ISSN 1999 - 8716
Printed in Iraq

مجلة ديالى
للعلوم الهندسية

المجلد العاشر، العدد الثالث، صفحات البحث (1-21)، ايلول 2017

تأثير دورات الترطيب والتجفيف على خواص التربة الطينية الملوثة بمياه المخلفات الصناعية

فاروق مجيد مهوس[1] , وليد محمد شيت العبد ربه[2] , ايهاب نافع شاكر الأحبابي[3]

[1] مدرس، [2] استاذ مساعد، كلية الهندسة، جامعة تكريت

drfaroukmajeed@gmail.com, walabdraba@tu.edu.iq, ehab6shakr@gmail.com

(الاستلام:-2016/7/19 ، القبول:- 2016/10/31)

الخلاصة

تلوث التربة بالمخلفات لمختلف انواعها ابتداءً من مياه الصرف الصحي الى مياه الصرف الصناعي من المشاكل الكثيرة التي تؤثر على خواص التربة واستخداماتها بشكل عام وعلى الخصائص الهندسية بشكل خاص ودراسة تأثير هذه الملوثات وطرق معالجة تأثيراتها على التربة من أولويات الباحثين في هذا المجال . إذ يتضمن هذ البحث دراسة تأثير المخلفات الصناعية (المياه الصناعية) على الخواص الهندسية للتربة الطينية , وكذلك دراسة تأثير دورات الترطيب والتجفيف على الخواص الهندسية للتربة الطينية المعاملة بالمياه الصناعية , إذً تم جلب التربة من منطقة ليلان في محافظة كركوك , وأظهرت الفحوصات أنّ التربة ذات خواص انتفاخية متوسطة وكان تصنيف التربة حسب نظام التصنيف الموحد (CL) .

إذ تمت معاملة هذه التربة بنوعين من المياه الصناعية التي تم جلبها من المعامل الموجودة في مدينة كركوك , فقد تم تعريض نماذج التربة المعاملة بالمياه الصناعية الى (12) دورة من دورات الترطيب والتجفيف بعد رص التربة بقوالب خاصة . اظهرت النتائج ان دورات الترطيب والتجفيف تؤدي الى خفض قيمة حد السيولة بنسبة (14%) للتربة نوع (A) و(14.3%) للتربة نوع (B) وكذلك خفض حد اللدونة ودليل اللدونة كما تؤدي الى زيادة الكثافة الجافة العظمى وانخفاض نسبة المحتوى الرطوبي الأمثل كما تزيد في قيمة كل من زاوية الاحتكاك , قوة تماسك التربة , وقوة الانضغاط غير المحصور للتربة . اما تأثير دورات الترطيب والتجفيف على خواص الانضمام فقد ادت الى انخفاض معامل الانضمام (C_v) ودليل الانضغاط (C_c) ودليل الانتفاخ (C_s) , واما بالنسبة لخصائص الانتفاخ فإنَّ دورات الترطيب والتجفيف تؤدي الى خفض قيمة نسبة الانتفاخ بنسبة (29%) للتربة نوع (A) و(28.3%) للتربة نوع (B) وكذلك خفض قيمة ضغط الانتفاخ بنسبة (37.4%) للتربة نوع (A) و(36.7%) للتربة نوع (B) . كما بينت الفحوصات الكيمياوية بأنه لا تتغير نسبة المواد العضوية ونسبة الاملاح الذائبة الكلية وهناك انخفاض قليل لنسبة الكبريتات في التربة وزيادة في الرقم الهيدروجيني مع تعرض التربة الى دورات الترطيب والتجفيف .

الكلمات الدالة : تربة طينية , دورات الترطيب والتجفيف , المياه الصناعية

1- المقدمة

توجد الترب الطينية ذات الخصائص الانتفاخية في ارجاء متعددة من العراق وبدرجات انتفاخ متفاوتة (واطئة , متوسطة , عالية) وان هذه التربة تتأثر بالعوامل المحيطة بها مسببة مشاكل للمنشآت المقامة عليها من حيث انتفاخها وانكماشها[15]. وان التربة القابلة للانتفاخ هي التربة التي يتغير حجمها نتيجة تغير المحتوى المائي لها اذ نلاحظ ازدياد في حجمها وانتفاخ عندما تمتص الماء ونقصان في حجمها ويتقلص عندما تجف . ان هذا التغير الحاصل في الحجم يؤدي الى حدوث تشوهات في التربة تكون على شكل هبوط بسب انكماش التربة نتيجة جفافها او انتفاخ نتيجة

امتصاصها للماء وزيادة رطوبتها وانتفاخ التربة يؤدي الى تصدعات وانهيارات انشائية تتضمن انتفاخ الارصفة وتشققات في الجدران والجسور الارضية المسلحة وتشوهات في البلاطات الارضية وهياكل الابواب وقد تكون هذه التشوهات ضعيفة او متوسطة او كبيرة حسب مقدار الانتفاخ او الانكماش [14,8,5] .

نظراً لعدم انجاز شبكات المجاري في كثير من المدن من جهة , وقدم هذه الشبكات وتكسر انابيبها من جهة اخرى او لعدم وصول الخدمات اليها او التوسع العمراني مما جعل من سكان هذه المناطق الى القيام بتصريف هذه المخلفات الى المناطق السكنية المجاورة التي لم يتم المباشرة في بنائها مما يؤثر على التربة والاساسات بسب تغلغل مياه هذه المخلفات الى داخل طبقات التي التربة سوف تؤثر بدورها على خصائص التربة الهندسية والكيمياوية سلبياً او ايجابياً .

كما ان مخلفات المعامل الصناعية التي تعد من ضمن مياه الصرف الصحي اخذت تشكل في الوقت الحاضر احدى المشاكل التي تواجه العالم فهي المصدر الرئيسي لتلوث البيئة وبما انه عدد كبير من هذه المعامل اخذ يطرح مخلفاته في التربة وبأساليب مختلفة وهذه المخلفات سواء كانت على شكل مياه او مواد صلبة تحتوي على مواد كيمياوية على شكل قواعد وحوامض واملاح مختلفة وان تعرض التربة لمثل هذه المركبات تؤثر على خواصها الهندسية .

التربة في الحقل تمر بدورات من الانتفاخ والانكماش نتيجة التغيرات المستمرة في المحتوى الرطوبي خلال فصول السنة . حيث تؤثر الظروف المناخية على خواص الانتفاخ, وتشمل هذه الظروف تساقط الأمطار ودرجة الحرارة والرياح وأشعة الشمس . ولكون التربة مزيج من المعادن والهواء والماء والمواد العضوية , ينتج اختلاف في تأثير الظروف المناخية على هذه الترب من اختلاف تأثيرها على هذه المكونات والتي تساهم في إحداث تغير في سلوكها الهندسي .

ان الدورات المستمرة للترطيب والتجفيف وتأثيرها على الخواص الهندسية والكيمياوية للتربة المعاملة بالمخلفات (المياه الصناعية) تمثل الجزء الرئيسي لموضوع هذه الدراسة .

تهدف هذه الدراسة الى اختيار معملين واخذ مخلفاتها الصناعية والتي تكون على شكل مياه وتحليلها من الناحية الكيميائية لتحديد مركباتها لدراسة تأثيراتها على التربة الطينية وهذه المخلفات تشمل مخلفات معمل البان ومخلفات معمل للمشروبات الغازية والعصائر حيث تضمنت الدراسة ما يلي :

1. دراسة تأثير مياه المخلفات الصناعية على الخواص الهندسية والخواص الكيمياوية للتربة الطينية .
2. دراسة تأثير دورات الترطيب والتجفيف على خواص التربة الطينية الملوثة بمياه المخلفات الصناعية لبيان مقدار التغير الحاصل في الخواص الهندسية والكيمياوية للتربة مقارنة بعدد دورات الترطيب والتجفيف , واستقراء وتحليل النتائج من اجل بيان إن كان بالإمكان اعتماد هذه الطريقة لتحسين خواص التربة الطينية الملوثة في مثل هذه المخلفات بشكل عام أم لا.

2- المواد المستعملة

2-1 التربة

ان التربة التي استعملت في هذه الدراسة اخذت من منطقة ليلان الواقعة جنوب شرق مدينة كركوك اذ تم اخذ التربة من عمق يتراوح بين(2-4) متر تحت مستوى سطح الارض .

2-2 الماء

تم استخدام الماء المقطر في جميع الفحوصات المختبرية وكذلك في دورات الترطيب والتجفيف وذلك لتجنب اي مؤثرات نتيجة احتواء الماء على مواد تتداخل مع دراسة تأثير الملوثات على سبيل المثال نسبة الاملاح والايونات المتواجدة في الماء الصالح للشرب .

2-3 المياه الصناعية

في هذه الدراسة تم استعمال نوعين من المياه الصناعية وهي :

1- المياه الناتجة من مخلفات معمل الالبان.

2- المياه الناتجة من مخلفات معمل لأنتاج المشروبات الغازية والعصائر.

وللسهولة والأختصار فقد تمت الأشارة الى معمل الالبان بالحرف (A) ومعمل للأنتاج المشروبات الغازية والعصائر بالحرف (B) .

3- تحضير النماذج

تفتت التربة الطبيعية وتمرر من منخل قياسي (No.4) وبعدها يتم تجفيف التربة بالهواء . يحسب الوزن اللازم من التربة الجافه وكذلك كمية المياه بالاعتماد على القيم التي تم الحصول عليها من تجربة الرص المعدل الكثافة الجافة العظمى ($19\ kN/m^3$) والمحتوى الرطوبي الامثل(13.5%) حيث يتم اضافة الماء الى التربة وتمزج يدوياً الى ان تتجانس التربة , ثم يحفظ الخليط في كيس بلاستيكي لمدة لا تقل عن (24) ساعة , وذلك لضمان تجانس المحتوى الرطوبي .

لغرض دراسة تأثير المياه الصناعية على الخواص الهندسية والكيمياوية للتربة فقد تم اضافة المياه الصناعية الى التربة بنسبة (15%) وزناً, ان هذه النسبة تم احتسابها على فرض ان التربة تكون ذات كثافة جافة ($19\ kN/m^3$) ومشبعة كلياً (Full Saturated) وبمعلومية الوزن النوعي للتربة . اذ تم تفتيت التربة الطبيعية وتمريرها من منخل قياس (No.4) وبعدها يتم تجفيف التربة بالهواء , ثم تضاف المياه الصناعية بنسبة (15%) الى التربة الطبيعية . ويتم المزج يدوياً الى ان تتجانس التربة , ثم يحفظ الخليط في كيس بلاستيكي لمدة (10) ايام[17]. تجفف التربة المعاملة بالمياه الصناعية بالهواء ويحسب الوزن اللازم من التربة الجافه وكذلك كمية المياه بالاعتماد على القيم التي تم الحصول عليها من تجربة الرص المعدل الكثافة الجافة العظمى ($19\ kN/m^3$) والمحتوى الرطوبي الامثل(13.5%) حيث يتم اضافة الماء الى التربة وتمزج يدوياً الى ان تتجانس التربة , ثم يحفظ الخليط في كيس بلاستيكي لمدة لا تقل عن (24) ساعة , وذلك لضمان تجانس المحتوى الرطوبي ثم بعد ذلك ترص التربة حسب الطريقة التي تم رص التربة الطبيعية فيها .

تم تحضير خمسة نماذج (قوالب دائرية) لكل من التربة المعاملة بمياه معمل الالبان والتربة المعاملة بمياه معمل لإنتاج المشروبات الغازية والعصائر تم استخدام قوالب دائرية مصنوعة من الحديد بقطر(350mm) وارتفاع (150mm), حيث ترص التربة بطاقة الرص المعدلة باستخدام المطرقة القياسية (Hammer) التي تزن (4.5 kg) تسقط من ارتفاع (457mm), اذ تم رص التربة داخل القالب على شكل طبقات بارتفاع (25mm) لكل طبقة وبارتفاع اجمالي (50mm) وبواقع (325) ضربة لكل طبقة . تؤخذ النماذج باستخدام الحلقة (Ring) لكل من جهاز الانضمام وجهاز فحص القص المباشر, اذ ان النموذج يستخرج بادخال الحلقة (Ring) الى داخل التربة في نماذج القالب الدائري عن طريق الضغط المستمر وبصورة عمودية, اذ تم استخدام قالب واحد لكل نوع لإجراء الفحوصات لغرض دراسة تأثير المياه الصناعية على الخواص الهندسية والكيمياوية للتربة . اما النماذج (القوالب الاربعة الباقية) لكل نوع فقد تم استخدامها لغرض دراسة تأثير دورات الترطيب والتجفيف على الخواص الهندسية والكيمياوية للتربة المعاملة بالمياه الصناعية وكما مبين في الشكل(1) .

تم تحضير خمسة نماذج (انابيب بلاستيكية) لكل من التربة المعاملة بمياه معمل الالبان والتربة المعاملة بمياه معمل للإنتاج المشروبات الغازية والعصائر فقد تم استخدام قوالب اسطوانية مصنوعة من البلاستيك (انابيب بلاستيكية) بقطر(101.6mm) وارتفاع (250mm) . تم رص التربة بطاقة الرص المعدلة باستخدام المطرقة القياسية (Hammer) التي تزن (4.5 kg) تسقط من ارتفاع (457mm), اذ تم رص التربة داخل القالب على شكل خمسة طبقات كل طبقة (20mm) وبارتفاع اجمالي (100mm) وبواقع (25) ضربة لكل طبقة . تم استخراج نماذج التربة باستعمال قوالب اسطوانية الشكل وبقطر (38mm) وارتفاع (76mm), اذ إنّ النموذج يستخرج بادخال الاسطوانة الى داخل التربة في نماذج القالب (الانبوب البلاستيكي) عن طريق الضغط المستمر وبصورة عمودية, تم استخدام قالب واحد لكل نوع لإجراء الفحوصات لغرض دراسة تأثير المياه الصناعية على الخواص الهندسية والكيمياوية للتربة . اما النماذج (القوالب الاربعة الباقية) لكل نوع فقد تم استخدامها لغرض دراسة تأثير دورات الترطيب والتجفيف على الخواص الهندسية والكيمياوية للتربة المعاملة بالمياه الصناعية وكما مبين في الشكل(2) .

تتمثل مرحلة الترطيب بغمر نماذج التربة بالماء ولمدة (24) ساعة (ترطيب كامل) لكل من القوالب الدائرية والانابيب البلاستيكية , اما مرحلة التجفيف فتتمثل بوضع النماذج في فرن بدرجة حرارة (60^0c) لمدة خمسة ايام بالنسبة لنماذج التربة في القوالب الدائرية و (10) ايام لنماذج التربة في الانابيب(تجفيف كامل) وبهذا تنتهي الدورة الاولى لترطيب والتجفيف . يتم اعادة نفس العملية للدورات اخرى , حيث تم اجراء (12) دورة من دورات الترطيب والتجفيف . تم اجراء الفحوصات المختبرية لمعرفة الخوص الهندسية والتغير في الخواص الكيمياوية بعد نهاية كل من الدورة الاولى والدورة الرابعة والدورة الثامنة والدورة (12) والشكل (3) يوضح مخطط انسيابي برنامج العمل الذي تتضمنه الدراسة .

4- الفحوصات المختبرية

حيث تم اجراء عدد من الفحوصات المختبرية على نماذج التربة وحسب المواصفات القياسية المؤشر ازاء كل منها وكما مبينة في الجدول (1)

5- النتائج والمناقشة

5-1 خواص التربة الطبيعية

يوضح الجدول (2) خواص التربة الطبيعيةالخواص الدليلية للتربة الطبيعية , التي تم من خلالها التعرف على نوعية التربة وتصنيفها . إذ يلاحظ أنّ حدَّ السيولة (40%) ودليل اللدونة (21%) ومن خلال التحليل المنخلي وفحص الهايدروميتر تبين أنّ التربة يمكن تصنيفها (CL) أي انها تربة طينية واطئة اللدونة حسب نظام التصنيف الموحد (Unified Classification System) . اما بالنسبة لتدرج التربة فقد كانت نسبة الرمل (7%) ونسبة المواد الغرينية (52%) اما نسبة الطين (41%) كما ان قيمة الوزن النوعي للتربة تساوي (2.73) .

5-2 خواص المياه الصناعية

يوضح الجدول (3) نتائج الفحوصات المختبرية التي اجريت على المياه الصناعية التي استخدمت خلال الدراسة , حيث يمكن اعتبار المياه الصناعية نوع (A) متعادلة قليلة الحامضية بينما المياه الصناعية نوع (B) متعادلة قليله القاعدية ان هذه المياه بنوعيها تحتوي على نسبة عالية من الايونات السالبة والموجبة التي لها القابلية على التبادل الايوني , وكذلك ذات محتوى عضوي .

5-3 تأثير المياه الصناعية على حدود اتربرك والوزن النوعي

حدود اتربرك من الخواص المهمة التي من خلالها يمكن التعرف على العديد من سلوكيات التربة بشكل مباشر او غير مباشر خواص والجدول (4) يوضح تأثير المياه الصناعية على حدود اتربيرك والوزن النوعي للتربة . اذ ان المياه الصناعية بنوعيها تؤدي الى زيادة قيم كل من حد السيولة (L.L) , حد اللدونة (P.L) ومؤشر الدونة (P.I) للتربة والسبب يعود الى قابلية المواد العضوية العالية للاحتفاظ بالماء وذلك لطبيعة هذه المياه ذات المحتوى العضوي[21] وكذلك الى حصول زيادة في تركيز الايونات الموجبة (الايونات الموجودة في المياه الصناعية وايضاً من الاملاح المتكونة بفعل التفاعلات الكيميائية) التي تؤدي الى انجذاب جزيئة الماء الثنائية القطب بقطبها السالب باتجاه الايونات الموجبة[24]. وهذا يتفق ما توصل اليه[23] . اما بالنسبة لقيمة الوزن النوعي فأن المياه الصناعية بنوعيها تؤدي الى انخفاض بسيط في قيمة الوزن النوعي والسبب يعود الى وكذلك وجود الاملاح والمواد العضوية في المياه الصناعية حيث ان هذه المواد وزنها النوعي اقل من الوزن النوعي للتربة[12]. وهذا يتفق ما جاء به[20، 23] .

5-4 تأثير المياه الصناعية على خصائص الرص للتربة

يمثل الشكل (2) منحنيات الرص المعدل للتربة الطبيعية والمعاملة بالمياه الصناعية . اذ لوحظ ان مقدار الكثافة الجافة العظمى تزداد مع انخفاض في المحتوى الرطوبي الامثل لكل من التربة المعاملة بالمياه (A) و(B) كما مبين في الجدول (4) . وان السبب في ذلك هو الاملاح الموجودة في المياه الصناعية وايضاً الاملاح المتكونة بفعل التفاعلات الكيميائية

والتي تملأ جزء من الفراغات بين جزيئات التربة وكذلك حصول ظاهرة التشتيت لحبيبات التربة والتي تسهل من عملية الرص وهذا يتفق ما توصل اليه[20,19] .

5-5 تأثير المياه الصناعية على معاملات قص التربة وقوة الانضغاط غير المحصور

يبين الجدول (4) نتائج فحص القص المباشر وفحص مقاومة الانضغاط غير محصور للتربة الطبيعية والمعاملة بالمياه الصناعية . اذ نلاحظ زيادة في قيمة التماسك الفعال (c') وقوة الضغط غير المحصور للتربة المعاملة بالمياه الصناعية وان السبب في ذلك هو تكوين الاملاح التي تعمل كمادة رابطة بين جزيئات التربة[20,15]. وكما ان زاوية الاحتكاك الداخلي الفعال (Φ') هي الاخرى تزداد قيمها للتربة المعاملة بالمياه الصناعية ويعزى ذلك الى ان تكون الاملاح التي تقلل الفراغات بين الجزيئات وبتالي تؤدي الى زيادة الاحتكاك في التربة , وكذلك وجود المواد العضوية في المياه الصناعية حيث ان هذه المواد تزيد من احتكاك التربة الحاوية لها وهذا يتفق ما جاء به[21,19] .

5-6 تأثير المياه الصناعية على خصائص الانضمام للتربة

تأثير المياه الصناعية على خصائص الانضمام للتربة يرى واضح على بعض القيم اذ نلاحظ ارتفاع في قيم معامل الانضمام (C_v) ودليل الانضغاط (C_c) للتربة المعاملة بالمياه الصناعية وكما مبين في الجدول (4) , ويعتقد سبب هذه الزيادة الى الاملاح الموجودة في المياه الصناعية وايضاً الاملاح المتكونة بفعل التفاعلات الكيميائية لها قابلية انضغاط اعلى من جزيئات التربة وهذا يتفق مع ما توصل اليه[19] . اما دليل الانتفاخ (C_s) فقد ازدادت قيمته ايضاً لكل من التربة المعاملة بالمياه (A) و(B) وان السبب في ذلك هو احتواء هذه المياه على المواد العضوية التي تمتص الماء بشكل كبير حيث عند رفع الضغط تنتفخ التربة بشكل اكبر. وهذا يتفق ما جاء به[23] .

5-7 تأثير المياه الصناعية على خواص الانتفاخ

تم ايجاد نسبة وضغط الانتفاخ للتربة المعاملة بالمياه الصناعية وكما موضح في الجدول (4) . حيث اظهرت النتائج بأن المياه الصناعية بنوعيها (A) و (B) ادت الى زيادة في نسبة وضغط الانتفاخ , وان السبب في ذلك يعود الى ان اسطح جسيمة الطين سالبة الشحنة وربما تحمل بعض الشحنات الموجبة , وحافات بعض المعادن الطينية مثل معدن الكاؤولينايت يحمل شحنات موجبة , لذلك عند زيادة تركيز الايونات الموجبة تنجذب جزيئة الماء ثنائية القطب بقطبها السالب الى الايون الموجب بشكل اكثر للموازنة (تقليل التركيز الايوني) مما يؤدي الى زيادة المحتوى المائي (امتصاص تناضحي) , كما ان الايونات السالبة تمتز من قبل حافات بعض المعادن الطينية عند توفر الظروف[11,10] . ان زيادة تركيز الايونات الموجبة ينتج عنها زيادة المحتوى المائي وامتزاز الايونات السالبة من قبل الحافات الموجبة لبعض المعادن الطينية وهذا يؤدي الى اعادة توزيع الايونات في نظام الطين – الماء – المحاليل الكهربائية مما يؤدي الى زيادة المسافة بن الجسيمات ويكون التأثير الصافي للقوى قوة تنافر وتقل البنية التعامدية للتربة فيزداد سمك الطبقة الايونية المزدوجة وبتالي تزداد نسبة وضغط الانتفاخ[7]

5-7 تأثير المياه الصناعية على الخواص الكيمياوية للتربة

يوضح الجدول (4) الخواص الكيمياوية للتربة الطبيعية والتربة المعاملة بالمياه الصناعية اذ نلاحظ ان المياه نوع (A) ادت الى نقصان في قيمة (PH) زيادة حامضية التربة لكون هذه المياه حامضية , بينما المياه نوع (B) ادت الى زيادة في قيمة (PH) للتربة وذلك لكون هذه المياه قاعدية حيث اصبحت التربة قاعدية الى متعادلة . اما نسبة المواد العضوية فقد ازدادت لكل من التربة المعاملة بالمياه (A) و(B) وذلك لكون هذه المياه ذات محتوى عضوي عالي وهذا يتفق ما جاء به[20, 23] . وكذلك ازدادت قيمة الاملاح الذائبة الكلية وكذلك نسبة الكبريتات لكل من التربة المعاملة بالمياه (A) و(B) وذلك لكون هذه المياه بنوعيها تحتوي على نسبة عالية من الايونات السالبة والموجبة وكذلك الاملاح .

5-8 تأثير دورات الترطيب والتجفيف على حدود اتربرك والوزن النوعي للتربة المعاملة بالمياه الصناعية

توضح الاشكال (5) و(6) و(7) تأثير دورات الترطيب والتجفيف على حدود اتربرك والوزن النوعي للتربة المعاملة بالمياه الصناعية . فقد اظهرت النتائج ان قيمة كل من حد السيولة (L.L) , حد اللدونة (P.L) ومؤشر اللدونة (P.I) لكل من التربة المعاملة بالمياه نوع (A) و (B) قد انخفضت مع استمرار دورات الترطيب والتجفيف , وان السبب في ذلك يعود الى زيادة في حجم الجزيئات عن طريق تجميعها (Aggregation) عند زيادة دورات الترطيب والتجفيف وبالتالي يؤدي الى تقليل نسبة الطين وكذلك المساحة السطحية المعرضة للماء[9] , وهذا يؤدي الى تقليل فعالية الطين بالإضافة الى ان نسبة من كمية الطين قد يتحول الى سلوكية الغرين بسبب التفاعلات الكيمياوية ونتيجة لذلك يقل امتصاصها للماء , وتقل المسافة بين الجسيمات وتتشكل بنية شديدة التعامد مما يقلل سمك الطبقة الايونية المزدوجة ويقل حد السيولة بشكل اكثر. اما قيمة الوزن النوعي لا تتغير او تتغير بشكل قليل مع استمرار دورات الترطيب والتجفيف[16] .

5-9 تأثير دورات الترطيب والتجفيف على خصائص الرص للتربة المعاملة بالمياه الصناعية

تأثير دورات الترطيب والتجفيف على خصائص الرص للتربة المعاملة بالمياه الصناعية نوع (A) و(B) مبينة في الشكلين(8) و(9) . من خلال استقراء القيم لوحظ زيادة في قيم المحتوى الرطوبى الامثل مع اول اربع دورات ترطيب وتجفيف ثم بعد ذلك يبدأ بالانخفاض مع استمرار دورات الترطيب والتجفيف , وان سبب الزيادة يعود الى القابلية العالية للمواد العضوية الموجودة في التربة للاحتفاظ بالماء وكذلك وجود الاملاح , اما سبب الانخفاض يعود الى زيادة حجم الجزيئات عن طريق تجميعها وهذا يؤدي الى تقليل نسبة الطين والمساحة السطحية المعرضة للماء مع استمرار دورات الترطيب والتجفيف مما يقلل من امتصاص الماء . اما قيم الكثافة الجافة العظمى تقل مع اول اربع دورات ترطيب وتجفيف ثم بعد ذلك تزداد مع استمرار دورات الترطيب والتجفيف لكل من التربة المعاملة بالمياه نوع (A) و(B)

5-10 تأثير دورات الترطيب والتجفيف على معاملات قص التربة وقوة الانضغاط غير المحصور للتربة المعاملة بالمياه الصناعية

تم ايجاد التماسك الفعال وزاوية الاحتكاك الداخلي الفعالة وقوة الانضغاط غير المحصور للتربة المعاملة بالمياه الصناعية بعد تعرضها للدورات الترطيب والتجفيف وكما مبينة في الأشكال(10) و(11) و(12) . فقد اظهرت النتائج ان قيمة التماسك الفعال وكذلك زاوية الاحتكاك الداخلي الفعالة وقوة الانضغاط غير المحصور قلت مع اول اربع دورات ترطيب وتجفيف ثم ازدادت مع استمرار دورات الترطيب والتجفيف للتربة المعاملة بالمياه نوع (A) . اما التربة المعاملة بالمياه نوع (B) فقد بينت النتائج ان قيمة التماسك الفعال وقوة الانضغاط غير المحصور قلت مع تعرض التربة للأول دورة من دورات الترطيب والتجفيف ثم ازدادت مع استمرار دورات الترطيب والتجفيف , اما قيمة زاوية الاحتكاك الداخلي الفعالة فقد قلت مع اول اربع دورات ترطيب وتجفيف ثم ازدادت مع استمرار دورات الترطيب والتجفيف . ان السبب في نقصان كل من قيمة التماسك الفعال وكذلك زاوية الاحتكاك الداخلي الفعالة وقوة الانضغاط غير المحصور في اول دورات الترطيب والتجفيف يعود الى الاملاح الموجودة في المياه الصناعية وايضاً الاملاح المتكونة بفعل التفاعلات الكيميائية اعطت للتربة الطبيعية تماسكاً ظاهرياً وعند ترطيب التربة ادى الى ذوبان هذه الاملاح مما سبب نقصان في هذه القيم , اما الزيادة في قيمة التماسك الفعال وكذلك زاوية الاحتكاك الداخلي الفعالة وقوة الانضغاط غير المحصور يعود الى تكون مواد رابطة داخل التربة أو حدوث إعادة تبلور بعض الأكاسيد الموجودة داخل التربة خلال عملية التجفيف وهذا يتفق مع ما توصل اليه[1]

5-11 تأثير دورات الترطيب والتجفيف على خصائص الانضمام للتربة المعاملة بالمياه الصناعية

ان تأثير دورات الترطيب والتجفيف على خصائص الانضمام للتربة المعاملة بالمياه الصناعية واضحاً كما مبين في الأشكال (13) و(14) و(15) . اذ يلاحظ ان قيم كل من معامل الانضمام ودليل الانضغاط ودليل الانتفاخ لكل من التربة المعاملة بالمياه نوع (A) و (B) تقل مع استمرار تعرض نماذج التربة لدورات الترطيب والتجفيف , ثم تستقر هذه القيم حيث تصبح التغيرات قليلة عند الدورة (12) . وان السبب في ذلك عند تجفيف التربة يتولد ضغط سالب داخل التربة

(Negative Pore Pressure) وبتالي فان وجود هذا الضغط يؤثر على هيكلية التربة حيث يؤدي الى انضمام التربة نتيجة الضغط السالب (الانضمام بواسطة التجفيف Consolidation due to desiccation) وعندما تتعرض التربة الى زيادة في المحتوى الرطوبي وبنسبة كافية فان الاواصر السالبة التي تكونت بفعل جفاف التربة سوف تختفي ثم تبدأ التربة بالانتفاخ وبتكرار هذه العملية عدة مرات فأن التربة سوف تكتسب قوام اكثر متانة, قوتها تزداد وتقل نسبة الفرغات [13]وهذا يؤدي الى انخفاض في قيم معامل الانضمام ودليل الانضغاط وكذلك بنية التربة تتحول الى بنية متوازية (Dispersed Structure) وتتكون اواصر بين جزيئات التربة وربما هي السبب الرئيسي لتقليل قابلية التربة على الانتفاخ وهذا يؤدي الى نقصان في دليل الانتفاخ . حيث توصل اليه[4,16] ان بنية التربة تتحول الى بنية متوازية بالإضافة الى تكوين اواصر بين جزيئات التربة عندما تتعرض التربة الى دورات من الترطيب والتجفيف ونتيجة لذلك فأن قابلية التربة على الانتفاخ تقل . أي ان دورات الترطيب والتجفيف حسنت من الخواص الانضغاطية للتربة وقللت الهبوط والانتفاخ بشكل عام .

5-12 تأثير دورات الترطيب والتجفيف على خواص الانتفاخ للتربة المعاملة بالمياه الصناعية

لقد تم حساب نسبة وضغط الانتفاخ للتربة المعاملة بالمياه الصناعية بعد تعرضها للدورات الترطيب والتجفيف موضحة في الشكلين (16) و(17). فقد اظهرت النتائج ان مقدار نسبة وضغط الانتفاخ لكل من التربة المعاملة بالمياه نوع (A) و (B) تقل مع استمرار تعرض نماذج التربة لدورات الترطيب والتجفيف , اذ تصبح التغيرات قليلة او تستقر عند الدورة الثامنة . وان السبب في ذلك يعود الى انه دورات الترطيب والتجفيف تؤدي الى اعادة تشكيل وترتيب البنية الداخلية للتربة وبشكل مستمر اذ انه مع زيادة دورات الترطيب والتجفيف تنهار البنية الداخلية الاساسية للتربة الطينية وتتكون بنية جديدة مستقرة نسبياً[6] البنية الجديدة تكونت نتيجة تكون مواد رابطة مثل اكاسيد الحديد و كاربونات الكالسيوم التي تركيزها يكون عالي بين جزيئات التربة عند تبخر الماء اثناء التجفيف . ان البنية الجديدة تكون لها مقاومة عالية نسبياً للأنتفاخ[1] وهذا يعني ان دورات الترطيب والتجفيف تؤدي الى تشكيل بنية جديدة مستقرة ذات مقاومة للأنتفاخ .

5-13 تأثير دورات الترطيب والتجفيف على الخواص الكيمياوية للتربة المعاملة بالمياه الصناعية

تم ايجاد الخواص الكيمياوية للتربة المعاملة بالمياه الصناعية والمعرضة لدورات الترطيب والتجفيف كما مبينة في الأشكال (18) و(19) و(20) و(21) . اذ يلاحظ ان قيمة (PH) تزداد بشكل قليل مع تعرض التربة لدورات الترطيب والتجفيف بالنسبة للتربة المعاملة بالمياه نوع (A) بينما التربة المعاملة بالمياه نوع (B) تقل قيمة (PH) مع اول دورة ثم تزداد ايضاً استمرار دورات الترطيب والتجفيف . اما نسبة الاملاح الذائبة الكلية ونسبة المواد العضوية للتربة المعاملة بالمياه نوع (A) و (B) لا تتغير مع تعرض التربة لدورات الترطيب والتجفيف . اما نسبة الكبريتات فقد ازدادت مع اول دورة ثم قلت مع استمرار دورات الترطيب والتجفيف لكل من التربة المعاملة بالمياه نوع (A) و (B) .

6- الاستنتاجات

عند تعرض التربة المعاملة بالمياه الصناعية لدورات الترطيب والتجفيف يؤدي الى :

1. خفض قيمة حد السيولة بنسبة (14%) للتربة نوع (A) و(14.3%) للتربة نوع (B) وكذلك حد اللدونة ودليل اللدونة. زيادة الكثافة الجافة العظمى وانخفاض نسبة المحتوى الرطوبي الامثل بنسبة (12%) للتربة نوع (A) و(20%) للتربة نوع (B) .
2. نقصان كل من زاوية الاحتكاك , قوة تماسك التربة وقوة الانضغاط غير المحصور للتربة مع اول دورات الترطيب والتجفيف ثم تزداد مع استمرار دورات الترطيب والتجفيف .
3. انخفاض قيمة معامل الانضمام (C_v) ودليل الانضغاط (C_c) بنسبة (10.3%) للتربة نوع (A) و(9.6%) للتربة نوع (B) كذلك ودليل الانتفاخ (C_s) بنسبة (37.4%) للتربة نوع (A) و(36.7%) للتربة نوع (B) .

4. انخفاض مقدار نسبة الانتفاخ بنسبة (29%) للتربة نوع (A) و(28.3%) للتربة نوع (B) وكذلك ضغط الانتفاخ بنسبة (37.4%) للتربة نوع (A) و(36.7%) للتربة نوع (B) التربة .
5. لا تتغير نسبة المواد العضوية ونسبة الاملاح الذائبة الكلية وهنالك انخفاض قليل لنسبة الكبريتات في التربة وزيادة في الرقم الهيدروجيني .
6. خلال الاستنتاج اعلاه فأن تعرض التربة الملوثة بمياه الصرف الصناعي لمعمل الألبان ومعمل للأنتاج المشروبات الغازية والعصائر الى دورات الترطيب والتجفيف يحسن من خواص التربة بشكل عام .

المصادر

1) Allam, M. A. and Sridharan, A. (1981), "Effect of Wetting and Drying on Shear Strength" J. Geotech. Eng. Div , ASCE, Vol.107, N0.GT4, pp.421-438.
2) APHA, AWWA and WPCF (1998), "Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water ", 20th Ed., AM. Public Healthy Assoc. Washington, D.C., USA.
3) ASTM (American Society for Testing Materials), (2004), Vol. 04.08 and 04.09, Soil and Rock, West Conshohocken, United State.
4) Basma, A. A., Al-Homoud, A. S., Malkawi, A. I. H. and AL-Bashabsheh, M. A. (1996), "Swelling – Shrinkage Behavior of Natural Expansive Clay" Applied Clay Science, Elsevier Scientific Publisher, Vol.21, pp.211-227.
5) Das, B. M. (2010), "Principle of Geotechnical Engineering", Cengage Learning, 7th edition.
6) Kodikara, J. and Barbour, S. L. and Fredlund, D. G. (1999), "Changes in Clay Structure and Behaviour due to Wetting and Drying " Proc. of the 18th Australian-New Zealand Conf. on Geomechanics, Hobart Tansania, pp.179-186.
7) Lambe, T. W. and Whitman, R.V. (1979), "Soil Mechanics", John Wiley and Sons, Inc., New York.
8) Lew, B. (2010), "Structure Damage Due to Expansive Soils a Case Study", the Electronic Journal of Geotechnical Engineering Vol.15, Bund.M.
9) Lin, L.Chu and Benson, C. H. (2000), " Effect of Wet-Dry Cycling on Swelling and hydraulic Conductivity of GCLs" J. Geotech. and Geoenvir. Engg. ASCE, V0l.126, No.1, pp.40-49.
10) Mitchell, J. k. (1976), "Fundamental of Soil Behaviour", John Wiley and Sons, Inc., New York.
11) Singh, A. (1992), "Modern Geotechnical Engineering", 3th Edition, CBS Publishers and Distributors (India), pp.1-24.
12) Thompson, E. V. and Ceckler, H. W. (1981), "Introduction to Chemical Engineering", Mc Graw-Hill, Inc.,Ch. 6, pp.378-388.
13) البرواري , محمد صالح حسين (2006), " تأثير دورات الترطيب والتجفيف على خواص الانتفاخ لتربة ذات احمال مختلفة في مدينة سميل " رسالة ماجستير , كلية الهندسة , جامعة الموصل .
14) الخياط , بشار مؤيد جميل (2008), " دراسة بعض خصائص الانتفاخ الافقي وتأثيره على الانتفاخ العمودي لتربة طينية في مدينة الموصل " , رسالة ماجستير , كلية الهندسة , جامعة الموصل
15) السلطان , فراس مهند احمد محمد (2001), " ميزات الترب الانتفاخية الحاوية على املاح ذائبة مختلفة بأستخدام بيانات اقيام المص " , رسالة ماجستير , كلية الهندسة , جامعة الموصل .
16) السنجري , عثمان عبد الكريم ناصر (1997), " دراسة بعض الخصائص الانتفاخية لتربة مدينة الموصل حي الكفاءات الثانية " رسالة ماجستير , كلية الهندسة , جامعة الموصل .
17) الصابونجي , وجدان ماجد يونس (2013), " تأثير اضافة مخلفات السيراميك على خواص التربة الطينية الانتفاخية " , رسالة ماجستير , كلية الهندسة , جامعة تكريت .

18) الصائغ , سلوان كمال (1988), " خصائص الانتفاخ لتربة مدينة اربيل حي 7 نيسان " رسالة ماجستير , كلية الهندسة , جامعة صلاح الدين .

19) الصفار , قتيبة نزار قاسم (2000), " دراسة تأثير مخلفات ومنتوج الشركة العامة لصناعة الاسمدة – المنطقة الشمالية على الخواص الهندسية للتربة الجبسية " , رسالة ماجستير , كلية الهندسة , جامعة الموصل .

20) الكيكي , ابراهيم محمود احمد (2001) " دراسة تأثير المخلفات الصناعية (المياه الصناعية) على الخواص الهندسية للتربة الطينية الانتفاخية " , رسالة ماجستير , كلية الهندسة , جامعة الموصل .

21) النافع , محمد ظافر عبد (2010), " تأثير محتوى المواد العضوية على الخواص الهندسية للترب الانتفاخية " , مجلة الهندسة والتكنلوجيا , المجلد 28 , العدد 8 .

22) راين , جون , اسطفان , جورج وعبد رشيد (2001), " تحليل التربة والنبات , دليل مختبري " , المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ICARDA) , حلب , سورية .

23) رشيد , غيداء ياسين وكاظم , شيماء طارق (2010), " بعض التأثيرات السلبية للمياه الصرف الصحي على التربة الطينية " , مجلة الهندسة والتكنلوجيا , المجلد 28 , العدد 22 .

24) كَدك , موفق عبد الجبار نور الدين (2011), " تأثير الغسل بمحاليل الاملاح في خصائص التربة الانتفاخية " , رسالة ماجستير , كلية الهندسة , جامعة تكريت .

جدول (1) الفحوصات المختبرية التي اجريت للتربة والمياه الصناعية ورقم المواصفة المستخدمة في الفحص

التجربة			رقم المواصفة
الفحوصات الدليلية	حدود اتربرك	حد السيولة (L.L) %	*ASTM(D4318-00)
		حد اللدونة (P.L) %	ASTM(D4318-00)
	التحليل الحبيبي		ASTM(D422-63)
	الوزن النوعي		ASTM(D854-02)
الفحوصات الهندسية	فحص الرص	طاقة الرص القياسية	ASTM(D698-00a$^{\epsilon 1}$)
		طاقة الرص المعدلة	ASTM (D1557-02$^{\epsilon 1}$)
	فحص القص المباشر		ASTM(D3080-03)
	فحص مقاومة الانضغاط غير المحصور		ASTM(D2166-00)
	فحص الانضمام		ASTM(D2435-03)
	فحص نسبة وضغط الانتفاخ		ASTM(D4546-03)
الفحوصات الكيمياوية	الفحوصات الكيمياوية الخاصة بالتربة		(راين واخرون ,2003)
	الفحوصات الكيمياوية الخاصة بالمياه الصناعية		‡(APHA, AWWA, WEF, 1998)

*ASTM American Society of Testing and Materials
‡ APHA American Public Health Association
AWWA American Water Work Association
WEF Water Environment Federation

جدول (2) خواص التربة الطبيعية

القيمة (Value)	تفاصيل الخواص (Details of properties)		
40	حد السيولة (L.L) %	حدود اتربرك	
19	حد اللدونة (P.L) %		
21	دليل اللدونة (P.I) %		
7	نسبة الرمل (%)	التدرج الحبيبي للتربة حسب (M.I.T)*	
52	نسبة الغرين (%)		
41	نسبة الطين (%)		
2.73	الوزن النوعي		
CL	تصنيف التربة حسب نظام التصنيف الموحد		
17.6	الكثافة الجافة العظمى (kN/m^3)	طاقة الرص القياسية	خواص الرص
15	المحتوى الرطوبي الامثل (%)		
19	الكثافة الجافة العظمى (kN/m^3)	طاقة الرص المعدلة	
13.5	المحتوى الرطوبي الامثل (%)		
37	التماسك الفعال (c') (kN/m^2)	معاملات قص التربة	
23.6	زاوية الاحتكاك الفعالة (Φ') (degree)		
$3.38*10^{-3}$	معامل الانضمام (C_v) (cm^2/sec)	خواص الانضمام	
0.109	دليل الانضغاط (C_c)		
0.026	دليل الانتفاخ (C_s)		
2.6	نسبة الانتفاخ (%)	خواص الانتفاخ	
128	ضغط الانتفاخ (kN/m^2)		
745	مقاومة الانضغاط غير المحصور (kN/m^2)		
6.77	الرقم الهيدروجيني (PH-Value)		
1.9	الاملاح الذائبة الكلية (T.S.S) %		
1.26	نسبة المواد العضوية %		
0.0815	املاح الكبريتات (SO_4) %		

*M.I.T Massachusetts Institute Technology

جدول (3) خواص المياه الصناعية المستعملة في الدراسة

الخواص (Properties)	نوع المياه	
	معمل الألبان (A)	معمل إنتاج العصائر والمشروبات الغازية (B)
الرقم الهيدروجيني (PH-Value)	6.25	7.33
التوصيلية الكهربائية µ S/cm	1001	1192
المواد الصلبة الذائبة الكلية (T.D.S) mg/l	608	754
المواد الصلبة العالقة الكلية (T.S.S) mg/l	1944	1240
العسرة الكلية mg/l	480	960
المتطلب البايوكيمياوي للاوكسجين (BOD) mg/l	558	380
المتطلب الكيمياوي للاوكسجين (COD) mg/l	1420	2050
الكالسيوم (Ca) mg/l	156	116
المغنسيوم (Mg) mg/l	29.2	163.48
الكلوريدات (CL) mg/l	70	100
الكبريتات (SO_4) mg/l	84.6	24
الفوسفات (PO_4) mg/l	0.536	0.058
النترات (NO3) mg/l	46.56	43.7
الصوديوم (Na) mg/l	72	64
البوتاسيوم (K) mg/l	16.6	9.8

T.D.S Total Dissolve Solid
T.S.S Total Soluble Salts
BOD Biochemical Oxygen Demand
COD Chemical Oxygen Demand

جدول (4) نتائج الفحوصات المختبرية للتربة الطبيعية والتربة المعاملة بالمياه الصناعية

تفاصيل الخواص	القيمة		
	نوع التربة		
	Sn	Sa	Sb
حد السيولة (L.L) %	40	43	42
حد اللدونة (P.L) %	19	21	20.5
دليل اللدونة (P.I) %	21	22	21.5
الوزن النوعي	2.73	2.704	2.713
الكثافة الجافة العظمى (kN/m^3)	19	19.56	19.34
المحتوى الرطوبي الامثل (%)	13.5	11.6	12
التماسك الفعال (c') (kN/m^2)	37	45.65	42.27
زاوية الاحتكاك الفعالة (Φ') (degree)	23.6	28.8	26
معامل الانضمام (C_v) (cm^2/sec)	$3.38*10^{-3}$	$14.3*10^{-3}$	$12.216*10^{-3}$
دليل الانضغاط (C_c)	0.109	0.116	0.1136
دليل الانتفاخ (C_s)	0.026	0.034	0.0302
نسبة الانتفاخ (%)	2.6	3.328	3.085
ضغط الانتفاخ (kN/m^2)	128	167	154
مقاومة الانضغاط غير المحصور (kN/m^2)	745	872	838
الرقم الهيدروجيني (PH-Value)	6.77	6.56	7.13
الاملاح الذائبة الكلية (T.S.S) %	1.9	4.128	2.793
نسبة المواد العضوية %	1.26	1.947	1.85
املاح الكبريتات (SO_4) %	0.0815	1.0595	0.896

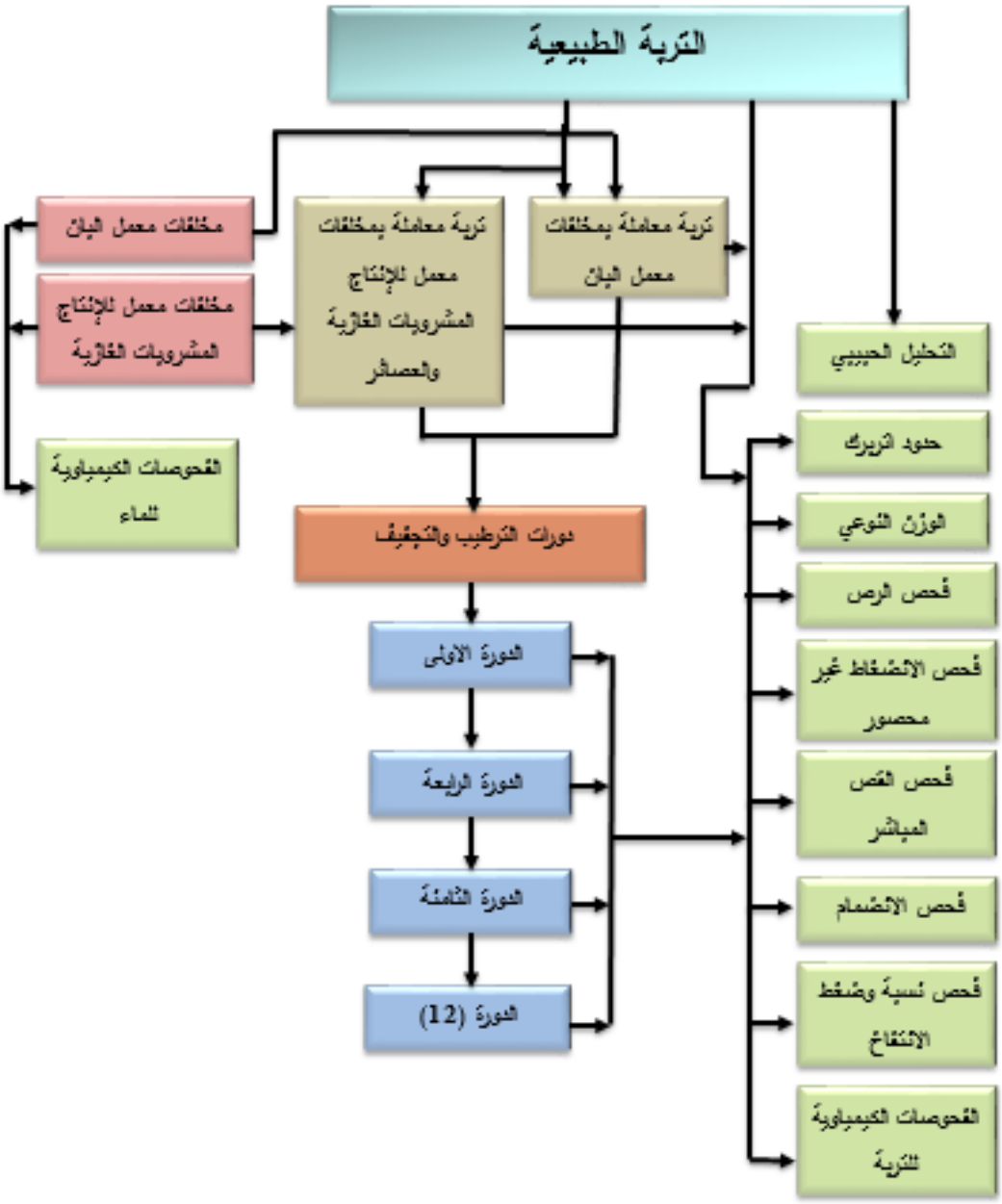
Sn تربة طبيعية

Sa تربة معاملة بالمياه نوع (A)

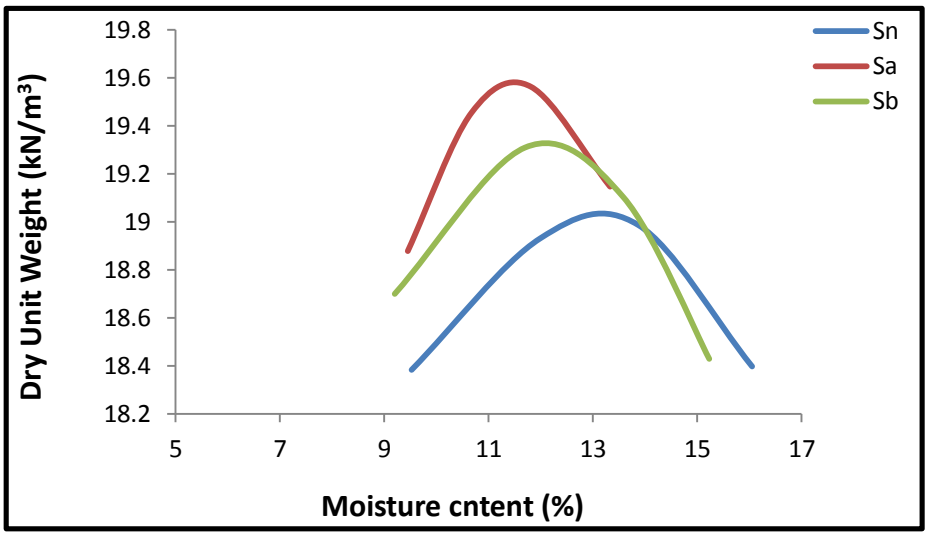
Sb تربة معاملة بالمياه نوع (B)

شكل (1) القوالب الدائرية المستخدمة في الدراسة

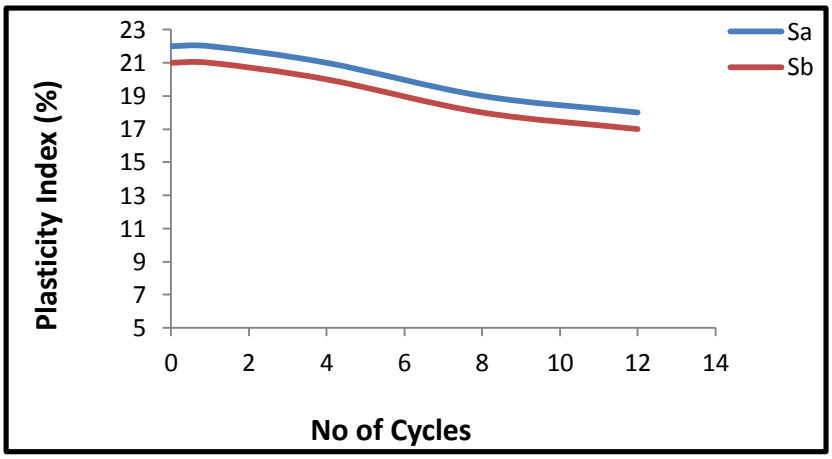
شكل (2) الانابيب البلاستيكية المستخدمة في الدراسة



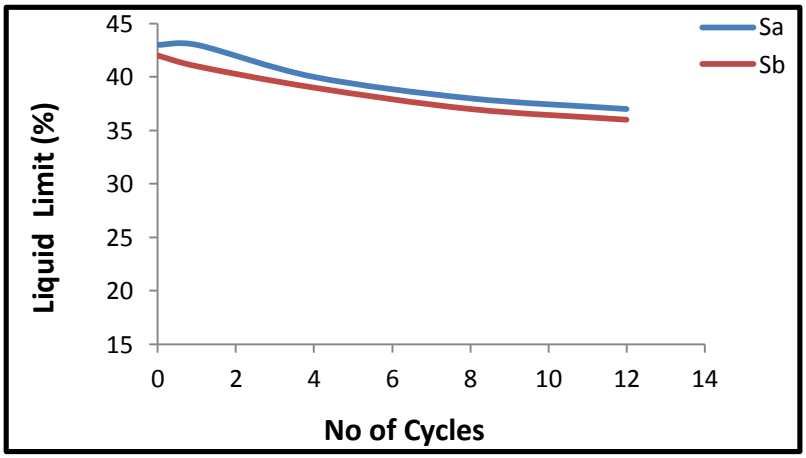
شكل (3) مخطط انسيابي يوضح برنامج العمل



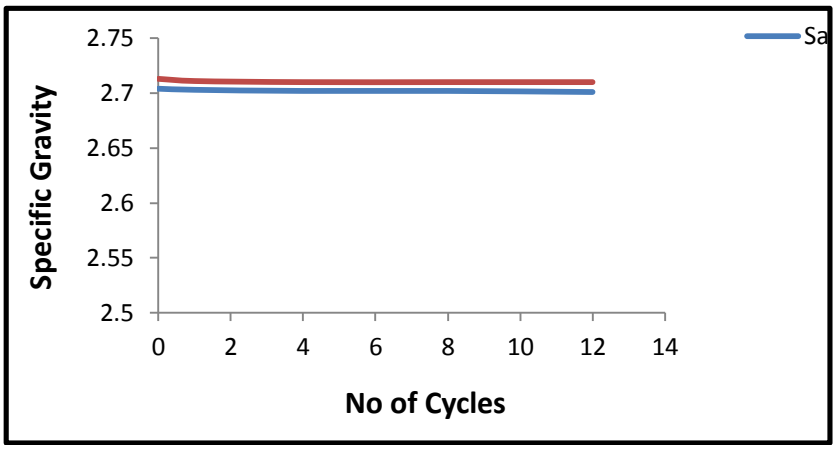
شكل (4) خصائص الرص المعدلة للتربة الطبيعية والمعاملة بالمياه الصناعية



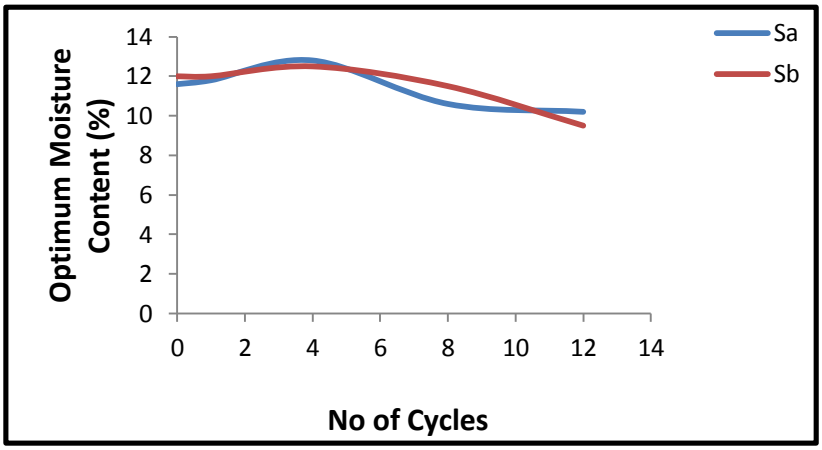
شكل (5) مقدار دليل اللدونة (P.I) مع عدد دورات الترطيب والتجفيف



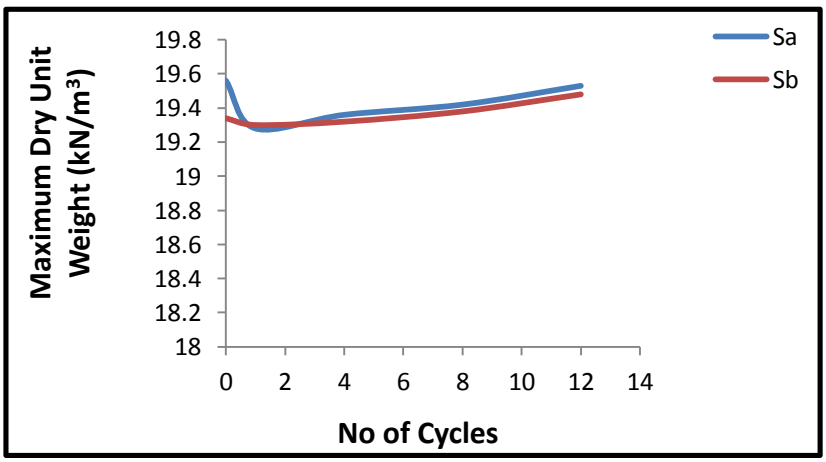
شكل (6) مقدار حد السيولة(L.L) مع عدد دورات الترطيب والتجفيف



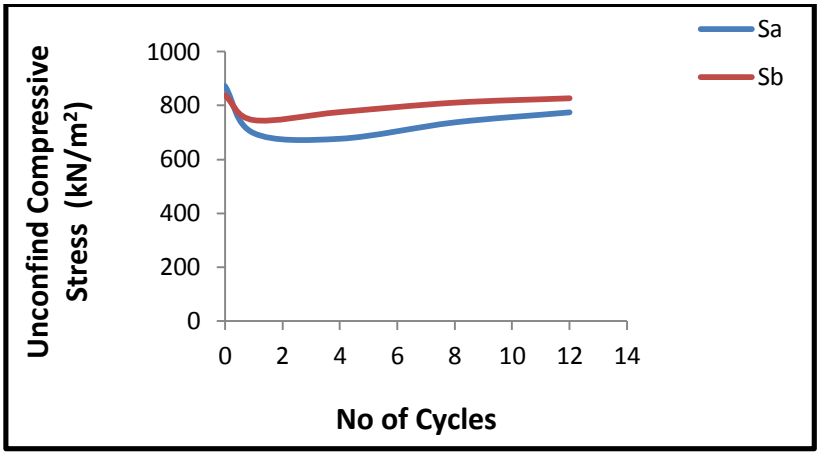
شكل (7) مقدار الوزن النوعي مع عدد دورات الترطيب والتجفيف



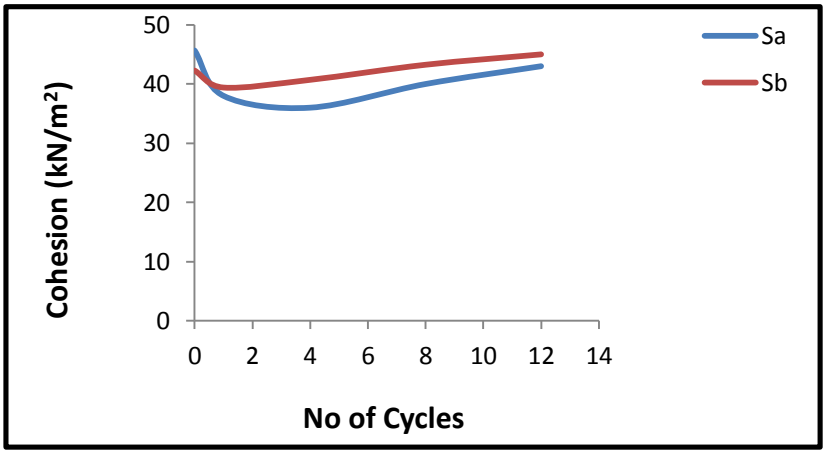
شكل (8) مقدار المحتوى الرطوبي الامثل مع عدد دورات الترطيب والتجفيف



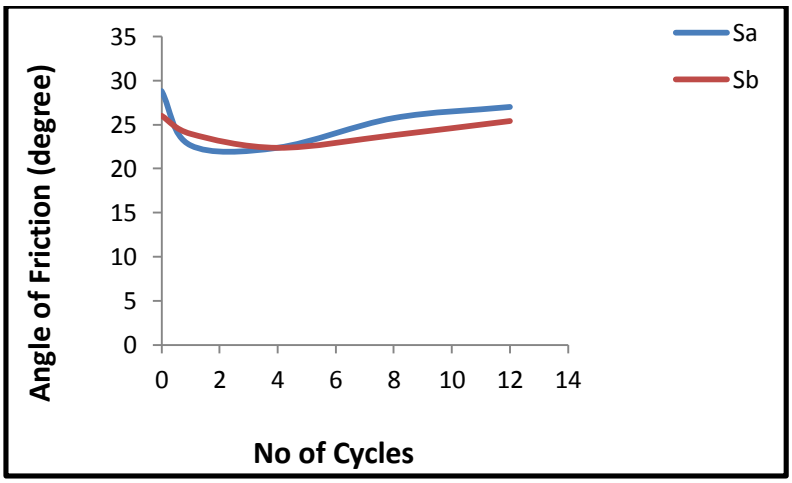
شكل (9) مقدار الكثافة الجافة العظمى مع عدد دورات الترطيب والتجفيف



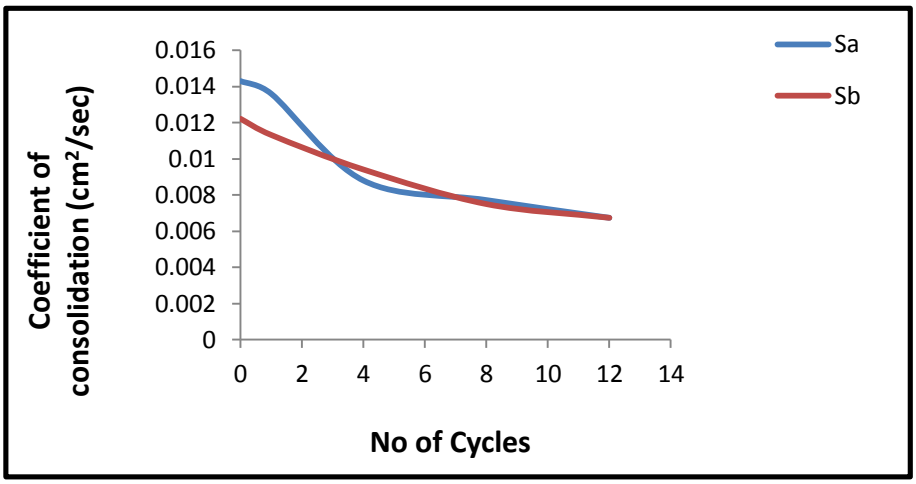
شكل (10) مقدار مقاومة الانضغاط غير المحصور مع عدد دورات الترطيب والتجفيف



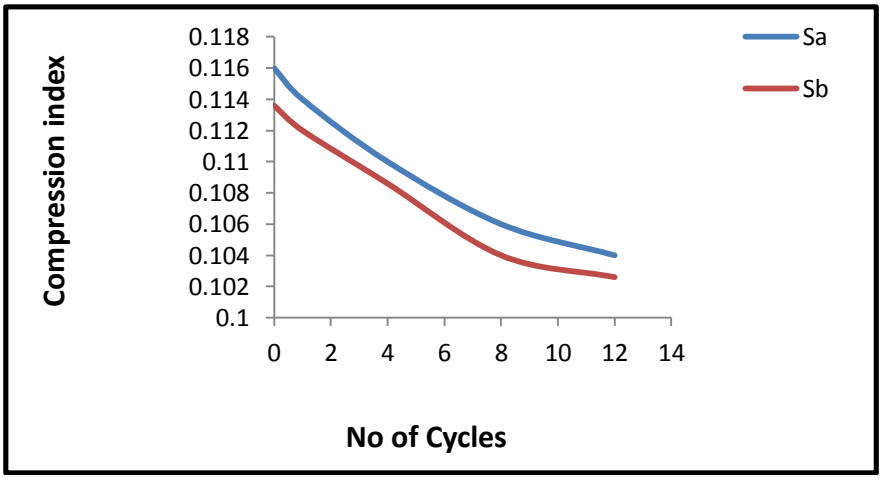
شكل (11) مقدار التماسك الفعال مع عدد دورات الترطيب والتجفيف



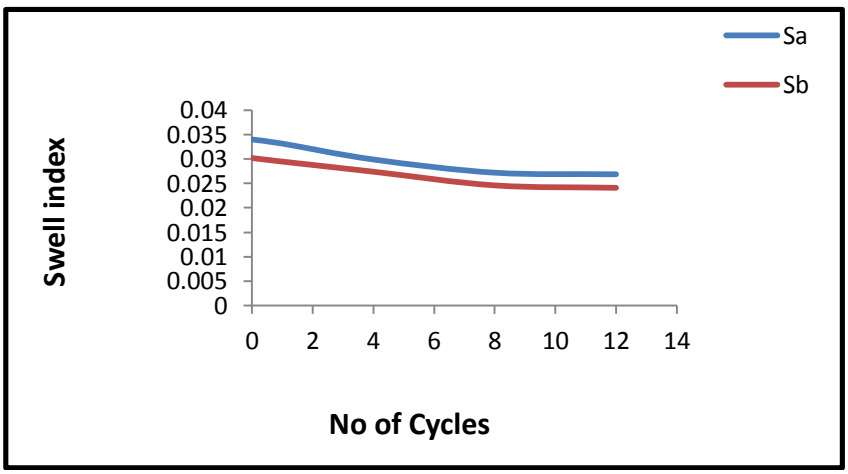
شكل (12) مقدار زاوية الاحتكاك الفعال مع عدد دورات الترطيب والتجفيف



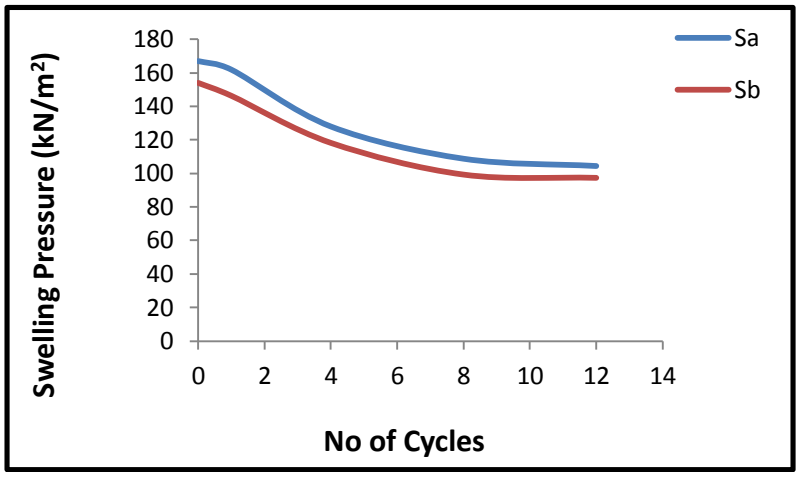
شكل (13) مقدار معامل الانضمام مع عدد دورات الترطيب والتجفيف



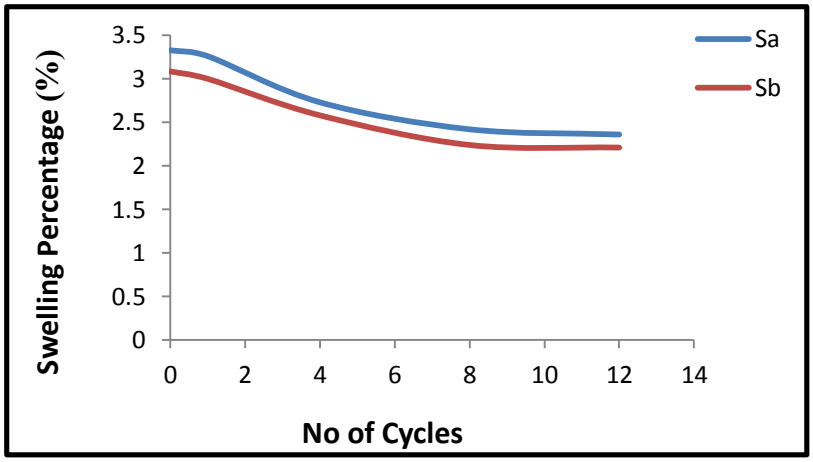
شكل (14) مقدار دليل الانضغاط مع عدد دورات الترطيب والتجفيف



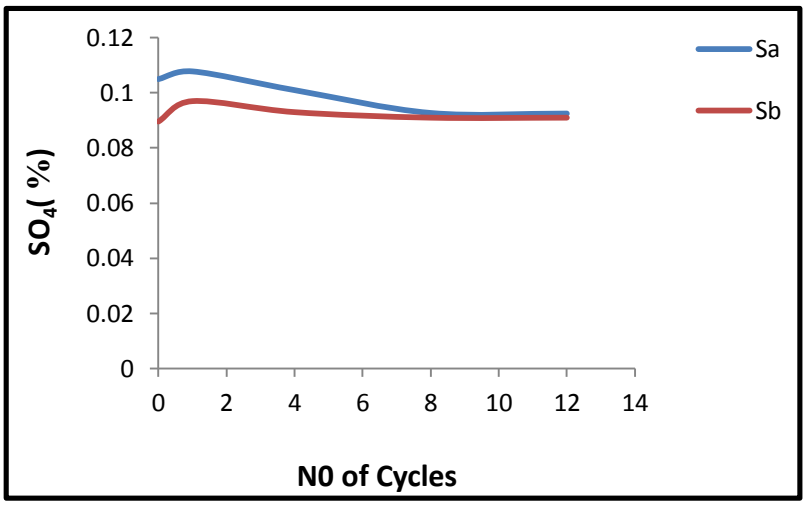
شكل (15) مقدار دليل الانتفاخ مع عدد دورات الترطيب والتجفيف



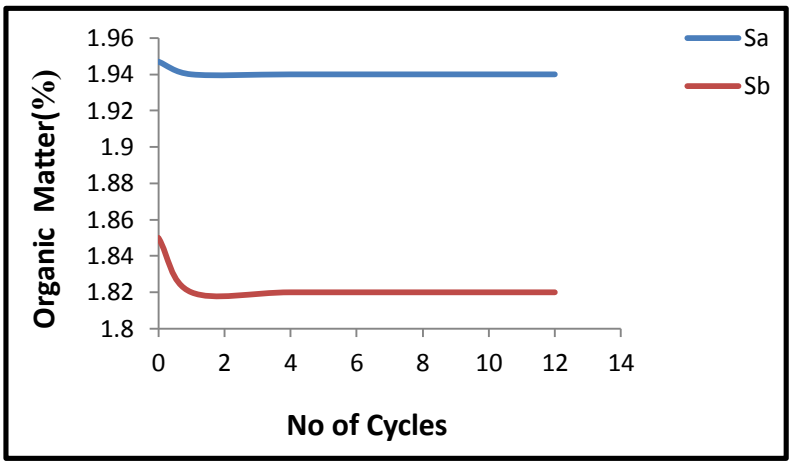
شكل (16) مقدار ضغط الانتفاخ مع عدد دورات الترطيب والتجفيف



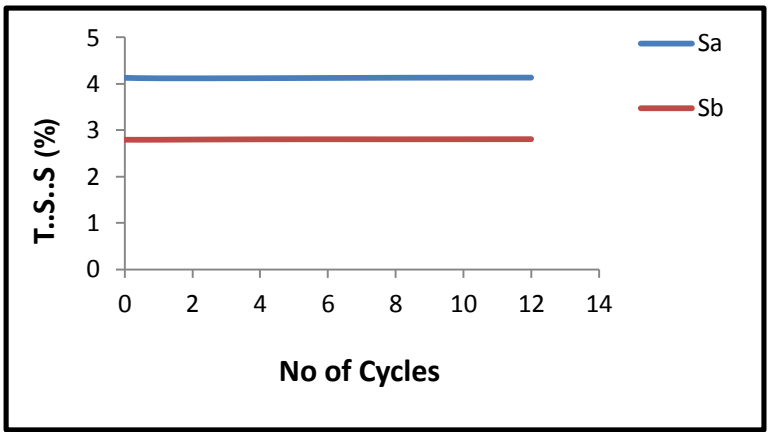
شكل (17) مقدار نسبة الانتفاخ مع عدد دورات الترطيب والتجفيف



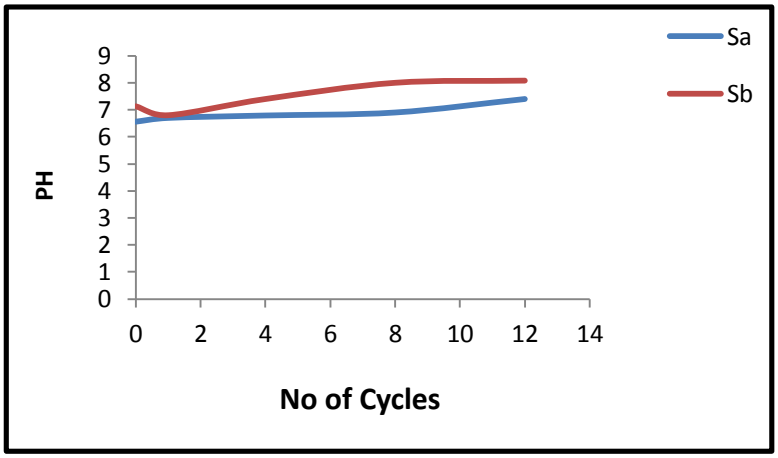
شكل (18) مقدار نسبة الكبريتات مع عدد دورات الترطيب والتجفيف



شكل (19) مقدار نسبة المواد العضوية مع عدد دورات الترطيب والتجفيف



شكل (20) مقدار نسبة الاملاح الذائبة الكلية مع عدد دورات الترطيب والتجفيف



شكل (21) مقدار الرقم الهيدروجيني مع عدد دورات الترطيب والتجفيف

EFFECT OF WETTING AND DRYING CYCLES ON THE PROPERTIES OF CLAYEY SOIL POLLUTED BY INDUSTRIAL WATER

Farouk M. M.[1], Waleed M. A.[2], Al ahbaby Ehab N. S.[3]
[1]Lecturer, [3]Researcher , Civil engineering Departement. / College of Engineering / Tikrit University
[2]Assistant. Professor, Environmental Depart. College of Engineering / Tikrit University

ABSTRACT

Contamination of the soil residues of various kinds, starting from sewage to industrial wastewater from the many problems that affect soil properties and their uses in general and on the engineering properties, in particular the study of the effect of these contaminants and methods of treatment effects on the soil of the priorities of researchers in this area . This thesis includes the Study of the effect of industrial waste (industrial water) on the engineering properties of the soil clay as well as the study of the effect of wetting and drying cycles on the engineering properties of the soil clay treated by industrial water, where the soil has been brought from Lylan in the province of Kirkuk. Tests have shown that the properties of the soil are medium swelling and the soil classification has been according to the Unified Classification (CL) . Soil has been treated by two types of industrial water that have been brought in from the factories of Kirkuk . For the purpose of studying the effect of wetting and drying cycles engineering properties of the treated soil, samples of treated soil by industrial water have been exposed to (12) cycle of wetting and drying cycles after the compaction of soil private templates . The results showed that moisturizing and drying cycles lead to a reduction of the value of liquidity limit by (14%) soil type (A) and (14.3%) of the soil type (B),and reduction plastic limit and plasticity index. It also increases maximum dry density and the reduction of the optimum moisture content and also increase in both the effective cohesion (C'), the effective angle of internal friction (Φ') of the soil and the unconfined compression of soil. The effect of wetting and drying cycles on the consolidation characteristics have led to a decline of the coefficient of consolidation (C_v), compression index (C_c) and swelling index (C_s). As for the swelling properties, the wetting and drying cycles lead to reduction of the swelling percentage by (29%) soil type (A) and (28.3%) of the soil type (B) and swelling pressure by (37.4%) soil type (A) and (36.4%) of the soil type (B) . Chemical tests also showed that the proportion of organic matter and the proportion of total soluble salts do not change and there is a slight reduction of the proportion of sulfates in the soil and an increase in the pH with the exposure of soil to wetting and drying cycles.

Key word: *clay soil, Wetting and Drying Cyclic, Industrial water*