-Layla, 1979) زيادة دليل الانضغاط (Cc) ومعامل الانضمام (Cv) لتربة

القيارة بسبب عملية الغسل وقد ارجعا سبب زيادة انضغاطية التربة نتيجة عملية الغسل الى انحلال روابط التماسك بين حبيبات التربة.

٢. الهدف من الدراسة

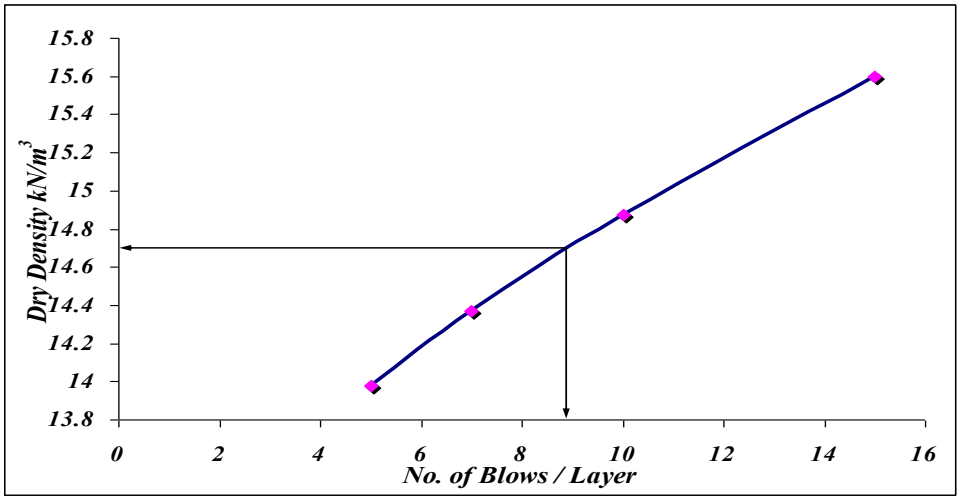
١. دراسة الخواص الهندسية لتربة منطقة المحلبية ذات المحتوى الجبسي (35.5,27%) والتي شملت مايأتي:-
   - ❖ تحديد الخصائص الدليلية.
   - ❖ تحديد خصائص الرص.
   - ❖ تحديد خصائص الانضمام للتربة وذلك بإجراء تجربة الانضمام.
٢. إجراء عملية غسل التربة لكلا الحالتين غير المشوشة والمرصوصة.
٣. دراسة تأثير عملية الغسل على الخصائص الهندسية للتربة الطبيعية والمرصوصة وخاصة الانضغاطية وذلك بإجراء فحص الانضمام.

٣. المواد وطريقة العمل

التربة المستخدمة في هذه الدراسة اختيرت من منطقة المحلبية التي تقع في الجزء الجنوبي الغربي من مدينة الموصل ومن عمق واحد متر، وهي تربة جبسية صنفت على أنها ذات محتوى جبسي عال حسب تصنيف البرزنجي، اما الماء المستخدم في هذه الدراسة فهو الماء المقطر ولكافة التجارب وذلك بالاعتماد على الطريقة القياسية لفحوصات الماء ومياه الفضلات، باستثناء التجربة الخاصة بعملية غسل التربة فقد استخدم ماء الاسالة، ولبيان مدى تاثير الغسل على التربة تم اخذ نوعين من النماذج، نماذج مشوشة وغير مشوشة من الموقع المذكور سابقا، بالنسبة إلى النماذج غير المشوشة (الطبيعية) فقد أخذت اسطوانات وقوالب ذات أبعاد مختلفة وحسب ماتتطلبه الغاية من اخذ النماذج، واستخدمت قوالب ذات أبعاد ("٤ القطر و "٥ الارتفاع) لإيجاد الكثافة الحقلية والمحتوى الرطوبي الحقلي (حسب المواصفات المذكورة في جدول رقم ١) والتي سيتم اعتمادها في تحضير نماذج غسل التربة الطبيعية والمرصوصة، وأخذت قوالب ذات أبعاد ("٤ القطر و "٢,٨ الارتفاع) والتي استخدمت في تجربة غسل التربة، غلفت هذه النماذج بأحكام بعدة أغطية بلاستيكية (نايلون)، ثم نقلت إلى المختبر وهناك تم ترقيم هذه النماذج وتغليفها بعدة طبقات من ورق الالمنيوم وحفظها في المختبر لغرض الاستخدام في التجارب المختبرية. حضرت نماذج التربة المرصوصة و التي استخدمت في عملية الغسل بكثافة مساوية للكثافة الحقلية والمحتوى الرطوبي الحقلي بعد قياسهما مختبريا وكانت قيمتهما على التوالي (14.7 kN/m³ ، ١١,٠٨٪)، وكان تحضير النماذج كالأتي:-

١. حضرت كمية مناسبة من التربة بعد تجفيفها في فرن بدرجة حرارة (60c°) ولمدة يومين، ومن ثم وزنها وبعدها إضافة كمية مناسبة من الماء بحيث يجعل المحتوى الرطوبي للتربة مساويا لنسبة الرطوبة الطبيعية كما هو عليه بالحقل.

٢. القيام بعملية رص التربة باستخدام مطرقة الرص القياسية و قالب خلية الغسل ذو الأبعاد ("٤ القطر و "٢,٨ الارتفاع) لكي يتم ربطها مباشرة إلى جهاز الغسل، و تم تغيير عدد الضربات للحصول على نموذج بكثافة مقاربة للكثافة الحقلية إذ تراوح مدى الضربات (5-15) ضربة، ورسمت العلاقة بين عدد الضربات مع الكثافة الجافة المستحصلة وكما مبين في الشكل (١) ووجد أن عدد الضربات المناسب لتحضير نموذج وفق الكثافة الحقلية هو (8.8=9) ضربة وبمعدل طبقتين لكل نموذج.



الشكل (١) العلاقة بين عدد الضربات لكل طبقة مع الكثافة الجافة المستحصلة

٤. الفحوصات التي أجريت على نماذج التربة

1.4 الفحوصات المختبرية

أجريت عدد من الفحوصات الفيزيائية والكيميائية والهندسية على نماذج التربة الطبيعية وحسب المواصفات القياسية المؤشرة إزاء كل منها وكما مبينة في (الجدول ١) الذي يوضح قائمة بأسماء الفحوصات ورقم المواصفة المستخدمة في البحث.

جدول ١: أسماء الفحوصات ورقم المواصفة المستخدمة في البحث.

نوع الفحص	أسم الفحص	الرمز	المواصفة
الفحوصات الفيزيائية	الكثافة الجافة والمحتوى الرطوبي	γ_{dry} Wc	ASTM D2216-80, ASTM D2927-71
	حدود اتربرك (حد السيولة واللدونة)	L.L,P.L	ASTM D424-29, D423-66
	الوزن النوعي	Gs	ASTM D854-58
	التحليل الحجمي للتربة	Grain size Analysis	ASTM D422
الفحوصات الكيميائية	الأملاح الذائبة الكلية	T.S.S	Earth Manual, 1968
	نسبة الجبس	Gypsum content	USAD-Agricultural Handbook No.60,1954
	أملاح الكبريتات	SO_3	B.S:1377-1975
الفحوصات الهندسية	فحص الرص	_____	ASTM D1557
	فحص الانضمام	_____	ASTM D2435-70

Title

Volume : 7

مجلة العلوم والتطـبيقات الهـندسية

Journal of Science and Engineering Application

ISSN 2521-3911

2.4. فحص الغسـل: والذي يتكون من خلية الغسـل (Leaching Cell) وخزان الماء (water tank) وكما موضـح في الشـكلين (٢،٣).

الشكل ٢. تفاصيل خلية الغسل

الشكل٣. خلية وخزان الغسل

3.4. الفحوصات المختبرية التي أجريت على نماذج التربة بعد عملية الغسل:

بعد الانتهاء من عملية غسل التربة للنماذج الطبيعية والمرصوصة تم إجراء عليها الفحوصات المختبرية الآتية:-

١. الخواص الدليلية للتربة (Index Properties).
٢. فحص الانضمام (Consolidation Test)
٣. فحص نسبة الجبس (Gypsum content)

4.4. الفحوصات التي أجريت على الماء المار في أثناء الغسل هي:-

نسبة الجبس من خلال إجراء فحص عسرة الكالسيوم باستخدام طريقة التسحيح وذلك بالاعتماد على الطريقة القياسية لفحوصات الماء ومياه الفضلات (Standard methods for examination of water and waste water procedures), 1985 لإيجاد مقدار هذه النسبة لكل(24 , 48) ساعة.

5. نتائج الفحوصات والمناقشة

الجدول (٢) يبين نتائج الفحوصات الفيزيائية والكيميائية التي تم اجرائها لتربة منطقة المحلبية اذ تم اخذ نموذجين من هذه التربة (A,B) وإيجاد الخصائص من حيث حدود اتربرك ونسبة الجبس والاملاح الذائبة الكلية .

جدول ٢ خصائص التربة الطبيعية المستخدمة في البحث

Soil (B)	Soil (A)	الخاصية(Property)	
٢٧	٢٦	حد السيولة (L.L) (%)	حدود أتربرك (للتربة الطبيعية)
١٤	١٧	حد اللدونة (P.L) (%)	
١٣	٩	دليل اللدونة (P.I) (%)	
٤١	٧١	نسبة الأملاح الذائبة الكلية (%)	
27	٣٥,٥	نسبة الجبس (%)	
١,٢	١٩,٨	بيكاربونات الكالسيوم $Ca(HCO_3)_2$	
١١,١١	٤,٤٤	كبريتات المغنيسيوم $MgSO_4$	

كلوريد المغنيسيوم $MgCl_2$		٦,٩٦	1.15
كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) NaCl		٤,٢٦	0.56
نسبة أملاح الكبريتات $(SO_3)^{--}$ (%)		٠,٤	٠,٤
محتوى المواد العضوية (%)		0. 284*	0.62*
الوزن النوعي (Gs)		٢,٤٦	٢,٥٦
الوزن النوعي (Gs) (محلول مشبع بالجبس والأملاح)		٢,٣٤	٢,٢٨
الرقم الهيدروجيني (pH)		٧,٢٨	7.8
القياسية طاقة الرص	الكثافة الجافة العظمى (kN/m^3)	١٨,٥	١٦,٨
	محتوى الرطوبة المثلى (%)	٩,٥	١٥
طاقة الرص المعدلة	الكثافة الجافة العظمى (kN/m^3)	١٩,٨	١٨
	محتوى الرطوبة المثلى (%)	٧	١٢
التدرج الحبيبي للتربة المغسولة بواسطة EDTA	نسبة الرمل (%)	٤٥	٣٨
	نسبة الغرين (%)	٣٣	٢٧
	نسبة الطين (%)	٢٢	٣٥
تصنيف التربة	نظام التصنيف الموحد	CL-ML	CL

* تم إجراء هذا الفحص في كلية الزراعة والغابات/علوم التربة

١.5. الخصائص الهندسية للتربة

١,١,٥ الخصائص الدليلية

يوّضح الجدول (٢) الخصائص الدليلية للتربة إذ أظهرت التجارب أن قيمة حد السيولة (L.L) (٢٦%) وقيمة دليل اللدونة (P.I) (٩%) للتربة (A) و (13%,27%) لقيمتي حد السيولة ودليل اللدونة على التوالي بالنسبة للتربة (B). أمّا قيمة الوزن النوعي فكانت (2.46) بالنسبة للتربة (A) و(٢,٥٦) للتربة (B) وهاتان القيمتان واطئة نسبيا والسبب في ذلك يعود لنسبة الجبس العالية في التربة إذ أن الوزن النوعي واطئ للجبس. و فيما يخص إيجاد التدرج الحبيبي للتربة، فان محاولة إجراء تحليل المكثاف على التربة الطبيعية لم تنجح وذلك لان الجبس كان يعمل على تكتل وتجمع الحبيبات بعد وقت قصـــير على إجراء التجربة لذلك كان لابد من إزالة الجبس وتمت معاملة التربة بمادة ((Di-Sodium (EDTA)) (وهو ملح له فعالية كبيرة في غسل التربة وإزالة الجبس)(AL-Khashab, 1981) ، وكانت نسبة المواد الطينية هي (22 , 35) للترب (A , B) على التوالي والشكل (٤) يبين التدرج الحبيبي للتربة. صنفت التربة على أنها تربة (طينية-غرينية (CL-ML)) حســب نظام التصــنيف الموحد للتربة (A) و(تربة غرينية واطئة اللدونة (CL)) للتربة (B)، ويوضح الجدول (٢) خصائص التربة (A , B).

٢,١,٥ الخصائص الكيميائية

الخصـــائص الكيميائية مبينة في الجدول (٢) إذ نلاحظ أن نســبة الأملاح الذائبة الكلية (71%) للتربة (A) و(41%) للتربة (B) وأهم هذه الأملاح هي الجبس والتي تصـــل نســبتها إلى (35.5% , 27%) للتربتين (A , B) على التوالي، أما بقية الأملاح فهي بيكاربونات الكالسـيوم ($Ca(HCO_3)_2$)، وكبريتات المغنيسـيوم ($MgSO_4$)، وكلوريد المغنيسـيوم ($MgCl_2$)، وكلوريد الصـوديوم (ملح الطعام) (NaCl). أما نسـبة المواد العضـوية فتبلغ (٠.284%) للتربة (A) و(٠.62%) للتربة (B)، و أملاح الكبريتات فتبلغ (0.4%) للتربتين (A , B)،كذلك الرقم الهيدروجيني فقد كان (7.28 , 7.8) للتربتين (A , B) على التوالي.

٣,١,٥ خصائص الرص

يبين الجدول (٢) والشـــكل (٥) نتائج فحص الرص القياســـي والمعدل للتربة (A , B) على التوالي، إذ نلاحظ أن الكثافة الجافة العظمى بطريقة الرص القياسية هي ($18.5kN/m^3$) عند محتوى رطوبي (9.5%) بالنسبة للتربة (A)، في حين ازدادت هذه القيمة إلى (١٩,٨ kN/m^3) عند محتوى رطوبي (7%) نتيجة زيادة طاقة الرص من القياسـية إلى المعدلة، ونلاحظ أيضـا أن الكثافة الجافة

Title

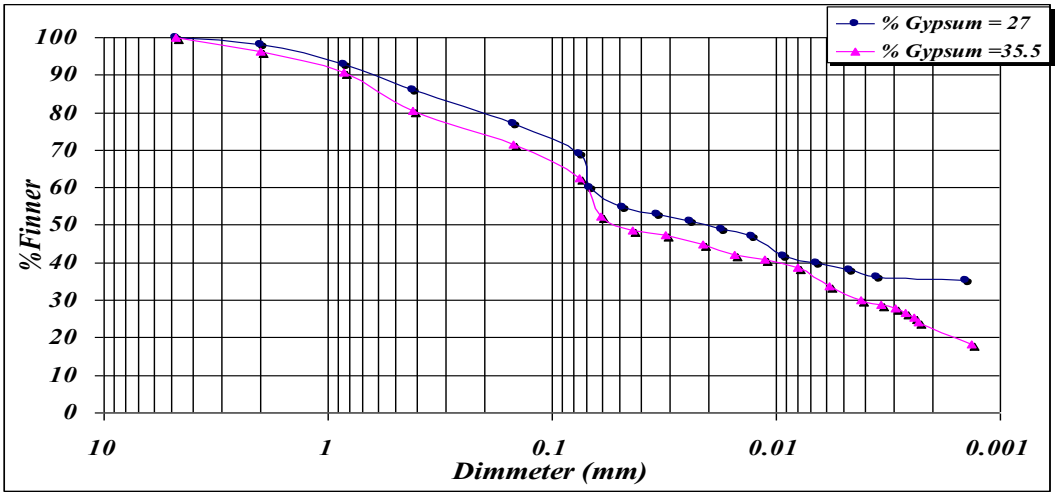
Volume : 7

مجلة العلوم والتطـبيقات الهـندسية

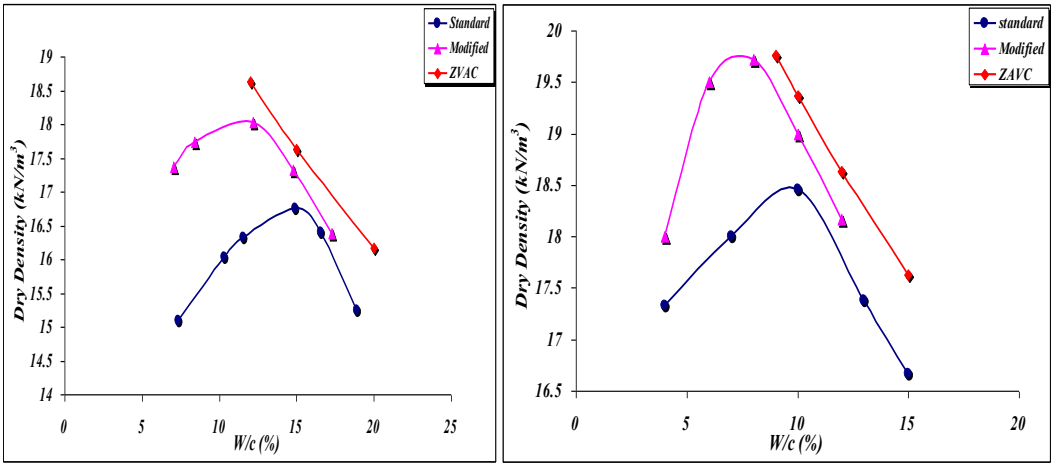
Journal of Science and Engineering Application

ISSN 2521-3911

العظمى للتربة (B) بطريقة الرص القياســية هي (16.8kN/m^3) عند محتوى رطوبي (15%)، في حين ازدادت هذه القيمة إلى (١٨kN/m^3) عند محتوى رطوبي (12%) بطريقة الرص المعدلة. ونلاحظ أن الكثافة الجافة العظمى للتربة (A) أعلى مما هي عليه للتربة (B) وقد يعود السبب إلى كون تربة (A) تحوي نسبة من الرمل أعلى من التربة (B) وكذلك تحوي على نسبة من الطين اقل مما هو في التربة (B) وهذه العوامل المذكورة تؤثر على قيمة الكثافة الجافة.



الشكل ٤. منحني التدرج الحبيبي للتربة الطبيعية المستخدمة في البحث



الشكل٥. منحنيات الرص القياسية والمعدلة للتربة الطبيعية (B,A) على التوالي

٦. تأثير الغسل على خصائص التربةُ

١,٦.المحتوى الجبسي

١,١,٦. التربة غير المشوشة : لأجل دراسة تأثير الغسل على نسبة الجبس في التربة غير المشوشة حضرت نماذج تربة غير مشوشة وبنسب مختلفة من الجبس وعرضت لفترات غسل مختلفة و باستعمال شحنتين مختلفتين وبمقدار انحدار هيدروليكي (i=8) و (i=4)، والجدولين (٤،٣) تبين نسبة الجبس لهذه النماذج قبل وبعد عملية الغسل للفترات المذكورة، ويلاحظ من هذين الجدولين حصول نقصان بشكل عام في نسبة الجبس داخل التربة مع زيادة فترة الغسل كما أنّ عملية الغسل أدّت إلى ذوبان جزيئات الجبس

داخل نموذج التربة فضلا عن أن مقدار الجبس المتبقي في التربة وكما هو مبين في الجدولين لايعتمد على كمية الماء المارة بالتربة بل هناك عامل أخر وهو طبيعة توزيع الجبس داخل التربة. ويلاحظ من هذين الجدولين أن بعض قيم نسـبة الجبس في أعلى النموذج هي أقل من قيمتها في الجزء السـفلي منه عند (i=8) وعند (i=4)، والسـبب في ذلك يعود إلى حصـول حركة بعض جزيئات الجبس من القسـم العلوي للنموذج واسـتقرارها في الجزء السـفلي و أن الماء المار بالنموذج له القابلية على إذابة الجبس من الأعلى أكثر مما في الأسفل لكونه قد تشبع جزئيا بالجبس عند إذابة الجبس من الأعلى ولوحظ أيضا أن توزيع جزيئات الجبس داخل النموذج غير متجانسة فضـــلا عن وجود تكتلات في جزيئات الجبس في بعض المناطق داخل النموذج وهذا ماتم ملاحظته عند تحضـــير النماذج وربما هذه الظاهرة أدت إلى إفراز بعض النتائج المتضـــاربة. وأظهرت النتائج أن كمية الجبس المزال لمعظم النماذج المعرضـــة إلى انحدار هيدروليكي (i=8) هي أكثر من كميتها للنماذج المعرضـــة إلى انحدار هيدروليكي مقداره (i=4) وهذا يعني انه كلما ازدادت سـرعة المياه المسلطة على النماذج ازدادت كمية الجبس المزال من التربة.

الجدول ٣. يبين تغير قيم نسب الجبس مع الغسل للنماذج غير المشوشة (i=8)

فترة الغسل يوم	Vol. of Leachate (cm3)	نسبة الجبس قبل الغسل%	نسبة الجبس بعد الغسل	
			أعلى الخلية (%)	أسفل الخلية (%)
٨	107950	25	5	9
١٥	29670	25	12.5	19
٢١	87310	30	21	25
٣٠	70980	27	2	3

الجدول ٤. يبين تغير قيم نسب الجبس مع الغسل للنماذج غير المشوشة (i=٤)

فترة الغسل يوم	Vol. of Leachate (cm^3)	نسبة الجبس قبل الغسل %	نسبة الجبس بعد الغسل	
			أعلى الخلية %	أسفل الخلية %
٢	75919	27	21.5	19.5
١٤	١٦٦٠٥٦	25	10	8
١٥	35674	26	23	21
٢١	195982	23	17	16
٢٤	285212	21	14.5	12
٢٨	208084	26	11.5	9.5
٣٠	306816	25	18	17
	367209	23	17	18
٣٣	343865	26%	16	16.5

* لم يتم حساب قيمة (K) وذلك لتكون فتحة في النموذج وتسرب الماء منها

٢,١,٦. التربة المرصوصة : ولدراسة تأثير الغسل على نسبة الجبس في التربة المرصوصة حضرت نماذج تربة وبنسبة جبس (35.5%) وبكثافة مساوية للكثافة الحقلية والمحتوى الرطوبي الحقلي وعرضت لفترات غسل مختلفة وبمقدار انحدار هيدروليكي (i=8)، والجدول (٥) يوضح نسبة الجبس لهذه النماذج بعد عملية الغسل للفترات المذكورة، حيث يلاحظ من هذا الجدول حصول نقصان في قيمة نسبة الجبس مع زيادة فترة الغسل كذلك مع حصول اختلاف (زيادة ونقصان) في قيمة كمية الماء الخارج من النموذج عند نهاية عملية الغسل، ونلاحظ أيضا أن قيمة نسبة الجبس في الجزء العلوي من النموذج هي اقل من قيمتها في الجزء السفلي منه، والسبب في ذلك يعود إلى حركة بعض جزيئات الجبس من القسم العلوي للنموذج واستقرارها في أسفله نتيجة عملية الغسل كما أن قابلية الماء على إذابة الجبس في بداية النموذج من الأعلى أكثر من نهايته من الأسفل أدى إلى حصول هذا الفرق في قيم نسب الجبس بالإضافة إلى ماذكر سابقا عن ظاهرة توزيع الجبس في التربة. كذلك أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن عملية إزالة الجبس

Title

Volume : 7

مجلة العلوم والتطـبيقات الهـندسية

Journal of Science and Engineering Application

ISSN 2521-3911

من التربة غير المشـوشـة كانت أعلى من التربة المرصـوصـة وذلك لان عملية الرص أدت إلى سـد القنوات التي كانت موجودة في التربة مما أدى إلى تأخير عملية إزالة الجبس من التربة

جدول ٥. يبين تغير قيم نسب الجبس مع الغسل للنماذج المرصوصة (i=8)

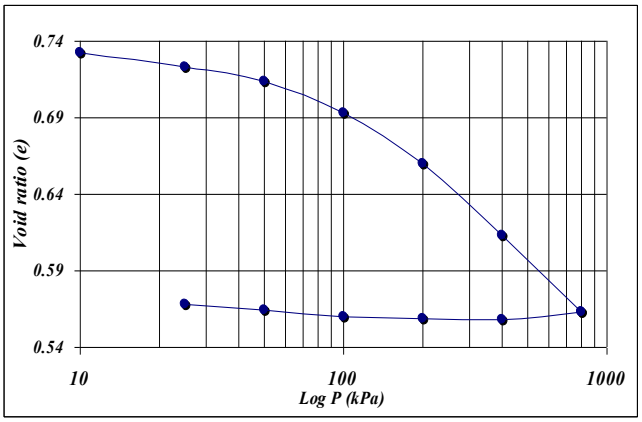
فترة الغسل يوم	Vol .f Leachate (cm^3)	نسبة الجبس قبل الغسل %	نسبة الجبس بعد الغسل	
			أعلى الخلية %	أسفل الخلية %
١٤	19170	35.5	32	34
١٧	٤٣١٥٧٠	35.5	21	22
٢١	٣٢٣٨٨٠	35.5	23	24

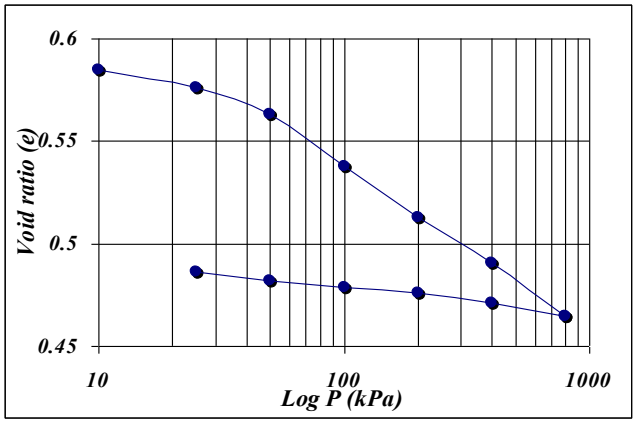
٢,٦. خصائص الانضمام

١,٢,٦. التربة الطبيعية غير المغسولة : توضح الأشكال (٧،٦) منحنيات الانضمام للترب الطبيعية (A , B) على التوالي، والجدول (٦) يبين خصائص الانضمام لهذه الترب. وأثناء إجراء تجربة الانضمام لوحظ استمرار انضغاط النموذج بعد مرحلة الانضمام الأولي، لذلك تم اعتماد فترة يومين (2 days) كفترة زمنية لإبقاء الحمل قبل تبديله (Loading duration time) لان تغير حجم النموذج كان قليلا نسبيا بعد هذه الفترة، وقد توصّل لهذه النتيجة أيضا (الصفّار، ٢٠٠٠)، حيث أن سبب هذا الانضغاط قد يعزى إلى استمرار الانضغاط الثانوي والتي تحدث في الترب الغرينية (Silty Soil)، فضلا عن وجود الجبس وغيره من الأملاح في التربة والتي قد تؤثر على الانضغاط الثانوي، ويلاحظ من هذه الأشكال انخفاض قيم نسبة الفراغات الأولية (e_0) للتربة مع زيادة نسبة الجبس، إذ انخفضت هذه القيمة من (0.733) للتربة (B) إلى (0.585) للتربة (A) وقد يعود السبب إلى نسبة الجبس العالية للتربة (A) التي هي أعلى من التربة (B) والتي تملأ الفراغات بين حبيبات التربة ومن ثم تؤدي إلى حدوث زيادة في الكثافة ونقصان في قيمة نسبة الفراغات الأولية لهذه التربة، ونلاحظ أيضا من الجدول (٧) حصول نقصان في قيمة دليل الانضغاط ("Cc") مع زيادة نسبة الجبس والسبب في ذلك يعود إلى انخفاض قيمة نسبة الفراغات الأولية عند زيادة نسبة الجبس لهذه التربة وقد يعود أيضا نفس السبب في حصول انخفاض في قيمة معامل الانضمام ("Cv") إذ انخفضت قيمة هذا المعامل من ($17.6*10^{-4}$ cm^2/sec) للتربة (B) إلى ($6.6*10^{-4}$ cm^2/sec) للتربة (A) عند نهاية التجربة.

الجدول ٦. خصائص الانضمام للتربة الطبيعية

Soil type	نسبة الجبس(%)	Void ratio (e◦)	Pc (kPa)	Cc	Cs	$Cv*10^{-4}$ (cm^2/sec)
A	35.5	0.585	٧٠	٠,٠٨	0.021	6.6
B	27	0.733	125	٠,١٥٨	٠,٠٠٧	17.6





Title

Volume : 7

مجلة العلوم والتطـبيقات الهـندسية

Journal of Science and Engineering Application

ISSN 2521-3911

الشكل ٦. منحني الانضمام للتربة الطبيعية(A) الشكل ٧. منحني الانضمام للتربة الطبيعية (B)

٢,٢,٦.التربة غير المشوشة المغسولة : توضح الجداول (٧، ٨) خصائص الانضمام لنماذج التربة الطبيعية (غير المشوشة) ذات نسب الجبس المختلفة والمغسولة للفترات المذكورة سابقا عند انحدار هيدروليكي (i=8) و (i=4)، نلاحظ من الجدول (٧) حصول زيادة في قيمة نسبة الفراغات الأولية بعد عملية الغسل والسبب في ذلك يعود إلى حصول ذوبان لجزيئات الجبس والأملاح نتيجة عملية الغسل فضلا عن حصول زيادة ونقصان في قيمة نسبة الفراغات الأولية (e_0) مع زيادة فترة الغسل إذ كانت أعلى قيمة لها عندما كانت نسبة الجبس (25%) لفترة غسل (٨) أيام إلى (1.025)، أما اقل قيمة فقد كانت (٠,٨٤) عند نسبة جبس (25%) أيضا ولفترة غسل (15) يوما، ونلاحظ أيضا من الجدول (٩) أن أعلى قيمة لنسبة الفراغات الأولية (e_0) كانت للنموذج المغسول لفترة (٣٣) يوم ولنسبة جبس (26%) حيث وصلت هذه القيمة إلى (١,٢٥)، أما اقل قيمة فقد كانت (0.764) للنموذج المغسول لفترة (21) يوم ولنسبة جبس (23%)، وقد يرجع سبب ذلك الاختلاف في هذه القيم إلى اختلاف طبيعة التربة نفسها من نموذج إلى أخر من حيث نسبة الجبس وهيكل التربة (إذ لوحظ في بعض النماذج وجود تكتلات لجزيئات الجبس في بعض المناطق دون المناطق الأخرى)، كذلك نلاحظ من هذا الجدول أن قيمة نسبة الفراغات الأولية (e_0) لنماذج التربة المأخوذة من أعلى الخلية هي أعلى من قيمتها لنماذج التربة المأخوذة من الأسفل وقد يعود السبب إلى اختلاف نسبة الجبس نتيجة حركة بعض الجزيئات إلى الأسفل خلال عملية الغسل. وتوضح الأشكال (٨ إلى١٤) منحنيات الانضمام لنماذج التربة الطبيعية المغسولة للفترات المذكورة سابقا.

الجدول ٧. خصائص الانضمام لنماذج التربة غير المشوشة المغسولة (i=8)

فترة الغسل يوم	نسبة الجبس %	نسبة الفراغات(e_0) قبل الغسل	نسبة الفراغات(e_0) بعد الغسل	Cc	Cs	$Cv*10^{-4}$ (cm^2/sec)
٨	25	0.77	1.025	0.334	0.043	٨٩,٢٦
١٥	25	0.613	0.84	0.191	0.034	21.71
٢١	30	0.73	٠,٩٥	0.226	0.035	١٤,٤٩
٣٠	27	0.622	0.963	0.272	0.057	2.38

الجدول ٨. خصائص الانضمام لنماذج التربة غير المشوشة المغسولة (i=4)

فترة الغسل يوم	نسبة الجبس %	نسبة الفراغات (e_0) قبل الغسل	نسبة الفراغات (e_0) بعد الغسل		Cc	Cs	$Cv*10^{-4}$ (cm^2/sec)
٢	27	٠,٤٥٦	0.875	Up	0.208	0.037	٨٥,٩٩
			0.760	Down	0.158	0.025	٩,٤٨
			0.914	Remo.	0.202	0.034	٢٥,٤٥
١٤	25	0.642	١,١٧		0.344	0.054	٢٥,٤٩
١٥	26	0.589	1.028		0.283	0.046	٢٣,٢٧
٢١	23	٠,٤٧٨	0.764	Up	0.231	0.047	6.23
			0.705	Down	0.201	0.042	27.36
٢٤	21	0.64	1.071	Up	0.324	0.067	١٣,١٥
			1.059	Down	0.286	0.046	13.87
٢٨	٢٦	٠,٥١	0.831	Up.	0.219	0.042	10.68
			0.915	Distr.*	0.217	0.036	19.28
٣٠	25	0.41	1.00		0.235	0.044	٧,٤٣

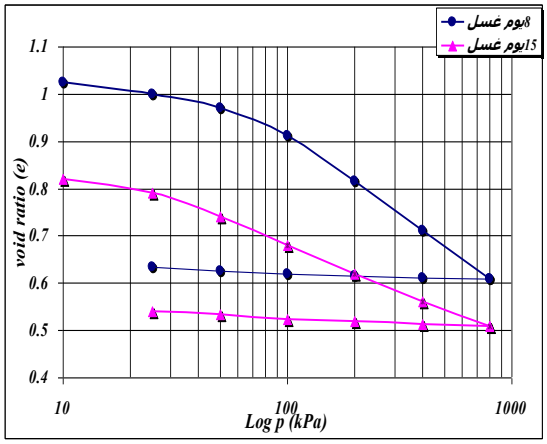
٧,٠٢	0.060	0.259	0.98	٠,٦٥	23%	
٨,١١	0.075	0.371	١,٢٥	0.527	26	٣٣

* حصل تخلخل لهذا النموذج عند تحضيره لذلك تم اعتباره مخلخل

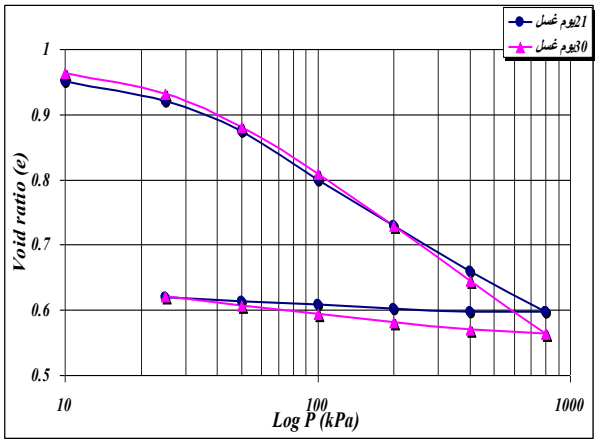
٣,٢,٦. التربة المرصوصة المغسولة : يبين الجدول (٩) خصائص الانضمام لنماذج التربة المرصوصة المغسولة للفترات المذكورة وكذلك يبين الشكل (١١) أيضا منحنيات الانضمام لهذه النماذج. ويلاحظ من النتائج الموضحة في الجدول أعلاه حصول نقصان في نسبة الفراغات الأولية (e_0) بعد الغسل والسبب في ذلك قد يعود إلى احتمال أن قسم من الجبس غير مميأ وعند الغسل تعرض إلى التميأ فازداد حجمه وبالتالي ادى إلى تقليل نسبة الفراغات الأولية، كذلك لوحظ أن نسبة الفراغات كانت (0.589) للنموذج المغسول لفترة (١٤) يوما وأصبحت (0.578) للنموذج المغسول لفترة (١٧) يوما، إن عملية غسل التربة تؤدي إلى إزالة الجبس مما يسبب زيادة نسبة الفراغات وبنفس الوقت تميأ الجبس الذي يؤدي إلى نقصان في نسبة الفراغات وتداخل هاتين الظاهرتين أدت إلى القيمة المذكورة في الجدول (٩)، وتبين الجداول (٩،٨،٧) حصول زيادة ونقصان في قيمة دليل الانضغاط "Cc" مع زيادة فترة الغسل لنماذج التربة غير المشوشة والمرصوصة، فضلا عن أن هذه القيمة للنماذج المأخوذة من النموذج عن النماذج المأخوذة من الأسفل للنماذج غير المشوشة والسبب في ذلك قد يعود إلى زيادة نسبة الفراغات الأولية التي أدّت إلى زيادة قيمة هذا المعامل. وتشير هذه الجداول أيضا حصول زيادة ونقصان في قيمة معامل الانضمام "Cv" مع زيادة فترة الغسل وأن قيمة هذا المعامل لبعض النماذج المأخوذة من الجزء السفلي هي أعلى من قيمتها للجزء العلوي والسبب في ذلك قد يعود إلى أن عملية الغسل أدت إلى ترسب بعض الأملاح المزالة من القسم العلوي للنموذج واستقرارها في الجزء السفلي مما أدّى إلى حصول نقصان في قيمة (Cv).

الجدول ٩. خصائص الانضمام لنماذج التربة المرصوصة المغسولة (i=8)

فترة الغسل يوم	نسبة الجبس %	نسبة الفراغات (e◦) قبل الغسل	نسبة الفراغات (e◦) بعد الغسل	Cc	Cs	$Cv*10^{-4}$ (cm^2/sec)
١٤	35.5	0.605	0.589	0.1097	0.0246	35.1
١٧	35.5	0.598	0.578	0.1110	0.0068	11.21
٢١	35.5	0.676	0.581	٠,١٠٧٢	0.0209	30.13



الشكل (٨) منحنيات الانضمام لنماذج التربة غير المشوشة (i=8)



الشكل(٩)منحنيات الانضمام لنماذج التربة غير المشوشة (i=8)

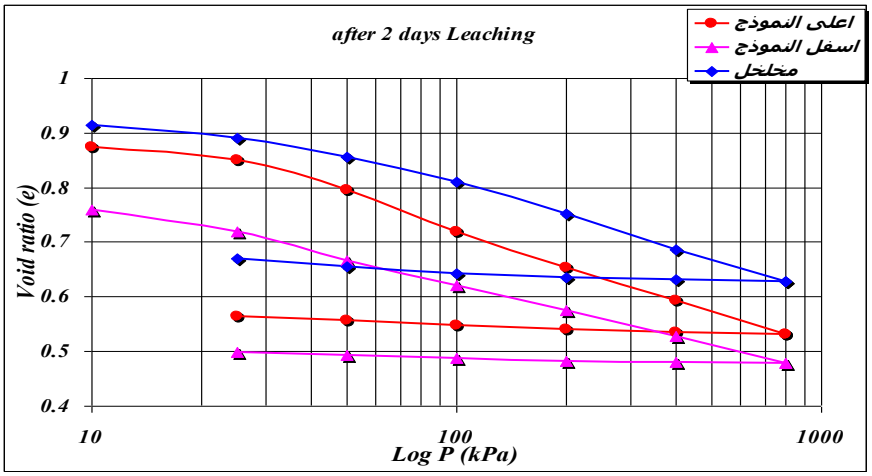
Title

Volume : 7

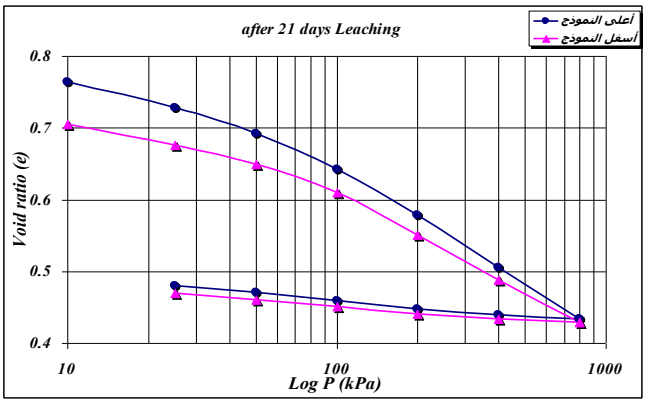
مجلة العلوم والتطـبيقات الهـندسية

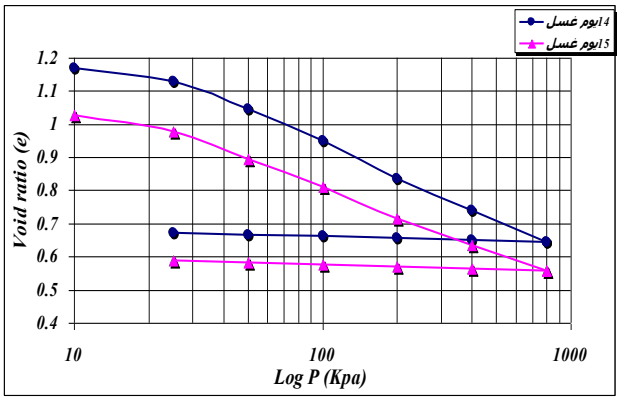
Journal of Science and Engineering Application

ISSN 2521-3911



الشكل (١٠) منحنيات الانضمام لنماذج التربة غير المشوشة (i=4)





الشكل (١١) منحنيات الانضمام لنماذج التربة غير المشوشة (i=4)

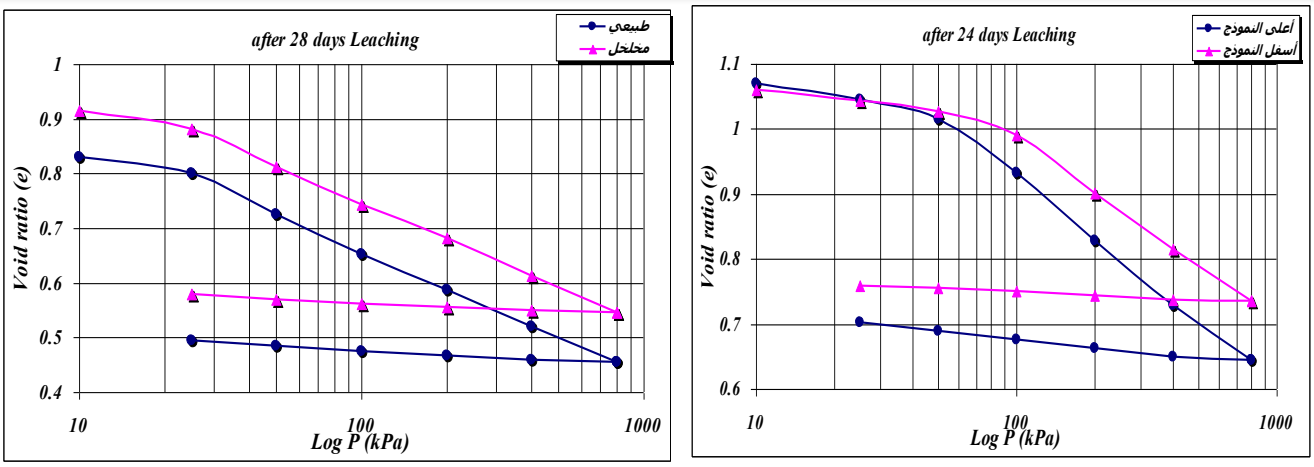
Title

Volume : 7

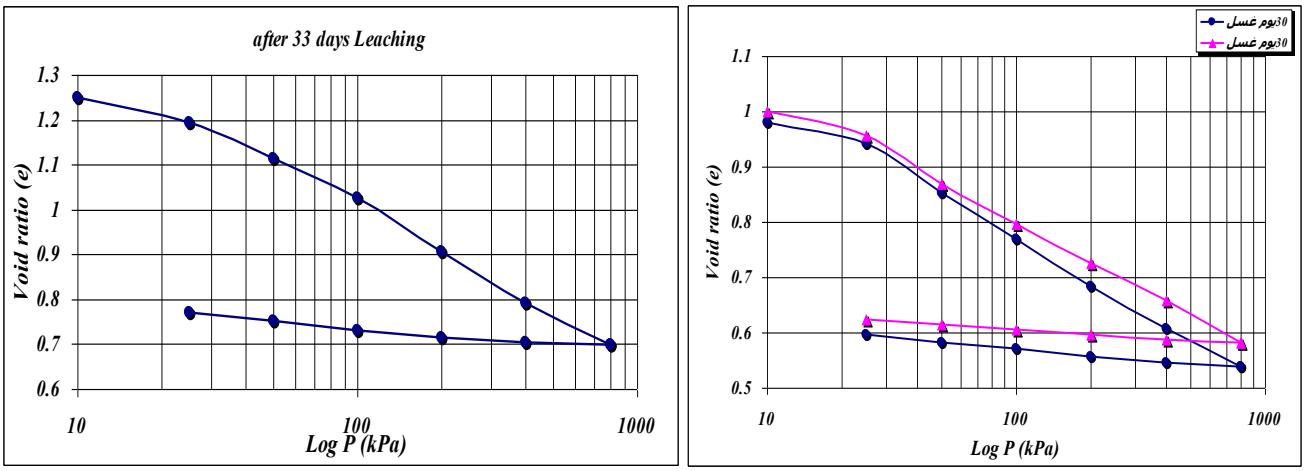
مجلة العلوم والتطـبيقات الهـندسية

Journal of Science and Engineering Application

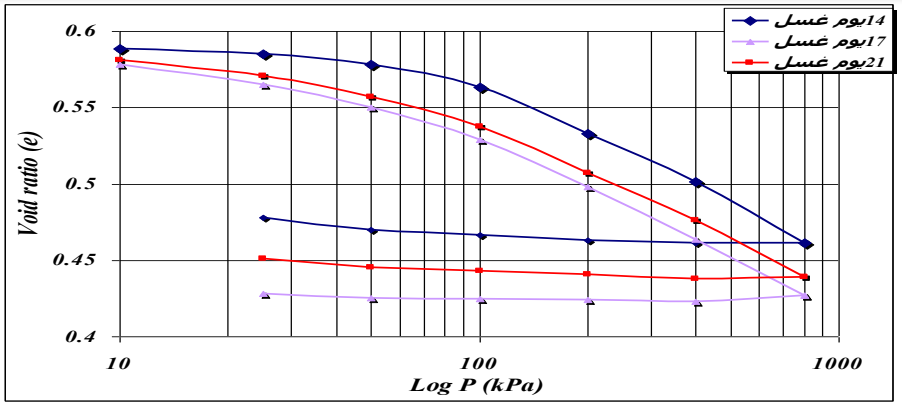
ISSN 2521-3911



الشكل(١٢) منحنيات الانضمام لنماذج التربة غير المشوشة (i=4)



الشكل(١٣) منحنيات الانضمام لنماذج التربة غير المشوشة (i=4)



الشكل (١٤) منحنيات الانضمام لنماذج التربة المرصوصة (i=8)

٧. التوصيات للاعمال المستقبلية:

١. دراسة تاثير الغسل على نفاذية التربة الجبسية تحت تاثير شحنة قليلة اقل من ٤
٢. دراسة تغيير الخصائص الهندسية للترب الجبسية الحاوية على نسب مختلفة من الجبس وتحت تاثير شحنات مختلفة.

٨. الاستنتاجات

من خلال هذه الدراسة تم التوصل الى الاستنتاجات الاتية:

١. الترب ذات المحتوى الجبسي العالي وكما هو في التربة التي دراستها لايمكن تصنيفها حسب نظام التصنيف الهندسي الموحد وذلك لكون مادة الجبس مادة ذائبة وازالتها يؤدي الى فقدان نسـبة عالية من التربة والتي تؤثر على الخصـائص الهندسـية للتربة.
٢. تزداد كمية الجبس المزال مع زيادة سرعة جريان المياه اثناء عملية الغسل .
٣. تتحول التربة بعد عملية الغسل (تربة المحلبية) الى تربة رخوة جدا وتكون رطوبتها اعلى من قيمة حد السيولة.

٩. المصادر

1. AL-Dabbagh. T. H, & Hammo. N. I, (1990) "Effect of Increasing Gypsum content on some Physical Properties of top Soil", University of Mosul Department of Irr. And Drainage Engineering.
2. AL-Obydi, M. A. (1992) "Lime Stabilization of Gypseous Soils", M.Sc. Thesis, Civil Engineering Department, College of Engineering, University of Mosul.
3. James, A. N. and Lupton, A. R. R. (1978) "Gypsum and Anhydrite in Foundations of Hydraulic Structures", Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, Vol.28, No.3, pp.249-272.
4. Petrukhin, V. P. & Boldyrev, C. B. (1978) "Investigation of the Deformability of Gypsified Soils by Static Load", Soil Mechanics & Foundation Engineering, Vol.15, No.3, pp.178-182.

5. Ramiah, B. K. (1982) "The effect of Chemicals on Compressibility and Strenght of Baghdad Silty clay", Building Research center, Baghdad.
6. Singh, R. B. & Al-Layla, M. T. (1979) "An Investigation in to the Deformability of Mosul Clay", Proceeding of 6th Asian Regional Conference on Soil Mechanics & Foundation Engineering, Pp.87-90.
7. Van Alphen, J. G. and Romero, F. D. R. (1971) “Gypsiferous Soils”, Bulletin–12, International Institute for Land Recommendation and Improvement, Wageningen, Holland.

٨- الدليمي، فوزي خضر خلف (1989) " تأثير المحتوى الجبسي على قوة وتشوه تربة طينية معجونة "، رسالة ماجستير، كلية الهندسة - جامعة صلاح الدين.
٩- القيسي، عوف عبد الرحمن (٢٠٠٠) "إقامة المنشآت على الترب الجبسية" الجامعة التكنولوجية.
١٠- خضير، رسل أحمد (٢٠١٨) "خصائص الغسل تحت تأثير الأحمال غير المتجانسة للترب الجبسية المثبتة بالمواد فائقة النعومة " رسالة ماجستير، كلية الهندسة - جامعة بغداد.