الفصل الثالث

صيانة التكنولوجيا
TECHNOLOGY MAINTENANCE

تتضمن الصيانة عند الطلب (DM) التي تسمى أحياناً الصيانة غير المجدولة أعمالاً يتم البدء بها اعتباراً من تعطل جهاز وإجراء تعديلات. في حين تشير الصيانة المجدولة إلى الصيانة الوقائية للجهاز والتحقق من الأداء. يغطي هذا الفصل مبادئ تأسيس برنامج الصيانة عند الطلب ووقائية لجهاز طبي في مرفق رعاية صحية.

(١) الصيانة عند الطلب (الطارئة)
Demand Maintenance (DM)

لقد بدأ العديد من برامج إدارة التكنولوجيا الطبية الداخلية (in- house) الموجودة اليوم بالحاجة إلى إصلاح أجهزة طبية أساسية موجودة في المستشفيات. كان يتم إلحاق هذه البرامج ببرامج الصيانة الداخلية الموجودة في إطار أقسام المنشأة. وعندما أصبحت الأجهزة الطبية أكثر تعقيداً، وخصوصاً مع دخول الأجهزة الطبية المشغلة كهربائياً، فإن الحاجة إلى قوة عاملة ماهرة لدعم مثل هذه التكنولوجيا التخصصية قد تزايدت بشكل كبير. لقد كان للتفاعل بين الكهرباء والمرضى أهمية واضحة أدت إلى نشوء فكرة منع صعقات الكهرباء العرضية. وبالاقتران مع العديد من الحالات الموثقة لأذيات مرضى عندما كان يتم إشعال غازات تخدير قابلة للاشتعال من قبل أجهزة مشغَّلة

كهربائياً، فقد بدأ العديد من مرافق الرعاية الصحية بتوظيف كادر مدرَّب بشكل خاص لدعم وإدارة تكنولوجيتها الطبية الداخلية، وبذلك نشأ قسم إدارة التكنولوجيا الطبية الداخلية – قسم الهندسة الطبية الحيوية أو قسم الهندسة الإكلينيكية.

ربما كان من الممكن القول إن "خبز وزبدة" العديد من برامج إدارة التكنولوجيا وتأسيس قسم داخلي للهندسة الإكلينيكية هو الإصلاح والصيانة التصحيحية (CM) للأجهزة الطبية في المرفق. يتم تصميم الأجهزة الطبية في هذه الأيام بحيث يكون خطر الصدمة الكهربائية على المرضى وكادر المستشفى في حده الأدنى. وبحكم القانون فإن غازات التخدير المستخدمة هذه الأيام لم تعد قابلة للاشتعال بشكل كبير. وبالرغم من أن الأجهزة الطبية ما زالت تعاني من أعطال عرضية إلا أن الحوادث ذات الصلة بالأسباب المذكورة أعلاه قد انخفضت إلى حد كبير. وعموماً فإنه يمكن تصنيف أعطال جميع الأجهزة الطبية في إطار واحد من العناوين الرئيسة الثلاثة التالية:

١- قصور يسببه عطل في الجهاز الطبي.

٢- مشاكل يسببها سوء الاستخدام (عادة بسبب تعليم خاطئ أو غير ملائم للمستخدم).

٣- تفاعل غير عادي فيزيولوجي أو متعدد الأجهزة قد يسبب مشاكل أو إرباكات للكادر الطبي والداعم.

(١,١) عناصر الصيانة عند الطلب ذات التكاليف الفعالة

Element of Cost-Effective Demand Maintenance

يتم تصحيح أعطال الأجهزة من خلال تحديد منهجي للعطل (systematic troubleshooting) (وهذا يعني عزل المشكلة باستخدام مقاربة أنظمة). يقوم بذلك تكنولوجيون مدرَّبون لديهم مزيج من التعليم والخبرة. يتضمن هذا المزيج من المعرفة أعراض (ظواهر) المشاكل ومبادئ عمل الأجهزة الطبية وتفاعلها المتبادل مع المرضى وأسس التشريح والفيزيولوجيا والمعرفة الهندسية أيضاً. قد يتألف الإصلاح (أي استبدال أو تصحيح مكونات أو أنظمة فرعية من أجل إعادة الجهاز إلى حالته

التشغيلية) من استبدال جزء كامل أو تحديد للعطل بالفعل وإصلاح نزولاً إلى مستوى المكوّنات. وغالباً ما تكون تأدية الإصلاح في الواقع في مكان ما بين هاتين الحالتين المتطرفتين، حيث يعتمد هذا الإصلاح على عدد من العوامل تتضمن:

- درجة تعقيد الجهاز.
- درجة معرفة التكنولوجي.
- زمن التوقف (downtime) المسموح به.
- توفر معلومات الصيانة.
- توفر قطع الغيار.
- تكاليف الإصلاح بما فيها العمل والقطع.

يتطلب إصلاح الأجهزة الطبية ذات التكاليف الفعالة فهماً كاملاً للمشكلات والقيود. إن نقص أو فقدان المعلومات التقنية لطاقم الصيانة الداخلية مشكلة عامة تمنع الإصلاح ذا التكاليف الفعالة. تكون المعلومات التقنية عادة موجودة في دفتر صيانة الجهاز المتاح من قبل مصنِّع الجهاز. وفي أغلب الأحيان لا يكون كادر المشتريات واعياً لأهمية مثل هذه المعلومات. وبالنتيجة فإن دفاتر الصيانة إما أنه لم يتم شراؤها وإما أنه لم يتم ذكرها في طلب الشراء أصلاً. وإلا لكان أغلب المصنِّعين قدموا دفاتر الصيانة مجاناً لمشتريي الأجهزة لو كان تم ذكرها في اتفاقية الشراء. وعلى كل حال فإن نوعية وكمية المعلومات المحتواة في هذه الدفاتر قد تختلف بشكل جوهري من مصنِّع لآخر. ولذلك فإنه ينبغي للمرافق الصحية أن تحدد وتقيّم وثائق الصيانة في عملياتها لتملك الأجهزة. وكحد أدنى فإنه ينبغي لدفتر الصيانة الشامل أن يحتوي على:

- المواصفات الفنية للجهاز.
- وصف للتشغيل والاحتياطات.
- مخطط صندوقي للبنية الوظيفية.

- نظرية مفصلة للتشغيل تتضمن الوصف الفني للصناديق الوظيفية وسريان الإشارة بين الأجزاء (الموديولات) والمكوّنات.
- إجراءات التحقق من الأداء.
- دليل تحديد وإزالة الأعطال (trouble shooting guide).
- مخطط توضّع المكوّنات.
- مخطط التمديدات.
- رسم تخطيطي كامل.
- قائمة بقطع الغيار.

وباختصار فإن نجاح أي خدمة إصلاح داخلية يعتمد على:

- كادر صيانة كفء.
- توفر أدوات وأجهزة اختبار مناسبة.
- توفر معلومات تقنية وهذا يعني دفاتر صيانة شاملة.
- قطع غيار جاهزة للوصول إليها وبأسعار معقولة.
- تعاون أقسام مستخدمي الأجهزة.
- دعم الإدارة (مثل الحصص من الموارد).

(١,٢) تسجيل المشاكل Problem Recording

هناك حاجة واضحة لتتبع المشاكل المترافقة مع أي جهاز محدد. ينبغي تشجيع مستخدمي الأجهزة على تحديد أعراض المشكلة وتسجيلها في طلب الصيانة. ينبغي للمستخدم الذي أفاد عن المشكلة أن يكمل طلب الصيانة بالمعلومات التالية وأن يرسلها سوية مع الجهاز المتعطل:

- وصف وتحديد الجهاز المطلوب صيانته.
- تلخيص أعراض المشكلة.
- تحديد الشخص الذي أفاد عن المشكلة.

- تاريخ ووقت طلب الصيانة.
- موقع الجهاز واسم الشخص الذي يمكن الاتصال به ورقم الهاتف.

أما التكنولوجي الذي يقوم بالصيانة فينبغي له أن يكمل المعلومات المتبقية وهي :

- وصف عملية الإصلاح (بما في ذلك ما تم عمله لتصحيح المشكلة والمكوّنات التي تم إصلاحها أو استبدالها ونتائج التحقق من الأداء بعد الإصلاح ... إلخ).
- قائمة بالأجزاء التي تم استبدالها أو المكوّنات المستعملة.
- الزمن الذي تتطلبه إجراء الصيانة.
- تحديد الشخص الذي قام بالصيانة.
- تاريخ ووقت إنهاء الصيانة.

يوضح القسم (أ) من الشكل رقم (٣,١) مثالاً على طلب صيانة كما يوضح القسم (ب) من الشكل رقم (٣,١) مثالاً على "تقرير صيانة".

طلب صيانة جهاز طبي		
القسم :	مقدم الطلب :	التوقيع :
الأولوية : عادية ☐ عالية ☐	التاريخ : / /	موقع الجهاز :
نوع الجهاز :		رقم تمييز الجهاز :
وصف مفصل عن المشكلة :		
يُرجى إرفاق نموذج الطلب بعد تعبئته بالجهاز المطلوب صيانته.		

الشكل رقم (٣,١). (أ): نموذج طلب صيانة جهاز.

الهندسة الطبية الحيوية — تقرير صيانة

نوع الصيانة

- صيانة وقائية ☐
- صيانة عند الطلب ☐
- أعمال إنتاجية أخرى ☐
- فحص دخول (قبول) ☐

رقم تمييز الجهاز .....
وصف الجهاز .....

التكنولوجي .....
عدد ساعات الإصلاح .....
تاريخ الانتهاء: ...../...../.....

الشكوى

ضبط	١ ☐
إنذارات	٢ ☐
مكسور	٣ ☐
تداخل	٤ ☐
ضجيجي	٥ ☐
لا يعمل	٦ ☐
خرج	٧ ☐
قطع مفقودة	٨ ☐
ناتج عن الصيانة الوقائي	٩ ☐
لا معلومات	٠ ☐

المشكلة

في الخدمة	١ ☐
أبحاث	٢ ☐
معايرة/ ضبط	٣ ☐
طرفيات	٤ ☐
كهربائية	٥ ☐
ميكانيكية	٦ ☐
مشغّل	٧ ☐
تعليقات	٨ ☐
تحديث	٩ ☐
لاشيء	٠ ☐

اليوم	عدد الساعات

شروح وتعليقات و/ أو عمل تصحيحي:

رقم القطعة	وصف القطعة	الكمية	السعر الإفرادي	السعر الإجمالي
	مواد ورشة			
	المجموع الكلي			

مقاومة التأريض (أوم)

غلاف
أخرى

اختبارات السلامة الكهربائية ☐ يعمل بالبطارية

التيار عندما يكون الأرضي مفتوحاً (ميكرو أمبير)

مفتاح التغذية	خط عادي		خط معكوس	
	غلاف	أخرى	غلاف	أخرى
فاصل				
واصل				

التيار عبر الأرضي (ميكرو أمبير)

مفتاح التغذية	خط عادي	خط معكوس
فاصل		
واصل		

لاستخدام القسم فقط

الشكل رقم (٣,١). (ب): نموذج تقرير إصلاح جهاز.

(٢) الصيانة الوقائية
Preventive Maintenance

تتضمن الصيانة الوقائية الفحص البصري والتحقق الوظيفي والمعايرة والتنظيف والتشحيم واستبدال المكوّنات التي يمكن أن تهترئ أو تضعف. إن القصد من ذلك تحديد المشاكل الموجودة ومنع الإخفاقات القابلة للتنبؤ بها.

هناك العديد من المصطلحات المستخدمة لوصف صيانة الأجهزة الطبية (أو أي جهاز لهذا الشأن). وفيما يلي أدناه بعض التفسيرات الشائعة:

الصيانة: هي وظيفة المحافظة على الأجهزة في حالة معايَرَة فعالة وآمنة من خلال استخدام تشكيلة من تشكيلة من كلا وظيفتي الصيانة التصحيحية والوقائية. جميع الوظائف التالية مغطاة بالمصطلح العام للصيانة.

التحقق من الأداء (Performance Verification): وهو معروف أيضاً كأحد المصطلحات التالية:

- الاختبار الوظيفي (Functional Testing).
- فحص ضمان الجودة (Quality Assurance Inspection).
- فحص ضمان الأداء (Performance Assurance Inspection).

والمقصود منه تأكيد أن الجهاز يعمل وأن دقة وظيفة الجهاز وقياسه ضمن توجيهات دالة مقررة ومعقولة. وهذا يمكن أن يقوم به المشغِّل في الموقع حيث يُستخدم الجهاز أو تكنولوجي مدرَّب في مختبر. يتم القيام بالتحقق من الأداء من خلال مقارنة الجهاز بمعيار مرجعي (مواصفة قياسية مرجعية) قابل للتتبع عادة حتى معيار أولي (مواصفة قياسية أولية).

المعايرة: هو التقويم من خلال ضبط أو إصلاح أي اختلاف في خرج الجهاز أو أدائه كما يقتضيه الفرق بين قياس جهاز ومعيار مرجعي ما. تتطلب المعايرة في أغلب الأحيان أدوات متخصصة وإجراءات معقدة، ولذلك فمن الأفضل تركها لشخص مدرَّب مثل تكنولوجي الهندسة الطبية الحيوية.

وبالرغم من أنه لا يجب التقليل من أهمية التحقق من أداء المشغِّل، إلا أن هذا المقطع سيركز بشكل رئيس على موضوع الصيانة الوقائية التي يقوم بها كادر صيانة مدرَّب مثل تكنولوجيي الهندسة الطبية الحيوية.

(٢,١) أهمية القيام بالصيانة الوقائية

The Importance of Performing Preventive Maintenance

إن الغاية من القيام بالفحص الدوري والصيانة الوقائية (PM) وفحوصات ضمان الجودة (QA) خماسية الثنايا:

١- تخفيض مخاطر التأذي: تساعد الصيانة الوقائية على تخفيض مخاطر تأذي المرضى والكادر وآخرين في مرفق الرعاية الصحية.

٢- المطابقة مع الأنظمة والقوانين: يتوجب على مرافق الرعاية الصحية كي تحافظ على اعتمادها أن تثبت أن الأجهزة المستخدمة في المرفق مطابقة لجميع القوانين والأنظمة والمعايير ذات الصلة. وفي غياب ذلك فإن على المرفق أن يثبت أن توصيات الشركة الصانعة فيما يتعلق بصيانة الأجهزة قد تم اتباعها بشكل معقول.

٣- ضمان الأداء: يمكن عن طريق جدولة الصيانة على فترات مناسبة أن يتم اكتشاف وتصحيح مشاكل تشغيلية صغرى وذلك من أجل ضمان نتائج تشخيص أو علاج دقيقة.

٤- تخفيض زمن التوقف (downtime) إلى الحد الأدنى: تساعد الصيانة الوقائية المجدولة على تأكيد أن المرفق يحصل على استخدامه الأقصى للأجهزة بتخفيض الحاجة إلى الصيانة غير المجدولة (والتي ينتج عنها غالباً الحاجة إلى إعادة جدولة أو إلغاء عمليات) إلى الحد الأدنى. وفي حالة التكنولوجيا الحرجة مثل أجهزة التصوير التشخيصي المكلفة فإن التعطل سوف يقود إلى إلغاء العملية وضياع في الدخل (الإيرادات).

٥- تجنب الإصلاح الزائد: على الرغم من أن الصيانة غير المجدولة واقع دائم تقريباً لأي جهاز، إلا أن الصيانة الوقائية المجدولة ستساعد على التقليل من احتمال مصاريف إصلاح كبيرة زائدة.

(٢,٢) تأسيس توجيهات التضمين Establishing Inclusion Guidelines

إن لدى أي مستشفى نموذجي للرعاية الحادة بضع آلاف قطعة من الأجهزة الطبية في قائمة محتوياته. بعض هذه الأجهزة بالغ التعقيد مثل نظام مراقبة مختبر القثطرة، بينما يمكن لبعضها الآخر أن يكون ببساطة مقياس حرارة مملوء بسائل. ينبغي من الناحية المثالية فحص جميع هذه الأجهزة فحصاً دورياً. إلا أنه من الناحية العملية، وسعياً وراء استخدام الموارد استخداماً أفضل، لا يتم تضمين جميع هذه الأجهزة في برنامج الصيانة الوقائية. يمكن القيام بالصيانة الوقائية داخلياً أو في إطار الضمان أو من قبل المصنِّع أو من قبل طرف ثالث. يتم في غالبية الأحيان تحديد أي الأجهزة ينبغي أن يوضع في جدول الصيانة الوقائية بناء على توصيات الشركة الصانعة فقط أو بناء على توصيات كادر داخلي مؤهل. وفيما يلي نورد توجيهين مقترحين بخصوص الأجهزة الواجب تضمينها في برنامج الصيانة الوقائية:

- الأجهزة الطبية الكهربائية المتضمنة جميع الأجهزة التشخيصية والعلاجية ذات الاتصال المباشر مع المريض (مثل تلك التي تستخدم قثاطر أو إلكترودات) وغير المباشر (مثل تلك التي تستخدم إشعاعاً كهرومغناطيسياً أو فوق صوتي).
- الأجهزة التي يكون لدقتها وأدائها تأثير مباشر على المخرجات الصحية للمرضى ويمكن للانحراف في أداء الجهاز الاّ يكون واضحاً لمستخدم الجهاز.

هناك فيما عدا الأجهزة الخاصة المستخدمة في الرعاية الصحية أجهزة تجارية عديدة موجودة ويمكن أن تصبح خطرة إذا ما استُخدمت في بيئة الرعاية الصحية. فمثلاً تكون أجهزة التلفزيون وإلكترونيات التسلية الأخرى آمنة بحد ذاتها عندما تكون تحت الاستخدام العادي، إلا أنه يمكن أن ينشأ عنها خطر صعقة كهربائية عندما تتشارك مع أجهزة طبية (مثلا: بإمكان سلك معدني مزروع أن ينقل تياراً صغيراً جداً لكنه مميت من مروحة على طاولة إلى قلب مريض). من الشائع أن يصر

المرضى على إحضار أجهزتهم الإلكترونية الشخصية إلى جانب السرير. وتحت مثل هذه الظروف فإن من الحكمة بالنسبة للمَرافق أن تستشير خبراء فنيين يستطيعون المساعدة في تأسيس سياسات معقولة وقابلة للتنفيذ من أجل التعامل مع هذه المشاكل.

وفي كل الأحوال، وبغض النظر عما إذا كان الجهاز موضوعاً على جدول الصيانة المجدولة أم لا، فإن العديد من الجهات التنظيمية يتطلب أن يتم توثيق قرار الصيانة قبل وضع الجهاز في الخدمة. ويجب أن تتضمن وثائق قرار الصيانة المجدولة للجهاز الطبي كلاً من تكرارية فحص الجهاز وإجراءات الصيانة.

(٢,٣) تكرارية الفحص Frequency of Inspection

من الصعب جداً تحديد تكرارية الصيانة الوقائية. ويعود ذلك إلى حقيقة أن هناك عوامل عديدة تؤثر على متطلب جهاز خاص فيما يتعلق بالصيانة: الاستعمال والإجراءات التشغيلية وعمر الجهاز ... إلخ. وبالنسبة لجهاز مفرد ما، وليكن مزيل رجفان قلبي، فإن فحصاً أسبوعياً في مستشفى للرعاية القلبية التاجية قد يكون مطلوباً ويتم تثبيته. إلا أن نفس الجهاز في مستشفى عام قد يحتاج فقط إلى فحص صيانة كل ثلاثة إلى ستة أشهر. نفس الشيء قد يكون صحيحاً أيضاً فيما يتعلق بمن ينبغي أن يقوم بفحص الجهاز. فمثلاً لدى بعض المستشفيات جولات يومية يقوم بها تكنولوجيو الهندسة الطبية الحيوية لإجراء فحوصات وظيفية وفحص المرشحات (الفلاتر) والخراطيم في أجهزة التخدير، بينما يقوم بنفس العمل في مستشفيات أخرى فنيو العلاج التنفسي، وتتطلب مستشفيات أخرى أن يقوم المخدِّرون بنفس الفحص. إن الالتزام بتكرارية الفحص هو من طبيعة الفحص. وفي المثالين المذكورين أعلاه لم يكن الفحص بالضرورة فحص صيانة وقائية وإنما بشكل رئيس تحقق من الأداء التشغيلي.

إن الالتزام الصارم جداً بتوصيات مصنِّع الجهاز هو أكثر الطرق شعبية في تحديد تكرارية الفحص، وربما كان أحد الطرق المفضلة لأن الشركات الصانعة هي الأكثر إدراكاً لمتطلبات الجهاز وينبغي أن تكون أيضاً الأكثر إدراكاً للتأثير البيئي على أجهزتها. إلا أن جداول الفحص التي توصي بها الشركات الصانعة غالباً ما تكون منحازة باتجاه عدد زائد من إجراءات الصيانة وتكرارية مبالغ فيها لاستبدال قطع الغيار. إن مثل هذه التكرارية العالية للفحص هي لضمان بقاء الجهاز دائماً ضمن المواصفات الفنية حتى ولو كان تشغيله تحت سيناريو الحالة الأكثر سوءاً. إن الفحوصات ذات التكرارية العالية ليست فعالة من ناحية التكاليف وعوائدُها قليلة، خصوصاً عندما تتطلب الصيانات الوقائية قطع غيار مكلفة كالمرشحات (الفلاتر) والخراطيم والمواد الكيميائية ... إلخ. وقد تقصر في بعض الحالات حتى من العمر المتوقع للجهاز. وفي الحالة المتطرفة الأخرى، إذا كان الفحص غير كافٍ فقد يؤثر بشكل سيئ على دقة وموثوقية الجهاز وحتى على سلامة المريض.

ينبغي بسبب العوامل المذكورة أعلاه أن يكون لدى أي مستشفى كادر مؤهل لتحديد التكراريات المناسبة للفحوص. كما ينبغي أن تكون هذه التكراريات مبنية على الجداول الموصى بها من قبل الشركة الصانعة وعلى معرفة الأجهزة وعلى بيئة المستشفى وعلى السِّيَر التاريخية لصيانة الأجهزة. يمكن كنقطة بداية الرجوع إلى التوصيات والتوجيهات الصادرة عن منظمات مثل ECRI (وهي هيئة تقديم مشورة للمستهلكين غير ربحية للتكنولوجيات الطبية في الولايات المتحدة الأمريكية وموقعها على الإنترنت هو: www.ecri.org) أو سلطات تنظيمية محلية مثل CSA (اتحاد المواصفات القياسية الكندي وموقعه على الإنترنت هو: www.csa.com).

ومن أجل المحافظة على برنامج الصيانة الوقائية فعالة من ناحية التكاليف، خصوصاً عندما يكون قسم الصيانة الداخلية في المستشفى يواجه مصادر تمويل محدودة

وحمل عمل كبير، فإن من الضروري تحديد تكرارية فحص معقولة للجهاز بالإضافة إلى نظام أولوية لتحديد الأولويات في فحوصات الصيانة الوقائية. وعند تحديد الأولوية لصيانة وقائية فإنه يجب أخذ عدد من العوامل الموثقة جيداً بعين الاعتبار. تتضمن مثل هذه العوامل:

- المخاطر المصاحبة لاستخدام الجهاز.
- التطبيق الإكلينيكي للجهاز.
- وجود جهاز احتياطي (spare) أو للإعارة (loaner).
- معدل تعطل الجهاز.
- متطلبات الصيانة.
- توصيات الشركة الصانعة.
- فقدان الإيراد العائد إلى زمن التوقف.
- الموارد المتوفرة لفحص الصيانة الوقائية.
- تكاليف الصيانة.

فعلى سبيل المثال، يحتاج جهاز داعم للحياة (يمكن أن يسبب سوء استعماله أو تعطله أذى خطيراً) إلى أن يتم فحصه بتكرارية أكبر من جهاز مخاطره المصاحبة أقل. قد يحتاج جهاز يتسبب عدم كونه متاحاً إلغاء لعمليات إلى أن يتم فحصه مرات أكثر. أما فيما يتعلق بتحديد الأولويات فينبغي أن يتم تقييم وتحديد رتبة (rank) كل جهاز باستخدام مجموعة من المعايير. تتضمن أمثلة مثل هذه المعايير:

- المخاطر المادية.
- المتطلبات الوظيفية.
- متطلبات الصيانة.

وفيما يلي مثال على نظام لتحديد الأولويات لجهاز طبي:

تُعطى الأجهزة الطبية في نظام إعطاء الرتبة هذا علامات في كل من الفئات الأربع: سلامة المريض والمشغِّل، والأداء، والتوافر، والحاجة إلى الصيانة.

سلامة المريض والمشغِّل: هل سينتج أذى (إصابة) عن تعطل الجهاز؟

- لا، الجهاز على الأغلب لن يكون خطراً: صفر.
- نعم، لكن العطل ينبغي أن يُكتشف من قبل المشغِّل: (٦) علامات.
- نعم، ومن غير المحتمل أن يُكتشف العطل من قبل المشغِّل: (١٢) علامة.

الأداء: هل ستتأثر جودة الرعاية بشكل سيئ نتيجة العطل؟

- لا: صفر.
- نعم، لكن العطل ينبغي أن يُكتشف من قبل المشغِّل: (٤) علامات.
- نعم، ومن غير المحتمل أن يُكتشف العطل من قبل المشغِّل: (٨) علامات.

التوافر: ما مدى أهمية أن يكون الجهاز موجوداً (متاحاً)؟

- هناك جهاز احتياطي موجود دائماً؛ وزمن التعطل ليس حرجاً: صفر.
- يمكن تدبير طريقة بديلة لتأمين الرعاية للمريض: (٣) علامات.
- ليس هناك جهاز احتياطي أو بديل؛ والجهاز حيوي للعناية بالمريض: (٦) علامات.

الحاجة للصيانة: ما مدى احتياج الجهاز إلى تكرار الصيانة للحفاظ عليه صالحاً للعمل ومطابقاً للمعايير؟

- نادراً: صفر.
- متوسطة: علامتان.
- غالباً: (٤) علامات.

إن رقم الأولوية للصيانة الوقائية هو مجموع العلامات للجهاز. يتم تحديد رتبة جميع الأجهزة وحساب رقم أولوية الصيانة الوقائية طبقاً لذلك. فمثلاً، يمكن لجهاز إزالة رجفان قلبي أن يحصل على العلامات ١٢ و ٨ و ٦ و ٢ في الفئات أعلاه، ويكون رقم أولوية الصيانة الوقائية هو (٢٨). كلما ارتفع الرقم ارتفعت أولوية الصيانة الوقائية. يتم إدخال عامل زمني في النظام لرفع أولوية الجهاز إذا ما تجاوز التاريخ المجدول لفحصه. يتم في هذه الصيغة ضرب رقم أولوية الصيانة الوقائية بعدد مرات الفحص المجدولة التي تم نسيانها مضافاً إليها واحد. فمثلاً إذا كان لجهاز ما رقم أولوية صيانة وقائية هو (٢٠) وتم نسيان فحصه لمرة واحدة فإن رقم الأولوية المعدَّل سيكون: ٢٠(١+١)= ٤٠.

يتم حساب رقم أولوية الصيانة الوقائية بواسطة برنامج حاسوب وطبعه في جدول أعمال الصيانة الوقائية. يمكن للتكنولوجيين بهذه الطريقة أن يبدؤوا بالقيام بفحوصات الصيانة الوقائية طبقاً للأولوية المعطاة.

(٢,٤) إجراءات الفحص في الصيانة الوقائية PM Inspection Procedures

إن الحاجة إلى تحديد ماهية الصيانة الواجب إجراؤها على جهاز ما تترافق إلى حد كبير مع تكرارية الفحص، وهذا يعني لزوم وضع وتوثيق إجراءات محددة للصيانة تكون نوعية لكل جهاز ولكل نوع من الفحص. سيضمن هذا أن تتم أعمال الصيانة بشكل متناسق من دون محذوفات وألا تتغير من شخص إلى آخر. يعتمد ما يتم فحصه على الجهاز الذي تتم صيانته. يجب كتابة إجراءات الفحص لكل نوع من الأجهزة أو، وهذا أفضل، لكل موديل فردي (unique model). فمثلاً إذا كان هناك جهازا إزالة رجفان من شركتين صانعتين مختلفتين فسيكون لكل واحد منهما جدول الصيانة الوقائية الخاص به وقائمة التحقق من الفحص الخاصة به. تحتاج هذه الإجراءات للمراجعة والتنقيح الدوريين كلما تطلب الأمر ذلك. تكون النماذج المستخدمة لتوثيق النتائج مصاحبة للإجراءات. ابتعدت العديد من أقسام الصيانة عن "المكتب الورقي" التقليدي واتجهت إلى تسجيل نتائج الاختبارات مباشرة في قاعدة بيانات أجهزة محوسبة. ستتم مناقشة متطلبات التوثيق لصيانة التكنولوجيا الطبية بالتفصيل في فصل آخر.

يوضح الشكل رقم (٣,٢) مثالاً على نموذج فحص صيانة وقائية لجهاز مراقبة (مونيتور) مخطط كهربية القلب. يوثق نموذج الفحص هذا تحديد هوية الجهاز وتاريخ ووقت الصيانة الوقائية ومن قام بالعمل وما الذي تم القيام به بما في ذلك نتائج الاختبارات التي تم إجراؤها والتسامحات المقبولة (accepted tolerances) في حال كان ذلك قابلاً للتطبيق. تجدر الملاحظة أنه تم ذكر أسماء الاختبارات فقط في نموذج الفحص. يجب أيضاً توثيق الإجراءات الفعلية وتعليمات الاختبارات.

قسم الهندسة الطبية الحيوية في مستشفى .....

نموذج فحص صيانة وقائية لجهاز مراقبة مخطط كهربية القلب (رئيسي)

رقم طلب العمل: ..... الموقع: ..... رقم المراقبة: .....

الشركة الصانعة: ..... الموديل: ..... الرقم التسلسلي: .....

أجهزة الاختبار المطلوبة

- ☐ مقياس تيار تسرب/ جهاز تحليل سلامة
- ☐ محاكي ECG بمخرج/ معدل نبضات متغير
- ☐ مقياس مقاومة التأريض

المواد المطلوبة

- ☐ مسطرة مترية شفافة

المهام النوعية

- ☐ هيكل (شاسيه)/ غلاف
- ☐ تركيب
- ☐ متحكمات/ مفاتيح
- ☐ موشرات/ شاشات إظهار
- ☐ بطارية/ شاحن
- ☐ عجلات/ كوابح
- ☐ قابس/ مقبس
- ☐ شاشة CRT
- ☐ كبل التغذية
- ☐ محررات الإجهاد
- ☐ كبلات
- ☐ قاطع دارة/ منصهرة
- ☐ استجابة خطوة ImV
- ☐ الإنذارات
- ☐ الإشارات الصوتية
- ☐ التوسيم (Labeling)
- ☐ موصّلات
- ☐ إلكترودات
- ☐ الكاتب المباشر (Direct Writer)

مهام الصيانة الوقائية

- ☐ تنظيف السطح الخارجي والملحقات
- ☐ تبديل المرشحات (الفلاتر) والبطاريات
- ☐ تشحيم المسجل الورقي

المهام الكمية

وصف المهمة/ المعيار	المضبوط	المشار إليه	المقيس	نجاح	فشل
مقاومة التأريض (≤ ٠,٥ أوم)			.....	☐	☐
تيار تسريب الهيكل (≤ ١٠٠ ميكرو أمبير)			.....	☐	☐
معايرة المعدل (± ٥٪ أو ٥ ضربة بالدقيقة عند ٦٠ و١٢٠ ضربة بالدقيقة)	.....	.....	.....	☐	☐
إنذار المعدل (± ٥٪ أو ٥ ضربة بالدقيقة عند ٤٠ و١٢٠ ضربة بالدقيقة)	.....	.....	.....	☐	☐

الملخص

ملاحظات:

☐ مطلوب صيانة ☐ إخراج من الخدمة ☐ مقبول للاستخدام

تم من قبل:	تم من قبل:	زمن فحص الصيانة الوقائية	زمن الإصلاح

الشكل رقم (٣,٢). نموذج فحص صيانة وقائية لجهاز مراقبة (مونيتور) ECG.