تطبيقات الحاسبات الإلكترونية في الهندسة المدنية

تأليف

الأستاذ الدكتور أياد عبد المجيد الزيدي

أستاذ الهندسة المدنية في قسم الهندسة المدنية (سابقًا)
أستاذ الهندسة الجيوبيئية والجيوتقنية
في قسم العلوم البيئية (حاليًا)
كلية الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة
جامعة الملك عبد العزيز - جدة

الدكتور حافظ سلمان السامرائي

مستشار الدار الاستشارية للحاسبات الإلكترونية
ومدير شركة العمودي للنظم الإلكترونية (سابقًا)
البنك الإسلامي للتنمية بجدة (حاليًا)

مركز النشر العلمي
جامعة الملك عبد العزيز
ص.ب ١٥٤٠ - جدة ٢١٤٤١
المملكة العربية السعودية

© جامعة الملك عبد العزيز ١٤١٩هـ (١٩٩٨م)

جميع حقوق الطبع محفوظة . غير مسموح بطبع أي جزء من أجزاء هذا الكتاب ، أو خزنه في أي نظام لخزن المعلومات واسترجاعها ، أو نقله على أية هيئة أو بأية وسيلة ، سواء كانت إلكترونية ، أو شرائط ممغنطة ، أو ميكانيكية ، أو استنساخًا ، أو تسجيلاً ، أو غيرها إلا بإذن كتابي من صاحب حق الطبع .

الطبعة الأولى : ١٤١٩هـ (١٩٩٨م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

الزيدي ، اياد عبدالمجيد

تطبيقات الحاسبات الالكترونية في الهندسة المدنية ._ الرياض.

٥٧٤ ص؛..سم

ردمك ٩-١٩٤-٠٦-٩٩٦٠

١- محاسبات الاكترونية ٢- البرمجة (حاسبات الكترونية) أ- العنوان

ديوي ٦٢١،٣٨١٩٥ ١٩/٢٤٠٤

رقم الإيداع : ١٩/٢٤٠٤

ردمك : ٩-١٩٤-٠٦-٩٩٦٠

مطابع جامعة الملك عبد العزيز

الإهداء

إلى والدتينا . . . . .

المؤلفان

تقـديم

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم ، ونحمد الله على ما علمنا ونسأله مخلصين أن ينفعنا بما علمنا .

إن استخدام الحاسبات الإلكترونية سلاح ذو حدين ، فهناك المهندس الذي يقوم بعمل حسابات تستغرق شهوراً في الوقت الذي يقوم الحاسب الإلكتروني بذلك خلال بضع ثواني ، والمهندس الذي يقضي شهوراً لتحضير حسابات الحاسب الإلكتروني في الوقت الذي يمكن حسابها يدويًا خلال بضع دقائق . وليس هناك أدنى شك من أن الاستخدام الصحيح للحاسبات الإلكترونية يُعجِّل في التصميم ويساعد على تجربة أنواع متعددة من التصاميم ، والابتعاد عن الأخطاء الحسابية لغرض الحصول على التصميم النهائي ، إلا أن الحاسبات بكل أنواعها ، وحتى مسمياتها من حاسبات إلكترونية أو آلية أو محساب أو حاسوب ، ما هي إلا أداة لحل مسألة ، والمسألة لا تُقدَّم إلى الحاسب الإلكتروني قبل أن يتم تحليلها ووضع التعليمات اللازمة لحلها ، ومن ثم يتولى الحاسب تنفيذ ما قُدِّم إليه . وعليه لا يمكن الاستغناء عن الأسس الهندسية التي تعتمد عليها البرامج والتفكير كمهندسين أولاً ثم محاولة التعرف على أكبر قدر من البرامج الهندسية التطبيقية وكيفية استخدامها والتحكم بالنتائج المستحصلة ، وهي السياسة التي يتبعها هذا الكتاب . إذ يبدأ الموضوع الهندسي بشرح الخلفية الهندسية بشكل مبسط مع إعطاء الأمثلة في تطبيقات الحاسبات الإلكترونية لفروع الهندسة المدنية المختلفة ، ولقد اجتهدنا لإظهار هذا العمل بأفضل صيغة ممكنة . ورحم الله العماد الأصفهاني حين قال :

" إنني رأيتُ أنَّهُ لا يكتبُ أحدُ كتابًا في يومه
إلا قالَ في غده : لو غُيِّر هذا لكانَ أحسَنَ،

ولو زِيدَ هذا لكانَ يُستحسَن ، ولو قُدِّمَ هذا
لكانَ أفضل ، ولو تُرِكَ هذا لكانَ أجمَل .
وهذا من أعظمِ العِبر ، وهو دليلٌ على
استيلاء النقصِ على جملةِ البشَر . "

يتألف الكتاب من أحد عشر فصلا ، تتناول الفصول الأول والثاني والثالث مقدمة عن مميزات وأهمية الحاسبات الإلكترونية وتقنية الحاسبات المصغرة واللغات المتنوعة المستخدمة في الحاسبات الإلكترونية ، وتتوزع البرامج التطبيقية والأساسية على الفصلين الرابع والخامس على التوالي مع شرح الطرق العددية وتطبيقاتها في الفصل السادس . أما التطبيقات الهندسية في تحليل وتصميم الإنشاءات وميكانيكا التربة والأساسات وهندسة الطرق والنقل والمرور وميكانيكا الموائع فتتناولها الفصول السابع والثامن والتاسع والعاشر على التوالي . ثم أخيراً يتناول الفصل الحادي عشر تخطيط المشاريع بطريقة المسار الحرج وتقييم البرامج وأساليب المراجعة . أما بالنسبة للبرامج المنشورة في هذا الكتاب والتي غالبًا ما أخذت من مصادرها ، فليس المقصود منها أن تؤخذ من قبل القارىء لتستخدم كما هي وإنما القصد منها إعطاء نماذج أو أمثلة لهذه التطبيقات . .ونوصي في هذا المجال باستخدام البرامج التطبيقية المتوفرة كلما سنحت الفرصة لذلك اختصاراً للوقت والجهد وأن نجتهد لكتابة البرامج غير المتوفرة والتي نحتاجها للتطبيقات الخاصة .

إن حركة التعريب التي نسعى جاهدين إلى ترسية قواعدها بالرغم من مشاكلها ما هي إلا عنوان لثقافة الجيل الجديد الذي نأمل فيه خيرا كثيرا بأن يجمع في تحصيله العلمي المعاصرة والأصالة ، وصدق الشاعر حافظ إبراهيم في قصيدته التي تكلم بها على لسان العربية الفصحى حيث قال :

وَسِعتُ كتاب الله لفظا وغايةً ... وما ضقت عن أيٍ به وعظات
فكيف أضيق اليومَ عن وصف آلة ... وتنسيق أسماءٍ لمخترعاتِ
أنا البحر في أحشائه الدرُ كامنٌ ... فهل سألوا الغواص عن صدفاتي

إن هذا العمل المتواضع لم يتم إلا بتوفيق الله سبحانه وتعاون أخوة أفاضل عديدين منهم من سبق بالأفكار وساهم ، ومنهم من راجع وعلق ، فلهم جميعًا الشكر

والتقدير . ونتقدم بوافر الشكرّ وعظيم التقدير إلى رائد فكرة برنامج التعريب بجامعة الملك عبدالعزيز وأمينها العام سابقًا الدكتور محمد محمد عمر جمجوم ومدير مركز التعريب التقني الدكتور سليمان الطيب اللذين تابعا بحرص وتفاني تنفيذ هذا البرنامج. ولا بد لشكرنا أن يمتد ليشمل الأخوة مصطفى إسماعيل الحاج وموسى النجار وناهل أحمد عبدالعزيز لتحملهم عناء الطباعة ومجدي عبدالعظيم لمراجعتها ولكل من ساهم معنا في إنتاج هذا الجهد المتواضع ولم يسع المجال لذكر اسمه والشركات التي سمحت باستخدام صور منتجاتها ، وعسى الله أن يجعل عملنا هذا خالصا لوجهه الكريم وأن ينفع به أبناءنا الطلاب والراغبين في البحث والتحصيل . ونحن على ثقة بأن كافة المحاولات التي بذلت وما زالت تبذل في هذا المجال ما هي إلا خطوة على الطريق والذي سيوصل بإذن الله إلى أفضل النتائج لخدمة هذه المقاصد .

والحمد لله رب العالمين !!!!

التاريخ
(جدة في ١٤١٧/١/١هـ)

المؤلفان

المحتويات

صفحة

تقديم ..... هـ

الفصل الأول : مقدمة ١

١ . ١ التكلفة ٣

١ . ٢ الحجم ٤

١ . ٣ معالجة المعلومات ٤

١ . ٤ الرسم ٤

١ . ٥ الصوت والموسيقى ٧

١ . ٦ التخاطب أو التحادث ٧

١ . ٧ الوثوقية ٩

الفصل الثاني : تقنية الحاسبات المصغرة ١١

٢ . ١ المعالجات الدقيقة ١٣

٢ . ٢ الذاكرة ١٥

٢ . ٣ الموانئ ١٦

٢ . ٤ الأجهزة الطرفية ١٨

٢ . ٤ . ١ النهايات الطرفية ١٨

صفحة

٢,٤,٢ دوارات الأقراص ١٩
٢,٤,٣ الطابعات ٢٢
٢,٤,٤ الأقلام الراسمة ٢٣
٢,٤,٥ اللوحات الرقمية ٢٣
٢,٤,٦ الفأرة ٢٣
٢,٤,٧ المعدّلات ٢٥
٢,٤,٨ الشبكات ٢٦
٢,٤,٩ الأجهزة الأخرى ٢٧

الفصل الثالث : مبادئ البرمجة - البرامج واللغات ٢٩
٣,١ برمجيات الحاسب ٣١
٣,١,١ برمجيات التشغيل ٣٢
٣,٢ لغات البرمجة ٣٣
٣,٢,١ التعليمات ٣٤
٣,٢,٢ أنواع لغات البرمجة ٣٤
٣,٢,٢,١ لغة الآلة ٣٤
٣,٢,٢,٢ لغة التجميع ٣٤
٣,٢,٢,٣ اللغة العليا ٣٦
٣,٢,٣ لغات البرمجة العليا ٣٦
٣,٢,٣,١ لغة فورتران ٣٨
٣,٢,٣,٢ لغة كوبول ٣٨
٣,٢,٣,٣ لغة ب ل/١ ..... ٣٩
٣,٢,٣,٤ لغة بيسيك ٣٩
٣,٢,٣,٥ لغة آر . بي .جي ٤٠
٣,٢,٣,٦ لغات الخوارزمي ونجلاء والكندي ٤٠

صفحة

الفصل الرابع : البرامج التطبيقية ٤٣
٤.١ برامج الرسم ٤٥
٤.٢ رسم البيانات ذات الإحداثي الواحد ٤٧
٤.٣ رسم الدالة ٥٦
٤.٤ رسم البيانات ذات الإحداثيين ٥٩
٤.٥ نظم إدارة قواعد البيانات ٧٤
٤.٦ نظم الكشوف الإلكترونية ٧٦
٤.٧ معالجة الكلمات ٧٧

الفصل الخامس : البرامج الأساسية ٨١
٥.١ المتوسط ٨٣
٥.٢ الانحراف من المتوسط ٨٤
٥.٣ الانحراف المعياري أو المقياسي ٨٦
٥.٤ حساب الانحراف المعياري ٨٧
٥.٥ برنامج بلغة بيسيك ٨٨
٥.٦ عمليات المتجهات والمصفوفات ٩١
٥.٦.١ الكميات العددية والصفوف ٩١
٥.٦.٢ المتجهات ٩٢
٥.٦.٣ حسابات المتجهات ٩٣
٥.٦.٣.١ الكمية أو القيمة ٩٤
٥.٦.٣.٢ الضرب السلّمي للمتجهات ٩٤
٥.٦.٣.٣ جمع المتجهات ٩٤
٥.٦.٣.٤ الضرب النقطي أو الضرب السلّمي ٩٥
٥.٦.٣.٥ الضرب المتقاطع أو الضرب المتجهي ٩٥
٥.٦.٤ المتغيرات المقطعية ٩٦
٥.٦.٥ المصفوفات ٩٦

صفحة

٥.٦.٥.١ حسابات المصفوفات ٩٨
٥.٦.٥.١.١ عملية القلب ٩٨
٥.٦.٥.١.٢ الضرب السلّمي للمصفوفات ٩٩
٥.٦.٥.١.٣ جمع وطرح المصفوفات ٩٩
٥.٦.٥.١.٤ ضرب المصفوفات ١٠٠
٥.٦.٥.٢ برنامج بلغة بيسيك لضرب المصفوفات ١٠٢
٥.٧ الطريقة العامة لأقل التربيعات لملاءمة المنحنيات ١٠٧
٥.٧.١ ملاءمة المنحنى للقطع المكافئ ١٠٧
٥.٧.٢ برنامج بيسيك ملاءمة المنحنى لأقل التربيعات للقطع المكافئ ١٠٨

الفصل السادس : الطرق العددية ١١٥
٦.١ مقدمة ١١٧
٦.٢ الحلول العددية للمعادلات التفاضلية الجزئية ١١٨
٦.٣ التقريب بالفروق المحددة ١١٨
٦.٤ شكل المعادلات التفاضلية الجزئية ١٢٣
٦.٤.١ المعادلات التفاضلية ذات المقطع المكافئ ١٢٣
٦.٤.٢ الطريقة الصريحة لحل معادلات الفرق ١٢٥
٦.٤.٣ الطريقة الضمنية لحل معادلات الفرق ١٣١
٦.٥ طريقة العناصر المحددة ١٣٥
٦.٥.١ رموز المصفوفة ١٣٦
٦.٥.٢ تحليل الإجهاد في الأنظمة المرنة الخطية ١٣٧
٦.٥.٣ جساءة العنصر ١٣٨
٦.٥.٤ مصفوفة الجساءة لتركيبة كاملة ١٤٤
٦.٥.٥ تطبيق الشروط الحدودية ١٤٨
٦.٥.٦ إيجاد إجهادات العنصر ١٥٠

صفحة

٧.٥.٦ التوليد الآلي للشبكة في طريقة العناصر المحددة ١٥٠
٦.٦ تطبيقات الحاسب الآلي ١٥٦

الفصل السابع : تطبيقات في تحليل وتصميم الإنشاءات ١٥٩
٧.١ تحليل عتبات الفضوة المنفردة ١٦١
٧.٢ الجساءة ومعاملات النقل لأعضاء ذات مقاطع عرضية متغيرة ١٦٩
٧.٣ حساب خواص المقطع ١٧٧
٧.٤ تصميم العتبات الخرسانية المسلحة ١٨٢
٧.٤.١ تصميم قضبان الانحناء للمقاطع المستطيلة ١٨٦
٧.٤.٢ تصميم قضبان الانحناء للمقاطع المشفهة ١٩٠
٧.٥ تصميم العتبات الفولاذية ١٩٦
٧.٥.١ خطوات تصميم العتبات الفولاذية ٢٠٤
٧.٦ برامج تطبيقية أخرى في تحليل وتصميم الإنشاءات ٢١٢

الفصل الثامن : تطبيقات في ميكانيكا التربة والأساسات ٢١٣
٨.١ طريقة بوسنسك لإيجاد مقدار ضغط التربة ٢١٥
٨.٢ التسرب المستقر ٢٢٢
٨.٣ اندماجية التربة الطينية ٢٣٢
٨.٤ حساب الهبوط الابتدائي في التربة ٢٤١
٨.٥ حل مسألة العتبات فوق الأساسات المرنة بطريقة العناصر المحددة ٢٤٦
٨.٥.١ الأساسات الحلقية ٢٦٢
٨.٦ طريقة العناصر المحددة لأساس الحصيرة ٢٦٩
٨.٧ الجدران الساندة ٢٩٣
٨.٧.١ تصميم الجدران الساندة الناتئة ٢٩٣
٨.٨ تصميم جدران ركائز التثبيت اللوحية ٣١٢
٨.٨.١ التحليل الطبقي الابتدائي للجدران في تربة متعددة الطبقات .. ٣١٤

صفحة

٨.٩ الركائز المفردة المحملة جانبيًا ٣٢١
٨.١٠ التحليل ذو الأبعاد الثلاثة لمجموعة الركائز ٣٢٤
٨.١١ تحاليل ثبات المنحدرات ٣٣٩
٨.١١.١ طريقة الإجهاد الفعال وطريقة الإجهاد الكلي ٣٤٠
٨.١١.٢ طريقة دائرة الاحتكاك ٣٤١
٨.١١.٣ الرسوم البيانية لثبات المنحدرات ٣٤٣
٨.١١.٤ طريقة الشرائح ٣٤٤
٨.١١.٥ طريقة الشرائح الاعتيادية ٣٤٨
٨.١١.٦ البرمجة الآلية لطريقة الشرائح ٣٤٩
٨.١١.٧ البحث الآلي عن الدائرة الحرجة ٣٥٢
٨.١١.٨ طريقة بشوب المبسطة للشرائح ٣٥٨

الفصل التاسع : تطبيقات في هندسة الطرق والمرور والنقل ٣٦٣
٩.١ هندسة الطرق ٣٦٥
٩.٢ تصميم الطرق المساند بالحاسب ٣٦٨
٩.٢.١ نموذج الأرض ٣٦٨
٩.٢.٢ الشبكة المنتظمة ٣٧٠
٩.٢.٣ صف DGM ٣٧٠
٩.٢.٤ النماذج المثلثية ٣٧٠
٩.٢.٥ الاستنباط ٣٧١
٩.٣ التراصف الأفقي ٣٧١
٩.٤ برامج تصميم أخرى ٣٧٢
٩.٥ هندسة المرور وتخطيط النقل ٣٧٣
٩.٦ مثال على تحليل المرور - التقاطعات ٣٧٤
٩.٦.١ المحاكاة ٣٧٧
٩.٦.٢ الإشارات الضوئية ٣٧٨

صفحة

٩.٦.٣ السيطرة على المرور في المناطق الحضرية ٣٨٧
٩.٧ تخطيط النقل والحاسبات الآلية ٣٨٩
٩.٧.١ الدراسات الاستطلاعية والتحليل ٣٩٥
٩.٨ صياغة النموذج ٣٩٧
٩.٩ نماذج توليد الرحلات ٣٩٧
٩.٩.١ نماذج التوزيع ٤٠١
٩.٩.٢ نموذج التعيين ٤٠٢
٩.٩.٣ نموذج الفصل ٤٠٣
٩.٩.٤ التقدير وتكوين الخطة ٤٠٣
٩.٩.٥ التقييم ٤٠٣
٩.١٠ أنظمة الخبرة المعتمدة على المعرفة ٤٠٤

الفصل العاشر : تطبيقات في ميكانيكا الموائع ٤١٧
١٠.١ مقدمة ٤١٩
١٠.٢ مجموعة المسائل البسيطة ٤١٩
١٠.٢.١ السريان في القنوات المكشوفة ذات المقاطع غير المنتظمة ... ٤١٩
١٠.٢.١.١ العمق الحرج ٤٢٠
١٠.٢.١.٢ العمق الطبيعي ٤٢١
١٠.٢.١.٣ معامل الاحتكاك ٤٢٢
١٠.٢.١.٤ تقييم مستوى سطح الماء ٤٢٢
١٠.٢.١.٥ مثال عن السريان في القنوات الدائرية ٤٢٢
١٠.٢.١.٦ حفظ الطاقة - معادلة برنولي ٤٣١
١٠.٣ مسائل غير مناسبة للحل اليدوي ٤٣٩
١٠.٤ المسائل المعقدة ٤٤٠
١٠.٤.١ تحليل شبكات المواسير ٤٤٠
١٠.٤.٢ طريقة موازنة العلو ٤٤٣

صفحة

١٠.٤.٣ طريقة موازنة الكمية ٤٥٣

الفصل الحادي عشر : تخطيط المشاريع بطريقة المسار الحرج وتقييم البرامج وأساليب المراجعة ٤٥٧

١١.١ إنشاء شبكة الأعمال ٤٦٠

١١.١.١ المهمة ٤٦٠

١١.١.٢ الحدث ٤٦١

١١.١.٢.١ ترقيم الأحداث ٤٦٢

١١.١.٣ المهمة الوهمية ٤٦٢

١١.١.٣.١ ترقيم العقد ٣٦٤

١١.٢ تحقيق المتطلبات التكنولوجية ٣٦٤

١١.٣ طريقة المسار الحرج ٤٦٥

١١.٤ طريقة المصفوفات ٤٧٥

١١.٥ الرسم البياني لجدول البدء المبكر ٤٨٢

١١.٦ نموذج بالحاسب الآلي لطريقة CPM ٤٨٥

١١.٧ توضيح لنموذج الحاسب الآلي ٤٩٠

١١.٨ أسلوب تقييم البرامج والمراجعة ٤٩٥

١١.٩ نموذج بالحاسب الآلي لـ PERT ٥٠٢

المراجع ٥٣٩

المراجع العربية ٥٤١

المراجع الأجنبية ٥٤١

برمجيات ٥٤٧

ملحق أ : بعض نظم إدارة المشاريع ٥٤٩

ملحق ب : بعض برامج تحليل وتصميم الإنشاءات ٥٥٩

صفحة

ملحق ج : ثبت المصطلحات ٥٦٣
عربي / إنجليزي ٥٦٥
إنجليزي / عربي ٥٧٤