

## بعض التأثيرات السلبية لمياه الصرف الصحي على التربة الطينية

غيداء ياسين رشيد\* و شيماء طارق كاظم\*

تاريخ التقديم: 2010/2/22

تاريخ القبول: 2010/9/2

## الخلاصة

تتضمن هذه الدراسة تأثير مياه الصرف الصحي على بعض الخواص الفيزيائية و الكيميائية للتربة الطينية و معرفة مقدار تأثيرها على خواص الانضمام و على اسس المنشآت و المباني عندما تعاني تسرب للمياه تحتها نتيجة لتكسر انابيب الصرف الصحي أو نتيجة لتغلغل المياه الاسنة في التربة أو لانسياب المياه على الاراضي المتروكة والتي لم يباشر في بنائها. تم أخذ نماذج التربة من موقع في الجامعة التكنولوجية وبعمر (1- 1.5) م وتمت النمذجة بأسلوبين الاول بأخذ عينات غير مشوشة تم غمرها بمياه الصرف الصحي و سمح لتلك المياه بالتغلغل و الجريان خلال نموذج التربة، الثاني أخذ عينات مشوشة شبعت بمياه الصرف الصحي لتخميرها. توصف تربة هذه الدراسة بأنها طينية غرينية ذات لدونة واطئة (CL-ML) و قد اظهرت نتيجة هذه الدراسة التي دامت (10) أشهر زيادة ايوني الكلوريدات و الكبريتات خلال الأشهر الاولى ثم انخفاضها في الأشهر الاخيرة ، و لوحظ زيادة في تركيز ايون الكربونات على طول فترة الدراسة و زيادة المحتوى العضوي كنتيجة متوقعة لطبيعة مياه المخلفات. أظهرت نتائج معاملة التربة بمياه الصرف الصحي الى زيادة في حد السيولة ، اللدونة ومؤشر اللدونة و للنموذجين المشوش و غير المشوش و لوحظ وجود نقصان في الوزن النوعي للتربة مع الزمن نتيجة لمحتويات مياه الصرف الصحي الكيميائية. و لوحظ زيادة في نسبة الفراغات وانخفاض في ضغط الانضمام المسبق ناتج عن ذوبان الاملاح الذائبة و تكسر الاواصر الفيزيوكيميائية عند تسليط الضغط على محتوى الكربونات في التربة. كما تبين من خلال النتائج زيادة في انضغاط التربة حيث ازداد مؤشر الانضغاط ( $C_c$ ) و ارتفاع في قيم مؤشر الانتفاخ ( $C_r$ ).

## Some Negative Effects of Wastewater on Clayey Soil

## Abstract

This study deals with the effect of wastewater on some physical, chemical and consolidation properties of clayey soil and investigates the effect of wastewater flow beneath buildings' and structures' foundations due to; breaking of wastewater pipes, the permeation of sewage water in to the soil, or its flow on the land that hasn't been constructed yet.

Soil samples have been taken from the University of Technology site at a depth (1- 1.5) m and the preparation of samples were in two manners: the first by taking undisturbed samples which have been flooded with wastewater that allowed to permeation and flow through soil sample, the second, by taking disturbed samples saturated with wastewater to ferment.

The soil that used in this study was silty clay with low plasticity (CL-ML) and the result of this study which lasted for (10) months showed an increase in the chlorides

and sulphates ions during the first months and then decreased, it has been noticed an increase in the concentration of carbonates ions along the period of study and an increase in organic matter due to wastewater nature.

The results of soil- wastewater interaction showed an increase in liquid limit, plastic limit and plasticity index for both undisturbed and disturbed samples and the specific gravity of soil decreased due to wastewater chemical contents. The void ratio has been increased and preconsolidation pressure decreased which may be attributed to the dissolution of soluble salts and the influence of carbonate bonding that may be broken when subjected to load. Also, the results showed an increment in the ability of soil to be compressed when soil compression index ( $C_c$ ) increased and soil swelling index ( $C_s$ ) increased, too.

**Keywords:** wastewater - consolidation- clayey soi

يحمل السطح المنبسط من هذه الصفائح شحنة كهربائية سالبة وتحمل الحافات الخارجية من الصفائح شحنة موجبة أو سالبة حسب الظروف (عشو، 1987)، (Bowles, 1997)، لذلك فإن لمعدن الطين القابلية على إمتزاز الايونات الموجودة على سطوحها مع الماء و بذلك تتغير خصائص التربة الهندسية (عشو، 1987) وإن هذا التغير يزداد كثيراً بزيادة محتوى معادن الطين (Das, 2006) فعند معاملة التربة بالمخلفات الصناعية فإنها تؤثر على زيادة قوة التماسك (الكيكي، 2001). بينما وجد (الحربي، 1998) إن التربة تصبح غير لدنة عند معاملتها بالمحاليل الهيدروكربونية. إن الغرض الاساسي من هذه الدراسة هي معرفة تأثير مياه الصرف الصحي على خصائص التربة الفيزيائية و الكيميائية مع تغير الزمن و باختلاف طريقة تعرض نماذج التربة لتلك المياه.

### 1- طريقة العمل

تم اختيار موقع في الجامعة التكنولوجية لأخذ نماذج التربة الطبيعية حيث تم رفع (1-1.5) م من التربة السطحية للوصول للتربة الطبيعية و استخدام جهاز مستخرج النماذج (Shelby tube) لأخذ عينات من النماذج غير المشوشة (undisturbed samples) وبعدها (10) نماذج ومن ثم نقلت الى مختبر الهندسة الصحية حيث أضيف إليها مياه الصرف الصحي و بشكل دوري من منبهولات الجامعة التكنولوجية بعد رفعها بحاويات بلاستيكية و

### المقدمة

نظرا لقدم شبكات المجاري في كثير من مناطق مدينة بغداد و تكسر انابيبها من جهة و عدم انجاز هذه الشبكات في كثير من المناطق من جهة اخرى، اما لعدم وصول الخدمات اليها كحي التراث، سعيدة، حي تونس... وغيرها. أو للتوسع العمراني لأطراف مدينة بغداد مما جعل سكان هذه المناطق يلجؤون الى عمل خزانات أرضية لجمع هذه المخلفات و من ثم سحبها و البعض الآخر يلجأ لتصريف هذه المخلفات على المناطق السكنية التي لم يباشرفي بنائها مما يؤثر على التربة و الاسس بسبب تغلغل مياه هذه المخلفات في داخل طبقات التربة و التي تؤثر بدورها على خصائصها الفيزيائية و الكيميائية سلبياً أم ايجابياً.

تتلوث التربة بمياه المخلفات المطروحة عليها و التي تحتوي على الحوامض و القواعد و المواد العضوية و الرغوية و المواد الحية المجهرية (Nemerow, 1978). فقد لوحظ تزايد في قيمة الملوثات عند طرح مخلفات معمل النسيج على التربة بدون معالجة (Dlhya, 2001). و تبقى هذه الملوثات في التربة بصورة مستمرة لعدم امتلاك التربة لخاصية التجديد كما في الماء و الهواء (حنوش، 2004). و لإحتواء جسيم الطين على عدة صفائح مترسبة الواحدة فوق الاخرى و

( $SO_4^-$ )، الكلوريدات ( $CL^-$ )، الكربونات ( $CO_3^-$ )، المحتوى العضوي (OM) و الاملاح الذائبة (TSS)) فقد اجريت لتوضيح التغيرات الحاصل في المركبات الكيميائية ومدى تأثيرها على مؤشر الانضغاط ( $C_c$ ) (Compression index) و مؤشر الانتفاخ ( $C_r$ ) (Swelling index) و نسبة الفراغات ( $e_o$ ) (Void ratio) وعلى ضغط الانضمام المسبق (Preconsolidation pressure) ( $P_o$ ) لإعطاء التوصيات اللازمة لمعالجة المشكلات الناتجة عن هذا التعرض.

## 2- الفحوصات التي اجريت على نماذج التربة

### 1-3 الفحوصات الفيزيائية

تم اجراء عدد من الفحوصات الفيزيائية على نماذج التربة المشوشة و غير المشوشة و حسب المواصفات القياسية المؤشر إزاء كل منها و حسب المصادر الموضحة ادناه و المبينة في الجدول (1). أما بالنسبة لفحص الانضمام، فقد اجري على نماذج غير مشوشة اما بالنسبة للنماذج المشوشة، فقد تم اعادة قولبتها و رصها بنفس الكثافة الحقلية للتربة في الموقع.

### 2-3 الفحوصات الكيميائية

خضعت نماذج التربة بنوعها الى مجموعة من الفحوصات المختبرية و حسب المواصفات القياسية المؤشر إزاء كل منها و حسب المصادر الموضحة ادناه و المبينة في الجدول (2).

## 4- الفحوصات التي اجريت على مياه الصرف الصحي و المياه الجوفية

اجريت العديد من الفحوصات على نموذج الماء الجوفي وعينات مياه الصرف الصحي وحسب ما جاء به المصدر (APHA, AWWA, WEF, 1998).

‡APHA: American Public Health Association

فحصها لمعرفة خصائصها، و أثناء إستخراج النماذج لوحظ وجود مياه جوفية (water table) وتم أخذ عينة لدراسة خصائص الماء و مكوناته ومقارنتها بمياه الصرف الصحي. تم رفع كمية من تربة الموقع (نماذج مشوشة) (disturbed samples) وخلطها بمياه الصرف الصحي الى حد التجانس و التشبع التام و تقسيمها الى (10) عينات ومن ثم ترقيمها و تغليفها بواسطة أكياس من النايلون لمنع تعرضها للهواء.

اعتمدت هذه الدراسة طريقتين في جمع العينات و معاملتها بمياه الصرف الصحي وذلك لبيان فرق التأثير في حالة إنسيابها على التربة بشكل متواصل و جعلها تتغلغل بين مساماتها من الاعلى الى الاسفل (و يمثل الواقع الطبيعي في المناطق السكنية)، اما في الطريقة الثانية تشبع النماذج بمياه الصرف الصحي وتعزل عن الهواء للتخمر حيث تتيح هذه الطريقة فرصة كبيرة للتفاعل الكيميائي بين مياه الصرف الصحي و التربة لبيان التغيرات الفيزيائية و الكيميائية على التربة خلال (10) أشهر ابتداءً من (2009-3-1) ولغاية (2010-1-1).

تمت إضافة مياه الصرف الصحي بشكل دوري الى النماذج الغير مشوشة وتم فحص نموذج من كلا النوعين المشوش و غير المشوش بعد شهر من التأثير وهكذا للنموذج الثاني وهكذا لبقية النماذج شهرياً ولمدة (10) أشهر.

تم إجراء الفحوصات الفيزيائية و المتمثلة بحدود أتربرك: حد السيولة (Liquid limit (L.L.) و حد اللدونة (Plastic limit (P.L.))، الوزن النوعي للتربة (Specific Gravity (Gs)) و تصنيف التربة (Soil Classification) و فحص الإنضمام (Consolidation Test). اما بالنسبة للفحوصات الكيميائية، والمتضمنة فحوصات (الكبريتيت ( $SO_3^-$ ))، الجبس

انواع من الاملاح وهذه المحتويات تسبب سلسلة من التفاعلات الكيميائية، كالترسيب و الاذابة و الامتزاز باعتبارها هي السائدة ولكن عمليات الاكسدة و الاختزال اكثر (10) مرات من العمليات السابقة (Morton, 1992).

#### 2-6 خصائص التربة الكيميائية

يتضح من جدول (4) زيادة درجة التفاعل (PH) مع الزمن فهي تتراوح بين (6.3 - 8.9) ولكلا النموذجين المشوش وغير المشوش حيث تكثر في هذه التربة ايونات البيكاربونات و حسيما جاء في المصدر (DOER – C2, 1999) عندما تتراوح قيمة PH بين (7.8 – 8.2). كما وتقل قيمة الاملاح الذائبة و التي تتمثل بأيونات الكبريتات و الكلوريدات و النترات مع الزمن. ومن خلال جدول (4) يلاحظ ان تركيز أيوني الكبريتات (الجبسم) و الكلوريدات في التربة و لكلا النموذجين زاد خلال الاشهر الاولى ثم انخفض بمعدل قليل في الاشهر الاخيرة نظراً للوصول الى حالة التشبع و عملية الغسل، كما في الشكل (1) والذي يبين تراكيز الكلوريدات مع الزمن و الشكل (2) والذي يبين تراكيز الجبسم مع الزمن. اما أيون الكاربونات فلو حظ زيادته مع الزمن بسبب ميلان التربة نحو القاعدية و زيادة املاح الكاربونات و البيكاربونات كما ذكر آنفاً و لاحتواء مياه الصرف الصحي على نسبة عالية من الكاربونات و يتميز أيون الكاربونات بقلة ذوبانه في الماء فيرتبط بروابط فيزيوكيميائية مع حبيبات التربة (Boone, et al, 2000) والتي تزيد من تماسك التربة عند جفافها، كما مبين في الشكل (3)، وان استمرار ارتفاع المحتوى العضوي مع الزمن للنموذج الغيرمشوش ناتج عن استمرار الاضافة الدورية لمياه الصرف الصحي ونتيجة لمحتواها العضوي العالي نسبياً، اما بالنسبة للنموذج المشوش فقد لوحظ زيادة المحتوى العضوي فيه خلال الاشهر الاولى ثم ما لبث ان انخفض في الاشهر الاخيرة وكما مبين في الشكل (4)، وحيث ان

AWWA: American Water Work Association.

WEF: Water Environment Federation.

#### 5- نتائج الفحوصات

الجدول (3) يبين معدل نتائج الفحوصات المختبرية التي اجريت على مياه الصرف الصحي و المياه الجوفية التي استخدمت خلال الدراسة. الجدول (4) يبين نتائج الفحوصات الفيزيائية و الكيميائية الشهرية على نماذج التربة المشوشة و غير المشوشة فالنموذج رقم (1) يمثل نتائج فحوصات التربة غير المشوشة بعد مرور شهر و النموذج رقم (2) بعد مرور شهرين وهكذا لبقية النماذج كما ويشمل الجدول نتائج الفحوصات الفيزيائية و الكيميائية للتربة الطبيعية علماً ان تربة الفحص صنفت على انها تربة طينية غرينية ذات لدونة واطنة (CL-ML) (silty clay soil) (with low plasticity) حسب نظام التصنيف الموحد (USCS) †.

USCS: Unified Soil Classification System.

†

#### 6- مناقشة النتائج

##### 1-6 مياه الصرف الصحي و المياه الجوفية

تبين من جدول (3) ان مياه الصرف الصحي حامضية ذات محتوى ملحي عالي كما وتحتوي على نسبة عالية من ايونات الكلوريدات و الكبريتات و البيكاربونات وذات محتوى عضوي عالي مقارنة بالمياه الجوفية المتعادلة ذات الملوحة العالية و هذا يؤيد ما تمت الاشارة اليه في المواصفات المذكورة في المصدر (عباوي، 1990)، علماً ان المياه الجوفية التي تم جمعها وفحصها و دراسة خصائصها لا تمثل المياه المخزونة في طبقات الارض وانما هي مياه ناتجة عن نضوحات لمياه الصرف الصحي و المياه المنسابة عن غسل ارضيات الاقسام. كما ولوحظ من نفس الجدول ان قيم الحامضية و القاعدية عالية لمياه الصرف الصحي و التي تؤدي الى تكوين

جزئيات هذه المركبات العضوية تعلق بين  
جزئيات التربة و تحدث العديد من التفاعلات  
الكيميائية و التي تحولها الى جزئيات صلبة  
عند جفافها تزيد من كثافة التربة (الزبيدي،  
1976).

**3-6 خصائص التربة الفيزيائية**  
**1-3-6 الخواص الدليلية و الوزن**  
**النوعي**

$$OCR = \frac{P_c}{P_o}$$

يبيّن الجدول (4) تأثير مياه الصرف الصحي  
على خواص التربة الدليلية، حيث زادت قيم  
حد السيولة (L.L.) وبشكل كبير و حد اللدونة  
(P.L.) و كذلك مؤشر اللدونة (P.I.)  
و السبب يعود الى تأثير بعض الأيونات  
الموجودة في مياه الصرف الصحي و أيضاً من  
الاملاح المتكونة بفعل التفاعلات الكيميائية  
على سمك الطبقة المزدوجة ( thickness  
of double layer) وهذا مطابق لما جاء  
في دراسة (Al-Obydi, 1992) والشكل  
(5) يبين علاقة مؤشر اللدونة (P.I.) مع  
الزمن حيث يلاحظ ان مقدار الزيادة في قيمة  
مؤشر اللدونة للنموذج الغيرمشوش اكبر منها  
للمنموذج المشوش.

يلاحظ من خلال الجدول (4) وجود انخفاض  
ملحوظ في قيم الوزن النوعي و للمنموذجين  
المشوش و غير المشوش وذلك بمقارنة معدل  
الوزن النوعي و لكلا النموذجين مع مثيله  
للتربة الاصلية و يعزى ذلك الى عمليات النخر  
التي تحصل لجزئية التربة بسبب المحتويات  
الكيميائية التي تحويها مياه الصرف الصحي  
(شلاش، 1994) وكذلك بسبب قلة نسبة  
الاملاح في التربة.

**2-3-6 تأثير مياه الصرف الصحي**  
**على خصائص الانضمام للتربة**

يلاحظ من الجدول (4) ارتفاع في نسبة  
الفراغات (void ratio) لنماذج التربة  
المشوشة و غير المشوشة بزيادة تعرضها لمياه  
الصرف الصحي كما لوحظ انخفاض في  
ضغط الانضمام المسبق

مما يجعل التربة قريبة لإن تكون  
(Normally Consolidated)  
(OCR<1) وبالتالي تكون اضعف  
(Das,2006). و الشكل (6) يبين علاقة  
نسبة الفراغات مع ضغط الانضمام المسبق،  
ويمكن ان يعزى ذلك لذوبان الاملاح التي لها  
القابلية على الذوبان كالجسيم والكلوريدات. اما  
بالنسبة للكربونات، فلها تأثير قليل على  
السلوك الهندسي عند المحتوى الرطوبي  
العالي. فالتربة الطينية تتأثر بروابط  
الكربونات الفيزيوكيميائية والتي تمحى  
بواسطة الانفعال الكبير الذي يحصل عند  
تسليط اجهاد عمودي عليها ( Boone,  
2000) و الشكل (7) يوضح قلة ضغط  
الانضمام المسبق بزيادة نسبة الكربونات. كما  
ان زيادة المادة العضوية تعمل على زيادة نسبة  
الفراغات في التربة بفعل تحلل تلك المواد  
وتحولها الى الدبال (الهيومس) مما يتسبب في  
قلة مقاومة التربة للاجهادات المسلطة.

اما بالنسبة لمؤشر الانضغاط ( $C_c$ ) فإنه إزداد  
بعد الستة اشهر الاولى بالنسبة للنموذج  
المشوش، اما بالنسبة للنموذج غير المشوش  
فإنه استمر بالزيادة ثم مالبت ان قل خلال  
الاشهر الاخيرة من هذه الدراسة، والشكل (8)  
يبين علاقة مؤشر الانضغاط مع الزمن. اما  
مؤشر الانتفاخ ( $C_r$ ) فقد ازداد ايضاً ( كما  
موضح في الجدول (4)) نتيجة لاستمرار  
تعريض التربة لمياه الصرف الصحي لنماذج  
التربة غير المشوشة و تخمر نماذج التربة  
المشوشة و لاحتواء هذه المياه على المواد

- Department, University of Mosul, 1992.
- 2- American Society of Testing and Materials (1996) Annual book of ASTM Standards. Philadelphia. PA.
  - 3- American Society of Agronomy (1965) Methods of Soil Analysis part 1. Physical and Mineralogical Properties including statistic of measurement and sampling. Madison. WI.
  - 4- APHA, AWWA, WEF (1998) Standard Method for Examination of Water and Waste Water, 20<sup>th</sup> Ed. (APHA Washington).
  - 5- Berti, D., (2003) "Clay Mineralogy and Its Effect on Physical Properties in the Gulf of Mexico Northwestern Continental Slope" Thesis M.sc. submitted to the office of Graduate Studies of Texas A & M university.
  - 6- Boone, S.J. and Lutenegeger A.J. (2000) "Physical, Chemical and Mineralogical Properties of Mexico city Sediments: a geotechnical perspective: Discussion 1" Journal Geotech. : 37; 274,275.
  - 7- Bowles, J.E. (1997), "Foundation Analysis and Design" 5<sup>th</sup> Edition, Mc Graw – Hill Book Co. New York.
  - 8- Carter, M.R., (1993) Soil Sampling and methods of analysis Canadian Soc. Soil sci.; Lewis Publisher, Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokyo.
  - 9- Das, B.M., (2006) "Principles of Geotechnical Engineering" 5<sup>th</sup> Edition California State University, Sacramento p (23-26).
- العضوية التي تمتص الماء بشكل كبير حيث عند رفع الضغط تنتفخ التربة بشكل اكبر.
- ### 7- الاستنتاجات
- 1- تعتبر مياه الصرف الصحي التي استخدمت في هذه الدراسة حامضية ذات محتوى ملحي عالي (كلوريدات – كبريتات - بيكربونات) و ذات قيم حامضية و قاعدية عالية.
  - 2- تعرض التربة لمياه الصرف الصحي يسبب نقصاناً في تركيز أيونات الكلوريدات و الجبس مع الزمن و يسبب زيادة في تركيز أيون الكاربونات في نماذج التربة المشوشة و غير المشوشة.
  - 3- استمرار زيادة المحتوى العضوي للتربة مع الزمن وللنماذج غير المشوشة نتيجة لاستمرارية الاضافة الدورية لمياه الصرف الصحي وزيادته للنماذج المشوشة ومن ثم نقصانه في الاشهر الاخيرة نتيجة لتحلل المواد العضوية بمرور الزمن.
  - 4- تتسبب مياه الصرف الصحي في رفع قيم حدود القوام للتربة حيث تزيد من حد السيولة و حد اللدونة و مؤشر اللدونة للتربة حيث كانت الزيادة لقيم مؤشر اللدونة للنماذج غير المشوشة اكبر منها للنماذج المشوشة.
  - 5- انخفاض الوزن النوعي للتربة بسبب المحتويات الكيميائية لمياه الصرف الصحي.
  - 6- ارتفاع نسبة الفراغات و انخفاض ضغط الانضمام المسبق للتربة ناتج عن ذوبان الاملاح الذائبة و كسر الاواصر الفيزيوكيميائية عند تسليط الضغط على محتوى الكاربونات في التربة.
  - 7- ارتفاع قيم مؤشر الانضغاط ( $C_c$ ) وبشكل عام للنموذجين المشوش و غير المشوش و ارتفاع قيم مؤشر الانتفاخ ( $C_r$ ) نتيجة للتأثير السلبي لمياه الصرف الصحي على التربة.
- ### المصادر
- 1- Al- Obydi, M.A., "Lime Stabilization of Gypseous Soils", M.Sc. Thesis, Civil Engineering

- القومي للمختبرات الانشائية – مديرية البحوث  
و الشؤون الفنية – بغداد.
- 15- الزبيدي، د. أحمد (1976) "كيمياء  
التربة" كتاب الطبعة الثالثة، كلية الزراعة –  
جامعة بغداد ص (203 - 209).
- 16- الكيكي، ابراهيم محمود احمد (2001)  
"دراسة تأثير المخلفات الصناعية (المياه  
الصناعية) على الخواص الهندسية للترب  
الطينية الانتفاخية"، رسالة ماجستير، قسم  
الهندسة المدنية، جامعة الموصل.
- 17- حنوش، علي حسين (2004) "البيئة  
العراقية المشكلات و الافاق" كتاب صادر عن  
وزارة البيئة العراقية ص (133 - 136).
- 18- شلاش، قيس طه و الراوي، كوكب  
حبيب (1994) "تأثير الحوامض على بعض  
الخواص الفيزيائية و الهندسية للترب  
الجبسية"، مجلة الهندسة و التكنولوجيا، المجلد  
الثالث عشر، العدد السابع، العراق.
- 19- عباوي، سعاد عبد، محمد سلمان حسن  
(1990) (الهندسة العملية للبيئة)، دار الحكمة  
للطباعة، جامعة بغداد.
- 20- عشو، د. محمد عمر (1987) "ميكانيك  
التربة و هندسة الاسس" كتاب منشور عن  
جامعة الموصل – وزارة التعليم العالي و  
البحث العلمي العراقية ص (23)
- 10- Dlhya. F., (2002) "The Effect of  
Al-Rustomiya Sewage Treatment  
Plant 3<sup>rd</sup> Extension Garden Beat  
Plawtrtation", MS.C Thesis,  
University of Technology.
- 11- Dredging Operations  
Environmental Research Program,  
(1999) "Dredge Material  
Characterization Tests for  
Beneficial use Suitability"  
Replaces Technical Note DOER –  
C2.
- 12- Morton, E., (1992) "Lead  
Mobility in soil refresher" Policy  
track environmental issues. [http://  
www.rang.einfo.org/](http://www.rang.einfo.org/) resource –  
library / facility – mngment.
- 13- Nemerow, N.L., (1978)  
"Industrial Water Pollution,  
Origins, Characteristics and  
Treatment" Addison – Wesley  
Publishing Company Inc. New  
York.
- 14- الحربي، د. موفق جاسم (1998) "تأثير  
المشتقات النفطية على المنشآت" المركز

## الجدول (1): الفحوصات الفيزيائية التي اجريت للتربة و رقم المواصفة المستخدمة في الفحص

ت	اسم الفحص	الرمز	الوحدة	المواصفة
1	المحتوى الرطوبي	Wc	%	††ASTM D2216 - 92
2	حدود اتربرك	L.L.-P.L.	%	ASTM D4318 - 95
3	الوزن النوعي	Gs	-	ASTM D854 - 58
4	التحليل المنخلي		-	ASTM D422 - 63
5	الهيدروميتر		-	ASTM D422 - 63 ;CSSS 47.3
6	الانضمام		-	ASTM D2435 - 90

## الجدول (2): الفحوصات الكيميائية التي اجريت للتربة و رقم المواصفة المستخدمة في الفحص

ت	اسم الفحص	الرمز	الوحدة	المواصفة
1	الدالة الحامضية	PH	-	‡ASA 1996 ch 16: 16.2-1
2	التوصيلية	Ec	µm/cm	ASA 1996 ch 14
3	الاملاح الذائبة	TSS	%	ASA 1996 ch 14: 18.2.2
4	المحتوى العضوي	OM	%	ASTM D2974, D2974;D2974-81-ASA 1982; 29-4.2;‡‡CSSS 44.3
5	الكاربونات	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	%	ASA 1996 ch 16; CSSS 14.2 and 44.6
6	الكبريتيت	SO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	%	ASA 1996 ch 33
7	الكلوريدات	CL <sup>-</sup>	%	ASA 1996 ch 31
8	الجبسم	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	%	ASA 1996 ch 33

†† ASTM: American Society for Testing and Materials (ASTM 1996).

‡ ASA: American Society of Agronomy / Soil Science Society of America (Page, Miller and Keeney 1982 and 1996).

‡‡ CSSS: Canadian Society of Soil Science (Carter 1993).



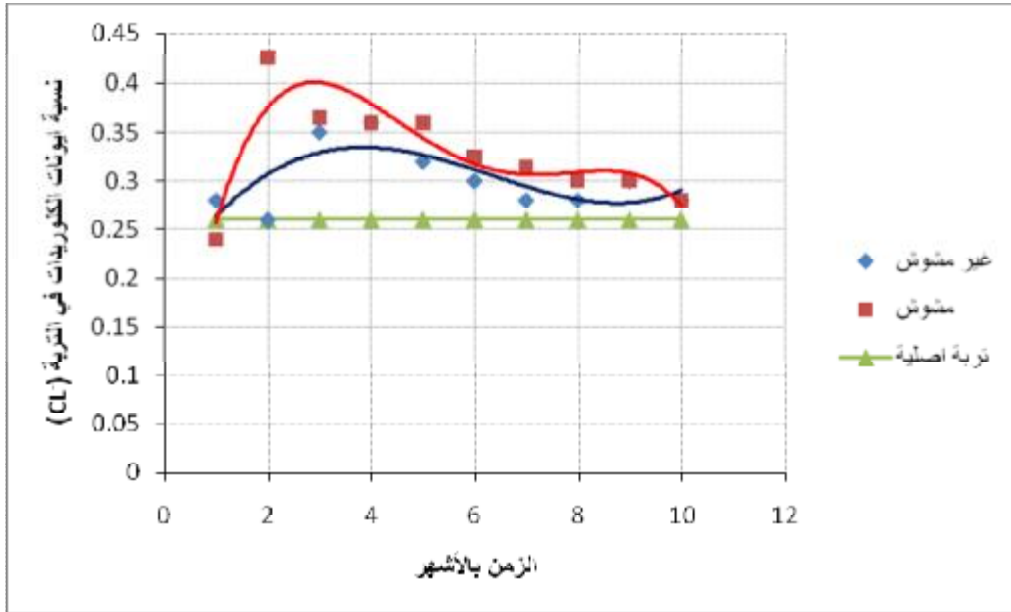
جدول (3): فحوصات المياه الجوفية و مياه الصرف الصحي المستخدمة في البحث

ماء التربة (الماء الجوفي)	مياه الصرف الصحي معدل القراءات	نوع ماء الفحص الفحوصات	ماء التربة (الماء الجوفي)	مياه الصرف الصحي معدل القراءات	نوع ماء الفحص الفحوصات
2501	1891	Mg (mg/L)	6.9	5.2	PH
1400	1400	Acidity (mg/L)	4980	1500	Ec ( $\mu\text{m}/\text{cm}$ )
2800	4000	Al kanity (TA) (mg/L)	2500	750	TDS (mg/L)
414	714	COD (mg/L)	5420	2450	TSS (mg/L)
100	200	BOD (mg/L)	7920	3200	TS (mg/L)
20	30	OH <sup>-</sup> (mg/L)	6040	3200	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg/L)
100	200	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	4991	4492	CL <sup>-</sup> (mg/L)
2800	8000	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	3630	610	VOC (mg/L)
19	20	T (C°)	16750	10000	Total hardness (TH) (mg/L)
			2600	900	Ca <sup>+</sup> (mg/L)

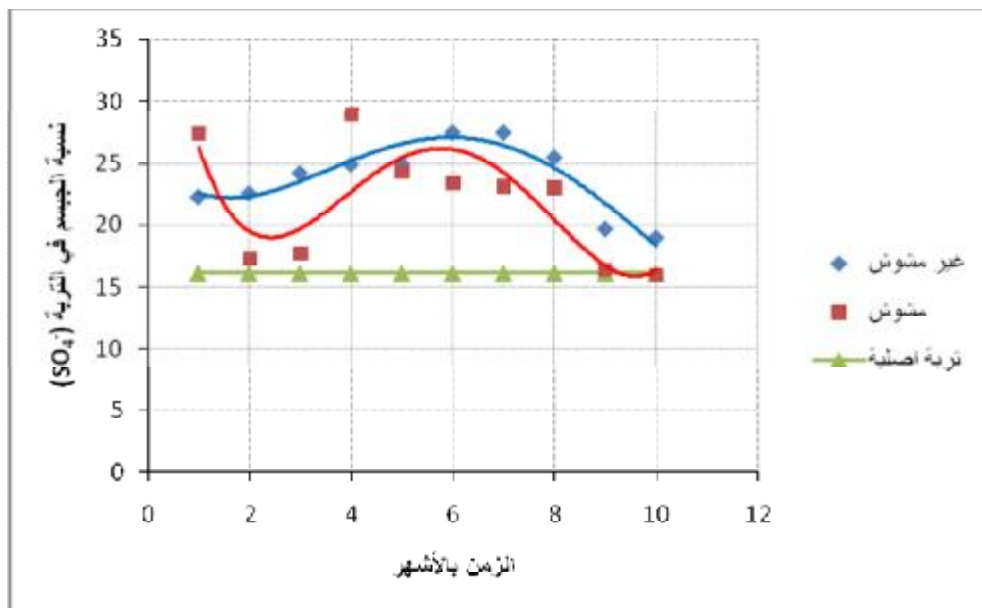
جدول (4): نتائج الفحوصات الفيزيائية و الكيميائية للتربة الطبيعية و التربة المشوشة و غير المشوشة المتأثرة بمياه الصرف الصحي

‡التربة الطبيعية: التربة التي تم الحصول عليها بعد رفع (1-1.5) م من التربة السطحية.  
‡النسبة للنماذج المشوشة التي استخدمت في فحص الانضمام فقد تم اعادة قولبتها (Remolded) و رصها بنفس الكثافة الحقلية للتربة في الموقع.

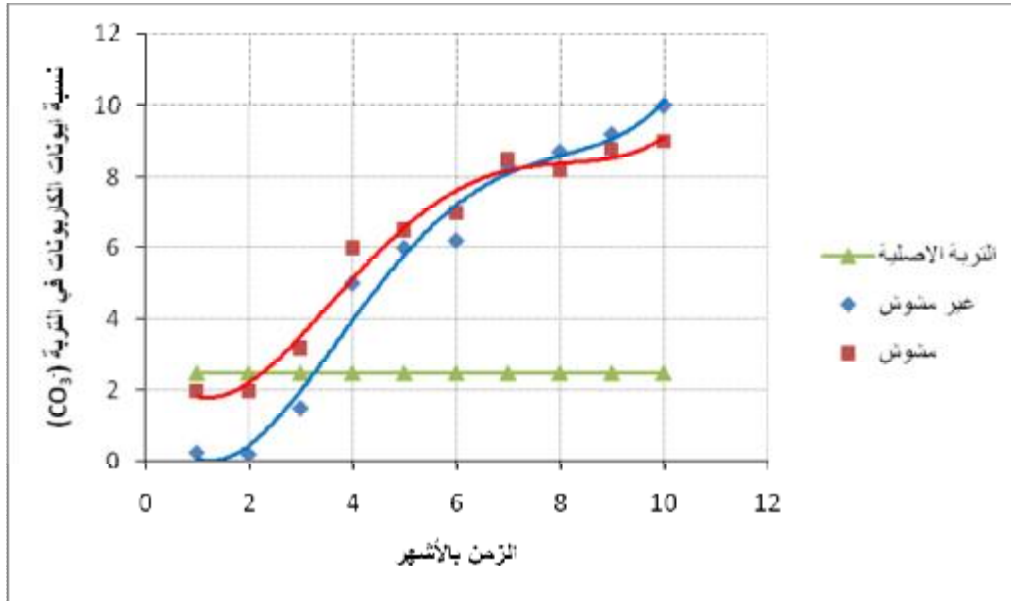
OM %	الفحوصات الكيميائية							فحص الانضمام				الفحوصات الفيزيائية			المحتوى المائي %	نماذج التربة	
	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> %	SO <sub>3</sub> <sup>-</sup> %	CL <sup>-</sup> %	TSS %	Ec (µm/cm)	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> %	PH	نسبة القراغات (e)	ضغط الانضمام الميسول (P)	مؤشر الانضغاط (C) (	مؤشر الانضغاط (C) مؤثر	الوزن النوعي (Gs)	حدود القوام				
													P.L. %	P.L. <sub>c</sub> %			L.L. %
5	16.1	7.5	0.26	0.09	970	2.5	7	0.449	250	0.01	0.1	2.65	5.9	20	25.9	19.9	تربة طبيعية ‡
نماذج غير مشوشة (Undisturbed Samples)																	
5.5	22.3	10.4	0.28	0.23	2880	0.25	7.2	0.441	420	0.009	0.13	2.65	4.5	14.4	18.9	16.7	1
7.6	22.6	10.5	0.26	0.21	2110	0.2	6.8	0.51	410	0.007	0.11	2.27	2.85	16.35	19.2	14.4	2
9.8	24.2	11.23	0.35	0.104	1050	1.5	7.5	0.49	450	0.02	0.18	2.38	15.62	21.58	37.2	10.3	3
16	24.9	11.6	0.36	0.102	1020	5	6.9	0.55	430	0.02	0.15	2.39	8.56	21.64	30.2	9.5	4
20	25	11.7	0.32	0.1	1030	6	7.5	0.58	420	0.02	0.145	2.4	3.6	21.7	35.3	12.5	5
20	27.5	12.7	0.3	0.112	1055	6.2	8.3	0.6	400	0.021	0.14	2.45	14.22	21.94	36.16	18.3	6
22	27.5	12.7	0.28	0.103	1000	8.3	8.5	0.47	390	0.018	0.2	2.4	13.7	23.5	37.2	34.6	7
21	25.5	11.9	0.28	0.089	940	8.7	8.8	0.59	180	0.016	0.14	2.28	17.3	19.9	37.2	16.5	8
22	19.7	9.16	0.3	0.088	680	9.2	8.9	0.65	110	0.013	0.1	2.27	17.1	20.8	37.9	18.3	9
23	19	9.0	0.28	0.08	675	10	8.9	0.68	100	0.04	0.07	2.26	17	21	38	12.5	10
												2.375					المعدل
نماذج مشوشة ‡ (Disturbed Samples)																	
7.8	27.4	12.7	0.42	0.36	3650	2	7.1	0.461	250	0.02	0.15	2.52	6.7	22.1	28.8	20.3	1
9.6	17.3	8	0.426	0.28	2770	2	6.3	0.438	250	0.014	0.16	2.32	1.08	16.82	17.9	16.6	2
15.5	17.7	8.5	0.365	0.16	1640	3.2	6.7	0.461	225	0.018	0.15	2.342	9.11	21.69	30.8	13.2	3
16.1	28.9	13.4	0.36	0.132	1320	6	6.9	0.469	210	0.02	0.11	2.346	6.96	21.43	28.39	11.36	4
16	24.3	11.2	0.36	0.133	1322	6.5	7.2	0.51	190	0.02	0.14	2.36	7.9	21	28.5	10.5	5
16	23.4	10.9	0.325	0.130	1330	7	7.8	0.53	175	0.02	0.15	2.37	8.45	20.59	29.04	9.6	6
15	23.1	10.6	0.315	0.139	1270	8.5	8.3	0.54	160	0.017	0.21	2.38	11.66	21.1	32.76	9	7
12.8	23	10.3	0.3	0.108	1550	8.2	8.5	0.53	150	0.02	0.23	2.39	11.27	18.8	30.07	9	8
12	16.4	7.6	0.3	0.15	1630	8.8	8.5	0.46	120	0.018	0.24	2.43	12.03	18.84	30.87	7.65	9
11.5	16	7	0.28	0.1	1680	9	8.7	0.55	115	0.019	0.25	2.44	12.13	18.87	31	7	10
												2.389					المعدل



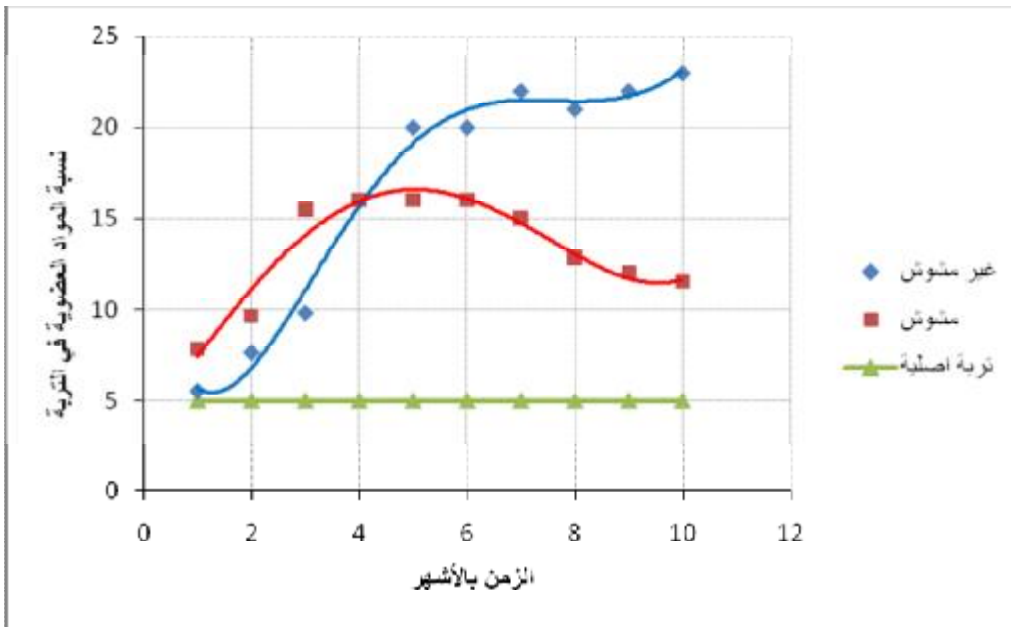
شكل (1): علاقة نسبة أيونات الكلوريدات في التربة مع الزمن



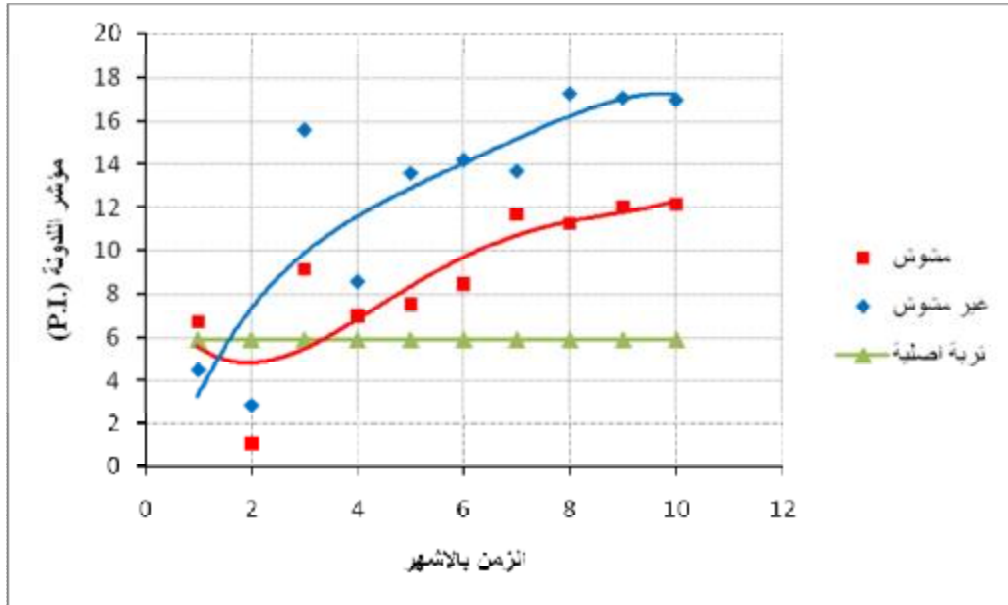
شكل (2): علاقة نسبة الجبس في التربة مع الزمن



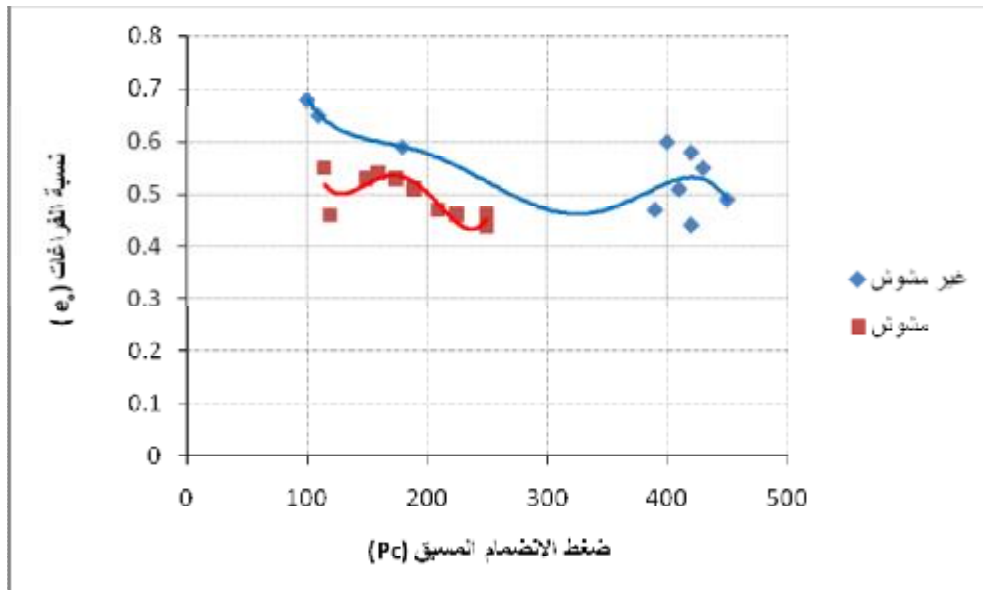
شكل (3): علاقة نسبة أيونات الكربونات في التربة مع الزمن



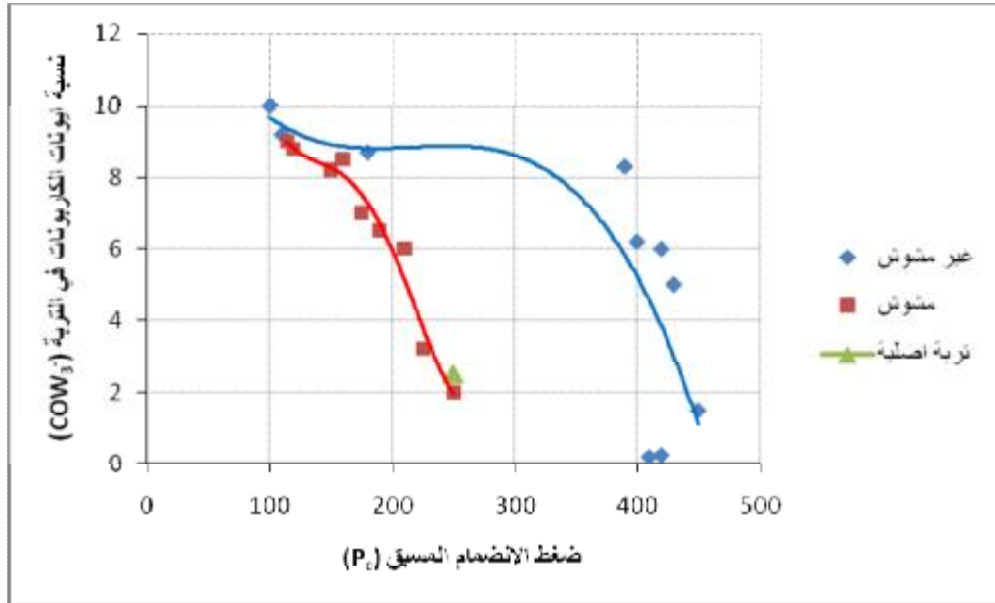
شكل (4): علاقة نسبة المواد العضوية في التربة مع الزمن



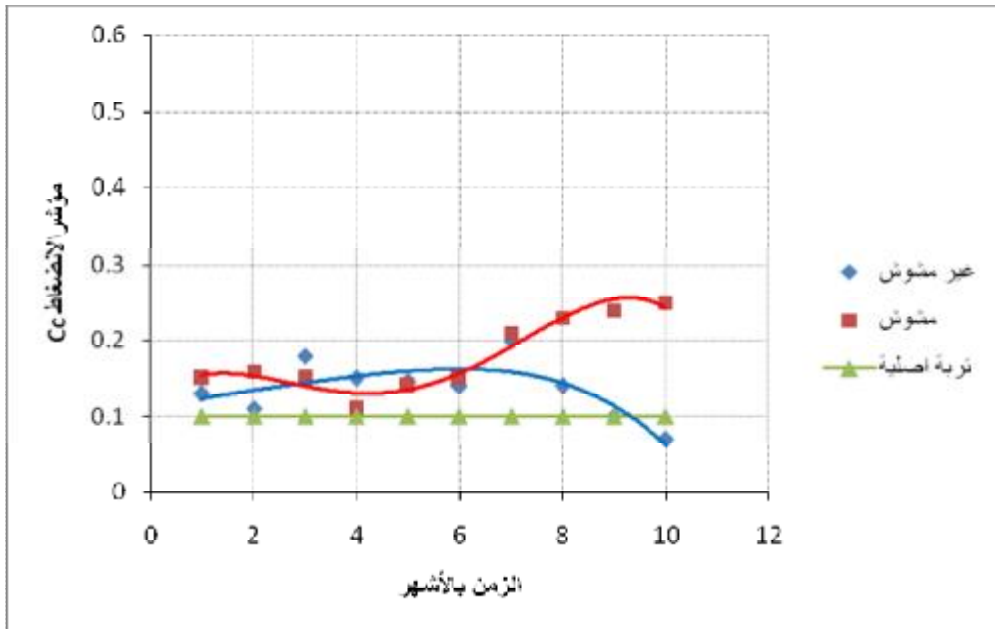
شكل (5): علاقة مؤشر اللدونة (P.I.) مع الزمن



شكل (6): علاقة نسبة الفراغات مع ضغط الانضمام المسبق



شكل (7): علاقة نسبة أيونات الكربونات في التربة مع ضغط الانضمام المسبق



شكل (8): علاقة مؤشر الانضغاط (Cc) مع الزمن