هندسة الزلازل الجيوتقنية

تأليف

ستيفن ل. كريمر

جامعة واشنطن

ترجمـــــة

الدكتور/ عوض بن علي بن سلطان القرني

أستاذ مشارك

قسم الهندسة المدنية - كلية الهندسة - جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ⓒ جامعة الملك سعود، ١٤٢٥هـ (٢٠٠٤م).

هذه ترجمة عربية مصرح بها لكتاب:

Geotechnical Earthquake Engineering

By: Steven L. Kramer

© 1996 by Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, New Jersey 07458.

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

كريمر، ستيفن لورانس

هندسة الزلازل الجيوتقنية/ستيفن ل. كريمر، ترجمة. عوض بن علي بن سلطان القرني - الرياض

٧٣٧ص؛ ٢١سم × ٢٨سم.

ردمك: ٩-٥٢٦- ٣٧ - ٩٩٦٠

١ - الزلازل ٢ - رصد الزلازل أ- القرني، عوض علي سلطان (مترجم) ب- العنوان

ديوي ٤٧، ٦٢١ ١٤٢٤/١٨٩

رقم الإيداع: ١٤٢٤/١٨٩

ردمك: ٩-٥٢٦- ٣٧ - ٩٩٦٠

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة، شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس العلمي على نشره بعد إطلاعه على تقارير المحكمين في اجتماعه التاسع عشر للعام الدراسي ١٤٢١/١٤٢٢هـ المعقود بتاريخ ١٤٢٢/٣/٢١هـ الموافق ٢٠٠١/٦/١٣م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٢٥هـ

إهـــداء

يســـرني أن أهـدي ما بذلتـــه من جهـــد في تـرجمة هذا الكتـاب إلى جميـع أفـــراد أســـرتي الذين كانـوا عونا لي على إتـمـامه.

المتـــــرجم

مقـدمة المترجم

الحمد لله والصلاة والسلام على نبينا محمد وعلى آله وصحبه وسلـم تسليما كثيرا ، وبعد : فإني أحمد الله سبحانه وتعالى أن وفقني إلى ترجمة كتاب " هندسة الزلازل الجيوتقنية" لمؤلفه ستيفن ل. كريمر الذي صدر عام ١٩٩٦م ، والذي يعتبر من أحدث و أبرز المراجع المتوافرة باللغة الإنجليزية في هذا المجال.

إن لتطبيق مبادئ هندسة الزلازل في تصميم المنشآت أهمية كبرى في تقليل الخطر الزلزالي على الأرواح ، وعلى المنشآت المدنية والصناعية والعسكرية. ولهذا اهتمت أغلب دول العالم ، ومنها دول العالم العربي ، باشتراط تطبيق متطلبات أكواد البناء فيما يتعلق بالتصميم المقاوم للزلازل في المناطق النشيطة زلزاليا. وتعتمد هذه المتطلبات على نتائج البحوث و الدراسات التي أجريت في مجالات هندسة الزلازل المختلفة. وإن من أبرز هذه المجالات مجال هندسة الزلازل الجيوتقنية.

ولأهمية موضوع هندسة الزلازل الجيوتقنية وتأصيله أكاديمياً ، بدأ ظهور العديد من المراجع المتخصصة في هندسة الزلازل الجيوتقنية في الأعوام الأخيرة من هذا القرن. أما كتاب " هندسة الزلازل الجيوتقنية" لمؤلفه ستيفن ل. كريمر ، فيتميز بشموليته وأسلوبه الأكاديمي في عرض مواضيع هندسة الزلازل الجيوتقنية بشكل متكامل ومترابط ، بالإضافة إلى طرح الكثير من نتائج الدراسات والأبحاث الحديثة التي كونت طرحاً أكاديمياً لهذا الموضوع . ويحتوي الكتاب الأصل على نحو ٦٧٠ صفحة مقسمة إلى اثني عشر فصلاً و ثلاثة ملاحق ، موزعة على المواضيع المتعلقة بهندسة الزلازل الجيوتقنية ، ومن ضمنها : النواحي الجيولوجية ، والهزات الأرضية ، وطرق التحليلات والاستكشافات الحقلية والمعملية للتربة ، والعوامل المؤثرة على سلوك التربة عند تعرضها للأحمال الزلزالية ، وتأثير السلوك الزلزالي للترب في المنشآت المحيطة ، وطرق التحليل والتصميم للمنشآت المتعلقة بمواضيع الهندسة الجيوتقنية مثل : الأساسات ، والحوائط الساندة ، والميول الترابية ، والسدود الترابية إلخ، والتي استعرضها المؤلف بتفصيل أكثر في مقدمة الكتاب.

ولأن العديد من المناطق في العالم العربي نشيطة زلزاليا ، فإن هناك اهتماماً على مستوى العالم العربي بهندسة الزلازل. لذا فإن الحاجة إلى ترجمة هذا الكتاب كانت ماسة جداً ، وذلك لإيجاد مرجع باللغة العربية يسهل

فهم موضوع هندسة الزلازل الجيوتقنية للمهندسين وطلبة الدراسات العليا ، حيث يندر توافر مراجع باللغة العربية في هذا الموضوع.

ومن أبرز الصعوبات التي واجهتني في ترجمة هذا الكتاب هي عدم توافر معانٍ لبعض المصطلحات في القواميس المتوافرة ، وكذلك وجود أكثر من معنى للبعض الآخر، وأيضا عدم توافق ترجمة بعض المصطلحات مع سياق الجملة المترجمة مما يخل بالمعنى المقصود للجملة. لذا فقد بذلت كل ما في وسعي لاختيار المعاني التي رأيت أنها مناسبة وتعبر عن المقصود بالعبارة الأصل وتم ضبطها في ثبت المصطلحات. ومع هذا ومع الجهد المضني الذي بذلته في ترجمة هذا الكتاب الضخم متعدد المواضيع ، فإني لم أكن مستغرباً وجود ملاحظات وتصحيحات من لجنة التحكيم والمراجعة والتي أسعدني كثيراً اعتبارها والأخذ بها.

وقبل الختام فإني أود أن أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى مركز الترجمة بجامعة الملك سعود، وإلى مركز البحوث بكلية الهندسة بجامعة الملك سعود على الدعم والتشجيع لمشروع ترجمة هذا الكتاب. كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير لكل من ساعد في مراجعة وتحكيم و إخراج هذا الكتاب إلى حيز التداول. كما أسأل الله العلي القدير أن ينفع به طالبي العلم والمعرفة على جميع مستوياتهم الأكاديمية والعملية والثقافية.

والله من وراء القصد، ، ،

المترجم

مقدمة المؤلف

مقارنة بمعظم فروع الهندسة المدنية، فإن هندسة الزلازل الجيوتقنية حديثة إلى حد ما. وبينما تعرف تأثيرات ضرر الزلازل لعدة قرون، إلا أن المشاركة القوية للترب في قدر الضرر الزلزالي وشكله لم يقدر بشكل واسع إلا حديثا نسبياً. وبعد الزلازل المدمرة في ١٩٦٤م في نيجاتا (Nigata)، واليابان وألاسكا، والمحث بواسطة نمو صناعة الطاقة النووية في الستينيات والسبعينيات، فقد نما حقل هندسة الزلازل الجيوتقنية بشكل سريع. وبالرغم من أنه لازال الكثير لتعلمه، إلا أن هذا الحقل مدروس إلى النقطة التي توجد عندها ، بشكل عام ، النظريات والطرق التحليلية المقبولة لعدد من المسائل المهمة.

والغرض من هذا الكتاب هو تقديم المفاهيم ، والنظريات ، والطرق لهندسة الزلازل الجيوتقنية إلى القارئ. إنه أعد للاستعمال كمرجع في مقررات الدراسات العليا لهندسة الزلازل الجيوتقنية وككتاب مرجع للمهندسين الممارسين. وبإدراك أن هندسة الزلازل الجيوتقنية مجال واسع، متعدد الفروع، فإن الكتاب يستل من علم الزلازل ، والجيولوجيا ، والهندسة الإنشائية ، وتحليل المخاطر ، والفروع التقنية الأخرى.

وقد كتب الكتاب عند مستوى مناسب للطلبة بمعرفة مكافئة لتلك لطالب التخرج (السنة الرابعة) في الهندسة المدنية. ويجب أن يكون الطالب قد أخذ المقررات الأساسية في ميكانيكا التربة، و الهندسة الإنشائية، والهيدروليكيا ؛ وستكون المقررات الأولية في الجيولوجيا والاحتمالية / الإحصاء أيضا مفيدة. وسيكون عدد من طلبة الدراسات العليا قد أخذ مقررات في الديناميكية الإنشائية أو ديناميكيا التربة عند بداية دراسة هندسة الزلازل الجيوتقنية. وطرحت للقراء الآخرين، بدون خلفية مسبقة، مقدمات للمصطلحات والرياضيات للأنظمة الديناميكية ، والديناميكا الإنشائية ، والاحتمالية في ثلاثة ملاحق.

التنظيم ORGANIZATION

تقع مادة الموضوع في مجموعتين رئيسيتين. تطرح الملاحق والفصول الستة الأولى المفاهيم الرئيسية لعلم الزلازل ، والحركة الأرضية ، والديناميكا ، وسلوك التربة. وطرحت تطبيقات لهذه المفاهيم للمسائل الشائع اعتبارها عند ممارسة هندسة الزلازل الجيوتقنية في الفصول الستة الأخيرة.

يقدم الفصل الأول إلى القارئ أنواع الضرر التي يمكن أن تحدث أثناء الزلازل ، والمشاكل التي تطرحها لمهندسي الزلازل الجيوتقنيين. وتوصف المفاهيم الأساسية لعلم الزلازل والمصطلحات المستعملة لوصف الزلازل

وتأثيراتها في الفصل الثاني. ويصف الفصل الثالث قياس الحركة الأرضية ، والمعاملات المستخدمة لوصف الحركة الأرضية القوية ، وطرق التنبؤ بهذه المعاملات. وطرحت تحليلات المخاطر الزلزالية التحديدية والاحتمالية في الفصل الرابع. ويقدم الفصل الخامس إلى القارئ الانتشار الموجي ، بداية بالموجات الباطنية أحادية البعد البسيطة في المواد المتجانسة والممتدة إلى الموجات السطحية ، والأنظمة متعددة البعد و متعددة الطبقات. ووصفت خصائص التربة التي تتحكم في سلوك انتشارها الموجي في الفصل السادس ، ووصفت أيضا التقنيات الحقلية والمعملية لقياس هذه الخصائص.

ويطرح الفصل السابع طرق التحليل للاستجابة الأرضية أثناء الزلازل ، بداية بتحليل الاستجابة الأرضية أحادية البعد ومتقدما خلال تحليلات الاستجابة الديناميكية ثنائية وثلاثية البعد. ووصف كلتا الطريقتين في المجال الترددي والزمني. وختم الفصل السابع بمدخل إلى المفاهيم الرئيسية وتأثيراتها للتداخل بين المنشأ والتربة. ووصفت تأثيرات ظروف التربة المحلية في الحركات الأرضية والضرر الزلزالي في الفصل الثامن. ويقدم الفصل الثامن أيضا مفهوم الحركات الأرضية التصميمية ، وكيف تُظهر من تحليلات الموقع المحدد ومن أكواد البناء. ويتعامل الفصل التاسع مع التميع - إنه يبدأ بالهيكل المفاهيمي لفهم الظواهر المختلفة المرتبطة بالتميع ومن ثمّ يطرح خطوات عملية لتقييم مخاطره. وتغطى الاستقرارية الزلزالية للميول في الفصل العاشر ، والتصميم الزلزالي للمنشآت الساندة في الفصل الحادي عشر. ويقدم الفصلان العاشر والحادي عشر المواضيع الخاصة من وجهات النظر الساكنة ومن ثمّ من وجهات نظر الإزاحة الدائمة. ويقدم الفصل الثاني عشر تقنيات تحسين التربة الشائع استخدامها لتقليل المخاطر الزلزالية.

علم أصول التدريس PEDAGOGY

هذا الكتاب هو الأول الذي يتعامل ، بشكل واضح ، مع موضوع هندسة الزلازل الجيوتقنية. وأثناء إعداده ، كرس قدر عظيم من الوقت والجهد للقرارات حول المحتوى والتنظيم. وتعكس الصيغة النهائية ، بشكل طبيعي تفضيلي ، الخاص ، ولكن روجع المتن بواسطة عدد من المهندسين الأكاديميين أو الممارسين المحترفين. وتضمن إعداد المتن قدراً عظيماً من التفسير للمعلومات من مصادر متعددة واسعة. وبينما يعكس المتن تفسيراتي الخاصة لهذه المعلومات ، فقد زود بمراجع ، بشكل مكثف ، للسماح للقارئ ليكتشف الخلفية أو معلومات مفصلة أكثر عن مواضيع هندسة الزلازل الجيوتقنية المختلفة.

وهناك ميزتان جديرتان بالملاحظة. فقد استعملت حركتين أرضيتين من زلزال لوما بريتا ، إحداهما من بروز صخري والأخرى من سطح راسب ترابي عميق مجاور ؛ لتمثيل عدد من المفاهيم خلال الكتاب. وأكدتا الفروقات في السعات ، ومحتويات التردد ، والفترات للحركات في الفصل الثالث. وأصبحت أسباب هذه الفروقات واضحة مؤخراً في الفصلين السابع والثامن. ويؤكد الكتاب أيضاً استعمال دوال التحويل ، وبالأخص في حل مسائل

الاستجابة الأرضية. وتساعد طريقة دالة التحويل الطلاب على تكوين فهم أكثر اكتمالا للاستجابة الأرضية ـ في المجال الترددي بالمثل كالمجال الزمني. وباختراع برامج الحاسب مثل مات لاب، وماث كاد، وماثيماتيكا، فإن تحليلات فورييه المطلوبة في طريقة دالة التحويل تكون إلى حد ما بسيطة ؛ ويستعمل الطلاب مات لاب ، بشكل مكثف ، في مقرراتي لديناميكا التربة وهندسة الزلازل الجيوتقنية.

ويحتوي الكتاب على مسائل محلولة ومسائل واجبات. وأعدت مسائل الأمثلة لتمثيل المفاهيم الأساسية التي تطرحها ؛ وللسماح بمراجعة النتائج، أجري عدد من المسائل المتضمنة لحسابات إلى درجة دقة أكثر من المطلبة بواسطة الطرق (وبيانات نموذجية معطاة). ولا يعير عدد من المسائل المهمة لهندسة الزلازل الجيوتقنية، برغم ذلك، نفسها إلى نوع مسائل الواجب القصيرة والمعرفة جيداً ، والتي توضع بشكل جاهز في الكتاب. و تفضيلي هو تحديد مسائل أطول، موجهة كمشروع يعتمد على حالات تاريخية حقيقية، وأوصي أن تكمل مسائل الواجب في هذا الكتاب بمثل هذه المسائل.

الوحدات UNITS

كما في عدد من الحقول الأخرى، فإن استعمال الوحدات في هندسة الزلازل الجيوتقنية غير منتظم وغير متناسق. ونتجت الحالة الحالية للمعرفة في هندسة الزلازل الجيوتقنية من التطورات في حقول تقنية متنوعة وبلدان مختلفة، يستعمل عدد منها ، بشكل معتاد ، وحدات مختلفة. ولحسن الحظ، يطابق أغلبها ، إلى حد ما ، أنظمة المقياس المتري أو البريطاني. وبدلاً من المحاولة لإجبار استعمال نظام واحد أو النظام الآخر، فإن هذا الكتاب يستعمل وحدات مزدوجة. وباعتبار أصولها، فإن معظم الوحدات الشائعة لكل كمية تسجل أولاً مع متابعة الدليل بين قوسين. وتميل هذه الطريقة إلى السماح لكل القراء بالمتابعة خلال المادة دون التوقف للتحويل (عقلياً أو أي وسيلة أخرى) من مجموعة من الوحدات إلى الأخرى. ولتشجيع التعود على كلتا المجموعتين من الوحدات، حددت بعض مسائل الأمثلة والواجب في الوحدات المترية و البعض في الوحدات البريطانية.

عرفان ACKNOWLEDGEMENTS

ساعد عدد من الناس ، بشكل مباشر أوغير مباشر في إعداد هذا الكتاب. وقد اكتسبت حياتي المهنية العملية والأكاديمية ، بشكل كبير ، من عدد من الناس الذين عملت معهم عن قرب وبالأخص، (حسب التسلسل الزمني) بل هاوستن (Bill Housten)، وتوم تيجيما (Tom Tejima) ، وهـ. ب. سيد (H.B. Seed)، وجوي ماهوني (Joe Mahoney)، وبوب هولتز (Bob Holtz). وقد أخذت مساعدتهم، ونصائحهم، وتشجيعهم عدداً من الأشكال، وأنا شاكر لكل منهم.

ومع تطور هذا الكتاب من تجميع من مذكرات المحاضرات والنشرات، فإنه كان يتحسن بواسطة تعليقات واقتراحات من عدد من الطلبة في مقرراتي لديناميكا التربة وهندسة الزلازل الجيوتقنية. وتقدر مساعدتهم جداً. وأنا أيضا شاكراً لعدد من الزملاء الذين أعطوا انتقادات حرجة بناءة لأجزاء مختلفة من الكتاب، تشمل د. دونالد ج.

اندرسون (Dr. Donald G. Anderson)، ود. جوان بيز (Dr.Juan Baez)، والسيد دافيد باسكا (Mr. David Baska)، ود. قوبال بسواز (Dr. Gopal Biswas)، و روز دبليو. باولنجر (Ross W. Boulanger)، ود. جي. بي كروس (Dr. G. B. Crouse)، والأستاذ الدكتور المتقاعد ويليام جي. هال (Prof. Emeritus Williom J. Hall)، والسيدة كيرن هنري (Ms. Karen Henry)، والأستاذ الدكتور كارلتون ل. هو (Prof. Carlton L. Ho)، والأستاذ الدكتور وليام دي. كوفاكس (Prof. William D. Kovacs)، والأستاذ الدكتور روبرتو تي. ليون (Prof. Roberto T. Leon)، والأستاذ الدكتور جريجوري آر. ماك راي (Prof. Gregorg R.MacRae) والدكتور ليليو إتش. ماجيا (Dr. Lelio H. Mejia)، والدكتور روبرت بايك (Dr. Robert Pyke)، والأستاذ الدكتور بيتر كي. روبرتسن (Prof. Peter K. Robertson)، والأستاذ الدكتور راج سدهارثان (Prof. Raj Siddharthan)، والأستاذ الدكتور ستيورات سمث (Prof. Stewart Smith)، والأستاذ الدكتور تموثي دي. ستارك (Prof. Timothy D. Stark)، والأستاذ الدكتور جورج إم. تركيه (Prof. George M. Turkiyyah). كل منهم أعطى الاقتراحات التي حسنت نوعية الكتاب. وراجع الأستاذ الدكتور جيوفري آر. مارتن (Prof. Geoffrey R. Martin) والأستاذ الدكتور تي. لسلي يود (Prof. T. Leslie Youd) أجزاء كبيرة من الكتاب ؛ ومجهوداتهم تقدر بشكل خاص.

وأخيراً، أنا شاكر جداً لزوجتي، ديانا (Diane)، ولابنتي كاتي (Katie) وميجان (Megan). وقد تطلب الإعداد لهذا الكتاب عدة سنوات من ساعات العمل الطويلة ؛ لم أكن أستطيع عمله بدون فهمهم وتشجيعهم المبهج.

المحتويات

الموضوع ..... **الصفحة**

مقدمة المترجم ..... ز
مقدمة المؤلف ..... ط

الفصل الأول : مقدمة لهندسة الزلازل الجيوتقنية ١
(١,١) مقدمة ١
(١,٢) خلفية تاريخية ١
(١,٣) المخاطر الزلزالية ٢
(١,٣,١) الهز الأرضي ٢
(١,٣,٢) المخاطر الإنشائية ٣
(١,٣,٣) التميع ٥
(١,٣,٤) الإنزلاقات الأرضية ٩
(١,٣,٥) انهيار المنشآت الساندة ٩
(١,٣,٦) مخاطر خطوط المرافق ١٢
(١,٣,٧) مخاطر السيتشا و الموجات التسونامية ١٣
(١,٤) تخفيف المخاطر الزلزالية ١٤
(١,٥) زلازل تاريخية مهمة ١٤

الفصل الثاني : علم الزلازل والزلازل ١٩
(٢,١) مقدمة ١٩
(٢,٢) التركيب الداخلي للأرض ١٩
(٢,٢,١) الموجات الزلزالية ٢٠
(٢,٢,٢) التركيب الداخلي ٢١

(٢,٣) الجرف القاري وحركية الصفائح ٢٣
(٢,٣,١) حركية الصفائح ٢٥
(٢,٣,٢) حدود الصفائح ٢٦
(٢,٣,٢,١) انتشار أطراف الحيد ٢٩
(٢,٣,٢,٢) حدود نطاق الانغراز ٣٠
(٢,٣,٢,٣) حدود الفالق المستعرض ٣٢
(٢,٤) الفوالـق ٣٣
(٢,٤,١) الشكل الهندسي للفالق ٣٤
(٢,٤,٢) حركة الفالق ٣٤
(٢,٤,٢,١) حركة انزلاق الميل ٣٥
(٢,٤,٢,٢) حركة الانزلاق المضربى ٣٥
(٢,٥) نظرية الارتداد المرن ٣٧
(٢,٥,١) العلاقة بعودة الحدوث الزلزالي ٤٠
(٢,٥,٢) العلاقة بالبيئة الحركية ٤١
(٢,٥,٣) العزم الزلزالى ٤٢
(٢,٦) مصادر أخرى للنشاط الزلزالى ٤٢
(٢,٧) رموز الشكل الهندسى ٤٣
(٢,٨) موقع الزلازل ٤٤
(٢,٩) حجم الزلازل ٤٤
(٢,٩,١) شدة الزلزال ٤٥
(٢,٩,٢) القدر الزلزالي ٤٧
(٢,٩,٢,١) قدر ريختر المحلي ٤٨
(٢,٩,٢,٢) قدر الموجة السطحية ٤٨
(٢,٩,٢,٣) قدر الموجة الباطنية ٤٨
(٢,٩,٢,٤) مقاييس قدر آلية أخرى ٤٩
(٢,٩,٢,٥) قدر العزم ٤٩
(٢,٩,٣) طاقة الزلزال ٥١
(٢,١٠) ملخص ٥١

الفصل الثالث : الحركة الأرضية القوية ٥٥

(٣,١) مقدمة ٥٥
(٣,٢) قياس الحركة القوية ٥٧

(٣,٢,١) أجهزة السيزموجراف ٥٧
(٣,٢,٢) تجميع المعلومات وترقيمها ٦٢
(٣,٢,٣) معالجة الحركة القوية ٦٣
(٣,٢,٤) صفوف آلات الحركة القوية ٦٤
(٣,٢,٤,١) الصفوف العالمية والإقليمية ٦٤
(٣,٢,٤,٢) المصفوفات المحلية والكثيفة ٦٥
(٣,٢,٥) سجلات الحركة القوية ٦٧
(٣,٣) معاملات الحركة الأرضية ٦٨
(٣,٣,١) معاملات السعة ٦٨
(٣,٣,١,١) تسارع القمة ٦٩
(٣,٣,١,٢) سرعة القمة ٧٠
(٣,٣,١,٣) إزاحة القمة ٧١
(٣,٣,١,٤) معاملات أخرى للسعة ٧١
(٣,٣,٢) معاملات محتوى التردد ٧٣
(٣,٣,٢,١) أطياف الحركة الأرضية ٧٣
(٣,٣,٢,٢) المعاملات الطيفية ٧٨
(٣,٣,٢,٣) النسبة a_{max}/v_{max} ٨٢
(٣,٣,٣) الفترة ٨٣
(٣,٣,٤) معاملات أخرى للحركة الأرضية ٨٦
(٣,٣,٥) مناقشة ٨٨
(٣,٤) تقدير معاملات الحركة الأرضية ٩٠
(٣,٤,١) تأثيرات المسافة والقدر ٩٠
(٣,٤,٢) تطوير علاقات التنبؤ ٩١
(٣,٤,٣) تقدير معاملات السعة ٩٣
(٣,٤,٣,١) تسارع القمة ٩٣
(٣,٤,٤) تقدير معاملات محتوى التردد ٩٧
(٣,٤,٤,١) الفترة السائدة ٩٧
(٣,٤,٤,٢) أطياف سعة فوريه ٩٧

(٣,٤,٤,٣) نسبة a_{max}/v_{max} ٩٩
(٣,٤,٤,٤) إحداثيات طيف الاستجابة..... ١٠٠
(٣,٤,٥) تقدير الفترة ١٠٠
(٣,٤,٦) تقدير لمعاملات أخرى ١٠٢
(٣,٤,٦,١) تسارع RMS ١٠٤
(٣,٤,٦,٢) شدة أيرياس ١٠٤
(٣,٥) الاختلاف المكانى للحركات الأرضية ١٠٥
(٣,٦) ملخص ١٠٨

الفصل الرابـــع: تحليل المخاطر الزلزالية..... ١١٣
(٤,١)مقدمة ١١٣
(٤,٢) تمييز مصادر الزلزال وتقييمها ١١٤
(٤,٢,١) الدليل الجيولوجي ١١٤
(٤,٢,١,١) نشاط الفالق..... ١١٦
(٤,٢,١,٢) مؤشرات القدر..... ١١٨
(٤,٢,٢) الدليل الحركي ١٢٠
(٤,٢,٣) الزلزالية التاريخية ١٢١
(٤,٢,٤) الزلزالية الآلية ١٢٢
(٤,٣) تحليل مصدر الخطر الزلزالى التحديدي..... ١٢٢
(٤,٤) تحليل مصدر الخطر الزلزالى الاحتمالى ١٢٦
(٤,٤,١) وصف مصدر الزلزال..... ١٢٧
(٤,٤,١,١) الشكوكية المكانية..... ١٢٧
(٤,٤,٢,٢) الشكوكية في الحجم ١٢٩
(٤,٤,٢) علاقات التنبؤ..... ١٣٦
(٤,٤,٣) الشك المؤقت..... ١٣٧
(٤,٤,٣,١) نموذج بواسون..... ١٣٨
(٤,٤,٣,٢) نماذج أخرى..... ١٣٩
(٤,٤,٣,٣) قابلية تطبيق النموذج..... ١٣٩
(٤,٤,٤) حسابات الاحتمال..... ١٤٠

(٤,٤,٤,١) منحنيات مصدر الخطر الزلزالي ١٤٠
(٤,٤,٤,٢) الفترات الزمنية المحدودة ١٥٤
(٤,٤,٤,٣) التفريق ١٤٦
(٤,٤,٤,٤) طرق الشجرة المنطقية ١٤٧
(٤,٥) ملخص ١٤٩

الفصل الخامس : الانتشار الموجي ١٥٥
(٥,١) مقدمة ١٥٥
(٥,٢) الموجات في الوسط غير المحصور ١٥٥
(٥,٢,١) الانتشار الموجي أحادي البعد ١٥٦
(٥,٢,١,١) الموجات الطولية في قضيب طويل غير متناهٍ ١٥٦
(٥,٢,١,٢) الموجات الالتوائية في قضيب طويل غير متناهٍ ١٥٨
(٥,٢,١,٣) حل المعادلة الأحادية البعد للحركة ١٦٠
(٥,٢,٢) الانتشار الموجي ثلاثي الأبعاد ١٦٢
(٥,٢,٢,١) مراجعة للرمز الجهدي ١٦٣
(٥,٢,٢,٢) مراجعة للرمز الإجهادي ١٦٣
(٥,٢,٢,٣) مراجعة لعلاقات الجهد–الإجهاد ١٦٤
(٥,٢,٢,٤) معادلات حركة الجسم الصلب المرن ثلاثي الأبعاد ١٦٦
(٥,٢,٢,٥) حلول المعادلات الثلاثية الأبعاد للحركة ١٦٧
(٥,٣) الموجات في الجسم شبه غير المتناهي ١٦٩
(٥,٣,١) موجات رالي ١٧٠
(٥,٣,١,١) سرعة موجة رالي ١٧٢
(٥,٣,١,٢) سعة إزاحة موجة رالي ١٧٣
(٥,٣,٢) موجات لاف ١٧٥
(٥,٣,٣) مجال أعلى للموجات السطحية ١٧٨
(٥,٣,٤) تشتت الموجات السطحية ١٧٨
(٥,٣,٥) سرعات الطور والمجموعة ١٧٩
(٥,٤) الموجات في جسم طبقي ١٧٩
(٥,٤,١) الحالة أحادية البعد : حد المادة في قضيب غير متناهٍ ١٧٩

(٥,٤,٢) الحالة الثلاثية الأبعاد: الموجات المائلة ١٨٥
(٥,٥) وهن الموجات الجهدية ١٩٠
(٥,٥,١) تضاؤل المادة ١٩٠
(٥,٥,٢) التضاؤل الإشعاعي ١٩٤
(٥,٦) ملخص ١٩٥

الفصل السادس :خصائص التربة الديناميكية ٢٠١
(٦,١) مقدمة ٢٠١
(٦,٢) عرض لحالات الجهد بواسطة دائرة مور ٢٠١
(٦,٢,١) الجهود الرئيسية ٢٠٤
(٦,٢,٢) مسارات الجهد ٢٠٥
(٦,٣) قياس خواص التربة الديناميكية ٢٠٩
(٦,٣,١) التجارب الحقلية ٢٠٩
(٦,٣,١,١) تجارب الإجهاد المنخفض ٢١٠
(٦,٣,١,٢) تجارب الإجهاد العالي ٢٢٩
(٦,٣,٢) التجارب المعملية ٢٣٧
(٦,٣,٢,١) التعيين ٢٣٧
(٦,٣,٢,٢) تجارب العنصر ذات الإجهاد المنخفض ٢٣٨
(٦,٣,٢,٣) تجارب العنصر ذات الإجهاد العالي ٢٤٢
(٦,٣,٢,٤) تجارب النموذج ٢٤٨
(٦,٣,٣) تفسير الاستجابة الأرضية الملحوظة ٢٥٢
(٦,٤) سلوك الجهد - الإجهاد لترب محملة دورياً ٢٥٢
(٦,٤,١) بعض المظاهر الأساسية لسلوك المادة الدقائقية ٢٥٣
(٦,٤,٢) النموذج الخطي المكافئ ٢٥٥
(٦,٤,٢,١) معامل القص ٢٥٦
(٦,٤,٢,٢) نسبة التضاؤل ٢٦٤
(٦,٤,٣) النماذج غير الخطية الدورية ٢٦٦
(٦,٤,٤) نماذج الأسس المتقدمة ٢٦٩
(٦,٤,٥) مناقشة ٢٧٠

(٦,٥) مقاومة الترب المحملة دوريا ٢٧٠
(٦,٥,١) تعريفات الانهيار ٢٧٠
(٦,٥,٢) المقاومة الدورية ٢٧١
(٦,٥,٣) المقاومة الأحادية ٢٧٣
(٦,٦) ملخص ٢٧٤

الفصل السابع : تحليل الاستجابة الأرضية ٢٨١

(٧,١) المقدمة ٢٨١
(٧,٢) تحليل الاستجابة الأرضية أحادية البعد ٢٨٢
(٧,٢,١) الطريقة الخطية ٢٨٣
(٧,٢,١,١) تقييم دوال التحويل ٢٨٣
(٧,٢,٢,٢) تقريب خطي مكافئ للاستجابة غير الخطية ٢٩٩
(٧,٢,١,٣) الالتفاف ٣٠٣
(٧,٢,٢) الطريقة غير الخطية ٣٠٤
(٧,٢,٣) مقارنة تحليلات الاستجابة الأرضية أحادية البعد ٣٠٨
(٧,٣) تحليل الاستجابة الديناميكية ثنائية الأبعاد ٣١٠
(٧,٣,١) تحليل العنصر المحدود الديناميكي ٣١١
(٧,٣,١,١) المعادلات العنصرية للحركة ٣١١
(٧,٣,١,٢) المعادلات الشاملة للحركة ٣١٣
(٧,٣,١,٣) اعتبارات التجزيء ٣١٣
(٧,٣,١,٤) الظروف المحيطة ٣١٣
(٧,٣,٢) الطريقة الخطية المكافئة ٣١٥
(٧,٣,٣) الطريقة غير الخطية ٣١٦
(٧,٣,٤) طرق أخرى لمسائل الاستجابة الديناميكية ثنائية البعد ٣١٧
(٧,٣,٤,١) طريقة عارضة القص ٣١٧
(٧,٣,٤,٢) طرق أخرى ٣٢٢
(٧,٣,٥) مقارنة لتحليلات الاستجابة الديناميكية ثنائية البعد ٣٢٢
(٧,٤) تحليل الاستجابة الديناميكية ثلاثية الأبعاد ٣٢٣
(٧,٤,١) طريقة العنصر المحدود الخطي المكافئ ٣٢٣

(٧,٤,٢) طريقة العنصر المحدود غير الخطية ٣٢٤
(٧,٤,٣) طريقة عارضة القص ٣٢٤
(٧,٤,٤) مقارنة لتحليلات الاستجابة الديناميكية ثلاثية الأبعاد ٣٢٥
(٧,٥) التداخل بين المنشأ والتربة ٣٢٦
(٧,٥,١) تمثيل تأثيرات التداخل بين المنشأ والتربة ٣٢٦
(٧,٥,٢) طرق التحليل ٣٣٢
(٧,٥,٢,١) الطريقة المباشرة ٣٣٢
(٧,٥,٢,٢) الطريقة متعددة الخطوات ٣٣٢
(٧,٦) ملخص ٣٣٦

الفصل الثامن : تأثيرات الموقع المحلية والحركات الأرضية التصميمية ٣٤١

(٨,١) مقدمة ٣٤١
(٨,٢) تأثيرات ظروف الموقع المحلية في الحركة الأرضية ٣٤٢
(٨,٢,١) الدليل من تحليلات الاستجابة الأرضية النظرية ٣٤٢
(٨,٢,٢) الدليل من دوال التضخيم المقاسة ٣٤٣
(٨,٢,٣) الدليل من الحركات السطحية المقاسة ٣٤٥
(٨,٢,٣,١) مدينة المكسيك، ١٩٨٥م ٣٤٦
(٨,٢,٣,٢) منطقة خليج سان فرانسسكو، ١٩٨٩م ٣٤٩
(٨,٢,٤) تصنيفات البيانات على تأثيرات الموقع المحلية ٣٥١
(٨,٢,٥) تأثيرات الطوبوغرافيا السطحية وشكل القاع ٣٥٣
(٨,٢,٥,١) الطوبوغرافيا ٣٥٣
(٨,٢,٥,٢) القيعان ٣٥٤
(٨,٢,٥,٣) تقييم التأثيرات ٣٥٥
(٨,٣) معاملات التصميم ٣٥٧
(٨,٣,١) الزلازل التصميمية ٣٥٨
(٨,٣,٢) أطياف التصميم ٣٥٩
(٨,٤) تطوير معاملات التصميم ٣٦١
(٨,٤,١) تطوير محدد للموقع ٣٦٢
(٨,٤,٢) التطوير اعتماداً على الكود ٣٦٣

(٨,٤,٢,١) خلفية ٣٦٣
(٨,٤,٢,٢) كود البناء المنتظم ٣٦٥
(٨,٤,٢,٣) احتياطات برنامج تقليل المخاطر الزلزالية الوطني ٣٧٠
(٨,٥) تطوير التواريخ الزمنية للحركة الأرضية ٣٧٦
(٨,٥,١) تعديل سجلات الحركة الأرضية الحقيقية ٣٧٧
(٨,٥,٢) إنشاء النطاق الزمني ٣٧٨
(٨,٥,٣) إنشاء النطاق الترددي ٣٧٩
(٨,٥,٤) تقنيات دالة قرين ٣٨٠
(٨,٥,٥) محدوديات الحركات الأرضية الاصطناعية ٣٨١
(٨,٦) ملخص ٣٨٢

الفصل التاسع : التميع ٣٨٥
(٩,١) مقدمة ٣٨٥
(٩,٢) الظواهر المتعلقة بالتميع ٣٨٥
(٩,٢,١) التميع السيلاني ٣٨٦
(٩,٢,٢) التحركية الدورية ٣٨٧
(٩,٣) تقييم مخاطر التميع ٣٨٨
(٩,٤) قابلية التميع ٣٨٩
(٩,٤,١) المعايير التاريخية ٣٨٩
(٩,٤,٢) المعايير الجيولوجية ٣٩٠
(٩,٤,٣) المعايير التركيبية ٣٩٠
(٩,٤,٤) معايير الحالة ٣٩٢
(٩,٤,٤,١) نسبة الفراغ الحرجة ٣٩٢
(٩,٤,٤,٢) الحالة المستقرة للتشوه ٣٩٤
(٩,٤,٤,٣) معامل الحالة ٣٩٧
(٩,٥) بدء التميع ٣٩٨
(٩,٥,١) سطح التميع السيلاني ٣٩٨
(٩,٥,١,١) التحميل الأحادي ٣٩٩
(٩,٥,١,٢) التحميل الدوري ٤٠٢

(٩,٥,١,٣) تطور التميع السيلاني ٤٠٣
(٩,٥,٢) تأثير الضغط المسامي الزائد ٤٠٣
(٩,٥,٢,١) التميع السيلاني ٤٠٣
(٩,٥,٢,٢) الحركية الدورية ٤٠٤
(٩,٥,٣) تقييم بدء التميع ٤٠٦
(٩,٥,٣,١) طريقة الجهد الدوري ٤٠٧
(٩,٥,٣,٢) طريقة الإجهاد الدوري ٤٢٨
(٩,٥,٣,٣) طرق أخرى لبدء التميع ٤٣٣
(٩,٦) تأثيرات التميع ٤٣٧
(٩,٦,١) استبدال الحركة الأرضية ٤٣٨
(٩,٦,٢) تطور الفوارات الرملية ٤٣٩
(٩,٦,٣) الهبوط ٤٤٢
(٩,٦,٣,١) هبوط الرمال الجافة ٤٤٢
(٩,٦,٣,٢) هبوط الرمال المشبعة ٤٤٥
(٩,٦,٤) عدم الاستقرارية ٤٤٩
(٩,٦,٤,١) مقاومة القص للتربة المتميعة ٤٤٩
(٩,٦,٤,٢) الانهيارات السيلانية ٤٥٥
(٩,٦,٤,٣) انهيارات التشوه ٤٥٨
(٩,٧) ملخص ٤٥٩

الفصل العاشر : استقرارية الميل الزلزالية ٤٦٥
(١٠,١) مقدمة ٤٦٥
(١٠,٢) أنواع الانزلاقات المحدثة زلزالياً ٤٦٦
(١٠,٣) نشاط الانزلاق الأرضي المحدث زلزالياً ٤٦٨
(١٠,٤) تقييم استقرارية الميل ٤٧٠
(١٠,٥) تحليل استقرارية الميل الساكنة ٤٧١
(١٠,٥,١) تحليلات الاتزان المحدد ٤٧٢
(١٠,٥,٢) تحليلات الجهد ـ التشوه ٤٧٥
(١٠,٦) تحليل استقرارية الميل الزلزالية ٤٧٥

(١٠,٦,١) تحليل عدم استقرارية القصور الذاتي..... ٤٧٦
(١٠,٦,١,١) لتحليل شبه الساكن..... ٤٧٦
(١٠,٦,١,٢) تحليل الكتلة المنزلقة لنيومارك..... ٤٨١
(١٠,٦,١,٣) تحليل مقدسي ـ سيد..... ٤٩١
(١٠,٦,١,٤) تحليل الجهد ـ التشوه ٤٩٢
(١٠,٦,٢) تحليل عدم استقرارية الإضعاف..... ٤٩٤
(١٠,٦,٢,١) تحليل الانهيار السيلاني ٤٩٤
(١٠,٦,٢,٢) تحليل انهيار التشوه..... ٤٩٧
(١٠,٧) ملخص ٥٠٧

الفصل الحادي عشر: التصميم الزلزالي للجدران الساندة ٥١٣

(١١,١) مقدمة..... ٥١٣
(١١,٢) أنواع الجدران الساندة..... ٥١٣
(١١,٣) أنواع انهيارات الجدران الساندة ٥١٤
(١١,٤) الضغوط الساكنة على الجدران الساندة ٥١٦
(١١,٤,١) نظرية رانكين..... ٥١٧
(١١,٤,٢) نظرية كولمب ٥١٩
(١١,٤,٣) طريقة الحلزون اللوغاريثمي ٥٢٢
(١١,٤,٤) تحليل الجهد ـ التشوه ٥٢٤
(١١,٥) الاستجابة الديناميكية للجدران الساندة..... ٥٢٥
(١١,٦) الضغوط الزلزالية على الجدران الساندة ٥٢٦
(١١,٦,١) جدران الخضوع..... ٥٢٧
(١١,٦,١,١) طريقة مونونوبي ـ أوكابي ٥٢٧
(١١,٦,١,٢) طريقة ستيدمان ـ زنق ٥٣١
(١١,٦,٢) الجدران غير الخاضعة ٥٣٤
(١١,٦,٣) تأثيرات الماء في ضغوط الجدار..... ٥٣٦
(١١,٦,٣,١) ماء ما خلف الجدار ٥٣٧
(١١,٦,٣,٢) الماء في الردم الخلفي..... ٥٣٧
(١١,٦,٤) تحليل العنصر المحدد ٥٤٠

(١١,٧) الازاحات الزلزالية للجدران الساندة..... ٥٤٠
(١١,٧,١) طريقة ريتشاردز - إلمز..... ٥٤٠
(١١,٧,٢) طريقة ويتمان - لياو ٥٤٣
(١١,٧,٣) تحليلات العنصر المحدد ٥٤٥
(١١,٨) اعتبارات التصميم الزلزالى ٥٤٥
(١١,٨,١) جدران الجاذبية..... ٥٤٥
(١١,٨,١,١) التصميم اعتمادا على الضغوط الزلزالية ٥٤٥
(١١,٨,١,٢) التصميم المعتمد على الإزاحات المسموح بها ٥٤٦
(١١,٨,٢) الجدران الكابولية ٥٤٧
(١١,٨,٣) الجدران المدعمة..... ٥٤٧
(١١,٨,٣,١) الجدران المدعمة غير الخاضعة ٥٤٧
(١١,٨,٣,٢) الجدران المدعمة المرنة ٥٤٨
(١١,٨,٤) جدران التربة المسلحة ٥٥٣
(١١,٨,٤,١) الستقرارية الخارجية ٥٥٣
(١١,٨,٤,٢) الاستقرارية الداخلية ٥٥٤
(١١,٩) ملخص ٥٥٥

الفصل الثاني عشر : تحسين التربة لتقليل المخاطر الزلزالية..... ٥٥٩
(١٢,١) مقدمة..... ٥٥٩
(١٢,٢) تقنيات التكثيف..... ٥٦٠
(١٢,٢,١) تقنيات الاهتزاز ٥٦١
(١٢,٢,١,١) التعويم الاهتزازي ٥٦١
(١٢,٢,١,٢) قضيب الاهتزاز ٥٦٣
(١٢,٢,٢) الدمك الديناميكي ٥٦٤
(١٢,٢,٣) التفجير..... ٥٦٥
(١٢,٢,٤) الحقن الدمكي..... ٥٦٦
(١٢,٢,٥) الامتداد المساحي للتكثيف ٥٦٧
(١٢,٣) تقنيات التسليح ٥٦٨
(١٢,٣,١) الأعمدة الحجرية..... ٥٦٨

(١٢,٣,٢) خوازيق الدمك ٥٦٩
(١٢,٣,٣) المكتنفات الحفرية ٥٧٠
(١٢,٤) تقنيات الحقن والخلط ٥٧١
(١٢,٤,١) الحقن ٥٧١
(١٢,٤,١,١) الحقن الاختراقي ٥٧١
(١٢,٤,١,٢) الحقن الاقتحامي ٥٧٢
(١٢,٤,٢) الخلط ٥٧٣
(١٢,٤,٢,١) خلط التربة ٥٧٣
(١٢,٤,٢,٢) الحقن الدفقي ٥٧٤
(١٢,٥) تقنيات التصريف ٥٧٥
(١٢,٦) التحقق من تحسن التربة ٥٧٦
(١٢,٦,١) تقنيات الاختبار المعملية ٥٧٦
(١٢,٦,٢) تقنيات الاختبار الحقلية ٥٧٦
(١٢,٦,٣) تقنيات الاختبار الجيوفيزيائي ٥٧٧
(١٢,٧) اعتبارات أخرى ٥٧٨
(١٢,٨) ملخص ٥٧٨
الملاحق : .....
الملحق أ : الحركة الاهتزازية ٥٨١
(أ,١) مقدمة ٥٨١
(أ,٢) أنواع الحركة الاهتزازية ٥٨١
(أ,٢,١) الحركة التوافقية البسيطة ٥٨٢
(أ,٢,٢) الرمز المثلى للحركة التوافقية البسيطة ٥٨٢
(أ,٢,٢,١) الرمز المركب للحركة التوافقية البسيطة ٥٨٥
(أ,٢,٣) مقاييس أخرى للحركة ٥٨٧
(أ,٣) سلسلة فورية ٥٨٩
(أ,٣,١) الصيغة المثلثية ٥٩٠
(أ,٣,٢) الصيغة الأسية ٥٩٣
(أ,٣,٣) تحول فوريه المنفصل ٥٩٥

(٤,٣,أ) تحول فوريه السريع ٥٩٦
(٥,٣,أ) طيف القدرة ٥٩٦
الملحق ب : ديناميكا الأنظمة المنفصلة ٥٩٧
(١,ب) مقدمة ٥٩٧
(٢,ب) أنظمة الاهتزاز ٥٩٧
(٣,ب) أنظمة درجة الحرية المفردة ٥٩٨
(٤,ب) معادلة الحركة لنظام ذي درجة حرية مفردة ٥٩٩
(٤,١,ب) معادلة الحركة : تحميل خارجي ٥٩٩
(٤,٢,ب) معادلة الحركة : اهتزاز الدعامات (اهتزاز القاعدة) ٦٠١
(٥,ب) الاستجابة لأنظمة خطية ذات درجة حرية مفردة ٦٠٢
(٥,١,ب) الاهتزازات الحرة غير المتضائلة ٦٠٢
(٥,٢,ب) الاهتزازات الحرة المتضائلة ٦٠٥
(٥,٣,ب) استجابة أنظمة ذات الحرية من الدرجة الأولى للتحميل التوافقي ٦٠٨
(٥,٣,١,ب) الإهتزازات المفروضة غير المتضائلة ٦٠٨
(٥,٣,٢,ب) الإهتزازات المفروضة المتضائلة ٦١٢
(٥,٤,ب) استجابة الأنظمة ذات الحرية من الدرجة الأولى للتحميل الدوري ٦١٧
(٥,٤,١,ب) الرمز المثلثي ٦١٧
(٥,٤,٢,ب) الرمز الأسي ٦١٨
(٥,٥,ب) استجابة الأنظمة ذات الحرية من الدرجة الأولى للتحميل العام ٦١٩
(٥,٥,١,ب) الاستجابة لتحميل الخطوة ٦٢٠
(٥,٥,٢,ب) نبضة ديراك ٦٢١
(٥,٥,٣,ب) تكامل ديهامل ٦٢٢
(٦,ب) التضاؤل ٦٢٢
(٦,١,ب) تضاؤل اللزوجة ٦٢٣
(٦,٢,ب) مقاييس أخرى للطاقة المشتتة ٦٢٥
(٦,٣,ب) الجساءة المركبة ٦٢٥
(٧,ب) أطياف الاستجابة ٦٢٧
(٨,ب) استجابة الأنظمة ذات الحرية من الدرجة الأولى غير الخطية للتحميل العام ٦٢٨

(٨,١,ب) المعادلة الازديادية للحركة ٦٢٨
(٨,٢,ب) التكامل العددي ٦٣٠
(٩,ب) أنظمة ذات درجة حرية متعددة ٦٣١
(٩,١,ب) معادلات الحركة ٦٣١
(٩,٢,ب) الاهتزازات الحرة غير المتضائلة ٦٣٣
(٩,٣,ب) طريقة تراكب الصيغة ٦٣٦
(٩,٤,ب) التحليل الطيفي للاستجابة ٦٣٨
(٩,٤,١,ب) حساب القيم العظمى للاستجابة الصيغية ٦٣٨
(٩,٤,٢,ب) جمع القيم العظمى للاستجابة الصيغية ٦٣٩
(٩,٥,ب) مناقشة ٦٣٩
الملحق ج : مفاهيم الاحتمالية ٦٤١
(١,ج) مقدمة ٦٤١
(٢,ج) مساحات العينة والحوادث ٦٤١
(٣,ج) حقائق الاحتمالية ٦٤٣
(٤,ج) احتمالات الأحداث ٦٤٣
(٥,ج) المتغيرات العشوائية ٦٤٧
(٦,ج) القيم المتوقعة والانحرافات المعيارية ٦٤٩
(٧,ج) توزيعات احتمالية شائعة ٦٤٩
(٧,١,ج) التوزيع المنتظم ٦٥٠
(٧,٢ ج) التوزيع الطبيعي ٦٥٠
(٧,٣ ج) التوزيع الطبيعي اللوغاريثمي ٦٥٢
المراجـــــع: ٦٥٥
ثبت المصطلحات: ٧٠٧
أولاً - عربي - إنجليزي : ٧٠٧
ثانياً - إنجليزي - عربي : ٧١٩
كشاف الموضوعات: ٧٣١