الهندسة الجيوتكنيكية

تصميم الأساسات

(الجزء الأول)

تأليف

جون ن. سيرنيكا

ترجمة

الأستاذ الدكتور/ عبدالله بن إبراهيم المهيدب

أستاذ بقسم الهندسة المدنية ـ كلية الهندسة ـ جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ح جامعة الملك سعود، ١٤٢٩هـ (٢٠٠٨م)

هذه ترجمة عربية، مصرح بها من مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

Geotechnical Engineering : Foundation Design

By: John N. Cernica.

©1995, Published by John Wiley & Sons Inc .

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

سيرنيكا ، جون ن

الهندسة الجيوتكنيكية: تصميم الأساسات /جون سيرنيكا ؛ عبدالله بن إبراهيم المهيدب .- الرياض ، ١٤٢٩هـ

٤٣٤ ص؛ ١٧سم × ٢٤سم

ردمك : ٧-٢١٨-٥٥-٩٩٦٠-٩٧٨ (مجموعة)

٤-٢١٩-٥٥-٩٩٦٠-٩٧٨ (جـ١)

١- الأساسات ٢- المباني – مواصفات أ. المهيدب، عبدالله بن إبراهيم (مترجم) ب. العنوان

ديوي ٦٢٤,١٥ ١٤٢٩/١٠٨

رقم الإيداع : ١٤٢٩/١٠٨

ردمك : ٧-٢١٨-٥٥-٩٩٦٠-٩٧٨ (مجموعة)

٤-٢١٩-٥٥-٩٩٦٠-٩٧٨ (جـ١)

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة، شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس العلمي على نشره - بعد اطلاعه على تقارير المحكمين - في اجتماعه الخامس عشر للعام الدراسي ١٤٢٧/١٤٢٨هـ، الذي عقد بتاريخ ١٤٢٨/٤/١٢هـ الموافق ٢٠٠٧/٤/٢٩م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٢٩هـ

مقدمة المترجم

أحمد الله عز وجل على أن وفقني وأعانني على القيام بترجمة كتاب: Geotechnical Engineering: Foundation Design (الهندسة الجيوتكنيكية: تصميم الأساسات) لمؤلفه جون سيرنيكا ـ الناشر شركة جون وايلي وأولاده، الطبعة الأولى سنة ١٩٩٥م ـ من اللغة الإنجليزية إلى اللغة العربية بعد أن أتممت بتوفيق من الله ترجمة كتاب (الهندسة الجيوتكنيكية: ميكانيكا التربة) لنفس المؤلف والذي تمت طباعته من قبل إدارة النشر العلمي والمطابع بجامعة الملك سعود في عام ١٤٢٦هـ (الطبعة الأولى).

وتشتمل الهندسة الجيوتكنيكية على جزأين هما: (١) ميكانيكا التربة و (٢) هندسة وتصميم الأساسات. ويعالج موضوع هذا الكتاب الذي قمت بترجمته تصميم الأنواع المختلفة من الأساسات مثل الأساسات الضحلة والأساسات العميقة. كما يتطرق إلى طرق تصميم المنشآت الساندة (المرنة والصلبة) وكذلك طرق تحسين الموقع بالإضافة إلى إعطاء نبذة عن المبادئ الأساسية في مجال ميكانيكا التربة. يحتوي الكتاب على أحد عشر فصلاً وثلاثة ملاحق تم عرضها بشكل مترابط ومتكامل، إضافة إلى إحتوائه على الصور والرسوم التوضيحية التي تساعد على سرعة فهم الطلاب للمادة. كما اشتمل الكتاب على أمثلة عديدة لحل المسائل المختلفة بالإضافة إلى وجود مسائل متعددة في نهاية كل فصل ليقوم الطالب بحلها.

لقد دفعني لترجمة هذا الكتاب ما وجدته من صعوبة في فهم واستيعاب الطلاب الدارسين لمادة تصميم الأساسات في أقسام الهندسة المدنية بكليات الهندسة في الجامعات العربية بسبب اللغة التي تتطلب جهدًا مضاعفًا يتمثل في ترجمة المادة ثم محاولة فهمها واستيعابها. وآمل أن يكون هذا العمل المتواضع معيناً للطلاب والمهندسين المدنيين على حد سواء. كما أن قلة المراجع والكتب المؤلفة باللغة العربية والمترجمة إليها في مجال الهندسة الجيوتكنيكية من الأسباب التي دفعتني لترجمة هذا الكتاب.

ومع أنني قد بذلت قصارى جهدي لاستخدام المصطلحات العربية المناسبة وتقليل الأخطاء، فإنه من المحتمل وجود بعض الأخطاء ذلك أن الجهد البشري يُعد قاصرًا، ويسعدني الأخذ بجميع الملاحظات وتصحيح ما يوجد من أخطاء في الطبعات اللاحقة للكتاب.

كما لا يفوتني أن أقدم شكري الجزيل إلى مركز الترجمة في جامعة الملك سعود على دعمه وموافقته على ترجمة هذا الكتاب وكذلك إلى إدارة النشر العلمي والمطابع بالجامعة لنشرها هذا الكتاب وطباعته في نسخته النهائية.

وفي الختام، أسأل المولى عز وجل أن يجعل هذا الكتاب نافعًا لمن قرأه وأن يجعل هذا الجهد مساهمة في دفع عجلة التعليم العالي في وطننا العربي وأن يكون هذا الكتاب إضافة للمكتبة العلمية باللغة العربية في مجال الهندسة الجيوتكنيكية.

المترجم

أ.د. عبدالله بن إبراهيم المهيدب

تمهيد

تقوم الأساسات بنقل الأحمال من المنشآت فوق سطح الأرض إلى تكوينات التربة أو الصخور. أسفل السطح. يشمل تصميم الأساسات، في معناه الواسع، مرحلتين هما: (١) الاختيار الأولي لمخطط الأساسات بناءً على ظروف موقع البناء والتقييدات الإنشائية؛ (٢) حجم وتسليح وتفاصيل العناصر الإنشائية. تتعدى هندسة الأساسات ذلك لتشمل مرحلة ثالثة هي: تشييد العناصر الإنشائية الناتجة في الخطوة الثانية؛ وعادة ينفذ التشييد بواسطة المقاول ويتم الإشراف عليه من قبل المهندس.

يعتبر التفاعل الحاصل بين عناصر الأساس والتربة أو الصخر التي تدعم هذه العناصر من الأشياء ذات الصلة الحميمة بهندسة الأساسات. ولتقييم هذا التفاعل، يعتمد الطالب بشكل عام على خطوات التصميم التي يتعلمها في الفصل، ولكن في حقيقة الواقع، يكون التصميم النهائي ناتجاً من خطوات التحليل، والخبرة، والحس الهندسي، وحسن الفهم أو "الإحساس" بالمسألة.

وكم يكون حظ الطلاب سعيدًا عندما نكون، نحن المدرسين، قادرين على تعزيز طريقة العرض ذات التحليل المنطقي الجدي بالخبرة التعليمية، والتقدير الجيد، وحسن الفهم! وللأسف، ومع عظم قيمتها، فإن الأخيرة تُعتبر مظاهر تُكتسب مع الوقت والنضج وهي غامضة ومن الصعوبة تدريسها في الفصول الدراسية، ولكن يجب علينا المحاولة. وتم في هذا السياق كتابة هذا الكتاب.

تم عمل جهد متناسق بواسطة المؤلف من أجل (١) تقديم طريقة عرض شاملة وتفصيلية ذات تحليل منطقي؛ (٢) تسليط الضوء على خبرته كاستشاري للمئات من

المشاريع أثناء عمله المهني وربطها بموضوعات الكتاب. إضافة إلى، ومن أجل تعزيز المفاهيم والإجراءات، اشتمل الكتاب على الصور اعتقادًا بأن "الصورة تساوي ألف كلمة". وكذلك، ولإدراك الفائدة المستمدة من الرسوم التوضيحية، فقد اشتمل الكتاب على مسائل توضيحية متعددة من أجل شرح الإجراءات وطرق حل المسائل المختلفة. وفي نفس السياق، تم وضع مسائل متعددة في نهاية كل فصل كواجب للطالب.

تعطي الفصول الثلاثة الأولى نسخة مكثفة للعناصر الأساسية في مجال ميكانيكا التربة، التي تم استخلاصها بشكل كبير من كتاب ميكانيكا التربة لمؤلفه جون ن. سيرنيكا المنشور من قبل شركة جون وايلي وأبناؤه. وتبحث الفصول الأخرى في تصميم الأنواع المختلفة من عناصر الأساسات (الأساسات الضحلة والأساسات العميقة)، المنشآت الساندة (المرنة والصلبة)، تحسين الموقع. وهذه هي المادة التي يتم تغطيتها عادة في مادة تصميم الأساسات لمدة فصل واحد. ويعتقد أن محتويات المادة مسهبة لتغطية الطلب، ولكنها ليست ساحقة حيث أن نسبة كبيرة لم يتم تغطيتها.

بالنظر إلى اعتماد كود ACI الكلي على وحدات النظام الإنجليزي (fps)، سيكون التركيز هنا على استخدام وحدات النظام الإنجليزي خاصة فيما يتعلق بتصميم العناصر الخرسانية. وسيتم إعطاء وحدات نظام SI المكافئة عندما يعتبر ذلك مستحسناً.

ومع أن الهدف دائماً هو اختيار التصميم الآمن والإقتصادي، فإن المرء يدرك أنه لا يوجد في معظم الأحيان تصميم أو طريقة فريدة في هندسة الأساسات. وبالتالي، فقد تم عمل جهد متناسق من قبل المؤلف لربط التقديم النظري التفصيلي بالجوانب التطبيقية في تصميم الأساسات.

وفي نهاية كل فصل، تم وضع قائمة بالمراجع المحدودة نوعا ما ولكنها مفيدة وذات صلة بموضوعات كل فصل لمن يريد مزيدًا من القراءة والإطلاع. ولقد استخدم المؤلف العديد من هذه المؤلفات كمراجع لصياغة رؤيته ومحتويات هذا الكتاب ؛ وتم الإشارة إليها بأرقام بين الأقواس.

ومع أنه قد تم عمل جميع المحاولات لتقليل الأخطاء، فإنه من المحتمل وجود بعض الأخطاء التي من المتعذر اجتنابها والتي لم يتم اكتشافها. وفي هذا الصدد، عندما يكتشف القارئ مثل هذه الأخطاء، فإن المؤلف يكون مدينًا له بالفضل عندما يقدمها له من أجل تصحيحها في وقت لاحق. وبالمثل، فإن أي اقتراحات لنوع وطبيعة تغطية مواد هذا الكتاب ستكون مشكورة بشكل كبير.

ويود المؤلف أن يقدم شكره للأساتذة التالية أسماؤهم لمراجعاتهم وملاحظاتهم وتزويدهم بالمعلومات وهم : الدكتور م. س. أقور، من جامعة ميريلاند ؛ الدكتور س. هـ. أرماليه، من جامعة أريزونا ؛ الدكتور ك. أرياني، من جامعة كاليفورنيا الحكومية في سكرامنتو ؛ الدكتور إي. ك. درم، من جامعة تنسي ؛ الدكتور ك. ل. هو، من جامعة واشنطن الحكومية ؛ الدكتور ر. د. ريسيو، من جامعة متشجان ؛ الدكتور ك. هـ. جوانج، من جامعة كليمسون ؛ الدكتور ج. س. لن، من جامعة بتسبرج ؛ الدكتور ك. توفيق و من جامعة فلوريدا الحكومية.

والشكر موصول للتالية أسماؤهم لما قاموا به من جهود في سبيل إعداد وتجهيز هذا الكتاب وهم : جودي سيرنيكا، تيريسا (سيرنيكا) لالو، جو ستافورد، كنت ناوف، الدكتور ريتشارد أ. مونتين والدكتور شاكير حسين من جامعة يونجستاون الحكومية. وكذلك الشكر الجزيل لميري آن كانتيلمي وشاري سيمكو لطباعة مسودة هذا الكتاب. وفي الختام، أود أن أتقدم بالتقدير الخالص لمن ساهم في تزويدي بالصور والرسومات والمعلومات الأخرى التي تم استخدامها في هذا الكتاب.

جون ن. سيرنيكا

١ سبتمبر ١٩٩٤م

الرموز والاختصارات

SYMBOLES AND ABREVIATIONS

A	المساحة؛ فاعلية الطين	E	معامل يونق
A_v	مساحة الفراغات	e	نسبة الفراغ؛ الانحرف عن المركز
A^o	وحدات أنغستروم	e_{max}	نسبة الفراغ للتربة عند أقصى تفككها
a	المسافة؛ المساحة	e_{min}	نسبة الفراغ للتربة عند أقصى كثافتها
a_v	معامل الانضغاطية	F	قوة الاحتكاك؛ معامل الأمان
B	عرض الأساس	f	معامل الاحتكاك
b	عرض القاعدة أو قاع الأساس؛ المسافة	G	الوزن النوعي
C_a	معامل الانضغاط الثانوي	g	تسارع الجاذبية
C_c	معامل الانضغاط	H	الارتفاع؛ الجهد الهيدروستاتيكي؛ السمك
C_r	ميل منحنى الارتداد للطين عالي الاندماج	h	الجهد الهيدروليكي؛ الجهد الكلي؛ الارتفاع
C_u	معامل انتظام التدرج لهيزن	h_c	الارتفاع الشعري
C_v	معامل الاندماج	I	الأدلة؛ عزم القصور الذاتي
C_z	معامل الانحناء (التقعر)	I_p	دليل اللدونة
c	التماسك؛ معامل الشكل	I_f	دليل الجريان
c_d, c	التماسك المحدث	I_t	دليل الصلابة
c_e	التماسك المؤثر أو الحقيقي	IV	قيم التأثير
D	القطر؛ العمق؛ البعد	i	الانحدار الهيدروليكي؛ زاوية الميل مع الأفقي
D_r	الكثافة النسبية	K	معامل الضغط الجانبي
D_{10}	المقاس المؤثر للقطر لهيزن عند ١٠٪ أنعم من التربة	K_a	معامل الضغط الجانبي الفعال
D_{50}	القطر عندما تكون التربة ٥٠٪ أنعم	K_p	معامل الضغط الجانبي السلبي
d	العمق؛ المسافة؛ القطر؛ قراءة المقياس	K_o	معامل الضغط الجانبي الساكن

$K_{f\text{-}line}$	الخط في رسمة p مقابل q	q_a	قدرة التحمل المسموح بها
k	معامل النفاذية	q_u	قدرة التحمل القصوى
k_e	معامل النفاذية المكافئ	R	نصف القطر؛ رقم رينولد؛ القوة المحصلة، المقاومة
L	المسافة ؛ الطول	r	نصف القطر
L.L.	حد السيولة	S	درجة التشبع؛ المسافة؛ محصلة قوة القص
l	الطول	s	قوة القص لكل وحدة مسافة؛ المسافة؛ الهبوط
M	الكتلة ؛ العزم	T	معامل الوقت؛ قوة الشد
m	نسبة المسافة	T_a	الشد السطحي
N	القوة العمودية؛ دليل الضغط؛معاملات مختلفة؛ عدد ضربات الاختراق القياسي	t	الوقت
N_ϕ, N_q, N_γ	معاملات قدرة التحمل	U	نسبة الاندماج؛ محصلة القوة المحايدة (ضغط مياه المسام)؛ الضغط الغير محاط
n	عدد هبوطات الجهد المتساوي؛ المسامية؛ نسبة المسافة؛ رقم	u	ضغط مياه المسام؛ السرعة
n_d	عدد هبوطات الجهد المتساوي	V	الحجم
n_f	عدد مسارات الجريان	V_s	حجم الجسيمات الصلبة
OCR	نسبة الاندماج	V_v	حجم الفراغات
P	قوة؛ محصلة الضغط	V_w	حجم الماء
P_a	محصلة الضغط الجانبي الفعال	v	السرعة
P_p	محصلة الضغط الجانبي السلبي	v_s	سرعة التسرب
P.I.	دليل اللدونة	W	الوزن
p	الضغط	W_s	وزن الجسيمات الصلبة
Q	معدل الجريان؛ قوة مركزة؛ قدرة تحمل الخازوق؛ قدرة التحمل	W_w	وزن الماء
Q_p	مقاومة التحمل الطرفية للخازوق	w	المحتوى المائي
Q_s	مقاومة الاحتكاك للخازوق	w_l	حد السيولة
Q_u	الحمل الأقصى	w_p	حد اللدونة
q	معدل التدفق لكل وحدة مساحة؛ إجهاد أو ضغط	w_s	حد الانكماش

X, Y, Z	الإحداثيات الديكارتية	ε	الانفعال
x, y, z	المسافات	ε_x , ε_y ,ε_z	الانفعال في اتجاهات z,y,x على التوالي
x', y'	مسافات المركز المتوسط	θ	زاوية
x_t	مسافة x المحولة	μ	نسبة بواسون؛ معامل اللزوجة
Z	إحداثي	ρ	كثافة الكتلة؛ الهبوط
z	العمق	σ	الإجهاد العمودي؛ الإجهاد الكلي
α	ميل المتجهات؛ ميل المنحدرات؛ زاوية	σ'	الإجهاد العمودي الفعال
α_m	أكبر زاوية انحراف للإجهاد	σ_1,σ_2 ,σ_3	الإجهادات الرئيسة
β	زاوية	σ_t	مجموع إجهاد مياه الفراغ و الإجهاد العمودي بين الحبيبات
γ	وزن وحدة الحجوم	Σ	حاصل جمع
γ_b	وزن وحدة الحجوم المغمورة	τ	إجهاد القص
γ_d	وزن وحدة الحجوم الجافة للتربة	ϕ	زاوية الاحتكاك
γ_s	وزن وحدة الحجوم للجسيمات الصلبة	ϕ_d	زاوية الاحتكاك المحدث
γ_t,γ	وزن وحدة الحجوم الكلية للكتلة	ϕ_e	زاوية الاحتكاك الفعال
γ_w	وزن وحدة الحجوم للماء	ϕ،	زاوية الاحتكاك بناء على الإجهاد الفعال
δ	زاوية؛ انحراف؛ هبوط	ψ	زاوية
Δ	التغيرات؛ الزيادات في المقدار	ω	زاوية

المحتويات

الصفحة

مقدمة المترجم ..... **هـ**

تمهيد ..... **ز**

الرموز والاختصارات ..... **ك**

الجـــزء الأول

الفصل الأول: المشكلات الجيوتكنيكية في الهندسة المدنية

(١,١) مقدمة ١

(١,٢) الأساسات ٢

(١,٣) المنشآت الساندة للتربة ٣

(١,٤) المنحدرات والسدود ٤

(١,٥) تغيير/تحسين خواص التربة ٥

الفصل الثاني : الخواص الجيوتكنيكية للتربة

(٢,١) مقدمة ٧

(٢,٢) تركيب التربة ورواسبها ٨

(٢,٣) علاقات الكثافة والحجم للتربة ١٠

(٢,٤) حدود أتربرج ٢٧
(٢,٥) تصنيف التربة ٣١
(٢,٦) ظاهرة التربة – الماء ٤٤
(٢,٧) الإجهادات في التربة ٥٨
(٢,٨) انضغاطية التربة ٨٧
(٢,٩) مقاومة القص للتربة ١٠٧
مسائل ١١٧
المراجع ١٣٢

الفصل الثالث : استكشاف ما تحت سطح الأرض

(٣,١) مقدمة ١٣٥
(٣,٢) الهدف من برنامج الاستكشاف ١٣٩
(٣,٣) استطلاع الموقع ١٤٤
(٣,٤) استكشاف ما تحت سطح الأرض ١٤٥
(٣,٥) الجسات ١٤٩
(٣,٦) حفر الاختبار ١٦١
(٣,٧) الاختبارات الحقلية ١٦٢
(٣,٨) سجلات الحفر ١٧١
مسائل ١٧٥
المراجع ١٧٦

الفصل الرابع : قدرة التحمل– الأساسات الضحلة

(٤,١) مقدمة ١٨١

(٤,٢) العلاقة بين الحمل وتشوه التربة..... ١٨٣
(٤,٣) أنماط انهيار التحمل..... ١٨٦
(٤,٤) نظرية براندل لقدرة التحمل المطلقة – ومساهمة تايلور ١٩٠
(٤,٥) قدرة التحمل بناءً على إسفين رانكن ١٩٢
(٤,٦) نظرية ترزاقي لقدرة التحمل ١٩٥
(٤,٧) معادلة ميرهوف لقدرة التحمل..... ٢٠٠
(٤,٨) معادلة هانسن لقدرة التحمل – معاملات فيسك ٢٠١
(٤,٩) دراسة مقارنة لمعادلات ترزاقي, ميرهوف وهانسن..... ٢٠٦
(٤,١٠) تأثير منسوب المياه الجوفية على قدرة التحمل ٢١٦
(٤,١١) قدرة التحمل بناءً على اختبارات الاختراق القياسية ٢١٨
(٤,١٢) ملاحظات عامة حول معادلات q_a و q_u ٢٢٢
(٤,١٣) الأساسات في التربة الصعبة ٢٢٥
مسائل..... ٢٣٠
المراجع ٢٣٥

الفصل الخامس : تحسين الموقع

(٥,١) مقدمة ٢٣٩
(٥,٢) الدمك..... ٢٤١
(٥,٣) الطين المدموك ٢٥٩
(٥,٤) الدمك الاهتزازي..... ٢٦٤
(٥,٥) التحميل المسبق ٢٦٨
(٥,٦) نزح المياه..... ٢٦٩

(٥,٧) التثبيت الكيميائي ٢٧٠
(٥,٨) المواد الأرضية الاصطناعية ٢٧٢
(٥,٩) البيئة الأرضية – مقالب النفايات ٢٨١
المراجع ٢٨٩

الفصل السادس : تصميم القواعد المنفصلة

(٦,١) مقدمة ٢٩٣
(٦,٢) عناصر تصميم الخرسانة المسلحة ٢٩٧
(٦,٣) تصميم القواعد المنفصلة : معايير عامة ٣٠٨
(٦,٤) تصميم القواعد المنفصلة : الأحمال المركزة ٣١٢
(٦,٥) القواعد المنفصلة المحملة بأحمال لا مركزية ٣٢٤
(٦,٦) ألواح التحميل، مسامير التثبيت ٣٣٥
(٦,٧) رقاب الأعمدة..... ٣٤٧
(٦,٨) قواعد الجدران ٣٥١
مسائل..... ٣٥٨
المراجع ٣٦٨

الفصل السابع : الأساسات الخاصة

(٧,١) مقدمة ٣٦٩
(٧,٢) القواعد المشتركة المستطيلة الشكل ٣٧٠
(٧,٣) القواعد على شكل شبه منحرف ٣٨٢
(٧,٤) القواعد الشريطية ٣٩٣
(٧,٥) معامل رد فعل طبقة التأسيس ٤٠٥

(٧,٦) الجسور على أساسات مرنة ٤٠٨
(٧,٧) أساسات الحصيرة أو اللبشة ٤١٤
مسائل..... ٤٢٩
المراجع ٤٣٣

الجـــزء الثانـــي

الفصل الثامن: ضغط التربة الجانبي

(٨,١) مقدمة ٤٣٥
(٨,٢) ضغط التربة الفعال وضغط التربة السلبي ٤٣٧
(٨,٣) نظرية رانكن ٤٤٦
(٨,٤) معادلة كولوم..... ٤٥٥
(٨,٥) ضغوط التربة الجانبية في التربة المتماسكة جزئيًا ٤٦١
(٨,٦) القطوع غير المدعمة في تربة (c-ϕ)..... ٤٦٥
(٨,٧) تأثيرات الأحمال الإضافية ٤٦٩
(٨,٨) طريقة كولمان ٤٧٢
مسائل..... ٤٨٠
المراجع ٤٨٧

الفصل التاسع : الجدران الساندة

(٩,١) مقدمة ٤٨٩
(٩,٢) بعض مظاهر التفاعل بين التربة والجدار الساند ٤٩٢
(٩,٣) الانزلاق والانقلاب ٤٩٦
(٩,٤) الميلان..... ٤٩٨

(٩,٥) قدرة التحمل المسموح بها ٥٠٠
(٩,٦) الهبوط ٥٠١
(٩,٧) التصريف..... ٥٠٤
(٩,٨) التناسب في الجدران الساندة ٥٠٥
(٩,٩) التربة المسلحة ٥٢٤
مسائل..... ٥٣٠
المراجع ٥٣٦
الفصل العاشر : الجدران ذات الخوازيق الصفحية؛ القطوع المدعمة
(١٠,١) مقدمة..... ٥٣٧
(١٠,٢) الجدران ذات الخوازيق الصفحية الكابولية ٥٤١
(١٠,٣) الفواصل الإنشائية المثبتة..... ٥٦٢
(١٠,٤) طريقة الداعم الأرضي الحر..... ٥٦٦
(١٠,٥) طريقة روي لإنقاص العزم ٥٧٣
(١٠,٦) طريقة الداعم الأرضي الثابت..... ٥٨٢
(١٠,٧) الأضلاع وقضبان الشد والدعائم ٥٨٧
(١٠,٨) القطوع المدعمة..... ٥٩٢
مسائل..... ٥٩٧
المراجع ٦٠٠
الفصل الحادي عشر:الأساسات العميقة:الخوازيق، الركائز المحفورة والقيسونات
(١١,١) مقدمة..... ٦٠٣
(١١,٢) الخوازيق الخشبية ٦٠٩

(١١,٣) الخوازيق الفولاذية ٦١١
(١١,٤) الخوازيق الخرسانية..... ٦١٣
(١١,٥) قدرة التحمل القصوى للخازوق المنفرد ٦١٧
(١١,٦) خوازيق الاحتكاك في التربة غير المتماسكة..... ٦٢٠
(١١,٧) قدرة التحمل بناء على اختبارات الاختراق القياسية في التربة غير المتماسكة . ٦٢٣
(١١,٨) خوازيق الاحتكاك في التربة المتماسكة ٦٢٧
(١١,٩) قدرة التحمل للخازوق بناء على مقاومة الطرق..... ٦٣١
(١١,١٠) اختبار تحميل الخوازيق ٦٣٩
(١١,١١) مجموعة الخوازيق ٦٤٤
(١١,١٢) الركائز المحفورة..... ٦٥٣
(١١,١٣) تشييد الركائز المحفورة ٦٥٦
(١١,١٤) اعتبارات التصميم للركائز المحفورة في الضغط ٦٦٨
(١١,١٥) الركائز المحفورة في الصخر ٦٧٩
(١١,١٦) التصميم الإنشائي للركائز المحفورة ٦٩٣
(١١,١٧) التدعيم ٦٩٣
مسائل..... ٧٠٢
المراجع ٧٠٨

الملاحق

ملحق (أ) : معاملات K_a و K_p : معادلات رانكن وكولوم ٧١٧
ملحق (ب): حل معادلة ترزاقي للاندماج ٧٤٥
ملحق (جـ): معادلة بوسنيسك للإجهاد نصف القطري ٧٤٩

ثبت المصطلحات

أولاً: عربي ــ إنجليزي ٧٥٣
ثانياً : إنجليزي ــ عربي ٧٦٩
كشاف الموضوعات ٧٨٧