

## الخلاصة

في هذا البحث، تم استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية في محاولة لتمثيل تصرف الركيزة المنفردة المحملة تحمياً محورياً.

تم تكوين أربعة نماذج عصبية، ثلاث منها تعتمد على نتائج التحليل باستخدام برنامج العناصر المحددة. وهذه النماذج الثلاث قسمت كالآتي: اثنان منها لحالة الركيزة المغروزة في التربة الرملية (PSC) و (PST) وانموذجاً للركيزة المغروزة في التربة الطينية (PCC). اما الانموذج الرابع (PFT) فقد اعتمد على نتائج فحوصات حقلية اجريت في مدينة بغداد لركائز مسبقة الصب معرضة الى قوة ضغط. بالنسبة للنماذج الثلاث استخدمت قاعدة بيانات مؤلفة مما مجموعه 1250 حالة لكل انموذج. فقد تم تجميع هذه البيانات من تحليل 125 مسالة لكل انموذج باستخدام برنامج حاسوبي يعتمد طريقة العناصر المحددة (FEM). ولقد تم في البداية التأكد من دقة نتائج البرنامج من خلال استخدامه في تحليل خمس حالات من البحوث السابقة وكانت نتائج البرنامج جيدة عند مقارنتها مع النتائج الحقيقية.

لقد تم تحديد خمسة عوامل على انها العوامل التي يحتمل ان تكون الاكثر تأثيراً على حساب الهبوط في الركيزة. وهذه العوامل بالنسبة للركيزة المغروزة في الرمل هي: قطر الركيزة ونسبة الطول الى القطر والنسبة بين معاملي المرونة للركيزة والتربة وزاوية الاحتكاك الداخلي للتربة والحمل المسلط. اما الركيزة المغروزة في الطين فكانت هذه العوامل هي: قطر الركيزة ونسبة الطول الى القطر والنسبة بين معاملي المرونة للركيزة والتربة ومقدار تماسك التربة والحمل المسلط. اما نتيجة هذه النماذج فكانت مقدار الهبوط الحاصل في الركيزة.

استخدمت الشبكات المتعددة الطبقات والمدرية باستخدام طريقة الانتشار الرجعي للخطأ لتمثيل تصرف الركيزة المنفردة. فقد تم دراسة تأثير بنية الشبكة العصبية الاصطناعية على اداء النماذج الثلاث بالاضافة الى دراسة الاهمية النسبية للعوامل المؤثرة على هبوط الركيزة المنفردة من خلال المعلومات التي تم الحصول عليها من الشبكة واعطاء معادلات عملية لغرض حساب الهبوط.

لقد وجد بان الشبكات العصبية الاصطناعية لها القابلية على تمثيل تصرف الركيزة المنفردة المعرضة الى حمل ضغط او شد وبدقة عالية. كما ان النتائج بينت ان استخدام طبقة مخفية واحدة ويعقدتين يعطي انموذجاً ذو اداء جيد.

ان تحليل الحساسية لحساب الهبوط اظهر مايلي:

1. الركيزة المنفردة في الرمل: ظهر ان الحمل المسلط يكون ذو اهمية عالية تصل الى 49% للركيزة المعرضة الى ضغط و63.22% للركيزة المعرضة للشد.

اما بالنسبة لبقية العوامل فكان قطر الركيزة والنسبة بين معاملي المرونة للركيزة والترية وزاوية الاحتكاك الداخلي لها اهمية نسبية متوسطة في الانموذج PSC حيث كانت على التوالي: 17.54% و12.75% و12.03% بينما نسبة الاختراق فكانت ذات اهمية نسبية قليلة (8.68%) على نتائج هذا الانموذج.

وفي الانموذج PST (الركيزة المغروزة في الرمل والمعرضة للشد) فكان للعاملين: قطر الركيزة والنسبة بين معاملي المرونة للركيزة والترية اهمية نسبية متوسطة بلغت 11.64% و14.05% على التوالي. اما الاهمية النسبية لزاوية الاحتكاك الداخلي فكانت قليلة بلغت 2.19%.

2. الركيزة المنفردة المغروزة في الطين: كانت الاهمية النسبية للعوامل هي: 64.99% للحمل المسلط (اهمية نسبية عالية) و12.67% و12.18% لقطر الركيزة والنسبة بين معاملي المرونة للركيزة والترية على التوالي (اهمية نسبية متوسطة) اما المعاملين: نسبة الاختراق ومقدار التماسك فكانت اهميتهما النسبية صغيرة بلغت 5.38% و4.78% على التوالي.

اما الانموذج الرابع (PFT) فعند مقارنة نتائجه مع نتائج فحوصات حقلية اخرى لم تدخل في تكوين الانموذج وقد اجريت في نفس الموقع، فانه اظهر تقارباً جيداً مع النتائج الحقلية.

## ABSTRACT

In this study, artificial neural networks (ANNs) are used in an attempt to simulate the behaviour of axially loaded single pile, in other word prediction of pile's settlement.

Four models are built; three of them based on finite element results while the rest one is based on the field load tests results.

The three models are divided to; two models for the case of single pile in sandy soil and the other one for the case of single pile in clayey soil.

A large data bas comprising a total of 1250 case records for each model are used to develop and verify the ANN models. These data are obtained by analyzing 125 different conditions in a finite element program. The validity of the finite element program was checked by comparing its results with the results of five case histories. It gave, in general, good results.

Five parameters are considered to have the most significant effect on the magnitude of the pile's settlement; hence, they are used as the model inputs. These parameters include: the pile's diameter ( $D$ ), penetration ratio ( $L/D$ ), the ratio of modulus of elasticity of pile and soil ( $E_p/E_s$ ) and the applied load ( $Q$ ) for all ANN models. For sandy soil, angle of internal friction ( $\phi$ ) is the fifth input while soil cohesion ( $c$ ) is the fifth input for the pile in clayey soil. The model output was the settlement (or displacement) of the pile ( $s$ ).

Multi-layer perceptron training using the back-propagation algorithm are used. In this study, the feasibility of ANN technique for modeling the behaviour of axially loaded single pile is investigated. The effect of ANN geometry is investigated, information on the relative importance of the input variables are presented and practical equations for prediction of settlement are developed.

It was found that ANNs

The results of the study demonstrate that the use of one hidden layer with two nodes gives a good performance of ANN models.

The sensitivity analysis illustrated that for pile in sand: the applied load on the pile has the most significant effect on the predicted value of displacement of the pile, with a relative importance of 49% and 63.22% for pile subjected to compression and

For PSC model, pile's diameter ( $D$ ), ratio between the modulus of elasticity of pile and soil ( $E_p/E_s$ ) and the angle of the internal friction ( $\phi$ ) have a moderate impact on the prediction of settlement with a relative importance of 17.54%, 12.75% and 12.03% respectively. Penetration ratio of the pile ( $L/D$ ) has the smallest effect on the predicted value of settlement with 8.68% relative importance.

For PST model, pile diameter ( $D$ ) and the ratio of modulus of elasticity of pile to that of soil ( $E_p/E_s$ ) have a moderate effect on the predicted values of displacement with a relative importance of 11.64% and 14.05% respectively. The angle of internal friction ( $\phi$ ) has a small relative importance (2.19%) in the prediction of pile displacement.

For pile in clay (model PCC): the diameter of the pile ( $D$ ) and the ratio of the modulus of elasticity of the pile material to the modulus of elasticity of the soil ( $E_p/E_s$ ) have the same relative importance in the equation of prediction settlement of pile which are 12.67% and 12.18% respectively. Penetration ratio of pile ( $L/D$ ) and the cohesion of soil ( $c$ ) have relatively the same small effect on the predicted settlement of pile where their relative importance are 5.38% and 4.78% respectively. The applied load on the pile ( $Q$ ) has a high significant effect on the result PCC model where its relative importance is 64.99%.

The last model (PFT) is developed based on field load test results carried out at Baghdad city. The results of this model are compared with four tests and it gave a good agreement with the field results.