مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (3) العدد (٥) 2019
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies- Engineering Sciences Series Vol. (3) No. (5) 2019

دراسة تأثير أبعاد الأساس على معامل رد فعل التربة في الترب المتماسكة

زينة نضال زغيبي*

(تاريخ الإيداع ٣١ / ٣ / ٢٠١٩ . قُبل للنشر ١٣ / ١٠ / ٢٠١٩)

ملخص

يتعلق معامل رد فعل التربة بمجموعة من العوامل كأبعاد الأساس وشكله وعمق التأسيس وغيرها. يتناول هذا البحث دراسة تغيرات معامل رد فعل التربة مع تغير أبعاد الأساس من أجل مجموعة من الترب المختلفة بدرجة تماسكها من خلال النمذجة العددية لتجارب أقراص التحميل باستخدام طريقة العناصر المنتهية (FEM) و برنامج Plaxis-2D . تم اعتماد قانون مور كولومب في توليد منحنيات الحمولة _الهبوط حيث تتقارب منحنيات التحميل الحاسوبية الناتجة بشكل جيد مع المنحني الحقيقي.

أظهرت النتائج من أجل مجموعة الترب المدروسة أنه تقل قيم معامل رد فعل التربة مع زيادة أبعاد الأساس ، كما أنه بمقارنة النتائج العددية مع النتائج التي تعطيها علاقة ترزاكي في حساب معامل رد فعل التربة لحالة الترب المتماسكة ، تبين أن الأخيرة لا تأخذ تماسك التربة بعين الاعتبار. تم اقتراح إضافة معامل z على علاقة ترزاكي يأخذ بعين الاعتبار تأثير التماسك على قيمة معامل رد فعل التربة المرن ، حيث بينت النتائج أنه ومن أجل البعد نفسه تزداد قيمة معامل رد فعل التربة مع زيادة التماسك .

الكلمات المفتاحية: معامل رد فعل التربة –تجارب أقراص التحميل– .Plaxis 2D

* ماجستير – قسم الهندسة الجيوتكنيكية– كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين– اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (3) العدد (٥) 2019

Tartous University Journal for Research and Scientific Studies- Engineering Sciences Series Vol. (3) No. (5) 2019

A Study of Foundation Size Effect on Factor of Subgrade Reaction in Cohesive Soils

Zeina Nidal Zghaybi*

(Received 31 / 3 / 2019 . Accepted 13 /10 / 2019)

Abstract

The factor of subgrade reaction is dependant on some parameters like size, shape, depth of foundation and etc. This paper treats a numerical simulation of plate loading test using Finite Element Method (FEM) and Plaxis ٢D in order to investigate the effect of the size dimension on the factor of subgrade reaction , for a group of soils which vary by their degree of cohesion . Some real plate loading test are numerically modeled and calibrated using mohr-coulomb MC,which adopted to generate plate load settlement curves.

The results show that for the same soil parameters the factor of subgrade reaction is decreased as the size dimension is increased. Then a comparison is made between the obtained results and Terzaghi relation ,which shows Terzaghi relation ignores the soil cohesion . A modification coefficient z has been added to Terzaghi′s relation to take into account the effect of cohesion ,where the results show that for a constant size dimension, the factor of subgrade reaction increases as soil consistency does.

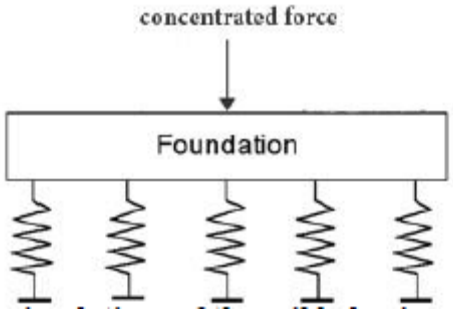
Key words: The Factor Of Subgrade Reaction- Plate Loading Test - Plaxis 2D.

*Master ,Department Of Geotechnical Engineering Tishreen University,Lattakia , Syria

.

مقدمة:

إن وسط التربة له سلوك ميكانيكي معقد غير متجانس وغير متماثل الخواص؛ ففي عام ١٨٦٧ قام وينكلر **(Winkler)** بتمثيل وسط التربة المعقد تحت سطح التحميل بنوابض مرنة ومنفصلة متطابقة، ولكن مستقلة عن بعضها بتباعدات قريبة جداً، وعرف معامل رد فعل التربة K_s على أنه النسبة بين إجهاد التماس P في أي نقطة معطاة وبين الهبوط y الناتج عنها في تلك النقطة**(Dutta & Roy ,2002)** الشكل (1) .



الشكل (1) : موديل Winkler (Dutta & Roy ,2002)

نشرت بعض الأبحاث السابقة التي أعطت قيماً عن K_s ، وكان من المفروض أن تكون لهذا المعامل قيم محددة لكل نوع تربة معين ، لكن وجد أن هذا الافتراض تقريبي وأن المسالة أعقد من ذلك .

درس كل من Terzaghi (1955),Vesic (1961) كيفية إيجاد رد فعل التربة وقد بينا أن تعيين قيمة هذا المعامل ليست بالأمر اليسير، لأنه يتعلق بعدة عوامل مثل: المواصفات الفيزيائية والميكانيكية للتربة ونوع الأساس وشكله وأبعاده والإجهادات المطبقة.

تم في الجدول (1) عرض لبعض العلاقات التجريبية الشهيرة لحساب معامل رد فعل التربة والمنتشرة في المراجع المعتمدة على معاملات مرونة التربة ومادة الأساس (Akbazad & Sadrekarimi,2009)

الجدول(1) بعض العلاقات التجريبية لحساب معامل رد فعل التربة (Akbazad & Sadrekarimi,2009)

الرقم	اسم العالم	العلاقة المقترحة
1	Biot (1937)	$K_s = \frac{0.95\ Es}{B(1-\nu^2)}\left(\frac{Es*B^4}{EI(1-\nu^2)}\right)^{0.108}$
2	Vesic (1961)	$K_s = \frac{0.65\ Es}{B(1-\nu^2)}\sqrt[12]{\frac{Es\ B^4}{E\ I}}$
3	Meyerhof and Baike	$K_s = \frac{Es}{B(1+\nu^2)}$
٤	Selvadurai	$K_s = \frac{0.65\ Es}{B(1-\nu^2)}$

حيث: E: معامل مرونة لمادة الأساس،B: عرض الأساس،ν : معامل بواسون للتربة،E_s: معامل مرونة التربة.

تعد، حقلياً، تجربة أقراص التحميل (PLT) من أهم التجارب المستخدمة لإيجاد قيمة معامل رد فعل التربة فهي تعدّ من أكثر التجارب مصداقية نظراً لأنها تعتمد على تحميل التربة في الموقع مباشرة وفي ظروف التربة الحقيقية وقياس الهبوطات المقابلة ليتم رسم منحني (حمولة–هبوط) الموافق ، رغم محدودية هذه التجربة من ناحية أقطار الاقراص المستخدمة والحمولات المطبقة وبالتالي فإن النتائج إذا أريد استخدام أقطار أكبر في التحميل تبقى بحاجة إلى تعديل ، وتستخدم في هذه التجربة الأدوات الآتية :

١.منصات التحميل بقياس ومقاومة كافية لتزويد الحمولة الإجمالية المطلوبة ووسائل مكافئة لتزويد رد الفعل الإجمالي المتوقع.

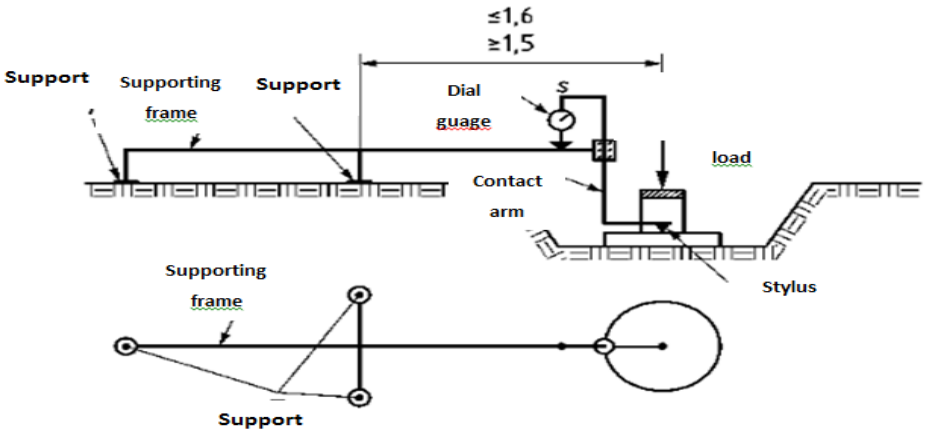
٢.مجموعة مكونة من مكبس ميكانيكي أو هيدروليكي بقدرة كافية للتزويد والاحتفاظ بحمولة أعظمية متوقعة لحالات تحميل لا تقل عن (440 kPa) على أية حال، وجهاز لقياس الضغط لقياس القوة المطبقة من قبل المكبس.

٣.أجهزة قياس القوة قادرة على تسجيل الحمولة بخطأ لا يتجاوز ٢± % من زيادة الحمولة المستعملة.

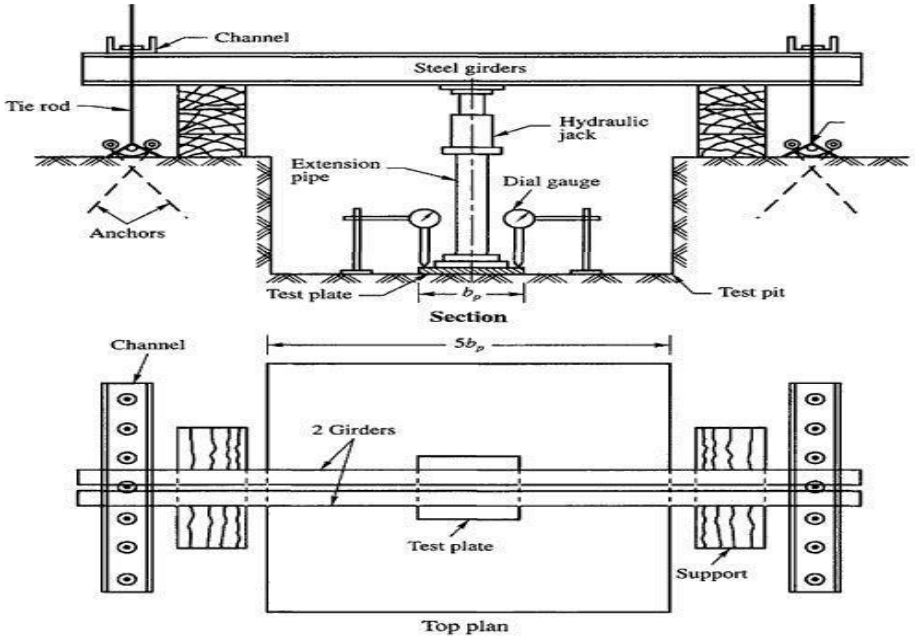
٤.أقراص تحميل وهي إما ثلاث أقراص تحميل دائرية فولاذية بسماكة لا تقل عن (25mm) وتتراوح بالقطر من (305– 762mm) ، تشمل القطر الأدنى والأقصى، وإما صفائح تحميل فولاذية مربعة بمساحة مكافئة، وكبديل يمكن أن تصب في الموقع ثلاث قواعد بيتونية صغيرة بنفس القياس المذكور أو أكبر.

٥.أجهزة تسجيل الهبوط قادرة على قياس هبوط أقراص الاختبار بدقة (0.25mm) على الأقل.

يمكن لأجهزة الاختبار أن تكون مختلفة من كود الى آخر وهي عموماً تعتمد على ظروف العمل ، ومتطلبات الاختبار ، والأدوات المتاحة؛ حيث يبين الشكل **(2)** الشكل النموذجي لتجربة أقراص التحميل بحسب الكود الألماني DIN 18134 . بينما يوضح الشكل **(3)** الشكل النموذجي لتجربة أقراص التحميل بحسب الكود الامريكي ASTM D1194



الشكل (2) : الشكل النموذجي لتجربة اقراص التحميل بحسب الكود الألماني DIN 18134



الشكل (3) : الشكل النموذجي لتجربة أقراص التحميل بحسب الكود الامريكي ASTM D1194

في عام ١٩٥٥ اقترح ترزاكي (Terzaghi) علاقة لحساب معامل رد فعل التربة بحالة الأساسات بالأبعاد الحقيقية K_s انطلاقاً من قيمة معامل رد فعل التربة لقرص التحميل K_{sp} لكل من الترب الرملية والترب المتماسكة، والعلاقات هي :

$$K_S = K_{SP}\frac{B_t}{B} \qquad \text{(في حال الترب المتماسكة)} \qquad (٥)$$

$$K_S = K_{SP}\left(\frac{B+B_t}{B}\right)^2 \qquad \text{(في حال الترب الرملية)} \qquad (٦)$$

حيث أن :

K_{sp}: معامل رد فعل التربة للقرص (KN/m^3) ، B_t : عرض قرص التحميل (m)

K_s: معامل رد فعل التربة للأساسات (KN/m^3) ، B : عرض الأساس (m)

حالياً، ومع توفر البرامج الحاسوبية القادرة على نمذجة المسائل الجيوتكنيكية أصبح بالإمكان إجراء النمذجة العددية لهذه التجربة بالعدد المرغوب منها، وتحليل النتائج ودراستها وذلك بهدف التحقق من صلاحية علاقة ترزاكي (Terzaghi)

درس (**Janbaz M., 2008**) تأثير أبعاد الأساس على معامل رد فعل التربة في الترب المتماسكة وذلك بطريقة العناصر المنتهية والتحليل الفراغي ثلاثي الأبعاد؛ حيث أظهرت هذه الدراسة أنه بازدياد بعد الأساس تقل قيمة معامل رد فعل التربة K_s .

قام(**Akbazad & Sadrekarimi,2009**) بإجراء دراسة تحليلية مقارناتية للطرق المستخدمة في تحديد معامل رد فعل التربة K_s ، وذلك لحالة حصيرة متوضعة على تربة مارل في منطقة تبريز في إيران ،حيث قارن منحنيات الهبوط_البعد عن الحافة الناتجة عن تحديد قيمة معامل رد فعل التربة من خلال النمذجة العددية بطريقة

العناصر المنتهية باستخدام برنامج Plaxis 7.2 مع المنحنيات الناتجة من خلال حساب معامل رد فعل التربة باستخدام العلاقات المقترحة من قبل (Biot,Vesic,) بينت النتائج أن علاقة Vesic هي العلاقة التي تتنبأ بالهبوط الأقرب للواقع لمارل مأخوذ من منطقة تبريز.

درس **(Marto A. et al,2012)** تأثير أبعاد الأساس على معامل رد فعل التربة بحالة الترب الرملية باستخدام طريقة العناصر المنتهية وبرنامج (Plaxis.8.2) للتحقق من صلاحية علاقة ترزاكي (Terzaghi) في حساب هذا المعامل ، وأظهرت النتائج :

١ – إنه بحال وجود المياه تقل قيمة معامل رد فعل التربة مقارنة بالحالة الجافة.

٢ – يقل هذا التأثير من أجل الأساسات ذات الأبعاد الكبيرة ، وبمقارنة النتائج العددية في كلتا الحالتين مع القيم التي تعطيها علاقة ترزاكي (Terzaghi) فقد تبين أن هذه العلاقة تعطي قيما أقل لمعامل رد فعل التربة k_s مقارنة بقيم النتائج العددية؛ فضلاً عن أنها أصلاً أهملت تأثير المياه الجوفية اذا وجدت .

قام **(Elsamee,2013)** بإجراء دراسة تجريبية لتحديد تأثير شكل الأساس وعمقه على قيمة معامل رد فعل التربة باستخدام تجارب أقراص التحميل وذلك لحالة ترب غير متماسكة.

حيث يبين الشكل (٤) أشكال الصفائح والنموذج المستخدم في الدراسة، أُخذت أعماق مختلفة للأقراص بدلالة عرض قرص التحميل (0B,0.25B,0.5B,0.75B,1B).

أظهرت نتائج هذه الدراسة أن قيمة معامل رد فعل التربة تزداد بازدياد عمق الأساس ،كما أن قيمة معامل رد فعل التربة لحالة الصفائح المستطيلة أكبر منها لحالة الصفائح المربعة والدائرية المكافئة لها بالمساحة.

الشكل (٤) : أشكال الصفائح المستخدمة في الدراسة (Elsamee,2013)

أهمية البحث وأهدافه:

يعدّ معامل رد فعل التربة K_s من البارامترات المهمة في مجال ميكانيك التربة، نظراً لاستخدامه في تقييم انزياح التربة تحت شروط التحميل، واستخدامه في حل كثير من المسائل الجيوتكنيكية، لاسيما الأساسات المرنة والأوتاد المحملة جانبياً .

يهدف هذا البحث إلى دراسة تغيرات معامل رد فعل التربة مع أبعاد الأساس في الترب المتماسكة المستقرأة من منحنيات تجربة أقراص التحميل المجراة حاسوبياً من خلال النمذجة العددية لهذه التجربة بطريقة العناصر المنتهية باستخدام برنامج (plaxis 2D) ، ومقارنتها مع علاقة ترزاكي (Terzaghi) المستخدمة في تحديد معامل رد فعل التربة لحالة الترب المتماسكة.

طريقة البحث ومواده:

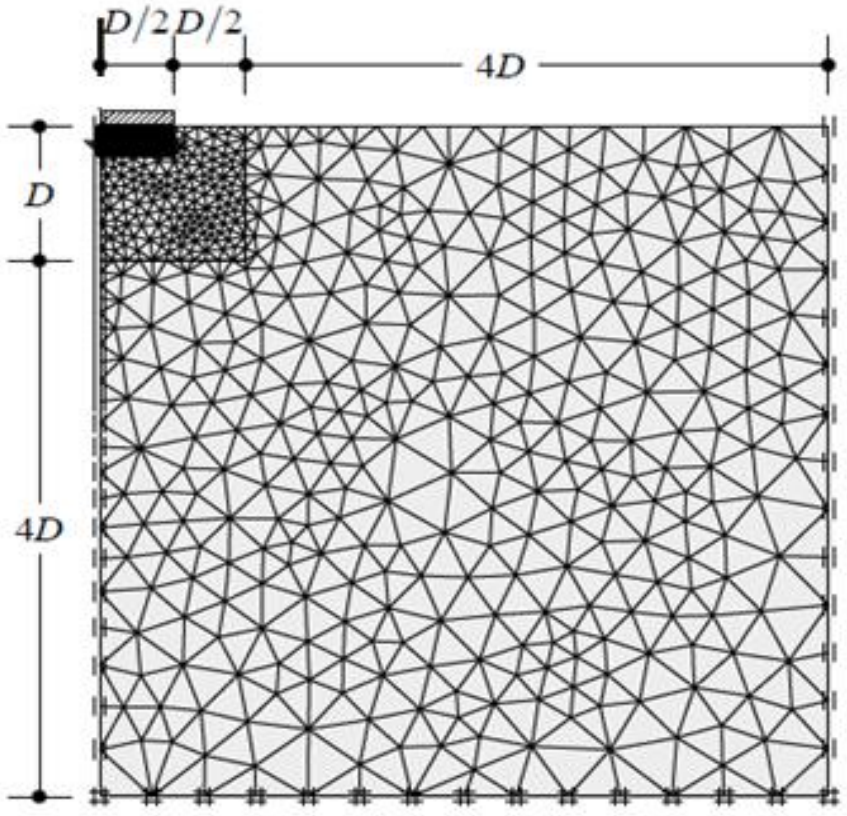
اعتمد هذا البحث على المنهج التحليلي والمقارنة ، حيث تم اتباع التسلسل الآتي في العمل :

المرحلة الأولى المعايرة (التحقق من موثوقية النموذج المستخدم) – تمت نمذجة مجموعة من تجارب التحميل الحقلية الحقيقية باستخدام برنامج Plaxis–2D وقانون مور كولومب .

إن برنامج Plaxis 2D v.86 ، يمثل أحد البرامج التي تستخدم طريقة العناصر المحددة FEM ، حيث يستخدم من أجل التحليل ثنائي الأبعاد 2D للمنشآت وللمسائل الهندسية الجيوتكنيكية، وتتوافر فيه إمكانية استخدام أنواع مختلفة من قوانين المادة الأساسية والمتطورة لنمذجة السلوك الإجهادي _التشوهي الخطي واللاخطي لحالات التربة المتنوعة إضافة إلى إمكانية إدخال دراسة التأثير المتبادل بين المنشأ والتربة من خلال عناصر التماس Intrfaces Elements الموجودة ضمن بيئة البرنامج التي تأخذ بالحسبان الإجهادات المماسية بين المادتين ، وذلك من خلال معامل يدعى R_{inter} يربط بين معاملات المواد المختلفة ويتعلق بنوعية المادة وخشونة السطح (Plaxis,2005).

اعتمدت حدود النماذج المستخدمة بأبعاد كافية بحيث تبقى النتائج مقبولة وصحيحة وغير متأثرة بأية حدود طرفية، حيث أخذت ضمن مجال تباعد أفقي وشاقولي يساوي 5D (Azizi F.,1999 ; Kumar & Anbese,2015) ، كما هو مبين في الشكل(٥).

أخذت حالة التناظر المحوري (Axisymmetry) بافتراض الأقراص المحملة دائرية الشكل، وقد اختيرت عناصر التقسيم مثلثية بـ 15عقدة، واستخدم العنصر الخطي plate لتمثيل قرص التحميل، كما افترض وجود عناصر تماس (Interface Elements) بين قرص التحميل والتربة التي هي على تماس معها من أجل أخذ التماس والتأثير المتبادل بين التربة وقرص التحميل بالحسبان.



الشكل (٥) : أبعاد النموذج العددي المعتمد باستخدام برنامج Plaxis 2D

قمنا بمعايرة البرنامج على التجربة التي أجراها (Consoli C. et all,1998) في شمال البرازيل لتربة غضارية موصفاتها مبينة في (الجدول ٢) .

الجدول (2) : مواصفات التربة (Consoli C. et all,1998)

البارامتر	القيمة
φ	26°
C	17KN/m^2
R_{inter}	0.6
γ_{unsat}	17.7 KN/m^3
γ_{sat}	19 KN/m^3
E_{ref}	10 MPa

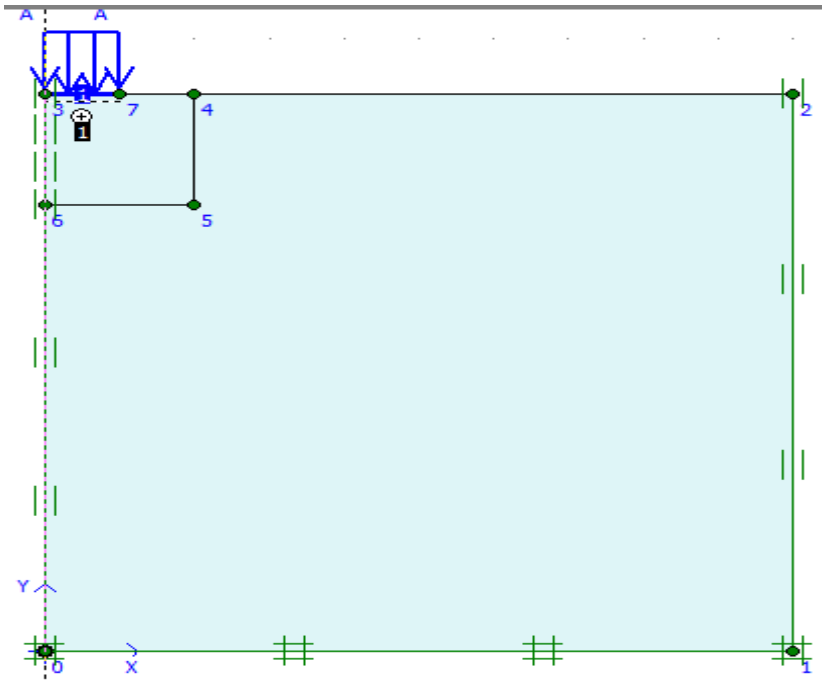
حملت النماذج العددية بتطبيق إجهادات شاقولية محددة على قرص التحميل، وقيست الهبوطات المقابلة.

وقد تمت المعايرة من أجل أقطار مختلفة لقرص التحميل لضمان موثوقية العمل، يبين الجدول (٣) مواصفات أقراص التحميل المستخدمة.

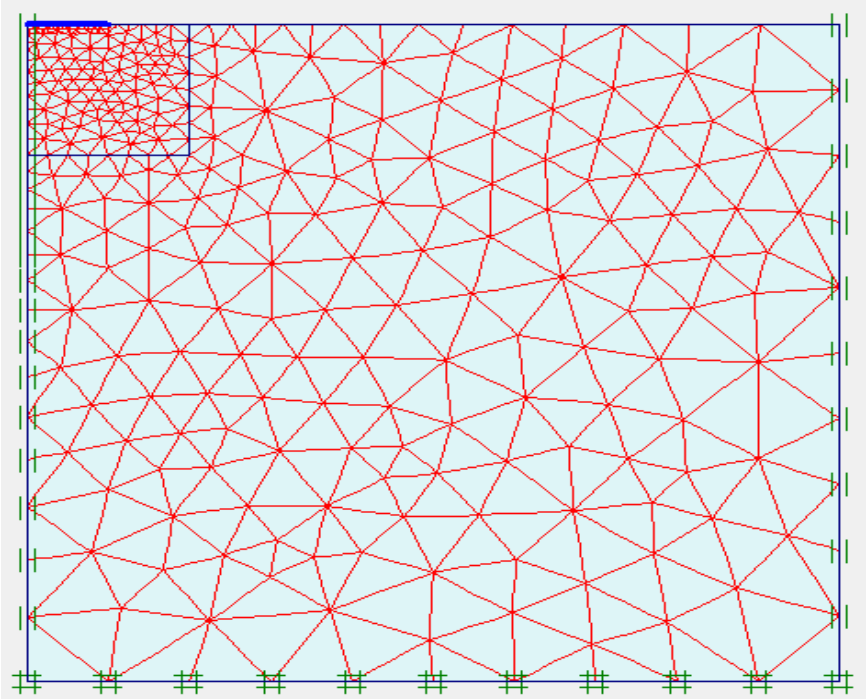
الجدول (3) : مواصفات أقراص التحميل

البارامتر	القيم العددية			الواحدة
	D=300mm	D=450mm	D=600mm	
d	0.025	0.04	0.05	M
v	0.3	0.3	0.3	_
R_{inter}	0.6	0.6	0.6	_
E.A	$1.9*10^7$	$3.4*10^7$	$7.6*10^7$	KN/m
E.I	1000	3950	6000	$KN.m^2/m$

يوضح الشكل (٦) النموذج العددي لحالة قطر قرص التحميل المساوي(300mm) ، كما يبين الشكل(٧) النموذج العددي بعد إجراء التقسيم باستخدام العناصر المثلثية.



الشكل (٦): النموذج العددي لتجربة أقراص التحميل (D=300mm)



الشكل (٧) : النموذج العددي لتجربة أقراص التحميل بعد إجراء التقسيم (D=300mm)

المرحلة الثانية – تم توليد عدد كبير من تجارب التحميل باستخدام البرنامج من أجل الحالات المختلفة بعد اعتماد شروط التطابق الأفضل في المرحلة الأولى (قانون مور كولومب) بين النمذجة والواقع .

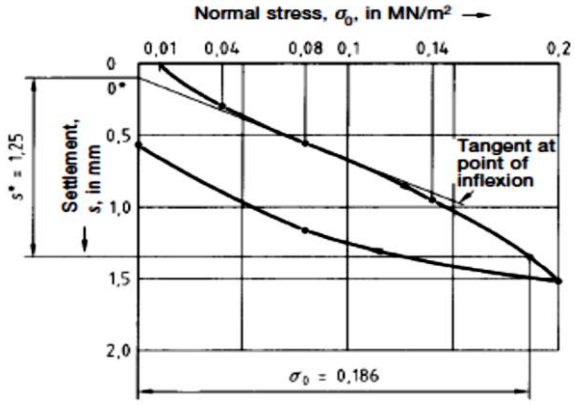
حيث استخدمت في التحليل العددي أربعة أنواع من الترب المختلفة بدرجة تماسكها (Bowels,1998) والواردة مواصفاتها في الجدول الآتي:

الجدول (٤): مواصفات الترب المدروسة

اسم الزمرة	Φ	C (kPa)	Es (mPa)	γ (kN/m^3)	v
A	18	18.75	11	16	0.3
B	21	37.5	22	18	0.35
C	24	75	45	19	0.35
D	26	100	60	21	0.35

وتم تحديد قيم معامل رد فعل التربة (K_s) وفق DIN 18134 من منحني (حمولة – هبوط) بواحدة MN/m^3 من الإجهاد الناظمي الموافق لهبوط وسطي مساوٍ إلى 1.25mm وذلك لحالة قطر قرص التحميل (D=762mm) ، كما يبين الشكل (8).

$$k_s = \frac{\sigma_0}{s} = \frac{\sigma_0}{0.00125} \quad MN/m^3 \qquad (٧)$$



الشكل (8) : تحديد معامل رد فعل التربة وفق DIN 18134

وأما من أجل الأقطار الأخرى لقرص التحميل فإن قيمة الهبوط التي سوف تعتمد في هذا البحث لحساب معامل رد فعل التربة K_s تؤخذ بالتناسب مع الحالة النظامية التي قطر القرص التحميل فيها D=762mm وفق الكود الألماني.

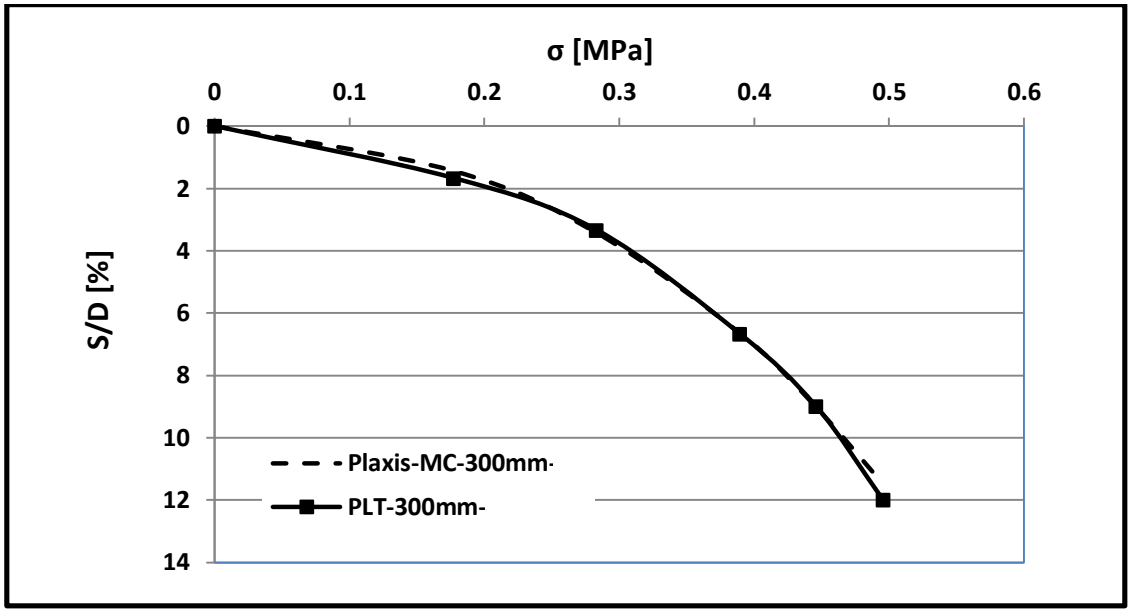
تمت الدراسة البارامترية من أجل أبعاد للأساس (0.3,0.45,0.6,0.75,1,2,4,5,7,8,9,10,12,14,16,18)m باستخدام برنامج Plaxis 2D ، كما تم رسم منحني الحمولة –الهبوط لكل حالة، وتحديد قيمة معامل رد فعل التربة الخاص بكل منحني وفق DIN 18134.

المرحلة الثالثة – أجري تحليل موضوعي منطقي لنتائج المرحلة الثانية السابقة وتمت دراسة العلاقة بين أبعاد الأساس ومعامل رد فعل التربة k_s، ثم مقارنة النتائج المتوصل إليها مع علاقة ترزاكي المستخدمة في تحديد معامل رد فعل التربة لحالة الترب المتماسكة(C,Φ).

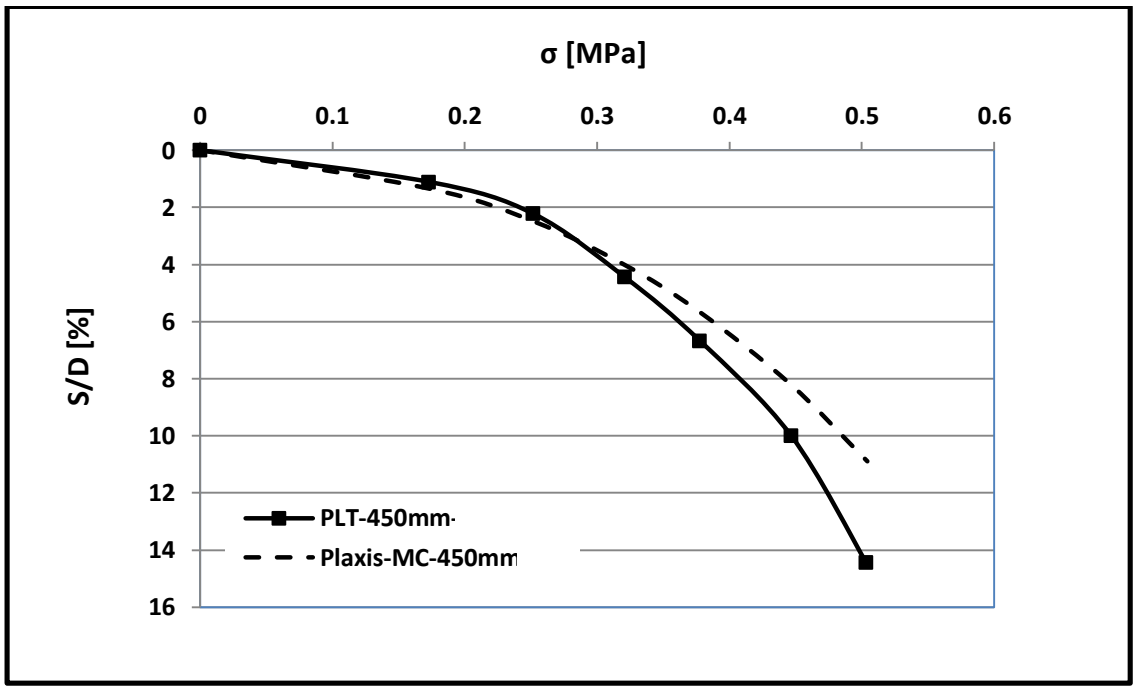
النتائج والمناقشة:

A.معايرة برنامج PLAXIS المستخدم:

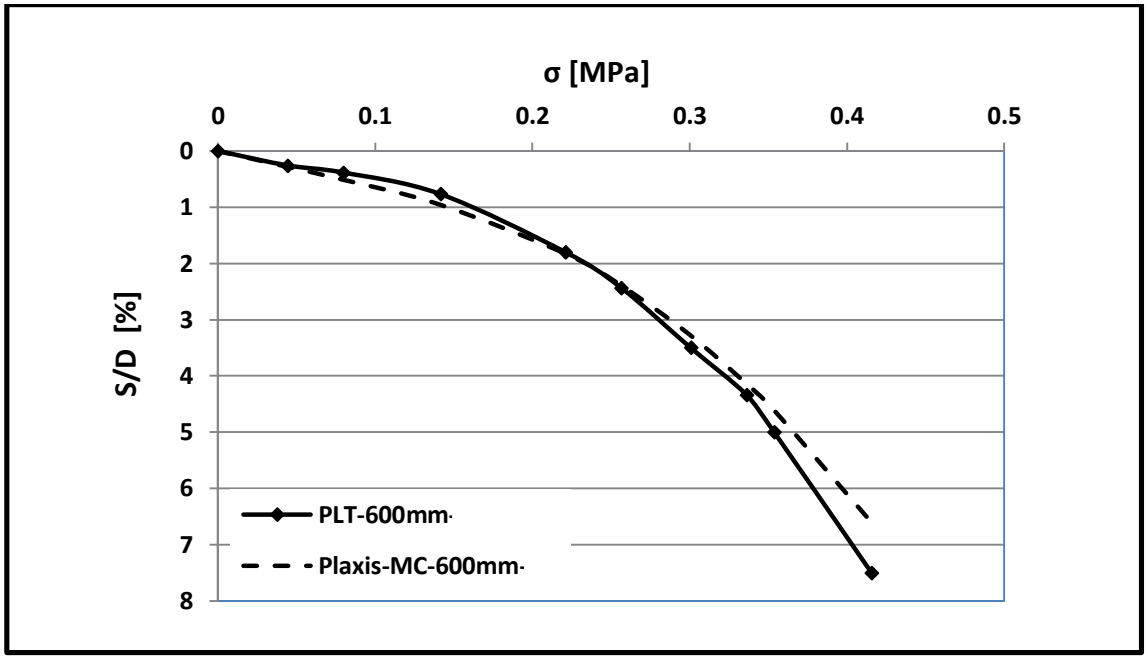
تم رسم المنحنيات البيانية التي تبين العلاقة بين الإجهاد المطبق على قرص التحميل والهبوط النسبي المقابل لها (s/D) % ثم قورنت المنحنيات الناتجة بالبرنامج مع منحنيات التجارب الحقيقية والأشكال (٩) و(١٠) و (١١) توضح النتائج.



الشكل (٩) : مقارنة بين المنحنيات الحاسوبية والمنحنيات الحقلية
لحالة قرص التحميل تحميل بقطر300mm



الشكل (١٠) : مقارنة بين المنحنيات الحاسوبية والمنحنيات الحقلية
لحالة قرص التحميل تحميل بقطر450m



الشكل (١١) : مقارنة بين المنحنيات الحاسوبية والمنحنيات الحقلية
لحالة قرص التحميل تحميل بقطر600mm

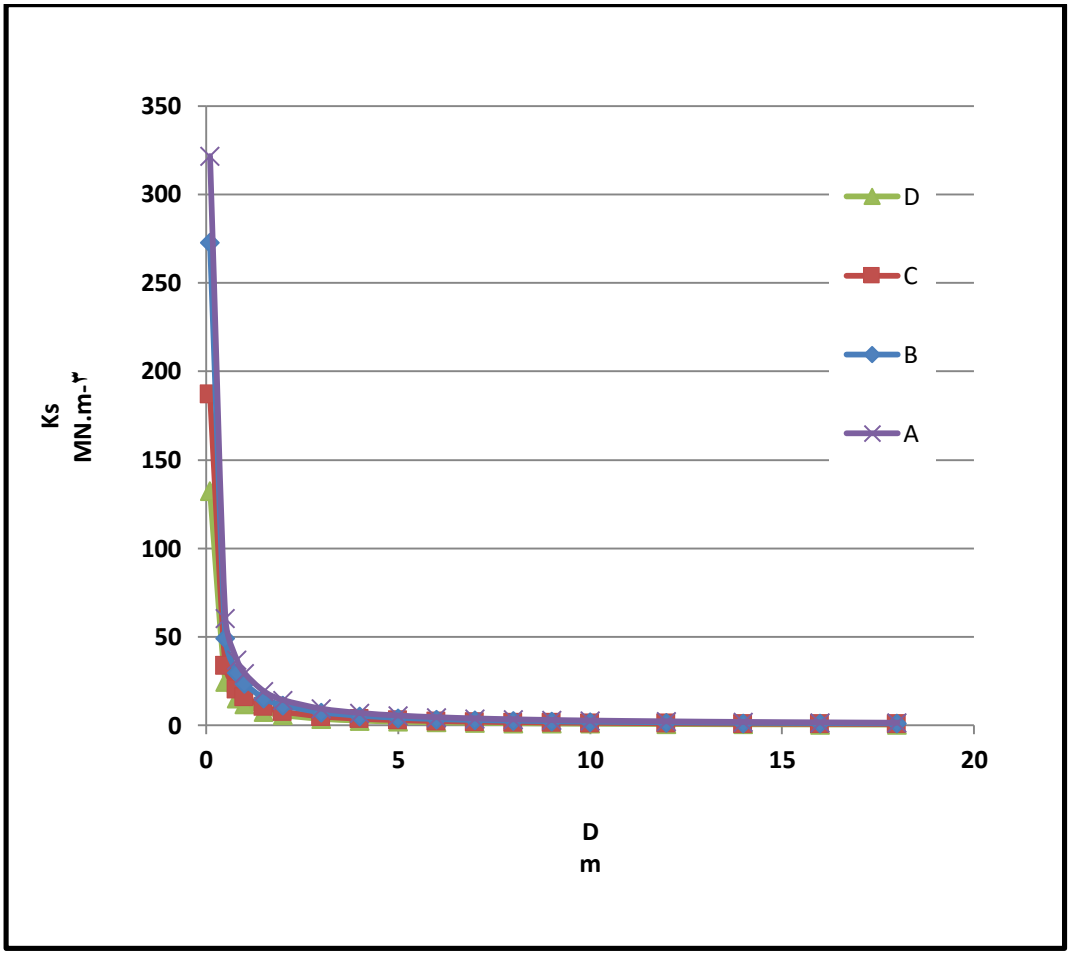
نستنتج مما سبق أن الموديل المقترح MC باستخدام برنامج plaxis 2D يعبر عن السلوك الإجهادي التشوهي للتربة بدقة مقبولة، حيث تقاربت المنحنيات الحقلية مع المنحنيات العددية وبالتالي يمكن استخدامه لإجراء الدراسة التحليلية لتجارب أقراص التحميل لحالة الترب المتماسكة (C,Φ) .

B.التحليل العددي باستخدام طريقة العناصر المنتهية (FEM) وبرنامجPlaxis :

تم تصميم النماذج الحاسوبية لتجربة أقراص التحميل بحيث تشمل الحالات المختلفة للترب وأبعاد مختلفة لقطر القرص، وذلك باستخدام برنامج Plaxis–2D وقانون مور كولومب بحيث تكون طريقة التحميل وسياق التجربة متوافقين مع تعليمات الكود الألماني DIN 18134 .

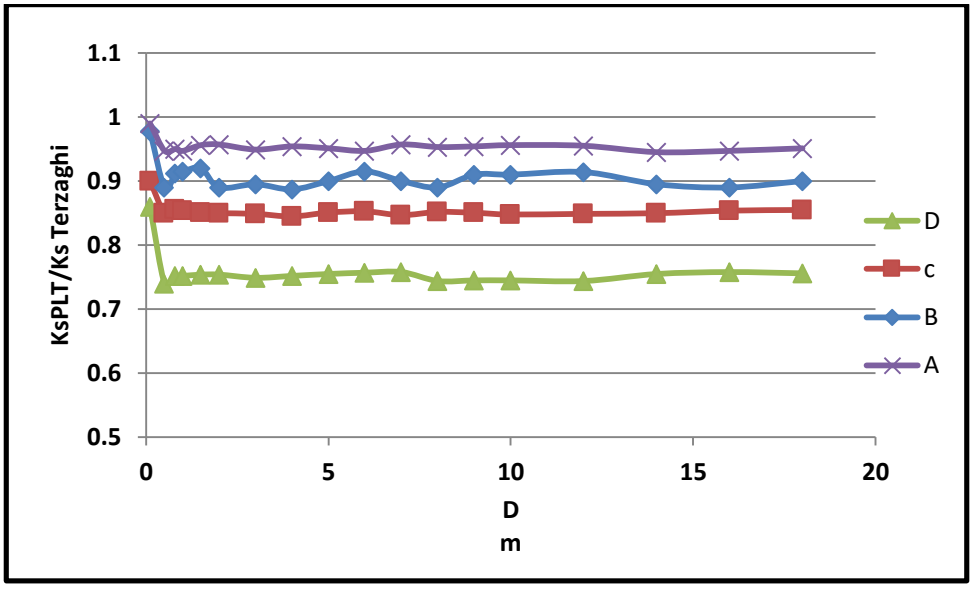
برسم العلاقة بين معامل رد فعل التربة وأبعاد الأساس لكل نوع من أنواع الترب، وجدنا أنه مع زيادة بعد الأساس تقل قيمة معامل رد فعل التربة، وهذه النتيجة محققة من أجل جميع الحالات المدروسة.

وبالمقارنة بين أنواع الترب المدروسة فإنه، ومن أجل القطر نفسه، بازدياد التماسك تزداد قيم معامل رد فعل التربة، كما يبين الشكل (١٢).



الشكل (١٢) :العلاقة بين معامل رد فعل التربة وأبعاد الأساس

تمت مقارنة النتائج التي تم التوصل إليها مع النتائج التي يعطيها تطبيق علاقة ترزاكي لحالة الترب المتماسكة من خلال دراسة تغير النسبة $Ks_{(PLT)}/Ks_{(Terzaghi)}$، ويبين الشكل (١٣) أنه كلما قل تماسك التربة يزداد الفرق بين نتائج العلاقتين.



الشكل (١٣) : دراسة تغير النسبة $Ks_{(PLT)}/Ks_{(Terzaghi)}$ من أجل الحالات المدروسة

يظهر من الشكل (١٣) أنه من أجل أبعاد الأساس الأكبر من D_{min} 3-2.5 حيث (D_{min}=0.3m) ، فإن النسبة بين قيم معامل رد فعل التربة المحسوب وفق الطريقتين تبقى ثابتة تقريباً ، وبناء عليه يمكن تعديل علاقة ترزاكي بحيث تأخذ بعين الاعتبار تماسك التربة من خلال إضافة المعامل z الذي تتغير قيمته وفقاً لتماسك التربة كمايلي:

$$K_S = z.K_{SP}\frac{B_t}{B}$$

حيث تعطى قيم z كما يوضح الشكل (١٣) وفق الجدول الآتي :

الجدول (٥): قيم المعامل Z

التربة	z
A	0.95
B	0.9
C	0.85
D	0.75

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

- إن موديل مور كولومب MC المقترح باستخدام برنامج plaxis 2D يعبر عن السلوك الإجهادي التشوهي للتربة بدقة مقبولة حيث تقاربت منحنيات التحميل الحاسوبية الناتجة بشكل جيد مع المنحنيات الحقلية الحقيقية.
- تتعلق قيمة معامل رد فعل التربة لحالة الترب المتماسكة بأبعاد الأساس حيث تقل قيمة معامل رد فعل التربة مع زيادة أبعاد الأساس.
- تتعلق قيمة معامل رد فعل التربة لحالة الترب المتماسكة بدرجة تماسك التربة حيث تزداد قيمة معامل رد فعل التربة مع تماسك التربة.
- تم التوصل إلى إضافة معامل z لعلاقة ترزاكي المستخدمة في حساب معامل رد فعل التربة بحالة الترب المتماسكة، بحيث تأخذ العلاقة بالاعتبار تأثير تماسك التربة .

التوصيات:

- اهتم البحث الحالي بدراسة تأثير أبعاد الأساس على معامل رد فعل التربة مع وجود بارامترات أخرى مؤثرة، لذلك من الضروري متابعة العمل في المستقبل وتطويره في اتجاهات جديدة تستوعب المزيد من العوامل المؤثرة مثل: عمق التأسيس وشكل الأساس، وغيرهما.
- تشكل النتائج السابقة أساساً لقاعدة معطيات، ينبغي العمل عليها، وتجديدها باستمرار، حيث أنه من الضروري مواصلة إجراء اختبارات تحميل إضافية في الترب المتماسكة، وإعادة نمذجتها ، وتقييمها بشكل يسمح بتحسين العلاقات المقترحة، بحيث تشمل مجالات أوسع من الترب المتماسكة .
- تجميع المعلومات والاستمرار في محاولة تطوير البحث وتعميمه، ليشمل الترب الغضارية المشبعة والحساب غير المصرف، على الرغم من تعقيد هذه المسألة وارتباطها بكثير من البارامترات، إلا أنها تبقى مكملة لهذا البحث.

المراجع

1.ASTM D1194-94,(2003). *Standard test method for bearing capacity of soil for static load and spread footings:* American Society for Testing Materials, Philadelphia, USA .

2.Akbarzad M. & Sadrekarimi J.(2009) . "*Comparative Study of Methods of Determination of Coefficient of Subgrade Reaction*". EJGE Vol. 14, Bund. E(4006-4012).

3.Azizi F. , (1999). *Applied Analysis in Geotechnics*. E &FN Spon ,11 New Fetter Lane, London EC4P4EE,United Kingdom .

4.Biot, M. A. (1937)."*Bending of Infinite Beams on an Elastic Foundations*" . J.Appl. Mech. Trans . Am.Soc Mech.Eng .,59:A1-7.

5.Bowles, J.E,(1998). *Foundation Analysis and Design*, 5th ed., McGrow-Hill International Editions,Inc.,1230.

6.DIN 18134,(2001). *Determination of deformation and strength characteristic of soil by plate loading tes*t, Deutsche Norm September .

7.Dutta, S. C. and R. Roy,(2000). "*A Critical Review on Idealization and Modeling for Interaction among Soil–Foundation-Structure System*". Computers and Structures.80:1579-1594.

8.Elsamee W.N.,(2013). "*An Experimental Study on the Effect of Foundation Depth,Size and Shape on Subgrade Reaction of Cohessionless Soil*",Scientific Research Engineering,5,785-795.

9.Kumar K. & Anbese T.,(2015). ,"*Mathematical Psychiatry of Field Plate Load Test Using Finite Element Method* ", Malaysian Journal of Civil Engineering, 27(2): 193-203 .

10.Mato A., Latifi N. & Janbaz M. , (2012). "*Foundation Size Effect on Modulus of Subgrade Reaction on Sady Soils*" EJGE,vol. 17.

11.Consoli C. , schnaid F. , (1998). "*Interpretation of plate load tests on residual soil site"* .ASCE.September.pp.1998. 857-867.

12.PLAXIS.(2005). "*Plaxis Finite Element Code for Soil and Rock Analyses"*, Version 8.2, P.O. Box 572, 2600 AN Delft, The Netherlands.

13.Terzaghi ,K.V.,(1955),*"Evaluation of coefficient of subgrade reaction*", Geotechnique ,Vol. 5, No. 4, pp. 297-326.

14.Vesic ,A. B. (1961) "*Beams On Elastic Subgrade And Winklers Hypothesis,*" Proc. 5thInt .Conf. on Soil Mechanic and Foundation Engineering ,Paris :845-850.