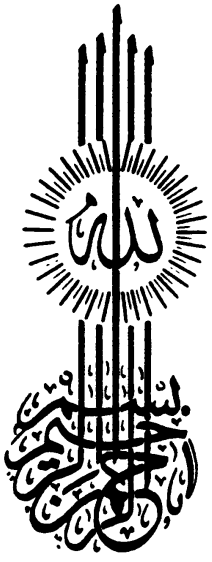

مقدمة في تقنية الأجهزة الطبية الحيوية

(الجزء الثاني)

تأليف

جوزيف جي كار و **جون إم براون**

ترجمة

د. طارق بن ضيف السرنجاوي و **المهندس أحمد بن هشام الحموي**

قسم العلوم الطبية التطبيقية بكلية المجتمع بالرياض

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ⓒ جامعة الملك سعود، ١٤٣١هـ (٢٠١٠م).

هذه ترجمة عربية مصرح بها من مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

Introduction to Biomedical Equipment Technology
By: Joseph J. Carr and John M. Brown
© 2001, Prentice Hall

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

كار، جوزيف جي

مقدمة في الأجهزة الطبية الحيوية/ جوزيف جي كار؛ جون ام براون؛ طارق بن ضيف السرنجاوي؛ أحمد بن هشام الحموي. - الرياض، ١٤٣١هـ، ٢مج.

٥٠٨ص، ٢١× ٢٨سم

ردمك: ١ - ٧٠٢ - ٥٥ - ٩٩٦٠- ٩٧٨ (مجموعة)

٥ - ٧٠٤ - ٥٥ - ٩٩٦٠- ٩٧٨ (ج٢)

١- الأجهزة الطبية أ. براون، جون ام (مؤلف مشارك) ب. السرنجاوي، طارق بن ضيف (مترجم) ج. الحموي، أحمد بن هشام (مترجم) د. العنوان

ديوي ٦١٠,٢٨ ١٤٣١/٨٠٠٠

رقم الإيداع: ١٤٣١/٨٠٠٠

ردمك: ١ - ٧٠٢ - ٥٥ - ٩٩٦٠- ٩٧٨ (مجموعة)

٥ - ٧٠٤ - ٥٥ - ٩٩٦٠- ٩٧٨ (ج٢)

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة، شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس العلمي على نشره - بعد اطلاعه على تقارير المحكمين - في اجتماعه السابع للعام الدراسي ١٤٣٠/١٤٣١هـ المعقود بتاريخ ١٤٣٠/١١/٢٨هـ الموافق٢٠٠٩/١١/١٦م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٣١هـ

الإهداء

نهدي هذا العمل إلى خادم الحرمين الشريفين الملك عبد الله بن عبد العزيز حفظه الله ملك المملكة العربية السعودية تعبيراً منا عن صدق مشاعرنا تجاه ملكٍ عمّ عطاؤه ليشمل ليس أبناء مملكته فحسب بل الإنسانية على اختلاف أديانها وأعراقها ولم يبالغ من وصفه بملك الإنسانية. كما أنه امتنان منا لدعمه اللا محدود لجامعة الملك سعود والذي عاد بالخير على أعضاء الهيئة التدريسية فيها ونحن منهم وأدى إلى تبوء جامعة الملك سعود أماكن متقدمة في التصنيف العالمي للجامعات وتدشينه حفظه الله للمشاريع الإستراتيجية في الجامعة والتوسع في إنشاء الجامعات والكليات والمراكز البحثية.

ونسأل الله عز وجل أن يحفظه ويسدد خطاه ويوفقه لما يحب ويرضى.

المترجمين

كلمة شكر

بسم الله الرحمن الرحيم، والحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على محمد خاتم النبيين، وبعد:

فالشكر أولا وآخراً لله عز وجل الذي وفقنا لإتمام هذا العمل والذي استغرق منا ثلاث سنوات راودتنا فيها أنفسنا مرات ومرات بان نتوقف. ولكن دعم الأهل والأصدقاء والزملاء لنا حفزنا وشحذ همتنا لنتابع هذا العمل إلى منتهاه. فما لهؤلاء علينا إلا كل الشكر والتقدير ونخص بالذكر منهم زملائنا سعادة الدكتور محمد سمير طليمات وسعادة الدكتور ممدوح منيف وسعادة الدكتور محمد فائز الرز وسعادة الدكتور حسن فؤاد السيد وسعادة الدكتور مصطفى سالم الذين لم يبخلوا علينا بخبرتهم الطويلة في الترجمة. كما نتوجه بالشكر لعائلتينا لما تحملتاه من عناء ليوفرا لنا الأجواء المناسبة للعمل ودعمهما اللامحدود لنا.

المترجمين

مقدمة المترجمين

هذا الكتاب هو تعريب الطبعة الرابعة من كتاب رائد استخدم لتدريس المهن الطبية التقنية خلال العقدين المنصرمين في الولايات المتحدة الأمريكية وفي بلدان كثيرة أخرى وهو كتاب (Introduction to biomedical equipment technology) لمؤلفيه جوزيف كار، وجون براون. وهو من أكثر الكتب مبيعاً في تخصص تقنية الأجهزة الطبية وحيث إن تقدم التقنية في ازدياد دائم فقد ضم هذا الكتاب تغييرات مشوقة والتي تعكس العالم الحديث للأجهزة الطبية.

تقنية الأجهزة الطبية هي تطبيق العلوم الهندسية والمبادئ التقنية على الأنظمة الحيوية للإنسان وهي تستخدم لحل المشاكل المرتبطة بصحة الإنسان. تصنف الأجهزة الطبية إلى أجهزة تشخيص وأجهزة معالجة وأجهزة مراقبة.

إن التنظيم الجيد للكتاب سيمكن المهندسين الطبيين وفنيي الأجهزة الطبية وأصحاب المهن العاملين في الالكترونيات الطبية الحيوية من البحث عن مواضيع تهمهم وترتبط بعملهم اليومي. وسيمكن الطلاب من تعزيز فهمهم للنظريات الأساسية في تقنية الأجهزة الطبية ومبادئ عمل الكثير من الأجهزة الطبية.

اختير الكتاب الأصل ليكون كتاب مقرر الأجهزة الطبية الحيوية ضمن الخطة الدراسية لبرنامج مشارك في الأجهزة الطبية والذي يقدمه قسم العلوم الطبية التطبيقية في جامعة الملك سعود منذ عام ٢٠٠٣م. وإثناء تدريسنا لهذا المقرر تلمسنا الصعوبة التي يواجهها الطلاب في استيعاب المصطلحات الانكليزية الكثيرة التي يضمها الكتاب مما دفعنا لترجمة هذا الكتاب بدعم مشكور من مركز الترجمة في جامعة الملك سعود.

مما يضمه هذا الكتاب معلومات عامة عن جسم الإنسان ومعلومات أكثر عن القلب وجهاز الدوران والجهاز العصبي والجهاز التنفسي كما يضم مقدمة في نظرية القياس والإشارات الحيوية والحساسات والمضخمات ومعلومات عن وحدة العناية المركزة وغرف العمليات والمختبرات الطبية وأجهزة التصوير بالأمواج فوق الصوتية وأجهزة التصوير بالأشعة السينية ومعلومات مهمة عن صيانة الأجهزة الطبية.

يناقش الفصل الثاني والعشرين "الحاسبات في الأجهزة الطبية" مواضيع مختلفة مثل المعالجات الصغرية وأنظمة تحصيل الإشارة كما تطبق في الأجهزة الطبية والأجهزة المخبرية. معالجة الإشارة التماثلية، التبديل التماثلي الرقمي والتبديل الرقمي التماثلي ومعالجة الإشارة الرقمية. وكذلك أنظمة أرشفة الصور الطبية ونقلها ويتطرق بشكل عام لأجهزة الطبقي المحوري المحوسب والرنين المغناطيسي والتصوير المقطعي بالانبعاث البوزيتروني وأجهزة التصوير الرقمي بالأشعة السينية.

وأخيرا نسأل الله عز وجل أن يتقبل منا عملنا هذا وان ينفع به أبناء الوطن العربي من محيطه إلى خليجه.

الدكتور طارق بن ضيف السرنجاوي المهندس احمد بن هشام الحموي

الرياض ٢٨ شوال ١٤٣٠هـ

المختصرات

m : ميلي	°C: درجة مئوية
µ : ميكرو	Hz: هرتز
n : نانو	g : جرام
P : بيكو	Pa : باسكال
k : كيلو	N: نيوتن
M: ميجا	Dyn : داين
L : ليتر	J: جول
Min : دقيقة	pH : درجة حموضة
V: فولت	S : ثانية
Ω : أوم	°A: أنغستروم
F : فاراد	A: أمبير
C: كولومب	

تقديم

هذا الكتاب هو الطبعة الرابعة من كتاب رائد استخدم لتدريس المهن الطبية التقنية خلال العقدين المنصرمين. وحيث إن تقدم التقنية في ازدياد دائم فقد ضمنا هذا الكتاب تغييرات مشوقة والتي تعكس العالم الحديث للأجهزة الطبية.

لقد شكل الاستبيان الذي وزع على المحاضرين والطلاب الناجحين والمديرين والمهندسين الطبيين والفنيين والذين يوظفون قراء هذا الكتاب في النهاية جزءاً من جهد مراجعة هذا الكتاب. أضيفت ميزات جديدة بناء على طلب القراء الأكاديميين.

بما أن هذا الكتاب منظم بشكل جيد سيجده أصحاب المهن العاملين في الالكترونيات الطبية الحيوية والمجالات ذات الصلة مفيداً للبحث عن مواضيع تهمهم وينشط ذاكرتهم في مواضيع مختارة إثناء مرورهم على مواضيع معروفة. بالإضافة لذلك يستطيع المهندسون والتقنيون الذين يصممون الأجهزة الطبية مراجعة المواضيع بصورة عامة أو الدخول إلى التفاصيل والنقاط الحرجة في المواضيع.

المواضيع المهمة التي أضيفت إلى الطبعة الثالثة بقيت في هذه الطبعة وهي تتضمن معلومات أساسية عن التعليم الأساسي. الفصل الثالث هو " مقدمة في أساليب القياس والمعايرة الطبية الحيوية". يغطي الفصل الرابع "النظريات الأساسية للقياس" تقنية القياس. يناقش الفصل الثاني والعشرين "الحاسبات في الأجهزة الطبية" فقرات عن المعالجات الصغرية وأنظمة تحصيل الإشارة كما تطبق في الأجهزة الطبية والأجهزة المخبرية والتي تقاد بإشارة القياس. معالجة الإشارة التماثلية ، التبديل التماثلي الرقمي والتبديل الرقمي التماثلي ومعالجة الإشارة الرقمية. أضيفت هذه الفقرات لتعزيز المبدأ التالي: أن العديد من الأجهزة الطبية هي أساسا أجهزة قياس الكترونية.

يعتقد المؤلفان أن الطلاب بحاجة لتطبيق مبدأ الوثوقية والإتقان عندما يشخصون الأعطال ويصلحون الأجهزة الطبية والأجهزة المخبرية.

توفر النظريات الأساسية للإشارات والضجيج الخلفية الضرورية لفهم عدم إحصاء الإشارات الشائعة وماذا يتوقع من مراقبتها بالشكل التماثلي أو الرقمي أو البرمجي من خلال القوائم المنسدلة لنظام تشغيل ويندوز. بهذه الطرقة شارك المؤلفان إدراكهم مع القراء والذي حصلوه من خلال النظريات وسنوات من الخبرة الشخصية. وكذلك وسعت بعض الفصول لتشمل مواضيع أساسية بشكل أفضل ومثال ذلك طبيعة وتأثير الانترنت في الطب واستخدام الحاسبات في تحليل الإشارات الطبية وأفلام الأشعة السينية، سجلات المرضى وكذلك زودنا الكثير من المخططات الصندوقية بالشرح لتحسين معرفة القارئ في الأجهزة الطبية.

في الطبعة الرابعة زدنا في الفصل الرابع والعشرين " التداخلات الكهرومغناطيسية في الأجهزة الالكترونية الطبية بما في ذلك التوافقية الكهرومغناطيسية كونها موضوعاً مهماً اليوم ، خاصة بالنسبة لهيئة الغذاء والدواء الأمريكية. كما أضفنا فصل جديد وهو الفصل الخامس والعشرين بعنوان ضمان الجودة وتحسين الجودة المستمر وذلك لسببين: الأول أن معظم صناع الأجهزة الطبية يجب أن يتبعوا معيار ضمان الجودة ISO-9000 لبيع منتجاتهم في أوروبا والولايات المتحدة وكندا. أن الانضمام إلى توصيات معيار ISO-9000 يؤدي إلى منافع تتمثل بالدفاع عن التحديات التي تواجه مسؤولية المنتج لأنها تعكس مسؤولية الصانع في التطبيق المستمر لإجراءات الشركة والإنتاج. الثاني، أجبرت هيئات الاعتماد مثل هيئة الغذاء والدواء المستشفيات لتقديم تحسين مستمر للجودة، ان قابلية المستشفيات لتلبية هذه المتطلبات يسهل تميزهم في السوق الطبي.

يتضمن الفصل السادس عشر "أجهزة المختبرات الطبية" فقرة إضافية عن أجهزة تنقية الدم لمعالجة الفشل الكلوي بسبب الطلب المتزايد من المتقدمين في السن على هذه التقنية. كذلك شرحت مشكلة عام الفين في الفصل الثاني والعشرين "الحاسبات في الأجهزة الطبية" ووصفنا أجهزة حاسب جديدة مثل المساعد الشخصي الرقمي.

نقدر التعاون الذي قدمته مؤسسة بور براون بتزويدنا بمخططات الدارة وعدم وضع أي شروط تتعلق بنشر منتجاتها لدعم الحياة.

نشكر عائلتينا لتشجيعهما إيانا بالبحث وكتابة هذه الطبعة.

جوزيف كار، جون براون

المحتويات

إهداء ..... هـ
كلمة شكر ..... ز
مقدمة المترجمين ..... ط
المختصرات ..... ك
تقديم ..... م

الجزء الأول

الفصل الأول: جسم الإنسان: نظرة عامة

(١,١) الأهداف ١
(١,٢) أسئلة التقييم الذاتي ١
(١,٣) مقدمة ١
(١,٤) الخلية ٢
(١,٥) سوائل الجسم ٣
(١,٦) الجهاز العضلي الحركي ٣
(١,٧) الجهاز التنفسي ٥
(١,٨) الجهاز الهضمي (المعدي والمعوي) ٦
(١,٩) الجهاز العصبي ٦
(١,١٠) جهاز الغدد الصماء ٧
(١,١١) الجهاز الدوراني ٧

(١,١٢) الجسم كجهاز تحكم ٨
(١,١٣) ملخص..... ٩
(١,١٤) موجز ٩
الأسئلة ١٠
قراءات مقترحة ١١

الفصل الثاني: القلب والجهاز الدوري

(٢,١) الأهداف ١٣
(٢,٢) أسئلة التقييم الذاتي ١٣
(٢,٣) الجهاز الدوري..... ١٤
(٢,٤) القلب..... ١٨
(٢,٥) الكهربائية الحيوية ٢١
(٢,٦) جهاز التوصيل الكهربائي للقلب ٢٥
(٢,٧) مشاكل القلب (أمراض القلب) ٢٩
(٢,٨) ملخص ٣١
(٢,٩) موجز ٣١
الأسئلة ٣١
المسائل ٣٣
قراءات مقترحة ٣٤

الفصل الثالث: مقدمة في أساليب القياس والمعايرة الطبية الحيوية

(٣,١) الأهداف ٣٥
(٣,٢) أسئلة التقييم الذاتي ٣٥
(٣,٣) مقدمة..... ٣٦
(٣,٤) الأرقام المعنوية (ذات الدلالة) ٣٦
(٣,٥) الرمز العلمي..... ٣٩
(٣,٦) الوحدات والثوابت المادية..... ٤٠
(٣,٧) ما هو المتوسط؟..... ٤٢
(٣,٨) التمثيل اللوغاريتمي لمستويات الإشارة: رمز ديسبل ٥٠

(٣,٩) أساسيات نظرية القياس ٥٩
(٣,١٠) ملخص ٦٦
(٣,١١) موجز ٦٦
الأسئلة ٦٧
المسائل ٦٧
مراجع ٦٩
قراءات إضافية ٦٩

الفصل الرابع: النظريات الأساسية للقياس

(٤,١) الأهداف ٧١
(٤,٢) أسئلة التقييم الذاتي ٧١
(٤,٣) مقدمة ٧١
(٤,٤) أصناف ٧٢
(٤,٥) عوامل إجراء القياسات ٧٦
(٤,٦) أخطاء القياس ٨٠
(٤,٧) تصنيف الخطأ ٨٠
(٤,٨) التعامل مع أخطاء القياس ٨٥
(٤,٩) تحليل مساهمات الخطأ ٨٦
(٤,١٠) تحديد العمليات في القياس ٨٧
(٤,١١) ملخص ٨٩
(٤,١٢) موجز ٨٩
أسئلة ومسائل ٨٩

الفصل الخامس: الإشارات والضجيج

(٥,١) الأهداف ٩٣
(٥,٢) أسئلة التقييم الذاتي ٩٣
(٥,٣) أنماط الإشارات ٩٣
(٥,٤) سلاسل فورية ٩٦
(٥,٥) تناظر الموجة ١٠١
(٥,٦) الإشارات الانتقالية ١٠٣

(٥,٧) الإشارات المتقطعة..... ١٠٤
(٥,٨) الضجيج ١٠٨
(٥,٩) نسبة الإشارة إلى الضجيج ١١٠
(٥,١٠) معامل الضجيج ١١٣
(٥,١١) الضجيج في سلسلة من المكبرات..... ١١٦
(٥,١٢) إستراتيجيات تخفيض الضجيج..... ١١٦
(٥,١٣) خلاصة..... ١٢٠
(٥,١٤) موجز ١٢١
أسئلة..... ١٢١
مسائل ١٢٣

الفصل السادس: الإلكترودات والحساسات والمجسات (المبدلات/المحولات)

(٦,١) الأهداف ١٢٥
(٦,٢) أسئلة التقييم الذاتي ١٢٥
(٦,٣) اكتساب الإشارة..... ١٢٥
(٦,٤) الجس (التحويل/التبديل)..... ١٢٦
(٦,٥) الحساسات النشطة (الفعالة) مقابل الحساسات الخاملة..... ١٢٦
(٦,٦) مصادر أخطاء الحساسات ١٢٧
(٦,٧) مصطلحات الحساسات..... ١٢٨
(٦,٨) تكتيكات ومعالجة الإشارات لتحسين الاستشعار (التحسس) ١٣٦
(٦,٩) إلكترودات من أجل التحسس الحيوي الفيزيائي..... ١٤٠
(٦,١٠) الإلكترودات السطحية الطبية..... ١٤٧
(٦,١١) الإلكترودات الصغرية (الميكروية)..... ١٥١
(٦,١٢) المبدلات (المجسات) وحساسات أخرى..... ١٥٨
(٦,١٣) مقاييس الإجهاد (الانفعال/ التمدد)..... ١٦٢
(٦,١٤) المبدلات التحريضية..... ١٧٠
(٦,١٥) حساسات الضغط الكوارتزية..... ١٧٣
(٦,١٦) المبدلات السعوية..... ١٧٥
(٦,١٧) مبدلات درجة الحرارة ١٧٨
(٦,١٨) ملاءمة الحساسات للدارات ١٨٠

(٦,١٩) ملخص ١٨٣
(٦,٢٠) موجز ١٨٤
أسئلة ١٨٤
مسائل ١٨٦
قراءات إضافية ١٨٧

الفصل السابع: المضخمات الكهروحيوية

(٧,١) الأهداف ١٨٩
(٧,٢) أسئلة التقييم الذاتي ١٨٩
(٧,٣) المضخمات الكهروحيوية ١٩٠
(٧,٤) مضخم العمليات ١٩١
(٧,٥) الأنماط الأساسية للمضخمات ١٩٤
(٧,٦) دوائر متعددة الدخل ٢١٠
(٧,٧) المضخمات التفاضلية ٢١١
(٧,٨) دوائر معالجة الإشارات ٢٢٨
(٧,٩) مضخمات عمليات عملية: مراجعة بعض المشاكل ٢٣٣
(٧,١٠) مراجعة المضخمات الكهروحيوية ٢٣٦
(٧,١١) مضخمات العزل ٢٣٧
(٧,١٢) مضخمات مثبت القاطع ٢٦١
(٧,١٣) حماية الدخل ٢٦٣
(٧,١٤) ملخص ٢٧٩
(٧,١٥) موجز ٢٨٢
الأسئلة ٢٨٢
قراءات إضافية ٢٨٥
معايير مجمع عليها مشار إليها من قبل منظمات قانونية ٢٨٥

الفصل الثامن: مخطط كهربائية القلب

(٨,١) الأهداف ٢٨٧
(٨,٢) أسئلة التقييم الذاتي ٢٨٧
(٨,٣) القلب كمصدر للجهد ٢٨٨

(٨,٤) شكل موجات مخطط كهربائية القلب..... ٢٨٨
(٨,٥) النظام النموذجي للقنوات..... ٢٨٩
(٨,٦) الإشارات الأخرى لجهاز مخطط كهربائية القلب Other..... ٢٩٠
(٨,٧) المضخم الأولي لجهاز مخطط كهربائية القلب..... ٢٩٢
(٨,٨) وسائل إخراج القراءة في جهاز مخطط كهربائية القلب..... ٣١٥
(٨,٩) أجهزة مخطط كهربائية القلب ٣١٧
(٨,١٠) صيانة جهاز مخطط كهربائية القلب ٣٢٤
(٨,١١) أعطال وتحديد أعطال جهاز مخطط كهربائية القلب..... ٣٢٥
(٨,١٢) ملخص..... ٣٣٠
(٨,١٣) موجز ٣٣٢
الأسئلة ٣٣٢
مسائل ٣٣٥
قراءات إضافية ٣٣٥

الفصل التاسع: الضغط الفيزيولوجي والقياسات القلبية الوعائية والأجهزة الأخرى

(٩,١) الأهداف ٣٣٧
(٩,٢) أسئلة التقييم الذاتي ٣٣٧
(٩,٣) الضغوط الفيزيولوجية ٣٣٨
(٩,٤) ما هو الضغط؟ ٣٣٨
(٩,٥) قياسات الضغط..... ٣٤١
(٩,٦) قياسات ضغط الدم ٣٤٣
(٩,٧) طرق القياس الترددية وفوق الصوتية غير الجارحة ٣٤٨
(٩,٨) الطرق المباشرة : المانومترات المائية..... ٣٥٠
(٩,٩) مبدلات (مجسات) الضغط ٣٥٣
(٩,١٠) مكبرات الضغط..... ٣٥٤
(٩,١١) طرق المعايرة النموذجية ٣٥٥
(٩,١٢) تصميمات مكبرات الضغط ٣٥٨
(٩,١٣) مكبرات حمل تيار متناوب ٣٦٢
(٩,١٤) دارة كشف الضغط الانقباضي والانبساطي والقيمة المتوسطة..... ٣٦٣

(٩,١٥) دوائر تفاضل الضغط ٣٦٧
(٩,١٦) دارة التصفير الأوتوماتيكية ٣٦٨
(٩,١٧) مشاكل عملية في أجهزة قياس الضغط ٣٧٠
(٩,١٨) اختبار الاستجابة الترددية لدالة الخطوة ٣٧٧
(٩,١٩) العناية بالمجس (المجس) ٣٧٩
(٩,٢٠) قياس خرج القلب ٣٨٠
(٩,٢١) طرق المحاليل المخففة ٣٨٢
(٩,٢٢) ضغط الجانب الأيمن للقلب ٣٩٠
(٩,٢٣) تخطيط التحجم ٣٩٣
(٩,٢٤) قياس تدفق الدم ٣٩٦
(٩,٢٥) مخطط صوت القلب ٤٠٠
(٩,٢٦) مخطط القلب الاتجاهي ٤٠٢
(٩,٢٧) معامل القسطرة ٤٠٢
(٩,٢٨) القلب مرة أخرى ٤٠٤
(٩,٢٩) مزيل الرجفان القلبي ٤٠٦
(٩,٣٠) دارة مزيل رجفان القلب ٤١٢
(٩,٣١) مقوم نظم القلب ٤١٣
(٩,٣٢) اختبار مزيل الرجفان ٤١٥
(٩,٣٣) ناظم خُطى القلب ٤١٦
(٩,٣٤) آلات القلب / الرئة ٤١٩
(٩,٣٥) ملخـــص ٤٢١
(٩,٣٦) موجز ٤٢١
الأسئلة ٤٢٢
مسائل ٤٢٦
المراجع ٤٢٧

الفصل العاشر: الجهاز التنفسي للإنسان وقياساته

(١٠,١) الأهداف ٤٢٩
(١٠,٢) أسئلة التقييم الذاتي ٤٣٠

(١٠,٣) الجهاز التنفسي للإنسان ٤٣٠
(١٠,٤) قوانين الغاز ٤٣١
(١٠,٥) التنفس الداخلي (الخلوي) ٤٣٤
(١٠,٦) التنفس الخارجي (الرئوي) ٤٣٦
(١٠,٧) أعضاء التنفس ٤٣٦
(١٠,٨) ميكانيكية التنفس ٤٤١
(١٠,٩) بارامترات (عوامل) التنفس ٤٤٢
(١٠,١٠) تنظيم التنفس ٤٤٤
(١٠,١١) الحالات المرضية وحالات عدم الاتزان ٤٤٥
(١٠,١٢) التهديدات البيئية للجهاز التنفسي ٤٤٦
(١٠,١٣) القياسات الأساسية للأداء الرئوي ٤٤٧
(١٠,١٤) قياسات الجهاز التنفسي ٤٤٧
(١٠,١٥) الأجهزة والمجسات التنفسية ٤٤٨
(١٠,١٦) مقاييس التنفس ٤٥٤
(١٠,١٧) أنظمة وأجهزة القياس الرئوية ٤٥٥
(١٠,١٨) ملخص ٤٥٨
(١٠,١٩) موجز ٤٥٩
أسئلة ٤٥٩
مسائل ٤٦١
قراءات إضافية ٤٦٢

الفصل الحادي عشر: أجهزة معالجة التنفس

(١١,١) الأهداف ٤٦٣
(١١,٢) أسئلة التقييم الذاتي ٤٦٣
(١١,٣) حالات مرضية تحتاج المعالجة بالتنفس الاصطناعي ٤٦٤
(١١,٤) نظرة عامة ومصطلحات التهوية ٤٦٥
(١١,٥) نظرة تاريخية على تهوية التنفس الاصطناعي ٤٦٥
(١١,٦) الغازات الطبية وأنظمة السلامة ٤٦٦
(١١,٧) علاج الأكسجين ٤٦٨

(١١,٨) تنفس الضغط الموجب المتقطع ٤٧٢
(١١,٩) التنفس الاصطناعي الميكانيكي ٤٧٧
(١١,١٠) الأجهزة الملحقة والمستخدمة في جهاز معالجة التنفس..... ٤٨٠
(١١,١١) إجراءات التعقيم والعزل في وحدات معالجة التنفس ٤٨٠
(١١,١٢) الأعطال التقليدية وإجراءات الصيانة لأجهزة التنفس ٤٨١
(١١,١٣) ملخص ٤٨٣
(١١,١٤) موجز..... ٤٨٤
أسئلة..... ٤٨٤
مسائل ٤٨٥
قراءات إضافية ٤٨٦

الفصل الثاني عشر: الجهاز العصبي في الإنسان

(١٢,١) الأهداف ٤٨٧
(١٢,٢) أسئلة للتقييم الذاتي ٤٨٧
(١٢,٣) تنظيم (تعضض) الجهاز العصبي ٤٨٨
(١٢,٤) النيورون أو العصبون (الخلية العصبية المفردة)..... ٤٨٩
(١٢,٥) تركيب ووظائف الجهاز العصبي المركزي..... ٤٩٣
(١٢,٦) الجهاز العصبي الطرفي ٥٠١
(١٢,٧) الجهاز العصبي التلقائي أو المستقل..... ٥٠٢
(١٢,٨) السلوك والجهاز العصبي..... ٥٠٥
(١٢,٩) ملخص..... ٥٠٦
(١٢,١٠) موجز..... ٥٠٧
أسئلة..... ٥٠٨
مسائل ٥٠٩
قراءات إضافية ٥١٠

الفصل الثالث عشر: أجهزة قياس وظائف الدماغ

(١٣,١) الأهداف ٥١١
(١٣,٢) أسئلة التقييم الذاتي ٥١٢

(١٣,٣) أجهزة قياس البارامترات التشريحية والفيزيولوجية للدماغ..... ٥١٢
(١٣,٤) تصوير أوعية المخ..... ٥١٢
(١٣,٥) التصوير الشعاعي القحفي..... ٥١٣
(١٣,٦) ماسحات الدماغ..... ٥١٣
(١٣,٧) جهاز التصوير بالأمواج فوق الصوتية..... ٥١٥
(١٣,٨) مخطط كهربائية الدماغ..... ٥١٦
(١٣,٩) إلكترودات مخطط كهربائية الدماغ ونظام عشرة على عشرين..... ٥١٨
(١٣,١٠) مدى مخطط كهربائية الدماغ وحزمة التردد..... ٥٢١
(١٣,١١) الاستخدامات التشخيصية لمخطط كهربائية الدماغ وأنماط النوم..... ٥٢٤
(١٣,١٢) أنظمة تسجيل مخطط كهربائية الدماغ متعددة القنوات والتحكم الخارجي النموذجي..... ٥٢٤
(١٣,١٣) جهاز مخطط كهربائية الدماغ: مخطط صندوقي مبسط..... ٥٢٧
(١٣,١٤) المكبرات الأولية ومواصفات جهاز مخطط كهربائية الدماغ..... ٥٢٨
(١٣,١٥) تسجيلات الجهود المحرضة المرئية والسمعية..... ٥٣٤
(١٣,١٦) جهاز مخطط كهربائية الدماغ عن بعد..... ٥٣٦
(١٣,١٧) التشوهات والأعطال وتحديد الأعطال والصيانة النموذجية في جهاز مخطط كهربائية الدماغ..... ٥٣٦
(١٣,١٨) ملخص..... ٥٤٠
(١٣,١٩) موجز..... ٥٤٣
الأسئلة..... ٥٤٤
مسائل..... ٥٤٤
قراءات إضافية..... ٥٤٥

الجزء الثاني

الفصل الرابع عشر: وحدة العناية المركزة ووحدة العناية القلبية

(١٤,١) الأهداف..... ٥٤٧
(١٤,٢) أسئلة التقييم الذاتي..... ٥٤٧
(١٤,٣) وحدات العناية الخاصة..... ٥٤٧
(١٤,٤) أجهزة وحدتي العناية المركزة والعناية التاجية..... ٥٤٨
(١٤,٥) جهاز مراقبة جانب السرير..... ٥٥٠
(١٤,٦) دارات جهاز مراقبة جانب السرير..... ٥٥٢

(١٤,٧) لوحات المراقبة المركزية ٥٦٠
(١٤,٨) مخطط كهربائية القلب عن بعد ونقل الإشارات الفيزيولوجية عن بعد ٥٦٦
(١٤,٩) ملخص..... ٥٧٧
(١٤,١٠) موجز..... ٥٧٧
الأسئلة ٥٧٧

الفصل الخامس عشر: غرف العمليات

(١٥,١) الأهداف ٥٧٩
(١٥,٢) أسئلة التقييم الذاتي ٥٧٩
(١٥,٣) الجراحة..... ٥٧٩
(١٥,٤) أنواع الجراحة..... ٥٨٠
(١٥,٥) العاملون في غرفة العمليات..... ٥٨١
(١٥,٦) التعقيم ٥٨٢
(١٥,٧) أجهزة غرف العمليات..... ٥٨٣
(١٥,٨) ملخص..... ٥٨٤
(١٥,٩) موجز ٥٨٤
الأسئلة ٥٨٤

الفصل السادس عشر: أجهزة المختبرات الطبية

(١٦,١) الأهداف ٥٨٧
(١٦,٢) أسئلة التقييم الذاتي ٥٨٧
(١٦,٣) وظيفة ومركبات الدم..... ٥٨٨
(١٦,٤) اختبارات الدم ٥٩١
(١٦,٥) قسم المختبرات الطبية..... ٥٩٣
(١٦,٦) نظرة عامة على أجهزة المختبرات ٥٩٣
(١٦,٧) مقياس اللون ٥٩٤
(١٦,٨) مقياس اللهب الضوئي ٥٩٨
(١٦,٩) مقياس الطيف الضوئي..... ٦٠٠
(١٦,١٠) عدادات خلايا الدم..... ٦٠١

(١٦,١١) مقياس درجة الحموضة و محلل غازات الدم ٦٠٧
(١٦,١٢) الكروماتوغراف ٦١١
(١٦,١٣) جهاز التحليل الآلي ٦١٢
(١٦,١٤) أساس فيزيولوجيا الكلية ٦١٥
(١٦,١٥) الفشل الكلوي ٦١٦
(١٦,١٦) الديلزة الصفاقية ٦١٧
(١٦,١٧) الديلزة الدموية ٦١٨
(١٦,١٨) جهاز الديلزة الدموية ٦١٨
(١٦,١٩) الديلزة عالية التدفق والكفاءة ٦١٩
(١٦,٢٠) احتياطات السلامة الكهربائية ٦٢١
(١٦,٢١) الأخطاء النموذجية، تحديد الأعطال، الصيانة ٦٢١
(١٦,٢٢) ملخص ٦٢٣
(١٦,٢٣) موجز ٦٢٤
أسئلة ٦٢٥
مسائل ٦٢٦
قراءات إضافية ٦٢٦

الفصل السابع عشر: التصوير الطبي بالأمواج فوق الصوتية

(١٧,١) الأهداف ٦٢٩
(١٧,٢) أسئلة التقييم الذاتي ٦٢٩
(١٧,٣) ما هو فوق الصوت؟ ٦٢٩
(١٧,٤) فيزياء الأمواج الصوتية و فوق الصوتية ٦٣٠
(١٧,٥) المبدلات فوق الصوتية ٦٤٠
(١٧,٦) امتصاص و تضعيف الطاقة فوق الصوتية ٦٤٦
(١٧,٧) أنماط المسح و أنظمة الفحص ٦٥٠
(١٧,٨) التأثيرات البيولوجية للأمواج فوق الصوتية ٦٦٠
(١٧,٩) أثر دوبلر ٦٦١
(١٧,١٠) كواشف الجريان عبر الجلد بواسطة دوبلر ٦٦٢
(١٧,١١) مقاييس الجريان ٦٦٤

(١٧,١٢) قياس ضغط الدم بالأمواج فوق الصوتية ٦٦٧
(١٧,١٣) مخطط صدى الدماغ ٦٧١
(١٧,١٤) ملخص ٦٧٣
(١٧,١٥) موجز ٦٧٣
الأسئلة ٦٧٤
المسائل ٦٧٥
قراءات إضافية ٦٧٦

الفصل الثامن عشر: مولدات أجهزة الجراحة الكهربائية

(١٨,١) الأهداف ٦٧٧
(١٨,٢) أسئلة التقييم الذاتي ٦٧٧
(١٨,٣) أجهزة الجراحة الكهربائية ٦٧٧
(١٨,٤) دائرة جهاز الجراحة الكهربائية ٦٧٩
(١٨,٥) الأمان في أجهزة الجراحة الكهربائية ٦٨٤
(١٨,٦) اختبار وحدات أجهزة الجراحة الكهربائية ٦٨٥
(١٨,٧) ملخص ٦٨٨
(١٨,٨) موجز ٦٨٨
أسئلة ٦٨٨
مسائل ٦٨٩

الفصل التاسع عشر: عناية وتغذية الأجهزة الطبية العاملة بالبطارية

(١٩,١) الأهداف ٦٩١
(١٩,٢) أسئلة التقييم الذاتي ٦٩١
(١٩,٣) مقدمة ٦٩١
(١٩,٤) خلايا أو بطاريات؟ ٦٩٢
(١٩,٥) خلايا وبطاريات نيكل كادميوم ٦٩٢
(١٩,٦) سعة البطارية ٦٩٢
(١٩,٧) بروتوكولات شحن البطارية ٦٩٤
(١٩,٨) ذاكرة بطارية نيكل كادميوم ٦٩٦

(١٩,٩) صيانة البطارية ٦٩٦
(١٩,١٠) شحن بطاريات نيكل كادميوم..... ٦٩٨
(١٩,١١) البطاريات متعددة الخلايا..... ٧٠٠
(١٩,١٢) البطاريات الأخرى..... ٧٠١
(١٩,١٣) ملخص ٧٠٤
موجز ٧٠٤
الأسئلة ٧٠٥
مسائل ٧٠٥
المراجع ٧٠٦

الفصل العشرون: أجهزة إظهار شكل الموجة

(٢٠,١) الأهداف ٧٠٧
(٢٠,٢) أسئلة التقييم الذاتي ٧٠٧
(٢٠,٣) أجهزة مغناطيس دائم ملف متحرك ٧٠٨
(٢٠,٤) أنظمة طباعة "مغناطيس دائم ملف متحرك"..... ٧٠٩
(٢٠,٥) طابعات السيرفو وطابعات مجزئ الجهد..... ٧١٣
(٢٠,٦) طابعات سين عين ٧١٥
(٢٠,٧) مشاكل في تصميم الطابعة..... ٧١٦
(٢٠,٨) صيانة إبر وأقلام الطابعات الغلفانومترية (مغناطيس دائم وملف متحرك) ٧١٩
(٢٠,٩) الطابعات النقطية التماثلية ٧٢٢
(٢٠,١٠) رواسم الإشارة ٧٢٤
(٢٠,١١) رواسم الإشارة الطبية ٧٢٦
(٢٠,١٢) رواسم إشارة متعددة الحزمة ٧٢٧
(٢٠,١٣) رواسم الإشارة غير المضمحلة..... ٧٣٠
(٢٠,١٤) تصميم رواسم الإشارة الحديثة..... ٧٣٤
(٢٠,١٥) ملخص ٧٣٦
(٢٠,١٦) موجز..... ٧٣٦
الأسئلة ٧٣٦
مسائل ٧٣٨

الفصل الحادي والعشرون: الكهروضوئيات (الألياف الضوئية والليزر)

(٢١,١) الأهداف ٧٣٩
(٢١,٢) أسئلة التقييم الذاتي ٧٣٩
(٢١,٣) تكنولوجيا الألياف الضوئية..... ٧٣٩
(٢١,٤) عزل الألياف الضوئية..... ٧٤١
(٢١,٥) تاريخ الألياف الضوئية..... ٧٤١
(٢١,٦) مراجعة بعض الأساسيات ٧٤٣
(٢١,٧) الألياف الضوئية..... ٧٤٥
(٢١,٨) التشتت النمطي الشكلي ٧٤٨
(٢١,٩) الألياف ذات المعامل المتدرج ٧٥٠
(٢١,١٠) الفقد في أنظمة الألياف الضوئية..... ٧٥٢
(٢١,١١) الفقد في دوائر الألياف الضوئية ٧٥٤
(٢١,١٢) نظم الاتصالات بالألياف الضوئية..... ٧٥٨
(٢١,١٣) دارة الإرسال والاستقبال..... ٧٥٩
(٢١,١٤) الليزر..... ٧٦٣
(٢١,١٥) تصنيف الليزر ٧٦٣
(٢١,١٦) مفاهيم أساسية ٧٦٤
(٢١,١٧) أنواع الليزر ٧٦٧
(٢١,١٨) دوائر الدفع لديودات ليزر الجوامد..... ٧٧٣
(٢١,١٩) دوائر استقبال ديود الليزر ٧٧٩
(٢١,٢٠) ملخص..... ٧٨٢
(٢١,٢١) موجز..... ٧٨٢
أسئلة..... ٧٨٣
مسائل ٧٨٤

الفصل الثاني والعشرون: الحاسب في الأجهزة الطبية

(٢٢,١) الأهداف ٧٨٥
(٢٢,٢) أسئلة التقييم الذاتي ٧٨٦

(٢٢,٣) مقدمة ٧٨٦
(٢٢,٤) عتاد وبرامج الحاسب ٧٨٩
(٢٢,٥) لغات برمجة الحاسب ٧٩٣
(٢٢,٦) نظام المعالج الصغري ونظام الحاسب الصغري ٧٩٤
(٢٢,٧) الربط بين الإشارات التماثلية والحاسبات الرقمية ٧٩٧
(٢٢,٨) العتاد، البرامج، العتاد المبرمج ٧٩٨
(٢٢,٩) الاتصالات الحديثة..... ٧٩٩
(٢٢,١٠) المعالجات الصغرية الحديثة ٨٠١
(٢٢,١١) المتحكمات الصغرية ٨٠٤
(٢٢,١٢) معالجات الإشارة الرقمية ٨٠٤
(٢٢,١٣) إمكانية الحاسبات الصغرية مقابل الحاسبات الكبرى..... ٨٠٤
(٢٢,١٤) قدرة قواعد البيانات التفاعلية ٨٠٥
(٢٢,١٥) تأثير وتقييدات الحاسب ٨٠٥
(٢٢,١٦) قد تسبب الحاسبات مشاكل صحية ٨٠٦
(٢٢,١٧) فيروسات الحاسب..... ٨٠٧
(٢٢,١٨) الحاسبات العملاقة..... ٨٠٧
(٢٢,١٩) الشبكات العصبية وتطبيقات الحاسب ٨٠٧
(٢٢,٢٠) الإنترنت..... ٨٠٨
(٢٢,٢١) الإنترنت والمعلومات الطبية ٨١٠
(٢٢,٢٢) الحاسب الشخصي. القرص المضغوط. التفاعلية. حاسب اليد. الحاسب المحمول والرعاية الصحية ٨١٠
(٢٢,٢٣) نظام خبير..... ٨١٢
(٢٢,٢٤) سجل المريض المحوسب..... ٨١٣
(٢٢,٢٥) محطات عمل الحاسب..... ٨١٣
(٢٢,٢٦) الحاسبات في أجهزة المختبرات ٨١٥
(٢٢,٢٧) ثبت المصطلحات لكلمات فصل الحاسب وفصل أجهزة المختبرات..... ٨١٩
(٢٢,٢٨) الحاسبات في البحث الطبي..... ٨٢٣
(٢٢,٢٩) الحاسبات في الأجهزة الطبية ٨٢٤
(٢٢,٣٠) ملخص ٨٣٠
(٢٢,٣١) موجز..... ٨٣٢

أسئلة ٨٣٣
قراءات إضافية ٨٣٤

الفصل الثالث والعشرون: أجهزة الطب النووي والأشعة

(٢٣,١) الأهداف ٨٣٩
(٢٣,٢) أسئلة التقييم الذاتي ٨٤٠
(٢٣,٣) نماذج و استخدامات لتجهيزات الأشعة السينية و الطب النووي ٨٤٠
(٢٣,٤) منشأ و طبيعة الأشعة السينية ٨٤٣
(٢٣,٥) طبيعة و نماذج الإشعاع النووي ٨٤٧
(٢٣,٦) واحدات لقياس النشاط الإشعاعي ٨٤٨
(٢٣,٧) المخاطر الصحية الناتجة عن الأشعة السينية و الإشعاع النووي ٨٤٩
(٢٣,٨) توليد الأشعة السينية في أنبوب الأشعة السينية ٨٤٩
(٢٣,٩) المخطط الصندوقي و العمل لآلة الأشعة السينية ٨٥١
(٢٣,١٠) المخطط الصندوقي والعمل لآلة تنظير بالتألق ٨٥٥
(٢٣,١١) المخطط الصندوقي و العمل لنظام طبي نووي ٨٥٧
(٢٣,١٢) أنظمة الحاسب المستخدمة في أجهزة الأشعة السينية و الطب النووي ٨٦٠
(٢٣,١٣) إجراءات المعايرة. الأعطال النموذجية. تحديد الأعطال. والصيانة ٨٦٠
(٢٣,١٤) ملخص ٨٦١
(٢٣,١٥) موجز ٨٦٢
الأسئلة ٨٦٢
المسائل ٨٦٣
قراءات إضافية ٨٦٤

الفصل الرابع والعشرون: التداخلات الكهرومغناطيسية مع الأجهزة الإلكترونية الطبية

(٢٤,١) الأهداف ٨٦٥
(٢٤,٢) أسئلة التقييم الذاتي ٨٦٥
(٢٤,٣) مقدمة ٨٦٦
(٢٤,٤) أنواع ومصادر التداخل الكهرومغناطيسي ٨٦٧
(٢٤,٥) الحقول الكهربائية ٨٦٨

(٢٤,٦) تأثيرات التداخل الكهرومغناطيسي ٨٧٠
(٢٤,٧) المواصفات القياسية والأنظمة والقوانين ٨٧٠
(٢٤,٨) تخفيف التداخل الكهرومغناطيسي ٨٧١
(٢٤,٩) مشاكل التعديل البيني ٨٧٢
(٢٤,١٠) التعامل مع التداخل التلفزيوني ٨٨١
(٢٤,١١) التعامل مع مشاكل زيادة حمل الإشارة ٨٨٤
(٢٤,١٢) أجهزة مخطط كهربائية القلب والتداخل المغناطيسي ٨٩٤
(٢٤,١٣) التداخل الكهرومغناطيسي والحساسات الطبية الحيوية ٨٩٤
(٢٤,١٤) ملخص ٨٩٩
(٢٤,١٥) موجز ٩٠٠
أسئلة ٩٠٠
مسائل ٩٠١
قراءات إضافية ٩٠١

الفصل الخامس والعشرون: ضمان الجودة والتحسين المستمر لها

(٢٥,١) الأهداف ٩٠٣
(٢٥,٢) أسئلة تقييم ذاتي ٩٠٣
(٢٥,٣) مقدمة ٩٠٣
(٢٥,٤) نظرية التغيير ٩٠٤
(٢٥,٥) التغيير في نظام ٩٠٥
(٢٥,٦) التغيير عبر التاريخ ٩٠٥
(٢٥,٧) التغيير ٩٠٦
(٢٥,٨) أنواع التغيير ٩٠٦
(٢٥,٩) عمل مخطط التغيير ٩٠٧
(٢٥,١٠) إنشاء مخطط التكرار ٩٠٩
(٢٥,١١) استخدام مخططات التكرار في مراقبة الجودة ٩١٣
(٢٥,١٢) تفسير مخططات تكرار مراقبة الجودة ٩١٥
(٢٥,١٣) مخططات المراقبة ٩١٧
(٢٥,١٤) تحليل مخططات المراقبة ٩١٩

(٢٥,١٥) أسباب التغيير.....٩١٩
(٢٥,١٦) التمييز بين الأسباب العامة والخاصة.....٩٢٠
(٢٥,١٧) الأسباب العامة والأسباب الخاصة:- الكشف ٩٢١
(٢٥,١٨) الاستجابات للأسباب العامة والخاصة.....٩٢٢
(٢٥,١٩) إدارة الجودة الشاملة والأيزو ٩٠٠٠ والستة سيغما ٩٢٢
(٢٥,٢٠) والفوائد ٩٢٦
(٢٥,٢١) ملخص ٩٢٧
(٢٥,٢٢) موجز.....٩٢٧
أسئـــلة ٩٢٧
قراءات إضافية ٩٢٨

الفصل السادس والعشرون: صيانة الأجهزة الطبية: الإدارة. المرافق. والأجهزة

(٢٦,١) الأهداف ٩٢٩
(٢٦,٢) أسئلة التقييم الذاتي ٩٢٩
(٢٦,٣) مقدمة.....٩٢٩
(٢٦,٤) نماذج منظمات الإصلاح و الصيانة ٩٣٠
(٢٦,٥) مستويات المقدرة.....٩٣٠
(٢٦,٦) أنواع المنظمات ٩٣٣
(٢٦,٧) الموظفين الفنيين ٩٣٨
(٢٦,٨) أساليب الإدارة.....٩٤٢
(٢٦,٩) ملخص.....٩٤٦
(٢٦,١٠) موجز.....٩٤٦
الأسئلة ٩٤٧
قراءات إضافية ٩٤٧

الفصل السابع والعشرون: إدارة المتطلبات

(٢٧,١) الأهداف ٩٤٩
(٢٧,٢) أسئلة التقييم الذاتي ٩٤٩
(٢٧,٣) مقدمة.....٩٤٩

(٢٧,٤) بعض التعريفات ٩٥٠
(٢٧,٥) لماذا تعتبر المتطلبات مهمة؟ ٩٥١
(٢٧,٦) ما هي أنواع المتطلبات الموجودة؟ ٩٥٣
(٢٧,٧) الهدف من المتطلبات ٩٥٣
(٢٧,٨) أعراض المتطلبات الرديئة ٩٥٤
(٢٧,٩) المتطلبات الأولية و المشتقة ٩٥٥
(٢٧,١٠) المتطلبات الوظيفية و غير الوظيفية ٩٥٥
(٢٧,١١) متطلبات المالك و النظام ٩٥٥
(٢٧,١٢) تطبيق المتطلبات ٩٥٦
(٢٧,١٣) مستوى المرونة ٩٥٦
(٢٧,١٤) الأولوية ٩٥٦
(٢٧,١٥) وثائق المتطلبات ٩٥٦
(٢٧,١٦) ما هي خصائص المتطلبات الجيدة؟ ٩٥٧
(٢٧,١٧) كيف يتم كتابة المتطلبات الجيدة؟ ٩٦٠
(٢٧,١٨) المتطلبات لا تعكس الاحتياجات الفعلية للمستخدم ٩٦١
(٢٧,١٩) المتطلبات المتضاربة ٩٦١
(٢٧,٢٠) المتطلبات غير الكاملة ٩٦١
(٢٧,٢١) المتطلبات المتعارضة ٩٦٢
(٢٧,٢٢) الفهم أو التفسير الخاطئ للمتطلبات ٩٦٢
(٢٧,٢٣) المتطلبات الغامضة ٩٦٢
(٢٧,٢٤) المتطلبات المبهمة ٩٦٣
(٢٧,٢٥) المتطلبات المُطبَّقة (المقدمة) ٩٦٣
(٢٧,٢٦) المتطلبات غير المنطقية ٩٦٣
(٢٧,٢٧) العواقب غير المرغوبة ٩٦٣
(٢٧,٢٨) أساليب المتطلبات: وجهة نظر المالك ٩٦٣
(٢٧,٢٩) عناصر وثيقة المتطلبات الجيدة ٩٦٤
(٢٧,٣٠) صياغة الكلمة ٩٦٥
(٢٧,٣١) كيف تتم إدارة المتطلبات ٩٦٦
(٢٧,٣٢) ملخص ٩٦٧

(٢٧,٣٣) موجز..... ٩٦٧
الأسئلة..... ٩٦٧

الملاحق

ملحق (أ) بعض الملاحظات في الرياضيات..... ٩٦٩
ملحق (ب) المصطلحات الطبية..... ٩٧٤
ملحق (ج) قاموس المصطلحات..... ٩٨٢
ملحق (د) السلامة الكهربائية في البيئة الطبية..... ٩٩٨
ثبت المصطلحات..... ١٠٢٥
أولاً: عربي – إنجليزي..... ١٠٢٥
ثانياً: إنجليزي – عربي..... ١٠٣٨
كشاف الموضوعات..... ١٠٥١