تأثير إضافة الرمل الزجاجي على الخصائص الانتفاخية لتربة البنتونايت

عبد الكريم حسين عبد الربيعي

كلية العلوم–جامعة بابل

الخلاصة

يتناول هذا العمل دراسة تأثير إضافة الرمل الزجاجي على الخواص الانتفاخية لتربة بنتونايت ، ان الهدف الرئيسي هو معرفة إلى أي حد سينخفض ضغط الانتفاخ ونسبة الانتفاخ مع كل نسبة رمل مضافة ولحالتين بدون تحميل (0Kn/m2)وبتحميل أثقال (50Kn/m2)، التربة المستخدمة هي تربة بنتونايت والمادة المضافة هي الرمل الزجاجي المادتان جلبت من شركة المسح الجيولوجي والتعدين ، ونسب المادة المضافة (10، 20 ، 30 %) من وزن تربة البنتونايت الجافة ، درست بعض الخواص الهندسية ،الد ليلية والانتفاخية لتربة البنتونايت قبل المعاملة بالمادة المضافة وبعد المعاملة بها .

أوضحت نتائج الفحص في حالة خصائص الرص واللدونة هناك زيادة ملحوظة في قيم الكثافة الجافة العظمى ونقصان بنسب محتوى الرطوبة الأمثل عند زيادة نسبة المادة المضافة ، أما خصائص اللدونة فان قيم حد السيولة ودليل اللدونة قلت بنسب واضحة ،في حين تقل نسب حد اللدونة بنسب قليلة جدا ، بإضافة المادة المضافة ، أما نتائج الفحص في حالة خصائص الانتفاخ (نسبة الانتفاخ الحر الأقصى ، وضغط الانتفاخ) فأشارت إلى النقصان التدريجي بزيادة نسب المادة المضافة .

Abstract

This work studies the effect of the addition of glassy sand on swelling properties of bentonite soil. The main objective is to ascertain to what extent the pressure and percentage of swelling will decrease with every percent of added glassy sand . This is done for two cases , the first with zero kn/m2 load , and the second with 50 kn/m^2 .

The used soil (bentonite) , and the added material (glassy sand) , are brought from the Company of Geological Survey and Mining . The rate of additives are 10 , 20 , 30 % of the weight of the dried bentonite soil .

The results of the test of properties of compaction and plasticity showed a marked increase in the values of maximum dry density and a decrease in the optimum moisture content with the increase of additive rate . In the case of plasticity properties , the values of liquid limit, plasticity index decreased in a marked ratios , while the rates of plasticity limit decreased in a very small ratios . with the addition of glassy sand . The results of the test of swelling properties (rate of the maxium free swelling , swelling pressure) showed a gradual decrease with the increase of the rate of additive

المقدمة

تعد الترب المنتفخة Swelling Soils من الترب ذات المشاكل الهندسية البالغة الأهمية حيث تعاني منها بعض المنشات الهندسية المشيدة ، حيث تظهر التشققات Cracking في الأبنية ، وتشوه الأساسات وأرضيات المنشات ، وكذلك الإضرار الناجمة من هذه الظاهرة في شبكة المواصلات . ولا تنحصر هذه المشكلة في بلد دون أخر بل إنها من المشاكل الهندسية العالمية ،التي تظهر في أي بلد تتواجد فيه هذه الأنواع من الترب المنتفخة (Jones, and Holtz,1973)و(Schmertmann, 1980) .

تتميز الترب المنتفخة بان أطيانها تكون عالية اللدونة High plasticity وحد السيولة لها يزيد عن 50% ومعامل اللدونة اكبر من 30% ، كذلك تتكون غالبا من مواد غروية مثل معدن المونتمورلينايت montmorlienite هذه الترب تتميز بتغيرات حجميه كبيرة في الحالة الجافة و الرطبة وخاصة في الترب الحاوية على نسب عالية من معدن المونتمورلينايت وبالتالي فان هذا التغير ألحجمي يسبب مشاكل وأضرار وإزعاجات للمنشات الهندسية (Chen ,1988)

تتأثر الإنشاءات ذات الأوزان الخفيفة Light weight والأبنية الخشبية عادة بضغط انتفاخ التربة العالي والتي يمكن أن يظهر رفع للضغط أكثر من 268Kn/m^2 والذي يمكن أن يكون خطرا لذلك النوع من الأبنية (Rogers, et al., 2002) .

يمكن أن نميز الترب المنتفخة في الموقع على الشكل التالي: الاستطلاع والمشاهدة للنباتات الموجودة ، لمعان التربة ، والتصاقها ، وتشققاتها العريضة والعميقة . أو عن طريق مناخ المنطقة حيث تسود الترب المنتفخة في المناطق ذات المناخ القاحل أو الاستوائي ، وتميز الترب المنتفخة مختبريا بواسطة بعض الفحوص المختبرية كالتعرف على حدود اتربيرك ، أو حيود الأشعة السينية (Holtz,and Gibbs,1956).

لم تأخذ المشاكل الهندسية في الترب المنتفخة نصيبها في البحث والدراسة إلا في الآونة الأخيرة ومن الدراسات السابقة التي أرفدت هذا البحث منها :

درس (Ameta, et al.,2007) الخصائص والمشاكل والمعالجات للترب المنتفخة في مدينة Rajasthan في الهند بإضافة مزيج الجبسم ورمل كثيب ولاحظ إن نسب الانتفاخ الحر وضغط الانتفاخ تقل بإضافة نسب متباينة من تلك المواد .

درس (Emilio, et al.,2005) تعريف وملاحظة واكتشاف وإستراتيجية المعالجات للترب المنتفخة وتوصلوا إلى إن 80% من المعالجة هو تشخيص المشكلة ، وان 20% هو بسبب الإهمال قبل الإنشاء .

درس (Muntohar,2004) خصائص الانتفاخ والانضغاطية لمزيج تربة– بنتونايت وتبين إن التربة التي تحوي نسب عالية من البنتونايت تزداد قابلية انتفاخها وتقل بزيادة المواد غير المنتفخة فيها وبين ان سلوك الانتفاخ يحصل بمرحلتين أولي وثانوي .

درس (Al-Qaisee,2004) تأثير خليط الرمل –السمنت على الخواص الانتفاخية للتربة الطينية المرصوصة وتبين من الدراسة إن النسب المستخدمة من الاسمنت (6,4,2%) أعطت نتائج جيدة ومناسبة في تحسين خواص التربة المنتفخة مع نسب الرمل المضافة (40%,20%).

العمل ألمختبري Experimental work

المواد المستخدمة :

تتمثل المواد المستخدمة في البحث بما يلي

البنتونايت Bentoinite

البنتونايت الكالسيومي (Ca- Bentonite) جلب من الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين والذي يعتبر مادة ذات انتفاخية عالية ، يتواجد في تكوين الدكمة (Digma Fn)ضمن طبقات الطين الصناعي في الصحراء الغربية من العراق عمره الطباشيري الأعلى (القرةغولى ، 1979) التحليل المعدني وبعض الخصائص الكيميائية للبنتونايت تتمثل بالجدول رقم(1)

جدول رقم (1) التحليل المعدني والكيميائي للبنتونايت *

Comp	Al_2O_3	CaO	Fe_2O_3	SiO_2	SO_3	C.e.c**	M***
%	13.0	6.53	5.7	52.74	1.87	73.46	77

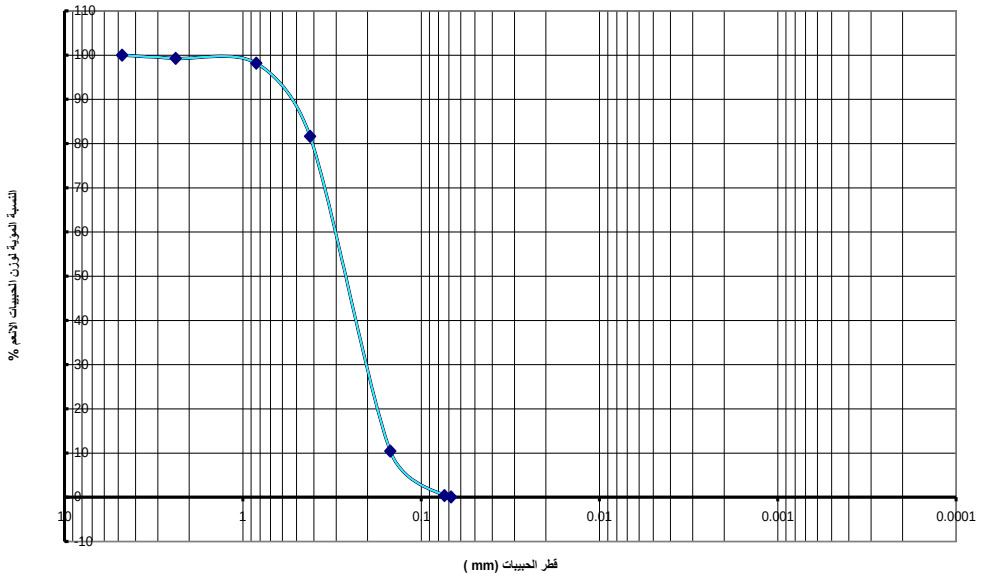
*تم الفحص في شركة المسح الجيولوجي والتعدين

**تمثل سعة التبادل ألايوني

***تمثل النسبة المئوية للمونتمورلينايت

الرمل الزجاجي (Glassy Sand)

الرمل الزجاجي جلب من الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين والذي يتميز بنقاوة عالية ونسبة عالية جدا من مادة الكوارتز SiO_2 تصل 96% يتواجد في تكوين ام ارضمة الجيري بشكل عدسات ويتواجد قريب من السطح في المناجم المفتوحة في الصحراء الغربية من العراق (القرةغولي ، 1979). الشكل رقم(1) يمثل التوزيع ألحجمي الحبيبي للرمل الزجاجي.الجدول رقم (2)يبين التحليل المعدني وبعض الخصائص الكيميائية للرمل الزجاجي .



الشكل رقم (1) يمثل التوزيع ألحجمي الحبيبي للرمل الزجاجي بموجب أل A S T M-D422-84

جدول رقم (2) التحليل المعدني والكيميائي للرمل الزجاجي *

Components	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	L.O.I**
%	96.9	0.18	0.61	0.99

*تم الفحص في شركة المسح الجيولوجي والتعدين

** تمثل نسبة الفقدان بالحرق (Loss Of Ignition)

طرائق عمل قوالب النماذج Specimen Molding Procedures

تم تحضير النماذج لفحص نسبة الانتفاخ الحر وضغط الانتفاخ للتربة غير المعاملة(0%) وللترب المعاملة بالنسب المضافة من الرمل الزجاجي 10%،20% ،30% بمزج النسبة المضافة من الرمل الزجاجي بالنسبة إلى الوزن الجاف لتربة البنتونايت بنسبة رطوبة 30% وبكثافة جافة 1.3غم /سم3 بطريقة رص التربة بقالب بروكتر القياسي ومن ثم اخذ نموذج بواسطة (حلقة فحص الانضمام)حلقة اسطوانية بإبعاد (ارتفاع

19mm ، قطر 50mm) ثم تفحص نسبة الانتفاخ وضغط الانتفاخ لجميع النماذج وحسب النسبة المضافة من الرمل الزجاجي .

الفحوصات المختبرية Laboratory tests

– فحص الرص القياسي Standard Compaction test

تم فحص النماذج حسب النسب المضافة من الرمل الزجاجي (0% ،10% ، 20% ، 30%) بالنسبة للوزن الجاف للبنتونايت بطريقة رص بروكتر القياسي حسب المواصفة الأمريكية للفحوص والمواد ASTM-D698-78 لتحديد الكثافة الجافة العظمى ($\gamma dmax$) ومحتوى الرطوبة الأمثل O.M.C للترب ولجميع النسب المذكورة .

– فحص حدود اتربيرك Atterberg limits tests

تم تعين حدود اتربيرك (حد السيولة ، حد اللدونة ، دليل اللدونة)للنسب المضافة من الرمل الزجاجي (0% ،10% ، 20% ، 30%)بالنسبة للوزن الجاف للبنتونايت حسب الطرائق المعتمدة من الجمعية الأمريكية للفحوص والمواد (ASTM –D4318-84) .

- فحص الانتفاخ الحر Free swelling test

في هذا البحث أجريت فحوصات الانتفاخ الحر في جهاز فحص الانضمام التقليدي (Odometer) تحت تأثير أحمال تثقيل ولمحاولتين مقدارها (0 ، 50) kn/m2(يمثل حمل التثقيل 50kn/m2 مقدار ما تسلطه أسس الأبنية الخفيفة من اجهادات على التربة) .بعدها تحسب قيمة الانتفاخ الحر وذلك بوضع النموذج داخل حلقة ضغط الانضمام ويثبت في خلية فحص الانضمام ثم يثبت حمل الثقيل المحدد (0 kn/m2 للمحاولة الأولى ، و 50 kn/m2 للمحاولة الثانية) لجميع النماذج حسب النسب المضافة في البحث ، ويثبت مقياس الإزاحة (Dial gauge) على السطح العلوي للنموذج ، بعدها يغمر النموذج بالماء المقطر ويبدأ بتسجيل مقدار الانتفاخ مع الزمن إلى أن يصل مقدار الانتفاخ حدة الأقصى .

- فحص ضغط الانتفاخ Swelling pressure test

تم استعمال جهاز فحص الانضمام التقليدي (Odometer) وهذا الأسلوب هو أسلوب فحص الانتفاخ الحر نفسه المبين في اعلاة ، بعد أن تصل النماذج إلى اعلي قيمة للانتفاخ الحر يبدأ بتسليط الأحمال الإضافية تدريجيا على النماذج حتى تصل إلى حجمها الأولي . عند هذه الحالة يمكن حساب ضغط انتفاخ التربة .

النتائج والمناقشة

- خصائص الرص :

الجدول رقم (3) والشكل رقم (2) يبين تأثير إضافة الرمل الزجاجي وبالنسب (0% ، 10% ، 20%، 30%) على تربة البنتوتايت وتبين أن الزيادة في النسب المضافة (الرمل الزجاجي) يصاحبها زيادة في الكثافة الجافة العظمى (γ d max) والناتجة من التأثير الفيزيائي حيث الزيادة في الحجم الحبيبي للنموذج ونقصان متوالي في محتوى الرطوبة الأمثل (O.M.C) بسبب الزيادة المتتالية للنسب المضافة من الرمل الزجاجي .

- **فحص حدود اتربيرك :**

الجدول رقم (3) والشكل رقم (3) تبين أن الزيادة في النسب المضافة من الرمل الزجاجي على تربة البنتوتايت يصاحبها نقصان ملحوظ في كل من حد السيولة Liquid limit ودليل اللدونة plasticity Index . ونقصان قليل في نسبة حد اللدونة plastic limit .

–فحص خصائص الانتفاخ :

- **نسبة الانتفاخ الحر الأقصى وضغط الانتفاخ ps لحمل أثقال (50 Kn/m2) :**

الجدول رقم (4) والشكل (4) يبين ان نسبة الانتفاخ الحر الأقصى تصل إلى أعلى قيمة (11.05%) (6.7%) (3.94%) و (2.26%) وقيم ضغط الانتفاخ(ps) تصل , 325, 250, 145) 610Kn/m2 بزيادة النسبة المضافة (0%، 10%، 20%، 30%) على التوالي وبالتالي فتعتبر النسبة المضافة 20% ، 30%) نسب جيدة حيث تصل قيم ضغط الانتفاخ إلى القيم غير المؤثرة .

- **نسبة الانتفاخ الحر الأقصى وضغط الانتفاخ Ps لحمل أثقال (0 Kn/m2)**

الجدول رقم (5) والشكل(5) يبين إن نسبة الانتفاخ الحر الأقصى تصل إلى أعلى قيمة (34.7 ، 25.78 ، 19.52 ، 12.92%) وضغط الانتفاخ(ps)Kn/m2 (725 ، 590 ، 480 ، 380) للنسب المضافة (0 ، 10 ، 20 ، 30)% على التوالي . من النتائج نلاحظ إن نسبة الانتفاخ الحر وضغط الانتفاخ تقل بالتدريج وحسب النسب المضافة حيث نلاحظ أن النسبة 30% قللت ضغط الانتفاخ بنسبة كبيرة لكنها غير مقبولة من الناحية العملية ، وبالتالي يمكن أن يستخدم نسب أعلى من الرمل الزجاجي لتقليل كل من نسبة الانتفاخ وضغط الانتفاخ .

جدول رقم (3) يبين نتائج خصائص الرص وحدود اتربيرك ونسب الإضافة للبنتونايت

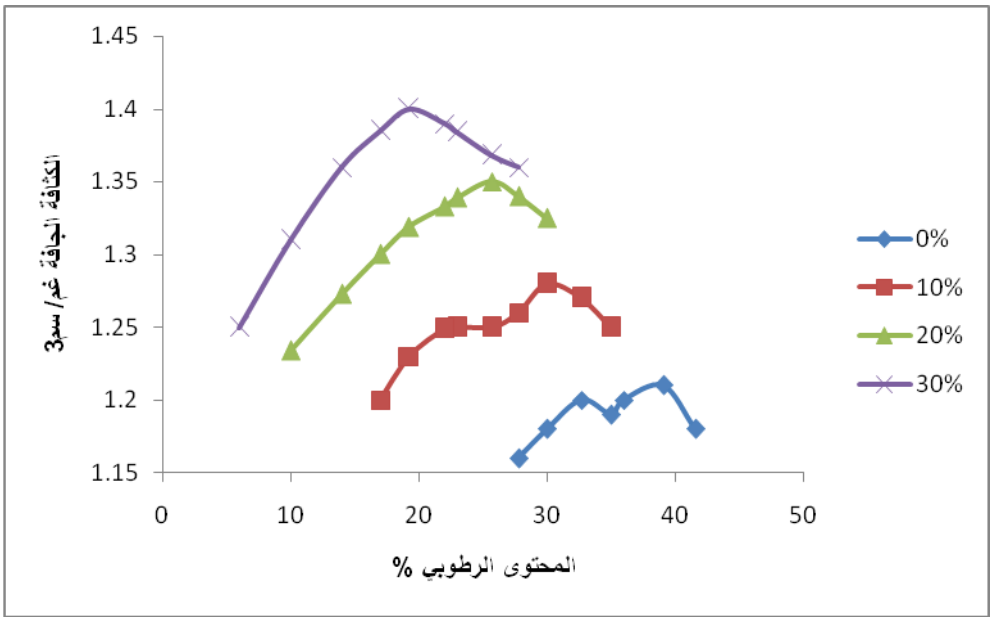
نسب (الرمل الزجاجي) المضافة للبنتونايت%	خصائص الرص		حدود اتربيرك		
	الكثافة الجافة العظمى غم/سم3	محتوى الرطوبة الأمثل %	%P.I	%P.L	%L.L
0%	1.21	39.1	50	62	112
10%	1.28	30	40	48	88
20%	1.35	25.7	34	43	77
30%	1.40	19.2	21	42	63

جدول رقم (4) يبين نتائج خصائص الانتفاخ ونسب الإضافة للبنتونايت لحمل تثقيل (50Kn/m2) ولكثافة جافة (1.3غم/سم3) ولمحتوى رطوبة (30%)

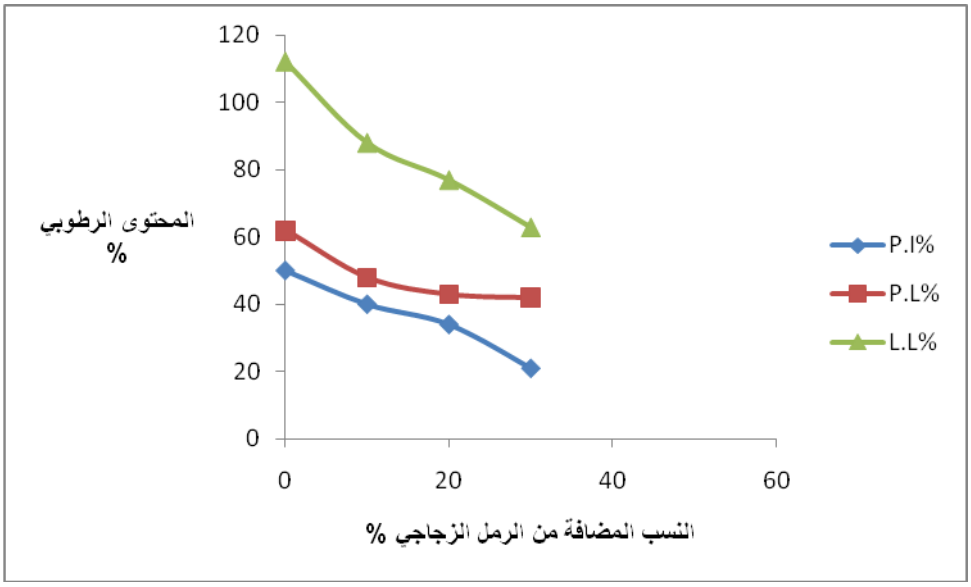
نسب (الرمل الزجاجي) المضافة للبنتونايت%	خصائص الانتفاخ		
	نسبة الانتفاخ الحر الأقصى %	ضغط الانتفاخ(Ps) Kn/m2	النقصان لضغط الانتفاخ %
0%	11.05	610	0
10%	6.73	325	47
20%	3.94	250	59
30%	2.26	145	76

جدول رقم (5) يبين نتائج خصائص الانتفاخ ونسب الإضافة للبنتونايت لحمل تثقيل (0Kn/m2) ولكثافة جافة (1.3غم/سم3) ولمحتوى رطوبة (30%)

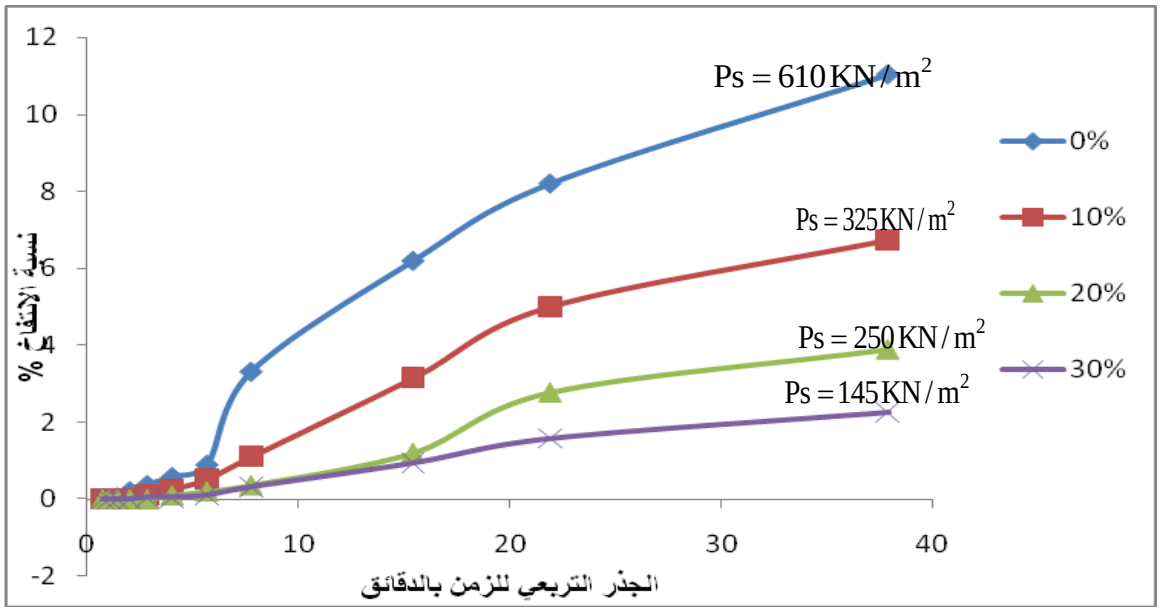
نسب (الرمل الزجاجي) المضافة للبنتونايت%	خصائص الانتفاخ		
	نسبة الانتفاخ الحر الأقصى %	ضغط الانتفاخ(Ps) Kn/m2	النقصان لضغط الانتفاخ %
0%	34.7	725	0
10%	25.78	590	19
20%	19.52	480	34
30%	12,94	380	48



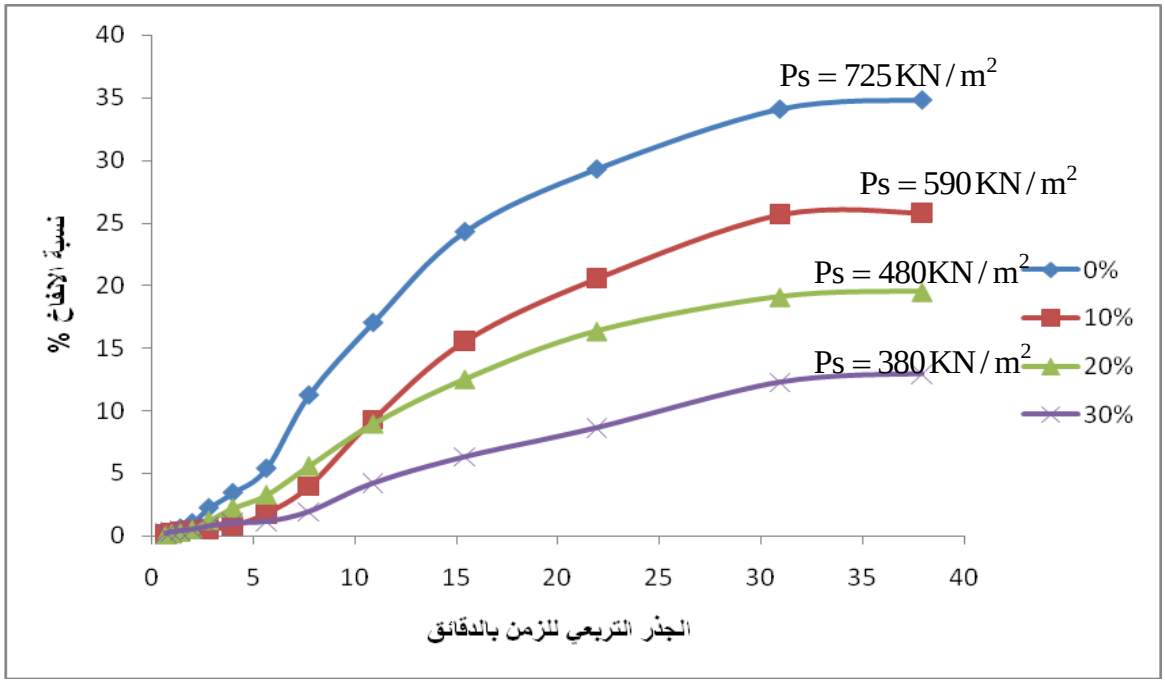
الشكل رقم(2) يبين تأثير إضافة نسب مختلفة من الرمل الزجاجي للبنتونايت على(خصائص الرص) الكثافة الجافة العظمى ومحتوى الرطوبة الأمثل



الشكل رقم(3) يبين تأثير إضافة الرمل الزجاجي بنسب مختلفة للبنتونايت على حدود اتربيرك



الشكل رقم (4) العلاقة بين الجذرالتربيعي للزمن ونسبة الانتفاخ لتربة بنتونايت غير معاملة ومعاملة بنسب مختلفة من الرمل الزجاجي تحت حمل اثقال (50Kn/m2) وكثافة جافة (1.3gm/cm3)ومحتوى رطوبة 30%



الشكل رقم (5) العلاقة بين الجذر التربيعي للزمن ونسبة الانتفاخ لتربة بنتونايت غير معاملة ومعاملة بنسب مختلفة من الرمل الزجاجي تحت حمل اثقال (0Kn/m2) وكثافة جافة (1.3gm/cm3)ومحتوى رطوبة 30%

الاستنتاجات :

- نستنتج من خلال النتائج المستحصلة من البحث ما يلي

1- يقل حد السيولة ودليل اللدونة (L.L) ، (P.I) بنسب واضحة بزيادة نسب المادة المضافة وعلى التوالي (0 ، 10 ، 20، 30%) . بينما حد اللدونة P.L . يقل بنسب قليلة جدا .

2- تزداد الكثافة الجافة العظمى γd max بزيادة المادة المضافة (الرمل الزجاجي) . بينما يقل محتوى الرطوبة الأمثل مع زيادة نسبة المادة المضافة وبشكل تدريجي .

3- تقل نسبة الانتفاخ الحر وضغط الانتفاخ بزيادة نسب المادة المضافة . وبحالتي التحميلKn/m2(0 ، 50)

4- تزداد نسبة النقصان في ضغط الانتفاخ بزيادة نسب المادة المضافة وزيادة أحمال التثقيل حيث نلاحظ أن نسبة المادة المضافة (30%) أعطت نقصان في ضغط الانتفاخ (76%) في حالة تحميل الأثقال (Kn/m2) 50 وأعطت نقصان في ضغط الانتفاخ مقداره 48% في حالة تحميل الأثقال (0 Kn/m2) .

5- نوصي باستخدام النسب (20 ، 30 %) ولتحميل أثقال 50 Kn/m2 حيث قللت نسبة الانتفاخ وضغط الانتفاخ إلى الحد المطلوب في حالة الإنشاءات ذات الأوزان الخفيفة والأبنية الخشبية .

التوصيات المستقبلية :

1 - نوصي بأجراء فحوصات الانتفاخ للترب في برنامج تحريات التربة لأي منشأ لجميع النماذج القريبة من سطح الأرض والتي تقع ضمن المنطقة التي ستتعرض إلى تغيرات في محتوى رطوبتها وبالتالي اختيار نوعية الأسس .

2 – نوصي بوضع مواصفات قياسية خاصة لتقويم ظاهرة الانتفاخ .

3 – استخدام المواد التقليدية الأخرى(الاسمنت ، والنورة بانواعها) والمواد غير التقليدية (البوليمرات) لمعالجة ظاهرة الانتفاخ .

References

(القرةغولي ،ناهدة 1979)، جيوكيميائية الصخور والمعادن الصناعية ، مطبعة شارع الرشيد بغداد P.166

AL-Qaissee , A.E., (2004)" The effect of (Sand –Cement) Mixture on the swelling characteristics of compacted clayey soil " M. Sc Thesis , Civil Engineering Department , College of Engineering AL-Mustansiria University . P.76 .

Ameta , N.K., Purohit, D.M., and Wayal ,A.S., (2007) "Characteristics ,Problems and Remedies of Expansive Soils of Rajasthan , India" University , Jodhpur , Rajasthan ,India. *www . ejge . com / 2007 / ppro 786 / ppro 786 pdf*

Chen , F.H., (1975) " Foundations on Expansive Soils," Elsevier Scientific publishing Company .

Emilio , M., and Mark ,k., (2005) " Expansive Soils – Identification ,Detection And Remediation Strategies " *www.pgatech .com.ph.*

Holtz ,W.G., and Gibbs , H.J., (1956) " Engineering properties of Expansive Clays," proceedings ,ASCE , Vol . 80,.

Jones, D.E., and Holtz , W.G., (1973) " Expansive soils – The Hidden Disaster ," Civil Engineering , ASCE Vol . 43,NO . CE8. August , .

Muntohar ,A.S., (2004) " Swelling And Compressibility Characteristics of Soil– Bentonite Mixtures " Department of Civil and Environmental Engineering ,Faculty of Engineering ,University of Malaya , Kuala Lumpur Malaysia . *http :// puslit2 . petra .ac . Id / e journal / Index . php / civl article / shop/15575 /15567*

Rogers ,J.D.,Olshansky ,R., and Rogers ,R .B., (2002) "Damage To Foundations From Expansive Soils" *htt :// web .mst .edu / ~rogersda/ expansive soils .*

Schmertmann , J . H., and Crapps , D.K., (1980) " Slope Effect on House Shrink – Swell Movements ," Journal of the Geo-technical Engineering Division, proceedings of the ASCE , Vol . 106 ,NO . GT12 , December .