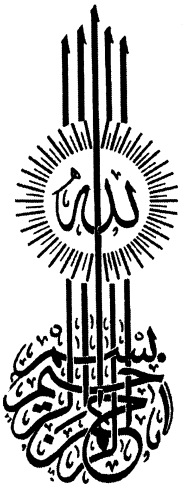

مقياس الضغط

تأليف

جين – لويس بريود

جامعة تكساس أيه أند أم، كولج ستيشن

ترجمـــة

د. عبدالحفيظ بن عمر سليمان الشيناوي
أستاذ مساعد

د. طلال بن عبيد عبدالله الرفيعي
أستاذ مشارك

كلية الهندسة - جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ح جامعة الملك سعود، ١٤٣٢هـ (٢٠١١م)

الطبعة الأولى ١٤٢٤هـ (٢٠٠٣م)

الطبعة الثانية ١٤٣٢هـ (٢٠١١م)

هذه ترجمة عربية مصر بها لكتاب:

The Pressuremeter
By: Jean-Louis Briaud, A.A. Balkema, Rotterdam (1992)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية للطباعة والنشر

بريود، جين لويس

مقياس الضغط./ جين لويس بريود؛ عبد الحفيظ بن عمر الشيناوي؛ طلال بن عبيد الرفيعي.- الرياض، ١٤٣٢هـ

٤٩٣ص؛ ١٧×٢٤سم

ردمك: ٨-٨٥٧-٥٥-٩٩٦٠-٩٧٨

١- الضغط (فيزياء) أ. الشيناوي، عبد الحفيظ بن عمر (مترجم) ب.الرفيعي، طلال بن عبيد (مترجم)

ديوي ٥٣٢.٢٥ ١٤٣٢/٧٣٦٠

رقم الإيداع: ١٤٣٢/٧٣٦٠

ردمك: ٨-٨٥٧-٥٥-٩٩٦٠-٩٧٨

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس العلمي على نشره، بعد اطلاعه على تقارير المحكمين في اجتماعه التاسع عشر للعام الدراسي ١٤٢١/١٤٢٢هـ المعقود بتاريخ ١٤٢٢/٣/٢١هـ الموافق ٦/١٣ /٢٠٠١م. وتمت الموافقة على إعادة طباعته في اجتماع الخامس عشر للعام الدراسي١٤٣١/١٤٣٢هـ المعقود بتاريخ ١٣/٥/ ١٤٣٢هـ الموافق ١٧/٤/٢٠١١م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٣٢هـ

إهـداء المترجميـن

إلى أغلى من أحب والدتي ووالدي

مقدمة الطبعة الثانية

نحمد الله سبحانه وتعالى أن وفقنا إلى ترجمة كتاب "مقياس الضغط" لمؤلفه جين _ لويس بريود الذي صدر عام ١٩٩٢ م . ويعتبر هذا الكتاب من أهم المراجع العلمية المتوفرة في هذا الموضوع.

تشمل محتويات الكتاب دراسة الأنواع المختلفة من الأجهزة ومعايرتها، تجهيز الحفر وإجراء الاختبار، الأسس النظرية واختزال البيانات ومتغيرات التربة، تصميم القواعد السطحية، تصميم الخوازيق المحملة أفقيا وعموديا، تصميم الحوائط الاستنادية والمثبتات المحقونة بالضغط، تصميم طبقات الرصف وتطبيقات أخرى، وأخيراً المزايا والمساوئ والتكلفة والمدة الزمنية لإجراء الاختبار.

نود في الختام أن نشكر مركز البحوث بكلية الهندسة ومركز الترجمة بجامعة الملك سعود على دعم مشروع ترجمة هذا الكتاب، كما نتقدم بخالص الشكر والتقدير لكل من ساهم في مراجعة وتحكيم وإخراج هذا الكتاب.

نتمنى للمهندسين والطلاب أن يجدوا في هذا الكتاب الفائدة المرجوة وأن يكون حافزاً لهم للتعمق في دراسة هذا الموضوع.

والله ولي التوفيق، ، ،

المترجمان

إهـــداء المؤلـف

إلى والدي المهنـدس

ووالدتي الأستاذة مع احترامي وإعجابي

شكر المؤلف

يتيح لي هذا الكتاب الفرصة لشكر الأستاذين اللذين أثرا على طريقة تفكيري عندما كنت طالب دراسات عليا. علمني الأستاذ أرفاد لاندفا الإبداع في الأبحاث الهندسية وعدم الخوف من الاعتراض على الأفكار الأكثر رسوخاً، وعلمني الأستاذ دونالد شيلذ أن أكون عملياً في الأبحاث الهندسية وأن أستخدم دائماً الإحساس المنطقي.

لقد وفرت لي جامعة أيه أند أم، وزملائي وطلابي في الدراسات العليا مصدر قوة رئيسياً وإلهاماً خلال المراحل التي قادت لتأليف هذا الكتاب. يحق للعديد من مسئولي البحوث في القطاع الخاص والحكومي أن يكونوا فخورين بمساهمتهم لجعل هذا الكتاب يرى النور.

المحتويات

الصفحة

إهداء المترجمين ..... هـ
مقدمة الطبعة الثانية ..... ز
إهداء المؤلف ..... ط
شكر المؤلف ..... ك
تحويل الوحدات ..... ش
الفصل الأول: مقدمة ١
الفصل الثاني: الأنواع المختلفة من الأجهزة ٧
(٢,١) أجهزة مقياس الضغط للثقوب مسبقة الحفر ٧
(٢,٢) أجهزة مقياس الضغط ذاتي الحفر ٩
(٢,٣) أجهزة مقياس الضغط المخروطي ١٢
(٢,٤) أجهزة مقياس الضغط للصخور ١٢
(٢,٥) أجهزة مقياس الضغط لطبقات الرصف ١٤
(٢,٦) شراء جهاز مقياس الضغط للثقوب المسبقة الحفر ١٤
الفصل الثالث: معايرة الجهاز ١٧
(٣,١) التأكد من التشبع والتسربات ١٧
(٣,٢) تأسيس الحجم الصفري للأنبوب الأسطواني ١٨
(٣,٣) معايرة انضغاطية النظام ١٩
(٣,٤) معايرة مقاومة الغشاء ٢٠

الفصل الرابع: تجهيز ثقب الحفر ٢٣
(٤,١) متطلبات عامة ٢٣
(٤,٢) الحفر الدوراني مع الحقن الرأسي بطين الحفر المعد مسبقاً ٢٤
(٤,٣) تأثير تقنية الإدخال على النتائج ٢٧
الفصل الخامس: إجراء الاختبار ٣٥
(٥,١) إنزال الأنبوب الأسطواني ٣٥
(٥,٢) نفخ الأنبوب الأسطواني : الاختبار القياسي ٣٦
(٥,٣) اختبارات خاصة ٤١
(٥,٤) سحب الأنبوب الأسطواني ٤٤
(٥,٥) تسلسل الاختبار ٤٥
(٥,٦) حالة خاصة للحفر العميقة الجافة ٤٦
الفصل السادس: الأسس النظرية ٤٧
(٦,١) الإجهادات والانفعالات والاتزان ٤٧
(٦,٢) المرونة ٥٠
(٦,٣) تأثير ضعف التربة للشد على معامل مقياس الضغط ٥٢
(٦,٤) اللدونة ٥٣
الفصل السابع: اختزال البيانات ومتغيرات مقياس الضغط للتربة ٦٣
(٧,١) تصحيح البيانات الأولية ٦٣
(٧,٢) معامل ضغط التربة عند السكون K_o ٦٥
(٧,٣) الانفعال ٦٧
(٧,٤) رسم منحنى مقياس الضغط بيانياً ٧٠
(٧,٥) معامل مقياس الضغط E_o ومعامل إعادة التحميل E_R ٧٠
(٧,٦) ضغط الخضوع ،النهائي ، والنهائي الصافي ٧٤
(٧,٧) القيم العامة وتعريف التربة ٧٦

(٧,٨) الحكم على جودة الاختبار ٧٨
(٧,٩) الدقة والتكرارية ٧٩
(٧,١٠) الأنابيب الأسطوانية أحادية الخلية مقابل ثلاثية الخلية
ونسبة الطول إلى القطر ٨١
(٧,١١) طريقة اختبار الزيادة في الحجم مقابل الضغط ٨٦
(٧,١٢) المعاملات كدالة في مستوى الانفعال..... ٨٧
(٧,١٣) المعاملات كدالة في مستوى الإجهاد ٨٩
(٧,١٤) المعاملات كدالة في عدد الدورات ٩١
(٧,١٥) المعاملات كدالة في مدة تطبيق الإجهاد ٩٣
الفصل الثامن: متغيرات أخرى للتربة ومقارنات..... ٩٥
(٨,١) مقاومة القص غير المصرّفة للتربة المتماسكة ٩٥
(٨,٢) زاوية الاحتكاك للتربة غير المتماسكة (الرملية)..... ١٠٠
(٨,٣) معامل الاندماج القطري ١٠٣
(٨,٤) مقاومة الشد ١٠٣
(٨,٥) ضغط الاندماج المسبق..... ١٠٥
(٨,٦) مقارنة مع نتائج اختبارات أخرى..... ١٠٥
الفصل التاسع: تصميم القواعد السطحية ١١٥
(٩,١) عام..... ١١٥
(٩,٢) قدرة التحمل : خلفية..... ١١٦
(٩,٣) قدرة التحمل : منهجية مقياس الضغط..... ١١٩
(٩,٤) قدرة التحمل : منهجية الضغط مقابل مقاومة القص..... ١٢٠
(٩,٥) قدرة التحمل : التدرج في خطوات العمل ١٢٤
(٩,٦) قدرة التحمل : دقة قوانين التصميم ١٢٧
(٩,٧) قدرة التحمل : الحمل اللامركزي ،الحمل المائل و المنحدرات ١٢٩

(٩,٨) الهبوط : الخلفية ١٣٣
(٩,٩) الهبوط : منهجية مقياس الضغط ١٣٦
(٩,١٠) الهبوط : مقياس الضغط مقابل منهجية تجربة الاندماج ١٣٧
(٩,١١) الهبوط : التدرج في خطوات العمل ١٣٧
(٩,١٢) الهبوط : حالات خاصة تتضمن وجود طبقة هشّة ورقيقة ١٤٠
(٩,١٣) الهبوط : دقة قواعد التصميم ١٤١
(٩,١٤) الهبوط : منهجية المرونة في مقياس الضغط ١٤٤
(٩,١٥) الهبوط : المنهجية الجديدة لمقياس الضغط ١٤٧
الفصل العاشر: تصميم الخوازيق المحملة عمودياً ١٥٣
(١٠,١) عام ١٥٣
(١٠,٢) الحمل الأقصى : طريقة للسعة النقطية ١٥٤
(١٠,٣) الحمل الأقصى : طرق لسعة الاحتكاك ١٥٧
(١٠,٤) الحمل الأقصى : خطوات العمل المتدرجة ١٥٩
(١٠,٥) الحمل الأقصى : طريقة PMT مقابل SPT/S_u ١٦٧
(١٠,٦) الحمل الأقصى : دقة قواعد التصميم ١٦٩
(١٠,٧) الهبوط : الطريقة ١٧٨
(١٠,٨) الهبوط : دقة قواعد التصميم ١٨٢
(١٠,٩) فاعلية تأثير المعدل ١٨٣
(١٠,١٠) تأثير التحميل الدوري ١٨٩
(١٠,١١) تأثير الاجهادات المتبقية ١٩٧
(١٠,١٢) مجموعات خوازيق ١٩٩
الفصل الحادي عشر: تصميم الخوازيق المحملة أفقياً ٢٠١
(١١,١) عام ٢٠١
(١١,٢) الظاهرة الطبيعية والطرق المتوافرة لجهاز مقياس الضغط ٢٠٢

(١١,٣) الخلفية النظرية ٢٠٩
(١١,٤) منهجية معامل طبقة التأسيس للخوازيق الطويلة والمرنة ٢١٠
(١١,٥) منهجية معامل طبقة التأسيس للخوازيق القصيرة الصلبة ٢١٧
(١١,٦) منهجية منحنى *P-y* : الطريقة..... ٢١٩
(١١,٧) دقة الطريقة ٢٣٠
(١١,٨) القاعدة الإبهامية لتقدير السلوك الأفقي ٢٣٥
(١١,٩) التحميل طويل المدى والتحميل السريع ٢٣٦
(١١,١٠) التحميل الدوري..... ٢٣٩
(١١, ١١) التحميل قرب خندق ٢٤٥
(١١,١٢) تصميم أعمدة الحاجز الوقائي لارتطام العربة ٢٤٧
الفصل الثاني عشر: تصميم الحوائط الاستنادية ٢٥١
(١٢,١) عام ٢٥١
(١٢,٢) إعداد منحنيات *P-y* خلال عمق التربة المحجوزة ٢٥٣
(١٢,٣) إعداد منحنيات *P-y* خلال عمق التربة الساندة ٢٥٤
(١٢,٤) منحنيات *P-y* لمقياس الضغط ٢٥٤
(١٢,٥) مثال ٢٥٧
الفصل الثالث عشر: تصميم المثبتات المحقونة بالضغط..... ٢٦١
(١٣,١) تقنيات الإنشاء..... ٢٦١
(١٣,٢) البيانات التجريبية ٢٦٤
(١٣,٣) خطوات العمل المتدرجة ٢٦٧
(١٣,٤) دقة ومحدودية الطريقة..... ٢٧٣
الفصل الرابع عشر: تصميم طبقات الرصف ٢٧٥
(١٤,١) مفاهيم تصميم طبقات الرصف ٢٧٦
(١٤,٢) مقياس ضغط طبقات الرصف..... ٢٧٦

(١٤,٣) المعامل والضغط النهائي ٢٨١
(١٤,٤) معدّل التحميل لطبقات الرصف..... ٢٨١
(١٤,٥) طريقة الرسم البياني ٢٨٢
(١٤,٦) طريقة نظام الطبقات المتعددة ٢٨٥
(١٤,٧) المعامل كدالة في الإجهاد والانفعال والمعدّل والدورات ٢٩٢
(١٤,٨) اختبار مقياس الضغط لطبقات الرصف ٢٩٣
(١٤,٩) الحصول على المعاملات من منحنى مقياس الضغط لطبقات الرصف ... ٢٩٥
(١٤,١٠) التجارب الحقلية ٢٩٨
الفصل الخامس عشر: تطبيقات أخرى ٣٠١
(١٥,١) تشييد عمود محفور..... ٣٠١
(١٥,٢) الأعمدة المحفورة مع الخرسانة التمددية ٣٠٢
(١٥,٣) مراقبة الدمك ومراقبة وتحسين التربة..... ٣٠٣
(١٥,٤) دراسات عنصر محدد ٣٠٤
(١٥,٥) التصميم للصخور والطين الصفيحي ٣٠٥
(١٥,٦) الأعمدة الحجرية ٣٠٦
(١٥,٧) التميع..... ٣٠٩
(١٥,٨) المشكلات المتضمنة c' و ϕ' ٣١٠
الفصل السادس عشر: المزايا والمساوئ والتكاليف..... ٣١١
(١٦,١) المزايا..... ٣١١
(١٦,٢) المساوئ ٣١٣
(١٦,٣) التكلفة والمدة الزمنية المطلوبة..... ٣١٤
الملاحق..... ٣١٥
الملحق أ: أمثلة منحنيات اختبار مقياس الضغط وأجهزة مقياس الضغط... ٣١٥
الملحق ب: أمثلة مشكلات القواعد الضحلة..... ٣٤٣

الملحق ج : أمثلة مشكلات الخوازيق المحملة رأسياً ٣٧١
الملحق د : حل بطريقة الفوارق المحددة ومسألة لمشكلة حائط استنادي ٣٩٦
الملحق هـ : أمثلة مشكلات الخوازيق المحملة أفقياً ٤٠٣
الملحق و : إعداد منحنى *P-y* من منحنى مقياس الضغط ٤١٣
المراجع ٤٢٣
ثبت المصطلحات ٤٤١
أولاً : عربي-إنجليزي ٤٤١
ثانياً : إنجليزي-عربي..... ٤٦٥
كشاف الموضوعات ٤٨٩

تحويل الوحدات

التسارع (g) ٩,٨١ م/ثانية^{٢}=٣٨٦,٢٢ بوصة/ثانية^{٢}=٣٢,١٨٥ قدم/ثانية^{٢}، في باريس =٩,٨٠٦٦٥ م/ثانية^{٢}، في لندن =٣٢,١٧٤ قدم/ثانية^{٢}.

المساحة ١ م^{٢} =١٥٥ بوصة^{٢} =١٠,٧٦٤ قدم^{٢} =١,١٩٦ ياردة^{٢} =١٠^{٦} ملم^{٢}=١٠^{٤} سم^{٢} =٢,٤٧١ × ١٠$^{-٤}$ فدان^{٢} =٣,٨٦١ × ١٠$^{-٧}$ ميل^{٢}.

معامل الدمج ١ م^{٢}/ثانية =١٠^{٤} سم^{٢}/ثانية =٦ × ١٠^{٥} سم^{٢}/دقيقة =٣,٦ × ١٠^{٧} سم^{٢}/ساعة =٨,٦٤ × ١٠^{٨} سم^{٢}/يوم =٢,٦٢٨ × ١٠^{١٠} سم^{٢}/شهر =٣,١٥٣٦ × ١٠^{١١} سم^{٢}/سنة

=١,٥٥ × ١٠^{٣} بوصة^{٢}/ثانية =٤,٠٧٣٤ × ١٠^{٩} بوصة^{٢}/شهر =١,٣٣٩٢ × ١٠^{٨} بوصة^{٢}/يوم =٤,٨٨٨١ × ١٠^{١٠} بوصة^{٢}/سنة =٩,٤٧٨٣ × ١٠^{٥} قدم^{٢}/يوم =٢,٨٨٣ × ١٠^{٧} قدم^{٢}/شهر =٣,٣٩٤٥ × ١٠^{٨} قدم^{٢}/سنة

التدفق ١ م^{٣}/ثانية =١٠^{٦} سم^{٣}/ثانية = ٨,٦٤ × ١٠^{٤} م^{٣}/يوم =٨,٦٤ × ١٠^{١٠} سم^{٣}/يوم = ٣٥,٣١٤ قدم^{٣}/ثانية = ٣,٠٥١١ × ١٠^{٦} قدم^{٣}/يوم.

القوة ١٠ كيلو نيوتن = ٢,٢٤٨٢ × ١٠^{٣} رطل = ٢,٢٤٨٢ كب = ١,١٢٤١ طن (t) (طن قصير = ٢٠٠٠ رطل)

=١,٠١٩٤ × ١٠^{٣} كجم =١,٠١٩٤ × ١٠^{٦} جم =١,٠١٩٤ طن (T) (طن متري=١٠٠٠ كجم)

= ١٠^{٩} داين = ٣,٥٩٧١ × ١٠^{٤} أونص = ١,٠٢٢ طن (tl) (طن طويل = ٢٢٠٠ رطل)

القوة/وحدة طول ١٠ كيلو نيوتن/م = ٦٨,٥٢٦ رطل/قدم = ٦,٨٥٢٦ × ١٠$^{-٢}$ كب/قدم = ٣,٤٢٦٣ × ١٠$^{-٢}$ طن (t)/قدم

= ١,٠١٩٤ × ١٠^{٢} كجم/م = ١٠١٩٤ ,. طن (T)/م

الطول ١ م = ٣٩,٣٧ بوصة = ٣,٢٨٠٨ قدم = ١,٠٩٣٦ ياردة

= ١٠^{١٠} أنجستروم = ١٠^{٦} ميكرون = ١٠^{٣} ملم = ١٠٠^{٣} سم = ١٠$^{-٣}$ كم = ٦,٢١٣٧ × ١٠$^{-٤}$ ميل = ٥,٣٩٩٦ × ١٠$^{-٤}$ ميل بحري

العزم أو الطاقة ١ كيلو نيوتن.م = ٧,٣٧٥٩ × ١٠^{٢} رطل.قدم

= ٠,٧٣٧٥٩ كب.قدم = ٠,٣٦٨٧٩ طن (t).قدم

= ١,٠١٩٤ × ١٠^{٣} جم.سم = ١,٠١٩٤ × ١٠^{٢} كجم.م

= ١٠١٩٤,. طن (T).م = ١٠^{٣} نيوتن.م = ١٠^{٣} جول

عزم القصور الذاتي ١ م^{٤} = ٢,٤٠٢٥ × ١٠^{٦} بوصة^{٤} = ١,١٥٨٦ × ١٠^{٢} قدم^{٤}

= ٠,٦٩٩١١ ياردة^{٤}

= ١٠^{٨} سم^{٤} = ١٠^{١٢} ملم^{٤}.

العزم/وحدة طول ١ كيلو نيوتن.م/م = ٢,٢٤٨٢ × ١٠^{٢} رطل.قدم/قدم = ٠.٢٢٤٨٢ كب.قدم/قدم = ٠,١١٢٤١ طن (t).قدم/قدم

= ١,٠١٩٤ × ١٠^{٢} كجم.م/م = ٠,١٠١٩٤ طن (T).م/م

الضغط ١٠٠ كيلو باسكال = ١٠٠ كيلو نيوتن/م^{٢} = ١٤,٥٠٣ رطل/بوصة^{٢} = ٢,٠٨٨٥ × ١٠^{٣} رطل/قدم^{٢}

١,٤٥٠٣ × ١٠$^{-٢}$ كب/بوصة^{٢} = ٢,٠٨٨٥ كب/قدم^{٢}

= ١,٠٤٤٢ طن (t)/قدم^{٢} = ٧٥,٠٠٣ سم من الزئبق (٠°م)

= ١,٠١٩٧ كجم/سم^{٢} = ١٠,١٩٧ طن (T)/م^{٢}

= ٠,٩٨٦٨٩ ضغط جوي (Atm) = ٣٣,٤٥٥ قدم من الماء عند (٤°م) = ١ بار = ١٠^{٦} داين/سم^{٢}.

درجة الحرارة	$^{o}م = ٥/٩ (^{o}ف - ٣٢)$ ، $^{o}ك = {}^{o}م + ٢٧٣,١٥$
الوقت	١ سنة = ١٢ شهر = ٣٦٥ يوم = ٨٧٦٠ ساعة = ٥,٢٥٦ × $١٠^{٥}$ دقيقة = ٣,١٥٣٦ × $١٠^{٧}$ ثانية.
وحدة الوزن ومعامل ضغط التماس	١٠ كيلو نيوتن/$م^{٣}$ = ٦٣,٦٥٤ رطل/$قدم^{٣}$ = ٣,٦٨٣٧ × $١٠^{-٢}$ رطل/بوصة^{٣}
	= ١,٠١٩٦ جم/$سم^{٣}$ = ١,٠١٩٦ طن (T)/$م^{٣}$ = ١,٠١٩٦ × $١٠^{٣}$ كجم/$م^{٣}$.
السرعة أو النفاذية	١ م/ثانية = ٣,٦ كم/ساعة = ٢,٢٣٦٩ ميل/ساعة = ٦٠ م/دقيقة = ١٠٠ سم/ثانية.
	= ١,٩٦٨٥ × $١٠^{٢}$ قدم/دقيقة = ٣،٢٨٠٨ قدم/ثانية = ١,٠٣٤٦ × $١٠^{٨}$ قدم/سنة = ٢,٨٣٤٦ × $١٠^{٥}$ قدم/يوم.
الحجم	١ $م^{٣}$ = ٦,١٠٢٤ × $١٠^{٤}$ بوصة^{٣} = ٣٥,٣١٥ قدم^{٣} = ٠,٧٦٤٥٥ ياردة^{٣} = $١٠^{٩}$ ملم^{٣} = $١٠^{٦}$ سم^{٣} = $١٠^{٣}$ دسم^{٣}
	= $١٠^{٣}$ لتر = ٢,١٩٩٨ × $١٠^{٢}$ جالون إنجليزي = ٢,٦٤١٧ × $١٠^{٢}$ جالون أمريكي.
الحجم المفقود في الأنابيب	١ $سم^{٣}$/م/كيلو باسكال = ٨,٩١ × $١٠^{-٤}$ بوصة^{٣}/قدم/(رطل/$قدم^{٢}$).