بسم الله الرحمن الرحيم

الأساسيات الهندسية للآلات الزراعية

تأليـــف

أجيت ك. سريڤا ستافا
جامعة ولاية ميتشجان

كارول إي. جورينج
جامعة إلينوي

روجور ب. روربـاك
جامعة ولاية كارولينا الشمالية

ترجمـــة

الدكتور صالح بن عبدالرحمن السحيباني
أستاذ

الدكتور محمد فؤاد وهبي
أستاذ

الدكتور عبدالله مسعد زين الدين
أستاذ مساعد

الدكتور عبدالرحمن عبدالعزيز الجنوبي
أستاذ مشارك

قسم الهندسة الزراعية _ كلية الزراعة _ جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ح جامعة الملك سعود ، ١٤٣٠هـ (٢٠٠٩م)

الطبعة الأولى ١٤١٨هـ (١٩٩٧م)
الطبعة الثانية ١٤٣٠هـ (٢٠٠٩م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

سريفاستافا، اجيت ك

الأساسيات الهندسية للآلات الزراعية/ أجيت ك. سرفاستافا؛ كارول إي. جورينج، روجور ب روربك؛ ترجمة صالح عبدالرحمن السحيباني ... وآخرون- الرياض، ١٤٣٠هـ
٨٢٧ ص ١٧×٢٤سم

ردمك : ٢-٥٢٣-٥٥-٩٩٦٠-٩٧٨

١-الآلات الزراعية ٢-الهندسة الزراعية أ.جورينج، كارول إي (مؤلف مشارك)ب.روربك، روجور ب (مؤلف مشارك) ج. السحيباني، صالح بن عبدالرحمن (مترجم) د. العنوان

ديوي ٦٣١،٣ ١٤٣٠/٥٣١٥

رقم الإيداع: ١٤٣٠/٥٣١٥
ردمك: ٢- ٥٢٣- 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 الحادي والعشرين للعام الدراسي ١٤١٦/١٤١٧هـ الذي عقد بتاريخ ١٤١٧/٢/٧هـ الموافق ١٩٩٦/٦/٢٣م، ثم وافق المجلس العلمي على إعادة طباعته في اجتماعه الحادي والعشرين للعام الدراسي ١٤٢٩/١٤٣٠هـ المعقود بتاريخ ١٤٣٠/٧/١١هـ الموافق ٢٠٠٩/٧/٤م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٣٠هـ

شكر وتقدير

يود المترجمون تقديم جزيل الشكر إلى كل من ساندهم في إتمام هذا العمل من الأهل خاصة ومن الزملاء في قسم الهندسة الزراعية جامعة الملك سعود والأقسام الأخرى، كما يسعدهم تقديم الشكر إلى الجمعية الأمريكية للمهندسين الزراعيين والسادة الأساتذة المؤلفين على الدعم المعنوي السخي الذي قدموه أثناء الترجمة.

كما يود المترجمون شكر السيد المهندس محمد فتحي شرف الباحث العلمي بقسم الهندسة الزراعية جامعة الملك سعود لما قام به من عمل متميز في صف وتنسيق مادة هذا الكتاب.

المترجمون

مقدمة الطبعة الثانية

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على نبينا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين وبعد.

لقد سعدنا كثيرًا بنفاذ الطبعة الأولى من هذا الكتاب، ولله الحمد والمنة على ذلك.

يعتبر هذا الكتاب أحد أهم الكتب الدراسية في مجال هندسة الآلات والقوى الزراعية ولذلك تبنت الجمعية الأمريكية للمهندسين الزراعيين والإحيائيين نشره نظرًا لطبيعته الهندسية، والذي طبقت فيه الأسس الهندسية والتطبيقات التقنية في مجال الآلات والقوى الزراعية.

وحيث لم يرد إلينا أية ملاحظات من القراء بخصوص أي أخطاء علمية أو مطبعية أو إملائية. ولذلك فلن تكون هناك أية اختلافات في الطبعة الثانية عن الطبعة الأولى من هذا الكتاب. راجين من الله عز وجل أن تعم الفائدة كل المهتمين في مجال الهندسة الزراعية.

وهنا لا يفوتنا أن نتوجه بالشكر لجامعة الملك سعود ممثلة في إدارة النشر العلمي والمطابع على طباعة وإخراج هذا الكتاب في طبعتيه الأولى والثانية.

المترجمون

مقدمة المترجمين

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين، وبعد:

تتمايز الجامعات فيما بينها على عاملين، الأول: المعامل وتجهيزاتها والثاني: عدد وكفاءة أعضاء هيئة التدريس. وهذان العاملان يعتمدان على بعضهما، فلا غنى لأعضاء هيئة التدريس المتميزين عن المعامل المجهزة جيداً. ولا فائدة من وجود المعامل جيدة التجهيز بدون توافر أعضاء هيئة التدريس الأكفاء القادرين على استغلالها. ولكن لاغنى للجامعات على كافة مستوياتها عن وجود الكتاب العلمي الجيد.

وتحتاج المكتبة العربية إلى توفير العديد من الكتب الأساسية والمراجع باللغة العربية في جميع المجالات. ولذلك لابد من التوجه لترجمة بعض الكتب والمراجع الجيدة، وقد ساهم الكثير من الأساتذة الأول في مجال الهندسة الزراعية في تأليف وترجمة عدد لا بأس به من المراجع الهامة. كما توجد في بعض الجامعات العربيةكتيبات لتدريس المقررات ذات العلاقة في هذا المجال إلا أنها لاتُعنى، في كثير من الأحيان، بتوضيح العمق الهندسي المطلوب لتحليل الآلات الزراعية ووسائل القدرة، كما يعتبر توفير المادة العلمية بوعاء مناسب للطالب من أهم وسائل التعليم، ويعتبر الكتاب المقرر القناة الرئيسة لتوفير المادة العلمية.

ومع توافر بعض أمهات الكتب باللغات الأجنبية، والتي تعتبر الأساس في تدريس مفهوم الجرارات والآلات الزراعية بصورة أكثر وضوحًا وتعمقًا للأسس الهندسية والتحليل الحركي لتشغيل تلك الآلات وعلاقتها بالنبات والتربة، فقد كان لزامًا أن تترجم هذه الكتب لتعم الفائدة جميع العاملين في مجال الهندسة الزراعية.

ومجال الآلات والقوى الزراعية هو أحد مجالات الهندسة الزراعية، ذلك

التخصص الذي يعنى بتطبيق العلوم الهندسية لحل مشاكل الزراعة. وقد وقع الاختيار على كتاب المبادىء الهندسية للآلات الزراعية والذي قامت بطباعته الجمعية الأمريكية للمهندسين الزراعيين لتغطية الجانب التخصصي للآلات الزراعية. حيث إن هذا الكتاب هو الأحدث، كما بُذل فيه جهود ضخمة لتأليفه من قبل نخبة من المتخصصين في مجال الآلات والقوى الزراعية.

وجاءت ترجمة هذا الكتاب بعد أن قام المختصون في مجال الآلات والقوى الزراعية بقسم الهندسة الزراعية ـ كلية الزراعة ـ جامعة الملك سعود بترجمة كتابين آخرين لنفس الغرض، الكتاب الأول هو مبادئ الآلات والقوى الزراعية، تأليف (مارشال فينر وريتشارد ستراب) لتوفير المادة العلمية للطلاب غير المتخصصين في الهندسة الزراعية. والكتاب الثاني هو كتاب قدرة المحرك والجرار، تأليف (كارول جورنج)، تحت الطبع وهو لتغطية الجانب التخصصي للقوى الزراعية.

وحرصًا من المترجمين على إظهار الكتاب بصورة جيدة، فقد اعتمدوا على المصطلحات العلمية الدارج استخدامها. وقد تم توزيع العمل على فريق الترجمة على النحو التالي: مترجم، مراجع أول، مراجع ثان، ومراجع ثالث. حيث يقوم المترجم بترجمة الفصل المخصص له وفقًا لقواعد الترجمة في جامعة الملك سعود. ويقوم المراجع الأول بمراجعة الترجمة والتدقيق عليها. وتتلخص مهمة المراجع الثاني في مراجعة الأشكال والجداول والمعادلات. واسندت إلى المراجع الثالث مهمة العناية بالتوافق اللغوي للترجمة مع ما يوجد بالفصول الأخرى كما كان هناك العديد من اللقاءات بين المترجمين لمناقشة بعض المصطلحات والاتفاق على أسلوب موحد لجميع الفصول.

وقد قام الأستاذ الدكتور صالح السحيباني بترجمة الفصول: الأول والثاني والسادس. وترجم الأستاذ الدكتور محمد فؤاد وهبي الفصول من السابع إلى التاسع بالإضافة إلى الملاحق. واسندت إلى الدكتور عبد الله مسعد زين الدين الفصول من الثالث إلى الخامس. أما الدكتور عبد الرحمن الجنوبي فقد قام بترجمة الفصول من العاشر إلى الثاني عشر.

ومع ما بذل من جهود كبيرة في ترجمة هذا الكتاب لإخراجه بأفضل صورة، إلا أن أي عمل بشري لا يخلو من النقص والخطأ. لذلك، يدعو المترجمون جميع الباحثين والمتخصصين في هذا المجال بإبلاغهم بملاحظاتهم ومقترحاتهم لتحسين الكتاب في طبعاته القادمة إن شاء الله.

المترجمون

مقدمة المؤلفين

وضع كتاب المبادئ الهندسية للآلات الزراعية في صورة كتاب دراسي لأحد المقررات في الآلات الزراعية لبرنامج هندسي. وقد صمم الكتاب ليستخدم في أحد المستويات العليا لمرحلة البكالوريوس. حيث تشمل متطلبات هذا المقرر كلاً من الاستاتيكا، مقاومة المواد، والمعادلات التفاضلية. ومع ذلك، ستكون أي معرفة بالديناميكا وميكانيكا الموائع ذات فائدة. كما يمكن استخدام الكتاب في مقرر لمستوى أدنى ولكن بدون تغطية الجزء النظري في كل فصل وبدون فقدان الاستمرارية.

أهداف هذا الكتاب هي: (١) مناقشة الطرق والمواد المستخدمة لتحقيق العمليات المختلفة المطبقة في الإنتاج الزراعي، (٢) لتقديم آلات الزراعة في صورة منظومة مكونة من عدة مكونات تؤدي وظائف مختلفة، (٣) لتقديم المبادىء الهندسية التي تحكم تشغيل الآلات المستخدمة في الإنتاج الزراعي.

نوقش المفهوم من تقسيم الآلة إلى عدة منظومات فرعية في الفصل الأول. حيث يمكن تقسيم كل آلة زراعية إلى عدة منظومات فرعية تتكون من الوظائف، القدرة، والإطار. ويركز هذا الكتاب على المنظومات الوظيفية. تناقش الفصول من الرابع إلى العاشر الآلات المستخدمة في العمليات الإنتاجية بداية من الحرث إلى الحصاد. ويغطي الفصل الحادي عشر تداول المواد، بينما تم تغطية إدارة الآلات في الفصل الثاني عشر. وقدمت في هذا الكتاب أيضًا طريقة لتدريس الآلات الزراعية عن طريق إعداد "مخطط عمليات". حيث يقسم مخطط العمليات الآلة إلى عدة عمليات وظيفية، على سبيل المثال، يمكن تقسيم آلة الرش إلى عمليات الضخ، والخلط والتقليب، والمعايرة، والترذيذ. ويستحث القائمون بالتدريس على استخدام هذه الطريقة لكونها تتيح صبغة عامة أثناء مناقشة آلات مختلفة. كما تم بذل جهد للمحافظة على تماثل

الشكل العام في الفصل الخامس وحتى الفصل الحادي عشر. قدمت المادة عمومًا تحت عناوين الطرق والمعدات، والعمليات الوظيفية، والأداء. ولايشتمل الكتاب على المنظومات الفرعية للإطار.

يود المؤلفون أن يعبروا عن شكرهم لجميع الأفراد الذين شاركوا بطرق عديدة لإكتمال هذا الكتاب. ونود أن نبدأ بالشكر للأستاذ الدكتور المتقاعد (Robert Kepner)مؤلف كتاب "مبادىء الآلات الزراعية" لمنحنا تصريحًا مفتوحًا لاستخدام المادة الموجودة في كتابه. وقد استخدم بالفعل العديد من الأشكال، وفي مواقع خاصة استخدمت مواد بالنص الحرفي من كتابه.

كما استلت أيضًا وبكثرة رسوم من كتاب الأستاذ الدكتور (Sverker Persson) وعنوانه "ميكانيكا قطع المواد النباتية" في الفصل الثامن. كما اعتمدنا على كتاب "الكهرباء الزراعية" للمؤلفين (R.C. Mullins) و (T. C. Surbrook) للمادة المستخدمة في المحركات الكهربائية. كما نود أن نشكر كل الأفراد الذين قاموا مبكراً بالمراجعة الدقيقة للفصول كل على حدة. وهؤلاء هم الدكتور (Ken Von Bergen)، جامعة نبراسكا، والدكتور (Bob Wilkinson)، جامعة ولاية ميتشجان – فصول عن القدرة، والأستاذ الدكتور (Ralph Alcock)، جامعة ولاية داكوتا الجنوبية، والأستاذ الدكتور (Larry Wells)، جامعة كنتاكي – فصل عن الحراثة، والسيد (Dave Wolak)، شركة دير والأستاذ الدكتور (Larry Shaw)، جامعة فلوريدا – فصل عن آلات الزراعة، والأستاذ الدكتور(Loren Bode)، جامعة إلينوي، والدكتور (Fred Bouise, USDA ARS) – فصل عن توزيع الكيماويات، والدكتور (Al Rotz, USDA, ARS)، والدكتور(Kevin Shinners)، جامعة ويسكونسن – فصل عن حصاد الأعلاف، والسيد (Jim Hall) والسيد (Neil West)، شركة دير – فصل عن حصاد الحبوب، والأستاذ الدكتور (Gerald Brusewitz)، جامعة ولاية أوكلاهوما، والأستاذ الدكتور(Larry Shaw)، جامعة فلوريدا والدكتور (David Nahir, Bet-Dagan, Israil)– فصل عن حصاد الخضراوات والفواكه، الدكتور (Ken Hellevang) من جامعة ولاية داكوتا الشمالية، والأستاذ الدكتور (Gerry Rehkugler) من جامعة كورنيل – فصل عن

تداول المواد، والأستاذ الدكتور (Jim Frisby) من جامعة ميزوري والأستاذ الدكتور (John Siemens)من جامعة إلينوي – فصل عن إدارة الآلات.

وقد قام كل من الدكتور (Steve Borgelt) من جامعة ميزوري، والأستاذ الدكتور(Mark Schrock) من جامعة ولاية كنساس، والأستاذ الدكتور (Larry Shaw) من جامعة فلوريدا، والدكتور (Kevin Shinners) من جامعة ويسكنسن، والدكتور(Dan Humburg) من جامعة ولاية داكوتا الشمالية، باستخدام نسخة من المسودة الأولية للكتاب لتدريسها في مقرراتهم وقدموا ملاحظات بناءة. كما نشكر من قام بالمراجعة الكاملة لهذا الكتاب من الجمعية الأمريكية للمهندسين الزراعيين (ASAE) والتي استكملها كل من الأستاذ الدكتور (Leonard Bashford) من جامعة نبراسكا، الدكتور(Kevin Shinners) من جامعة ويسكونسن، والدكتور(Dennis Buckmaster) من جامعة ولاية بنسلفانيا. ونحن نعتبر الملاحظات التي وضعها المراجعون ذات قيمة وبذلنا جهودًا حقيقية لوضعها في النسخة الأصلية.

إننا نشجع القائمون بالتدريس والذين يستخدمون هذا الكتاب أن يعطونا أي ملاحظات تتعلق بأخطاء قد يجدوها كما يعطونا أيضًا اقتراحات لتطوير الكتاب في إصدار لاحق عن طريق الاتصال بالمؤلف الرئيس.

المؤلفون

المحتويات

شكر وتقدير ..... هـ
مقدمة الطبعة الثانية ..... ز
مقدمة المترجمين ..... ط
مقدمة المؤلفين ..... ك

الفصل الأول: مقدمة ١
١,١ دواعي المكننة ١
١,٢ تاريخ الزراعة الممكننة ٢
١,٣ العمليات الزراعية والآلات المصاحبة ٤
١,٤ التحليل الوظيفي للآلات الزراعية ٦
١,٤,١ العمليات الأساسية للآلات الزراعية ٨
١,٤,٢ أشكال العمليات ٩

الفصل الثاني: القدرة للآلات الزراعية ١٣
مقدمة ١٣
٢,١ قدرة الديزل ١٣
٢,١,١ قدرة الوقود ١٤
٢,١,٢ الاحتراق ١٥
مثال رقم ٢,١ ..... ١٦
٢,١,٣ الحدود الدينامية الحرارية لأداء المحرك ٢٣
مثال رقم ٢,٢ ..... ٢٧
٢,١,٤ فواقد الحرارة والقدرة عند الكباسات ٢٨
٢,١,٥ الفواقد الآلية والقدرة عند الحذافة ٢٩

٢,١,٦ عزم المحرك وتحميل المحرك بكفاءة ٣٢
٢,١,٧ التحكم في سرعة المحرك ٣٤
٢,١,٨ الشحن التربيني والمحركات ذات المبردات الإضافية ٣٨
مثال رقم ٢,٣ ..... ٤١
مثال رقم ٢,٤ ..... ٤٥
٢,٢ المحركات الكهربائية ٤٨
٢,٢,١ مكونات المحرك ٤٨
٢,٢,٢ تصنيفات المحرك ٤٩
٢,٢,٣ مبادىء تشغيل المحركات الحثية ٥٠
٢,٢,٤ أنواع المحركات الحثية أحادية الطور ٥٤
٢,٢,٥ المحركات الحثية ثلاثية الطور ٥٩
٢,٢,٦ المحركات مزدوجة الجهد ٦٢
٢,٢,٧ خصائص العزم - السرعة للمحركات الحثية ٦٣
٢,٢,٨ معلومات لوحة الاسم للمحرك ٦٤
مثال رقم ٢,٥ ..... ٦٦
٢,٢,٩ بادئات الحركة بالمحركات ٦٧
٢,٢,١٠ أغلفة المحرك ٦٧
٢,٢,١١ المحركات الكهربائية متغيرة السرعة ٦٨
٢,٢,١٢ كفاءة المحرك ٧٠
مثال رقم ٢,٦ ..... ٧١
تمارين على الفصل الثاني ٧١

الفصل الثالث: نقل القدرة ٧٧
مقدمة ٧٧
٣,١ نقل القدرة الآلية ٧٧
٣,١,١ نواقل الحركة بالسيور ٧٧

٣,١,٢ نواقل الحركة بالجنازير ٩٥
٣,١,٣ الإدارة بأعمدة مآخذ القدرة ١٠٤
٣,١,٤ وسائل الأمان للأحمال الزائدة ١٠٩
٣,٢ قدرة الموائع ١١٣
٣,٢,١ المبادىء الأساسية وعناصر قدرة الموائع ١١٣
٣,٢,٢ المضخات ١١٤
٣,٢,٣ الصمامات ١٢٠
٣,٢,٤ المشغلات ١٢٧
٣,٢,٥ الخزانات، والموائع، والمرشحات، والخطوط ١٣١
٣,٢,٦ أنواع نظم القدرة الهيدرولية ١٣٦
٣,٢,٧ مخفضات الضغط ١٤١
٣,٢,٨ النقل الهيدروستاتي ١٤٣
تمارين على الفصل الثالث ١٤٤

الفصل الرابع: شبك الجرار، الشد، والاختبار ١٥٣
مقدمة ١٥٣
٤,١ نظم الشبك ١٥٣
٤,١,١ أساسيات الشبك ١٥٣
٤,١,٢ أنواع الشبك ١٥٣
٤,١,٣ الشبك والوزن المرحل ١٥٧
٤,١,٤ التحكم في الشبك ١٥٩
٤,٢ الإطارات والشد ١٦١
٤,٢,١ أساس تصميم الإطار ١٦٢
٤,٢,٢ نماذج الشد ١٦٧
٤,٣ انضغاط التربة ١٧٤
٤,٤ مؤازرات الشد ١٧٦

٤,٥ اختبار الجرار ١٧٨
٤,٥,١ المبادىء الأساسية لاختبار الجرار ١٧٨
٤,٥,٢ الاختبارات الرسمية للجرار ١٨٢
تمارين على الفصل الرابع ١٩٥

الفصل الخامس: حراثة التربة ١٩٩
مقدمة ١٩٩
٥,١ الطرق والمعدات ٢٠٠
٥,١,١ نظام الحراثة التقليدية ٢٠١
٥,١,٢ نظام الحراثة المرشدة (المحافظة) ٢١٩
٥,٢ ميكانيكا أسلحة الحراثة ٢٢٠
٥,٢,١ تصنيف التربة ٢٢٠
٥,٢,٢ الخواص الطبيعية للأراضي ٢٢١
مثال رقم ٥,١ ..... ٢٢٣
٥,٢,٣ الخواص الآلية للأراضي ٢٢٥
مثال رقم ٥,٢ ..... ٢٣٣
مثال رقم ٥,٣ ..... ٢٣٤
٥,٢,٤ آلية سلاح الحراثة البسيط ٢٤٠
مثال رقم ٥,٤ ..... ٢٤٨
٥,٣ أداء معدات الحراثة ٢٥١
٥,٣,١ المحاريث القلابة المطرحية ٢٥٢
٥,٣,٢ المعدات القرصية ٢٥٤
٥,٣,٣ العزاقات ٢٥٨
٥,٣,٤ المحاريث الدورانية ٢٦١
٥,٤ شبك معدات الحرثة ٢٦٣
٥,٤,١ تمثيل القوة لسلاح آلة حراثة ٢٦٣

٢,٤,٥ المعدات المقطورة ٢٧١
٣,٤,٥ المعدات المعلقة ٢٧٩
تمارين على الفصل الخامس ٢٨٣

الفصل السادس: زراعة المحاصيل ٢٨٧
مقدمة ٢٨٧
١,٦ الطرق والمعدات ٢٨٨
١,١,٦ الزراعة بالنثر ٢٨٨
٢,١,٦ تسطير البذور ٢٨٩
٣,١,٦ الزراعة الدقيقة ٢٩٠
٤,١,٦ الشتل ٢٩١
٢,٦ العمليات الوظيفية ٢٩٣
١,٢,٦ تلقيم البذور ٢٩٣
مثال رقم ١,٦ ..... ٣٠٢
٢,٢,٦ نقل البذرة ٣٠٧
مثال رقم ٢,٦ ..... ٣١١
مثال رقم ٣,٦ ..... ٣١٦
مثال رقم ٤,٦ ..... ٣١٩
٣,٢,٦ فتح الأخدود والتغطية ٣٢٢
٤,٢,٦ الشتل ٣٢٦
٣,٦ تقييم أداء آلة الزراعة والشتالة ٣٣١
١,٣,٦ آلات الزراعة بالنثر ٣٣٢
٢,٣,٦ آلات التسطير ٣٣٤
٣,٣,٦ آلات الزراعة الدقيقة ٣٣٥
٤,٣,٦ الشتالات ٣٣٦
تمارين على الفصل السادس ٣٣٧

الفصل السابع: توزيع الكيمياويات ٣٤٣
مقدمة ٣٤٣
٧,١ توزيع الكيمياويات الجافة ٣٤٤
٧,١,١ الطرق والمعدات ٣٤٥
٧,١,٢ العمليات الوظيفية ٣٤٩
٧,٢ توزيع الكيمياويات السائلة ٣٥٨
٧,٢,١ الطرق والمعدات ٣٥٨
٧,٢,٢ العمليات الوظيفية ٣٦٥
مثال رقم ٧,١ ..... ٣٧٥
مثال رقم ٧,٢ ..... ٣٨٥
مثال رقم ٧,٣ ..... ٣٩٣
٧,٣ تقييم الأداء ٣٩٦
٧,٣,١ توزيع الكيمياويات الجافة ٣٩٦
٧,٣,٢ المعايرة ٣٩٩
٧,٣,٣ توزيع الكيمياويات السائلة ٤٠٣
٧,٣,٤ معايرة الرشاشة ٤١٠
مثال رقم ٧,٤ ..... ٤١١
تمارين على الفصل السابع ٤١٣

الفصل الثامن: حصاد العلف والدريس (التبن) ٤١٧
مقدمة ٤١٧
٨,١ الطرق والمعدات ٤١٨
٨,٢ العمليات الوظيفية ٤٢٤
٨,٢,١ آليات القطع وتركيب النبات ٤٢٤
مثال رقم ٨,١ ..... ٤٣٤
مثال رقم ٨,٢ ..... ٤٤١

٨,٢,٢ القطع والتفتيت (التجزيء) ٤٤٢
مثال رقم ٨,٣ ..... ٤٥٠
مثال رقم ٨,٤ ..... ٤٥٩
مثال رقم ٨,٥ ..... ٤٧٣
٨,٢,٣ حفظ ومعالجة العلف ٤٧٦
مثال رقم ٨,٦ ..... ٤٨١
٨,٢,٤ التصفيف ٤٨٢
مثال رقم ٨,٧ ..... ٤٨٩
٨,٢,٥ عمل البالات ٤٩١
مثال رقم ٨,٨ ..... ٥٠٢
٨,٣ تقييم الأداء ٥٠٧
تمارين على الفصل الثامن ٥١١
الفصل التاسع: حصاد الحبوب ٥٢٣
مقدمة ٥٢٣
٩,١ الطرق والمعدات ٥٢٣
٩,١,١ الحصاد المباشر ٥٢٤
٩,١,٢ القطع والتكويم ٥٢٨
٩,٢ العمليات الوظيفية ٥٣٠
٩,٢,١ الجمع، القطع، اللقط والتغذية ٥٣٠
٩,٢,٢ الدراس ٥٣٧
٩,٢,٣ الفصل ٥٤٥
مثال رقم ٩,١ ..... ٥٥٢
٩,٢,٤ التنظيف ٥٥٥
٩,٢,٥ متطلبات القدرة ٥٦٤
٩,٣ اختبار آلة الحصاد والدراس ٥٦٥
تمارين على الفصل التاسع ٥٦٧

الفصل العاشر: حصاد الفاكهة، النقل، والخضار ٥٦٩
مقدمة ٥٦٩
١٠,١,١ القيود الطبيعية ٥٧٠
١٠,١,٢ القيود الاقتصادية ٥٧١
١٠,٢ العمليات الوظيفية ٥٧٢
١٠,٢,١ الفصل (القطف) ٥٧٣
١٠,٢,٢ التحكم ٥٧٤
١٠,٢,٣ الاختيار ٥٧٤
١٠,٢,٤ النقل ٥٧٥
١٠,٣ الطرق والمعدات ٥٧٦
١٠,٣,١ المحاصيل الجذرية ٥٧٧
١٠,٣,٢ المحاصيل السطحية ٥٨٣
١٠,٣,٣ المحاصيل الشجيرية والتعريشة ٥٨٨
١٠,٣,٤ المحاصيل الشجرية ٥٩٧
١٠,٤ الاعتبارات النظرية ٦٠٣
١٠,٤,١ مفاهيم الديناميكا الهوائية ٦٠٣
مثال رقم ١٠,١ ..... ٦٠٨
١٠,٤,٢ أساسيات الشجيرة وهزازات الشجر ٦٠٨
مثال رقم ١٠,٢ ..... ٦١٢
مثال رقم ١٠,٣ ..... ٦١٢
مثال رقم ١٠,٤ ..... ٦١٧
١٠,٤,٣ الفصل الاهتزازي خلال الحصاد ٦١٩
١٠,٤,٤ نماذج التصادم والإصابة الآلية ٦٢١
مثال رقم ١٠,٥ ..... ٦٢٨
١٠,٥ عوامل الأداء ٦٣٢
١٠,٥,١ الإصابة ٦٣٣

١٠,٥,٢ الكفاءة ٦٣٣
١٠,٥,٣ الاعتمادية ٦٣٦
تمارين على الفصل العاشر ٦٣٧

الفصل الحادي عشر: نقل المواد الزراعية ٦٤٣
مقدمة: ٦٤٣
١١,١ النواقل البريمية ٦٤٣
١١,١,١ الطرق والمعدات ٦٤٤
١١,١,٢ نظرية ٦٤٥
١١,١,٣ الأداء ٦٤٨
مثال رقم ١١,١ ..... ٦٥٢
١١,٢ نواقل تعمل بضغط الهواء ٦٥٤
١١,٢,١ الطرق والمعدات ٦٥٤
١١,٢,٢ نظرية ٦٥٨
مثال رقم ١١,٢ ..... ٦٦٧
١١,٢,٣ الأداء ٦٧٠
١١,٣ الروافع ذات القواديس ٦٧٣
سعة الرافع الرأسي ٦٧٦
قدرة الرافع الرأسي ٦٧٧
مثال رقم ١١,٣ ..... ٦٧٧
١١,٤ نافخات العلف ٦٧٨
١١,٤,١ نظرية ٦٨٠
مثال رقم ١١,٤ ..... ٦٨٣
١١,٤,٢ متطلبات القدرة ٦٨٤
مثال رقم ١١,٥ ..... ٦٨٥
١١,٤,٣ الأداء ٦٨٦
١١,٥ نواقل مختلفة ٦٨٧
١١,٥,١ نواقل السير ٦٨٧

١١,٥,٢ نواقل الكتلة ٦٨٩
تمارين على الفصل الحادي عشر ٦٩١

الفصل الثاني عشر: إدارة الآلات ٦٩٣
مقدمة ٦٩٣
١٢,١ السعة والكفاءة الحقلية ٦٩٤
١٢,١,١ السعة الحقلية (الإنتاجية) ٦٩٤
١٢,١,٢ الكفاءة الحقلية ٦٩٥
مثال رقم ١٢,١ ..... ٦٩٩
١٢,٢ تكاليف الآلة ٧٠١
١٢,٢,١ تكاليف الملكية ٧٠٢
مثال رقم ١٢,٢ ..... ٧٠٦
١٢,٢,٢ تكاليف التشغيل ٧٠٦
١٢,٢,٣ تكاليف الوقت الأمثل ٧١٠
مثال رقم ١٢,٣ ..... ٧١٦
١٢,٣ اختيار واستبدال الآلات ٧١٩
١٢,٣,١ اختيار الآلات ٧١٩
مثال رقم ١٢,٤ ..... ٧٢٢
١٢,٣,٢ استبدال الآلات ٧٢٣
تمارين على الفصل الثاني عشر ٧٢٤

الملاحق

ملحق (أ): براءات الاختراع المذكورة بـ (الفصل العاشر) ٧٢٩
ملحق (ب): الرموز التخطيطية لمخططات قدرة الموائع ٧٣١
المراجع المختارة ٧٣٣

ثبت المصطلحات العلمية

أولاً: (عربي-إنجليزي) ٧٤٩
ثانياً: (إنجليزي-عربي) ٧٨١
كشاف الموضوعات ٨١٣