Expansive Soil Stabilization By Adding River Mixture Soil

تثبيت التربة الانتفاخية بإضافة تربة المزيج النهري

بحث مقدم من قبل المهندس المدني: ارسلان انور حمد

إلى نقابة مهندسي كوردستان /فرع خانقين

2014

تثبيت التربة الانتفاخية بإضافة تربة المزيج النهري

الملخص

تنتشر التربة الانتفاخية في مناطق واسعة من العراق وخاصة في المنطقة الشمالية منه حيث إقليم كردستان, وإن خاصية انتفاخ هذه التربة تؤدي إلى تصدعات وانهيارات إنشائية, تتضمن أضرار في الطرق وانتفاخ في الأرصفة وتشققات في الأسيجة وأسس الأبنية وتشوهات في الأرضيات وهياكل الأبواب والنوافذ, وكذلك السقوف والجسور, وقد تكون هذه الأضرار خفيفة أو متوسطة أو كبيرة حسب مقدار الانتفاخ.

تم في هذه الورقة البحثية تقديم طريقة مقترحة لتثبيت التربة الانتفاخية من نوع الطَفَل (Shale) والتي تسمى محليا بـ (الگيل) وذلك بإضافة تربة من المزيج (الخابط) النهري (والمكونة من الغرين والرمل والحصى) إلى التربة الانتفاخية بنسب مختلفة. وتوصل البحث إلى أن الطريقة كفوءة في تحسين خواص التربة الانتفاخية, وان النسبة المثالية من تربة الخابط النهري المضافة كانت 20% .

Expansive Soil Stabilization By Adding River Mixture Soil

Abstract

The expansive soil is widely diffused in the Iraq especially in the north part of it where Kurdistan region, the swelling property of this

soil leads to many types of constructional damages, deformations and failures, involves damages in the roads, shoulders, cracks or failure in the fences, foundation of the buildings, and beams and slabs, deformation in the floors, doors and windows. These damages may be simple or moderate or massive according to the swell amount.

This paper presents a proposed method for expansive soil stabilization which called locally (Geel), by adding river mixture soil (which compose from silt, sand and gravel) to the expansive soil in various percentages. The results show that the proposed method is very efficient for improving the expansive soil properties, and that the typical amount of added river mixture soil to the expansive soil is 20%.

KEYWORDS: Expansive Soils, Swelling Pressure, soil stabilization.

المقدمة:

إن التربة القابلة للانتفاخ هي التربة التي يتغير حجمها نتيجة تغير المحتوى المائي لها، حيث يزداد حجمها وتنتفخ عندما تمتص الماء، وينقص حجمها ويتقلص عندما تجف .تغير الحجم يؤدي إلى تشوهات في التربة تكون على شكل هبوط بسبب انكماش التربة نتيجة جفافها أو على شكل انتفاخ بسبب انتفاخ التربة نتيجة امتصاصها للماء وزيادة رطوبتها .وانتفاخ التربة يؤدي إلى تصدعات وانهيارات إنشائية تتضمن انتفاخ في الأرصفة وتشققات في الأسيجة وأسس الأبنية وتشوهات في الأرضيات وهياكل الأبواب والنوافذ, وكذلك السقوف والجسور وقد تكون هذه التشوهات خفيفة أو متوسطة أو كبيرة حسب مقدار الانتفاخ [1].

تمتاز التربة الانتفاخية بأنها عند تعرضها للماء تبدأ بالانتفاخ مسببة تسليط قوة على المنشات المقامة عليها وهذا يحدث غالبا في مواسم المطر أو عند تسرب الماء من مصدر قريب إليها لسبب معين كحدوث انكسار في أنابيب ماء الإسالة أو المجاري. وفي موسم الجفاف (الصيف) تفقد هذه التربة الماء وتبدأ بالانكماش مسببة هبوط كبير للمنشات المقامة عليها. وان تناوب مواسم المطر والجفاف لعدة مرات تسبب ظهور الأضرار على المباني المقامة على هذه التربة وخاصة المباني التي تسلط أحمال غير متساوية على المساحة المقامة عليها نتيجة تناوب عمليات الرفع والهبوط للتربة. مثلا دار سكني يتألف من طابق ارضي كامل ونصف طابق أول فان هذه الدار ستتعرض للهبوط غير المتجانس للتربة وكذلك للرفع الناتج من انتفاخ التربة, حيث أن الجزء الأثقل من الدار سيرتفع من جراء انتفاخ التربة التي تحتها بنسبة اقل بكثير من الجزء ذات الطابق الواحد الأقل حملا الذي سيرتفع من جراء انتفاخ التربة التي تحتها. وهذا الفرق في الرفع سيؤدي إلى حدوث وظهور الشقوق في البناية وخاصة في المناطق الفاصلة بين جزئي البناية (الجزء ذو الطابق الواحد والجزء ذو الطابقين). وتنمو هذا الشقوق بتناوب مواسم الرطوبة والجفاف ويؤدي إلى إلحاق الأضرار بالمباني. أو من المحتمل أن يحدث فرق بالرفع من جراء وصول الماء إلى جزء من التربة التي تحت المنشاة وليس كلها فينتفخ الجزء المعرض للماء ويرفع الجزء الذي فوقه من المنشأ.

وكما هو معروف فان التربة الانتفاخية منتشرة في العراق بشكل واسع وخاصة في المنطقة الشمالية وكثيرا ما يصادف المهندسون هذه التربة فيبدؤون بالبحث عن حل لها كإبدالها

بتربة أخرى أو تكييف تصاميم المنشات كي تقاوم مشاكل هذه التربة أو بتجنب وصول الماء إلى تربة الموقع بشكل دائمي للموقع وغيرها.

إن الخسائر الناجمة من الأضرار التي تلحقها التربة الانتفاخية في المباني والمنشات المقامة عليها تقدر بأرقام خيالية. وتعتبر التربة القابلة للانتفاخ السبب الرئيس لمعظم الأضرار التي تصيب المنشات والطرق المقامة عليها والتي قد تصل قيمتها إلى مليارات الدولارات سنويا . فعلى سبيل المثال, قدرت الخسائر الناجمة عن التربة القابلة للانتفاخ بحوالي ستة إلى عشرة ملايين دولار سنويا لصيانة الطرق في ولاية تكساس فقط بالولايات المتحدة الأمريكية [2]، وقدرت الخسائر الناتجة عن تصدعات وانهيار المباني والطرق المقامة على التربة القابلة للانتفاخ في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1985 م بحوالي 10 مليارات دولار سنويا، حيث، أنفق نصف هذه الأموال على إصلاح الطرق وحدها [3].

وتم إزالة 24 فيلا ، و 300 بلاطة أرضية، وأرصفة، وطرق في أحد المشاريع بالمنطقة الشرقية مقامة على تربة قابلة للانتفاخ قبل الاستفادة من المشروع، حيث ظهرت التشققات والتصدعات في المباني، كما ظهرت ارتفاعات في الأرصفة والطرق بعد أن وصل الماء إلى التربة فزاد حجمها وانتفخت. وقدرت قيمة الخسائر في هذا المشروع بحوالي 60 مليون ريال سعودي على الأقل [4] .

الدراسات السابقة:

قدم الباحثون الكثير من الجهد لمعالجة مشكلة الانتفاخ في التربة الانتفاخية, وتم استخدام مواد مضافة إلى هذه التربة لمعالجة المشكلة. ونورد هنا بعضاً من هذه البحوث. فقد قام الباحث Erdal Cokca (2001) بدراسة تضمنت إضافة مادة الرماد إلى التربة الانتفاخية لتحسين خواصها الهندسية , وأثبتت الدراسة نقصان خاصية الانتفاخ بزيادة نسبة الرماد المضاف وان نسبة 20% كانت أفضل نسبة [5]. وقدم الباحثون Pandian et. al (2002) دراسة عن أنواع مختلفة من الرماد إلى التربة الانتفاخية لتحسين مقدار الـ California Bearing Ratio (CBR) لها وذلك بزيادة مقاومة الاحتكاك للتربة والتي تؤدي إلى زيادة مقاومتها الكلية [6]. وقام الباحثان Phanikumar and Sharma (2004) بدراسة تضمنت إضافة الرماد إلى التربة الانتفاخية بنسب مختلفة لتحسين خواصها وأثبتت الدراسة كفاءة الرماد في تحسين خواص التربة الانتفاخية [7] [8]. وقام الباحثون Ameta et.al (2007) بإضافة الجبسم (gypsum) والرمل بنسب مختلفة إلى التربة الانتفاخية لمعالجة مشكلة الانتفاخ فيها وتوصلا إلى تقليل ضغط الانتفاخ بنسب عالية بهذه الطريقة [9]. وتم في هذا البحث استخدام المزيج النهري المكون في اغلبه من الغرين والرمل والحصى لتثبيت التربة الانتفاخية وذلك لوفرة هذه التربة (المزيج النهري) في الوديان والأنهر القريبة من مواقع العمل بكثرة وبالتالي تقليل الكلفة استخدامها.

آلية انتفاخ التربة الانتفاخية:

يعزى سبب انتفاخ التربة الانتفاخية بشكل مبسط إلى أن حبيبات التربة الطينية هذه تكون دقيقة جدا وتكون بشكل صفائح, وعند تعرضها للماء فان شحنات كهربائية من نوع محدد تتكون وتحيط بهذه الصفائح, وبما أن الشحنات الكهربائية المتشابهة تتنافر, فان الصفائح المحاطة بالشحنات الكهربائية تتنافر فيما بينها تاركة فراغات مؤدية إلى زيادة حجم التربة أي انتفاخها.

العوامل المؤثرة على مقدار الانتفاخ في التربة الانتفاخية:

إن العوامل المؤثرة في مقدار الانتفاخ عديدة ومختلفة، ولكن يمكن تقسيمها إلى قسمين رئيسين هما:

1. **العوامل الداخلية:** ويقصد بها خواص التربة الهندسية وتشمل محتوى الماء الطبيعي، والكثافة الجافة الأولية، ومحتوى الطين، والتركيب المعدني للتربة، ونوع معادن الطين، وحدود أتربرغ خاصة حد السيولة وحد اللادونة، ونفاذية التربة. حيث أن التربة الجافة تمتص الماء أكثر من التربة الرطبة وبالتالي تنتفخ أكثر. وكلما زادت الكثافة الجافة الأولية للتربة زاد الانتفاخ عند تعرضها للماء. والتربة المحتوية على معدن المونتموريلونايت تنتفخ أكثر من التربة المحتوية على معادن الكائولينايت والألايت وذلك لضعف الترابط بين جزيئات معدن المونتموريلونايت حيث يتمكن الماء من الدخول بينها ويتسبب في تباعدها وبالتالي في زيادة حجمها وانتفاخها [1].

2. **العوامل الخارجية:** وتشمل العوامل الحقلية والعوامل المعملية .حيث تشمل العوامل الحقلية الأحوال المناخية الرطوبة والحرارة، وسمك طبقة التربة القابلة للانتفاخ والعمق التي توجد عليه، ونوعية المباني ومدة تطبيق الأحمال على التربة، وتاريخ التربة وما تعرضت له في الماضي من رطوبة وجفاف وأحمال، ومنسوب المياه الجوفية. وكذلك فإن طريقة الحدل ونوعية العينات المخلخلة و غير المخلخلة وحجمها تؤثر على مقدار الانتفاخ المقاس في المعمل. حيث أنه كلما كانت تقلبات المناخ من رطوبة وجفاف كبيرة كلما زادت قابلية التربة للانتفاخ. كما أنه كلما زاد سمك طبقات التربة القابلة للانتفاخ وقربها من منطقة التأسيس للمباني كلما زاد خطر احتمال الانتفاخ. وتتعرض المباني الخفيفة والأسوار والأرصفة للضرر أكثر من المنشات الضخمة الثقيلة الوزن. كما تعتبر المياه الجوفية مصدرا للرطوبة وامتصاص الماء. وكلما زادت قلقلة عينات التربة كلما زاد مقدار الانتفاخ المقاس في المعمل[1].

الطرائق الشائعة لمعالجة التربة الانتفاخية:

يوجد العديد من الخيارات لمعالجة التربة القابلة للانتفاخ وتخفيف آثارها على المنشآت المقامة عليها، وتشمل معالجة التربة الطرائق الآتية[4] [10] [11]:

1. استبدال التربة القابلة للانتفاخ بتربة جيدة، وذلك عندما تكون التربة القابلة للانتفاخ قريبة من سطح الأرض وذات سمك قليل حيث يمكن استبدالها بتربة أفضل منها ويتم حدل التربة الجديدة جيدا.
2. تغيير طبيعة التربة القابلة للانتفاخ وخواصها الهندسية، ويتم ذلك بعدة طرائق من أهمها: الحدل المنتظم لطبقات التربة. والترطيب المسبق وذلك بإشباع التربة بالماء والسماح لها بالانتفاخ قبل بدء الإنشاء ومن عيوب هذه الطريقة أنها تستغرق وقتًا طويلا قد يصل إلى عدة شهور. أو منع تسرب المياه للتربة القابلة للانتفاخ المقام عليها المنشأة وذلك باستخدام عوازل للرطوبة مثل بعض الألواح المعدنية أو الحواجز المائية لتقليل تسرب الماء للتربة وبالتالي تقليل مقدار الانتفاخ وقد تكون هذه العوازل أفقية لمنع تسرب المياه من سطح الأرض، أو تكون عمودية تحيط بالمنشأة وتمنع تسرب المياه بشكل أفقي.

   أو معالجة التربة القابلة للانتفاخ كيميائيا وذلك بضخ المثبتات الكيميائية مثل الجير أو السمنت بين فراغات التربة حيث تساعد على تقليل حد السيولة ومعيار اللادونة وبالتالي تقليل مقدار الانتفاخ.
3. تقوية المنشآت وذلك بتصميم عناصر المنشأ من بلاطات، وجدران، وأعمدة، وأساسات لتتحمل الانتفاخ والضغط الناتج عنه. كأساسات للمبنى بحيث تنقل الأحمال خلال التربة القابلة للانتفاخ
4. عمل نظام تصريف للمياه في الموقع بعيد عن المنشآت بحيث يمنع تجمع المياه وبالتالي تسربها للتربة القابلة للانتفاخ.

الفحوصات المختبرية:

تم إجراء فحص قياس ضغط الانتفاخ للتربة باستخدام جهاز فحص الانضمام (Oedometer or Consolidometer) لنماذج تم جلبها من موقع للتربة الانتفاخية وكذلك لتربة المزيج النهري, حيث تم اخذ نماذج مختلفة من التربة الانتفاخية من منطقة الفاضلية التابعة لناحية بعشيقة لإجراء الدراسة عليها, وتم إيجاد ضغط الانتفاخ للتربة قبل وبعد إضافة نسب مختلفة من المزيج النهري. ومن ثم خلطهما بنسب محددة وقولبتها داخل المختبر، وكانت النتائج كما في الجدول (1) والجدول (2).

منافشة النتائج:

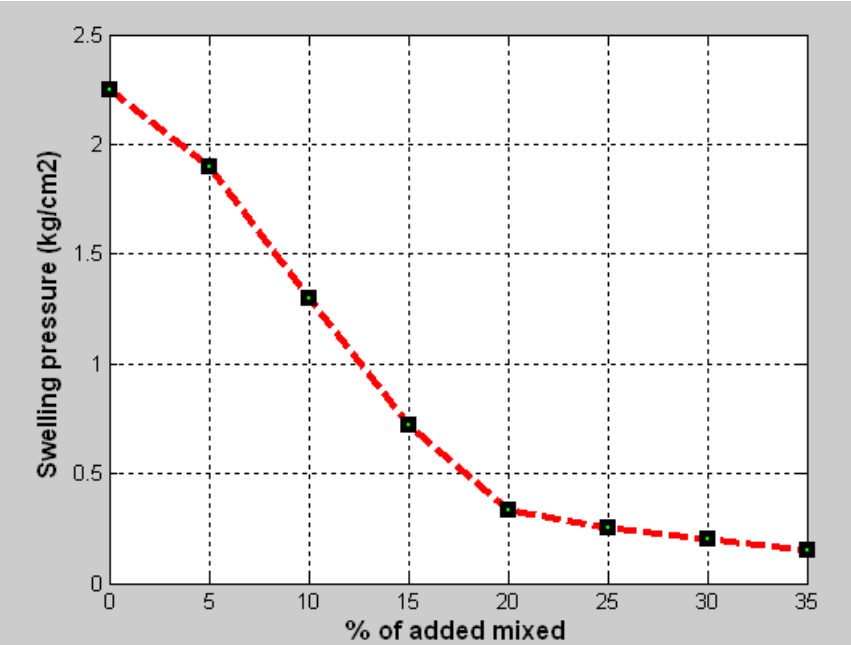
يوضح الشكل (1) والشكل (2) على التوالي أن إضافة المزيج النهري إلى التربة الانتفاخية أدت إلى التقليل من ضغط الانتفاخ للتربة بشكل فعال (تقريباً 85% نقصان) عند نسبة مزيج نهري مضاف مقدارها 20% , وبعدها أصبح النقصان في الضغط اقل أي قل تأثير إضافة المزيج النهري. ويعزى سبب التحسين إلى أن حبيبات المزيج النهري تفصل بين قطع التربة الانتفاخية وبالتالي لا تتنافر تلك الكتل من جراء تنافر الشحنات الكهربائية المتكونة على أسطحها كما هو معتاد عند تعرضها للماء والذي يعد السبب في انتفاخ التربة الانتفاخية.

جدول (1): مقدار ضغط الانتفاخ لنماذج التربة المضاف لها المزيج النهري بنسب مختلفة

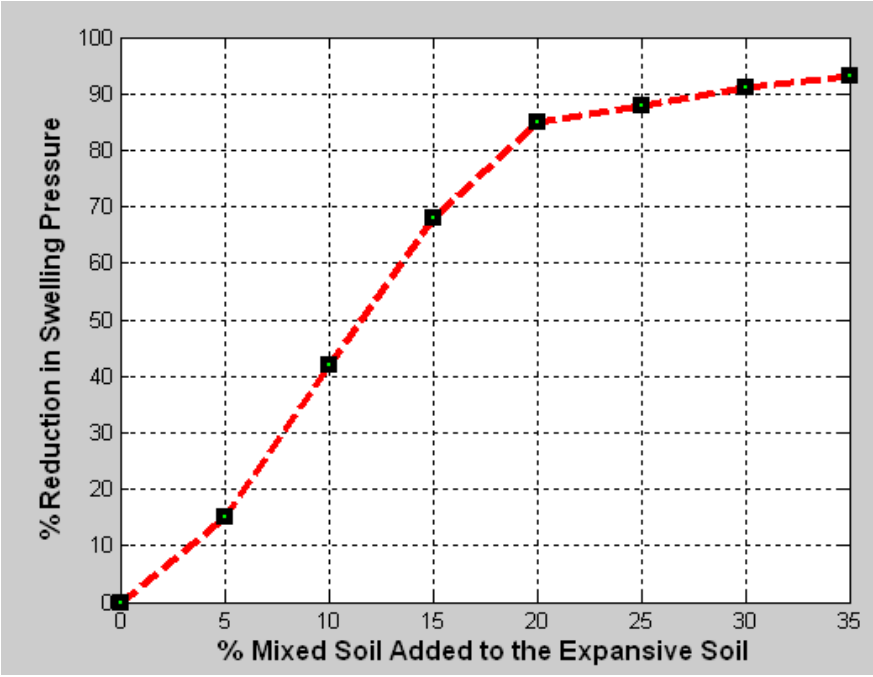
% للمزيج النهري المضاف	ضغط الانتفاخ (kg/cm2)
0	2.25
5	1.9
10	1.3
15	0.72
20	0.33
25	0.25
30	0.2
35	0.15

جدول (2): النسبة المئوية لنقصان ضغط الانتفاخ لنماذج التربة المضاف لها المزيج النهري

% للمزيج النهري المضاف	% نقصان ضغط الانتفاخ
0	0
5	15
10	42
15	68
20	85
25	88
30	91
35	93



الشكل (1): التغير في مقدار ضغط الانتفاخ للتربة مع زيادة نسبة المزيج النهري المضاف.



الشكل (2): نسبة نقصان ضغط الانتفاخ للتربة مع زيادة نسبة المزيج النهري المضاف.

الاستنتاجات:

من النتائج التي تم الحصول عليها, تم استنتاج الآتي:

1. إضافة المزيج النهري إلى التربة الانتفاخية أدت إلى نقصان في ضغط الانتفاخ للتربة بشكل طردي مع النسبة المضافة.
2. إن النسبة المثالية من المزيج النهري المضاف إلى التربة الانتفاخية لتقليل ضغط الانتفاخ كانت 20%.
3. إن استخدام نسبة اكبر من 20% من المزيج النهري يقلل من ضغط الانتفاخ ولكن بشكل قليل جدا وتصبح عندها المعالجة غير اقتصادية.

المصادر:

[1] المهيدب, عبدالله بن إبراهيم, " خواص التربة القابلة للانتفاخ في المملكة العربية السعودية", (2002 م).

[2] Krohn, J. P. and Slosson, J.E. "Assessment of Expansive Soils in the United States" Proceedings of Forth International Conference on Expansive Soils, Denver, Colorado, U.S.A., (1980), 596-608.

[3] Steinberg, M. L. "Controlling Expansive Soil Destructiveness by Deep Vertica Geomembranes on Four Highways" Transportation Research Record no. 1032, Nationa Research Council, Washington, D.C. , U.S.A., (1985), 48-53

[4] حميد ، رضوان أمين ، " التربة المنتفخة .. أخطارها والحماية منها "مجلة القافلة، المجلد ٢٤ ، العدد 3, (1416 هـ), ص 38-39.

[5] Erdal Cokca (2001) “Use Of Class C Fly Ashes for the Stabilization – of an Expansive Soil” Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering Vol. 127, July, pp. 568-573.

[6] Pandian,N.S.,Krishna,K.C.& Leelavathamma B., (2002), Effect of Fly Ash on the CBR Behaviour of Soils , Indian Geotechnical Conference , Allahabad, Vol.1,pp.183-186.

[7] Phanikumar B.R., & Radhey S.Sharma(2004) “Effect of flyash on Engg properties of Expansive Soil” Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering Vol. 130, no 7,July, pp. 764-767.

[8] Huvaneshwari, S., Robinson, R. G. and Gandhi, S. R., " stabilization of expansive soils using fly ash", Fly Ash Utilization Programme (FAUP), TIFAC, DST, New Delhi – 110016, (2005).

[9] Ameta, N. K., Purohit, D.G. M. and Wayal, A. S. " Characteristics, Problems and Remedies of Expansive Soils of Rajasthan, India", EJGE journal, (2007).

[10] Dhowian, A. W., Erol, A.O. and Youssef, A.A. " Evaluation of Expansive Soils and Foundation Methodology in the Kingdom of Saudi Arabia" Final Report, King bdul Aziz City for Science and Technology, AT-5-88 (1990).

[11] Das, B.M. " Principles of Foundation Engineering" Pacific Grove Brookes/Cole Publishing Company, 1999.