



اسم المقال: قياس المعولية والكفاءة المتاحة في خطوط الإنتاج أداة لتخفيط نشاطات الصيانة

اسم الكاتب: أ.م.د. عقيلة مصطفى الأتروشي، أ.د. قيس سعيد عبد الفتاح، م. أوس محمد الطائي

رابط ثابت: <https://political-encyclopedia.org/library/3065>

تاريخ الاسترداد: 2025/05/10 02:18 +03

الموسوعة السياسية هي مبادرة أكاديمية غير هادفة للربح، تساعد الباحثين والطلاب على الوصول واستخدام وبناء مجموعات أوسع من المحتوى العلمي العربي في مجال علم السياسة واستخدامها في الأرشيف الرقمي الموثوق به لإغناء المحتوى العربي على الإنترنت.

لمزيد من المعلومات حول الموسوعة السياسية – Encyclopedia Political، يرجى التواصل على

info@political-encyclopedia.org

استخدامكم لأرشيف مكتبة الموسوعة السياسية – Encyclopedia Political يعني موافقتك على شروط وأحكام الاستخدام

<https://political-encyclopedia.org/terms-of-use>

تم الحصول على هذا المقال من موقع مجلة تنمية الراذدين كلية الإدارة والاقتصاد / جامعة الموصل ورفده في مكتبة الموسوعة السياسية مستوفياً شروط حقوق الملكية الفكرية ومتطلبات رخصة المشاع الإبداعي التي يتضمن المقال تحتها.



قياس المعولية والكفاءة المترافقه في خطوط الإنتاج أداة لخطيط نشاطات الصيانة

أوس محمد الطاني
م.مدرس فني
المعهد التقني- الموصل

الدكتور قيس سعيد عبد الفتاح
أستاذ بحوث العمليات

الدكتورة عقيلة مصطفى الأتروشي
استاذ مساعد
المعهد التقني- الموصل

المستخلص

الصيانة في بيئه العمليات المخصصة لتصنيع منتجات بالمواصفات العالمية لا تقتصر على صيانة المكان و المعدات وإنما تهدف الى توفير طاقات إنتاجية بمعولية عالية. عليه يتبنى المصنع برامج الصيانة الشاملة، والصيانة مسؤولية الجميع وتعتمد فرق عمل تدرك جيداً مفاهيم المعولية وفاعلية الكلف الاقتصادية للمكان. ويتناول البحث تصميم برمجيات متكاملة لتقدير كفاءة الأداء الفني لخطوط الإنتاج، ويعتمد المفاهيم الحديثة لهندسة دقة الأداء في التخطيط والسيطرة على تشغيل المكان ودراسة تأثير العطلات والتوقفات الفجائية على فاعلية وكفاءة خطوط الإنتاج .

توفر البرمجيات المصممة معلومات متكاملة ومؤشرات دقيقة لدعم نشاطات الصيانة والتخطيط العلمي السليم لتقليل التوقفات التي يتعرض لها الخط الإنتاجي. وتعمل برمجيات النظام الحالي على وفق منطق المعالجة لنظام Areas الذي يعمل في بيئه نظام التشغيل MS-DOS، فضلاً عن أن برمجيات البحث الحالي المصممة بوساطة لغة 6 Visual Basic تتميز بإمكانيات متقدمة من حيث توفير المعلومات المتكاملة والتمثيل البياني الكفاءة للمؤشرات وإمكانيات الربط مع التطبيقات الإحصائية المتقدمة ، فضلاً عن التكامل مع نشاطات الإنتاج .

مقدمة

يحظى موضوع الاستغلال السليم للمكان و المعدات بأهمية بالغة من قبل الشركات الصناعية كافة، فقد أثبتت الكثير من الدراسات التطبيقية أن إنتاجية المكان هي دالة لإنتاجية العناصر الرئيسية للإنتاج والمتمثلة بالمواد والعمل. عليه يتطلب التركيز المتزكي في تخطيط وتنظيم عمليات الصيانة ومتابعة كفؤة لتنفيذها، كل ذلك بهدف تقليل التوقفات المفاجئة وزيادة ساعات التشغيل للمكان من جهة وتحقيق فاعلية الكلف الاقتصادية بمستوى استخدامها.

تتطرق مشكلة البحث من التطور الهائل الذي يشهده القطاع الصناعي وظهور المكان و المعدات ذات الطاقات الإنتاجية العالية والتي تشكل ٥٥٪ أو أكثر من الكلفة الإجمالية لمعظم المصانع، فإن العناية بهذه المعدات والمكان والتخطيط لصيانتها أمراً في غاية الأهمية بغية إطالة العمر الإنتاجي لها. ولقد فرض هذا

التطور اعتماد المفاهيم الحديثة لهندسة دقة الأداء^(*) في التخطيط والسيطرة على تشغيل هذه المعدات ودراسة تأثير العطلات والتوقفات الفجائية في فاعلية وكفاءة خطوط الإنتاج. فالخطوة الأولى، باتجاه التطورات التكنولوجية الحديثة في المكائن تمثل في فهم وظيفة الصيانة، فالصيانة في بيئه العمليات المطلوبة لتصنيع منتجات من المرتبة العالمية World Class Products لا تقتصر على صيانة المكائن والمعدات وإنما تهدف إلى توفير طاقات إنتاجية بمعولية عالية وزيادة العمر التشغيلي لموجودات المصنع. وتتبني كذلك برامج الصيانة المنتجة الشاملة كون الصيانة مسؤولية الجميع وتعتمد فرق عمل تدرك جيداً مفاهيم المعولية Reliability (Economic Equipment Effectiveness) (EMS, 2000; MPC, 2000).

وبالاتجاه نفسه يبرز هدف البحث في اقتراح وسيلة لرفع كفاءة أداء خطوط الإنتاج في المصانع والتي تعتمد دورها على كفاءة أداء مكائن الخط الإنتاجي ومعداته. ولما كان الفرق بين الطاقة التصميمية والفعالية ناجماً بالأساس عن عدم الاستثمار الأمثل للمكائن والذي يعزى إلى التوقفات بسبب الصيانة الدورية والعلاجية، لذا يركز البحث على إيجاد السبل الكفيلة بتخفيض فترة العطل أو التوقف، ومن ثم زيادة المعولية للمكائن المستخدمة.

من هنا تظهر الحاجة إلى نظام متكامل لتقديم كفاءة الأداء الفني لخطوط الإنتاج في المصانع وبإطار يرشد قرارات الاستخدام الكفء للموارد. إذ تبين من خلال المعايشة والزيارات المستمرة للعديد من المصانع وخاصة معامل السمنت أن إدارتها تهدف إلى اعتماد منهجة واضحة في تحديد وانتقاء الوسائل ضمن المنظور стратегي لتشخيص التوقفات التي تتعرض لها المكائن وتحليلها ودراستها وحساب تأثيرها على استغلال الطاقات المتاحة.

وتتضمن الخطوات التنفيذية للبحث بناء برمجيات النظام، تعتمد في هيكليتها على مبادئ ومفاهيم هندسة دقة الأداء Reliability Engineering والتي تمثل بمؤشرات المعولية ودقة الصيانة وكفاءة المتاحة، واستخدام طريقة الإمكان الأعظم لإيجاد معامل التشغيل ومعامل النقادم. فضلاً عن استخدام الاختبارات الإحصائية المناسبة لتحديد التوزيعات الاحتمالية لتمثيل البيانات التشغيلية بين العطلات والتوقفات، واستخدام تلك التوزيعات لتحديد التوجه المستقبلي للتوقف. ويغطي البحث الفقرات

(*) وحتى نعطي لكل ذي حق حقه، فقد تم تكليف الباحثين كفريق عمل لتصميم نظام لقياس المعولية من قبل معامل السمنت الشمالية وعلى وفق اجراءات ومنظمه المعالجة لنظام Areas الذي يعمل في بيئه نظام التشغيل MS-DOS، وتتوفرت لدى الباحثين التقارير النهائية فقط، وقد استغرق تصميم نظام RMA (P and P) وبامكانيات متميزة ومرنة تفوق النظام الأول ستة أشهر من ضمنها قيام الباحثين بدراسة نظرية لتحديد المعادلات واجراءات حساب المؤشرات بالاعتماد على المصادر العلمية والمناقشة مع ذوي الاختصاص.

الأتية :

١. تقييم كفاءة الأداء لخطوط الإنتاج.
٢. معمارية النظام المصمم .
٣. الاستنتاجات والمقترحات.

١. تقييم كفاءة الأداء لخطوط الإنتاج: المفاهيم - المؤشرات

١-١ المفاهيم

يتم تصميم المكائن والمعدات الصناعية وباختلاف أنواعها لتحقيق أداء محدد في حالة تشغيلها في الظروف التي صممت للعمل بموجها ولفتره زمنية محددة. ويتمثل الأداء المطلوب من خطوط الإنتاج بضمان تحقيق الطاقة الإنتاجية التصميمية بالكمية والمواصفات النوعية المقررة وبالكلف المحددة فقد تتأثر كفاءة الخط الإنتاجي وفعاليته بمستوى السيطرة على ظروف التشغيل من حيث توفر المواد الأولية بالمواصفات المعتمدة والظروف البيئية التي يعمل بها الخط، فضلاً عن كفاءة نشاطات الصيانة ومستوى تنفيذها (Heizer,1999, 666; Microsoft Corporation,2001,1-3).

تمر المكائن والأجهزة الصناعية وباختلاف تصاميمها بدورة حياة تتالف من ثلاثة مراحل متميزة وكما في الشكل ١ ، (Nahmias,1997,724) ; (Feigenbaum,1991,578-578) وكالاتي :

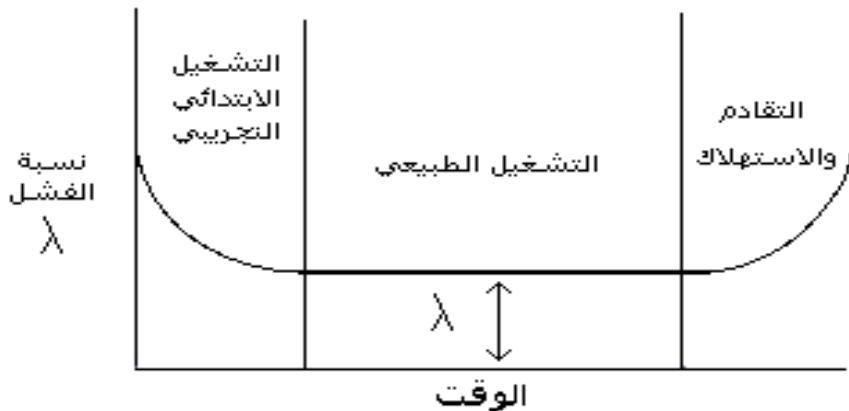
١. مرحلة التشغيل التجريبي Experimental Stage : وتنسم بكثره العطلات والتوقفات المبكرة والتي تعزى الى أخطاء في التصميم والتركيب لبعض مكونات المكائن أو أخطاء في عملية التشغيل وبذلك تكون المغولية منخفضة في هذه المرحلة لحين معالجة تلك العطلات.

٢. مرحلة التشغيل الطبيعي Operating Stage : وتسمى بالعمر النافع وتميز المكائن في هذه المرحلة بتحقيق الأداء التصميمي فيما إذا توافرت مستلزمات التشغيل والإنتاج كافة. وفي حالة حدوث توقفات فإنها تخضع لعوامل عشوائية.

٣. مرحلة التقادم والاستهلاك Wearout Stage : تتعرض المكائن أثناء عمليات الإنتاج للاستهلاك وبحمرور الزمن تزداد التوقفات والعطلات المفاجئة، لذا توصف المغولية في هذه المرحلة بالانخفاض وتزداد معها نسب التلف والضياع في العملية الإنتاجية .

يتبين من الشكل ١ أن المنحنى الذي يمثل معدل الفشل يتسم بالارتفاع ثم يبدأ بالانخفاض عند الاستخدام في مرحلة العمر التجريبي، في حين يكاد يكون ثابتاً في مرحلة التشغيل الطبيعي، ويبدأ بالارتفاع المستمر في مرحلة التقادم والاستهلاك. هذا ويفيد معدل الفشل في تشخيص مرحلة العمر الحقيقي للماكينة والتعرف على أنواع

العطلات وأسبابها، وفي الوقت نفسه يساند هذا المؤشر عمليات التخطيط لتطبيق مفاهيم إدارة الجودة الشاملة TQM وتحديد سياسات كفؤة لصيانة معدات خطوط الإنتاج.



Source: Feigenbaum, A.V., Total Quality Control, McGraw-Hill, Industrial, Engineering Series , New York , 1991.

الشكل ١
معدل الفشل ومراحل عمر الماكنة

٢-١ المؤشرات

تعد المغولية ودقة الصيانة من المؤشرات المهمة التي يستند عليها قياس الكفاءة المتاحة وفاعلية الكلف (Gaffney,2001,4-2-4-5; WHS,2001). وسنتناول هذه المؤشرات بشيء من التفصيل وكما يأتي:

أولاً- المغولية: وهي أحد أبعاد الجودة، وتعرف بأنها احتمالية أداء الماكنة للمهمة المطلوبة بدون فشل لمدة معينة وتحت الشروط التشغيلية المحددة. أو أنها احتمالية أداء الماكنة لمهمة في آية محاولة لاستخدامها (Russell,1998,190; Meredith, 1998,774; Steven, 2001,1).

وفيما يتعلق بمعولية خطوط الإنتاج فإنها مقياس لقابلية المعدات الإنتاجية على تحقيق الطاقة التصميمية وذلك في حالة اشتغالها في الظروف المحددة في التصميم، في حين يعد الفشل إنهاء لهذه القابلية في أداء العمل المخطط ضمن الوقت المطلوب (Wesner,1995,170).

وتقياس المغولية بالمؤشرات الآتية : Slack 1998, 726 ; Hansson,1995, 97 ; (Heizer,1999,666

١. معدل العطل أو الفشل Failure Rate FR

وتتمثل بعدد التوقفات والعطلات في الساعة الواحدة خلال فترة التشغيل المقررة

$$FR = NOF / OT \quad \dots \quad (1)$$

اذ إن: NOF = عدد التوقفات

OT = وقت التشغيل

٢. **معدل مدة الاشتغال بين عطلين متتالين MTBF** Mean Time Between Failure ويتمثل بمعدل ساعات الاشتغال بين عطلين متتالين خلال مدة التشغيل المقررة، أو هو الوقت بين تصليح العطل وحدوث عطل جديد، لذا فهو مقلوب مؤشر معدل الفشل.

$$MTBF = OT / NOF \quad \dots \quad (2)$$

ثانياً- دقة الصيانة

تسهم دقة الصيانة بتحقيق أهداف استراتيجية في إطار مستويات كفؤة لدقة الأداء، حيث تهدف نشاطات الصيانة إلى الحفاظ على قابلية النظام للأداء في ضوء السيطرة على الكلف. فالصيانة الجيدة وسيلة للسيطرة على حالة الماكين والمعدات لتحقيق الأداء المطلوب وضمن مواصفات الجودة (Lamb,1998, 3; Hiezer,1999,667). وتعرف دقة الصيانة بأنها احتمالية إرجاع معدات الخط الإنتاجي إلى الحالة الطبيعية للعمل ضمن مدة الصيانة المقررة، وتقاس دقة الصيانة بدلالة مؤشر معدل مدة التوقف لكل عطل Mean Downtime MDT. ويحسب معدل ساعات التوقف لكل عطل تكنولوجي خلال مدة التشغيل المقررة :

$$MDT = DT / NOF \quad \dots \quad (3)$$

DT = وقت التوقف أو العطل

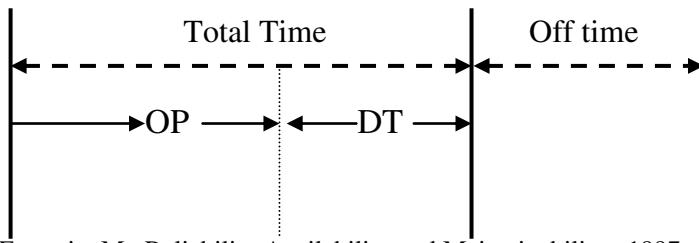
تتضمن MDT جميع أوقات التوقف المتناسبة من الصيانة العلاجية Corrective Maintenance مع التأخيرات المرافقة لها . وبغية تخفيض هذه الأوقات بدأت الصناعة اليابانية تبني مفهوم الصيانة الشاملة Total Productive Maintenance والتي جوهرها يتمثل بتدريب العاملين على بعض نشاطات الصيانة للمكائن مع تبني فرق عمل يدرك أعضاؤها أهمية مؤشرات المعولية ودقة الصيانة وفاعلية الكلف في الأداء الكلي للمصنع. وتهدف إلى إنشاء برنامج كفاءة للصيانة الوقائية (Nahimias,1997,726). Preventive Maintenance.

ثالثاً- الكفاءة المتاحة

تعرف بأنها دالة لمهمة معينة فيما إذا تحققت كما ينبغي (Microsoft Corporation, 2001,5)، وتعرف كذلك بأنها مقياس لقابلية الماكينة لأداء مهمة في أي وقت يطلب منها. ويقسم الشكل ٢ وقت الماكينة إلى مدة تكون الماكينة متوقفة عن العمل Off

بدون وجود عطل ولكن بسبب عدم وجود مهمة مخططه للعمل. لذا لا يدخل هذا الوقت ضمن قياس الكفاءة المتاحة، ويتمثل هذا الوقت بفترات النقل والخزن للمكائن والمعدات (WHS,2001,4-2-5) .

هذا وتعتمد الكفاءة المتاحة أساساً على الاتجاهات والاستراتيجيات العامة لأدارة الشركة في تبني الطرق المختلفة في قياس مؤشرات المغولية ودقة الصيانة (Lamb, 1998, 3) .



Source : Fantasia, M., Reliability Availability and Maintainability , 1997,
[www.Log.dau.mil/alg/chap10.pdf].

الشكل ٢ تصنيف وقت الماكنة

وتلخص الكفاءة المتاحة بالصيغة الآتية (Fantasia,1997,3)

$$AO = Upt/(Upt + DT) \quad \dots \quad (4) \quad \text{or}$$

$$AO = MTBF / (MTBF + MDT) \quad \dots \quad (4)$$

إذ إن UPT: الوقت الكلي المستخدم

تؤشر المعادلة ٤ الكفاءة العملياتية Operational Availability وتميز بأنها أكثر الصيغ استخداماً لتقييم الطاقات الكامنة للتسهيلات المتاحة، ولهذا المؤشر أهمية في قياس فاعلية الكلف لأنها تتعلق بالمكونات المادية للأجهزة والمكائن، وعلى الرغم من أهمية مؤشر الكفاءة العملياتية فإن الكفاءة الملازمة Inherent Availability تقيس الكفاءة المتاحة لوقت التشغيل في ظل اعتماد الصيانة العلاجية. ويحسب هذا المؤشر الذي سنطلق عليه رمز AI بالشكل الآتي :

$$AI = MTBF / (MTBF + MTTR) \quad \dots \quad (5)$$

ويرى بعض الباحثين أن الكفاءة الملازمة تعطي قيمة غير دقيقة للطاقة الكامنة، وذلك لأنها لا تعطي جميع فعاليات الماكنة ولكل وقت التشغيل بل تقتصر على دراسة ما يحدث أثناء الصيانة العلاجية (WHS,2001,4-4) .

٢. معمارية النظام المصمم مكونات وأساليب

يتزتى على تكرار حدوث العطلات وإطالة فتراتها في مكان ومعدات الخط الإنتاجي فقدان الشركة لميزة تنافسية أو حصة سوقية أو فرصة مهمة، خاصة عندما يكون الزمن عنصر مهم في طبيعة العمليات التصنيعية للمنتجات، فضلاً عن الكلف والجودة. أمام هذا الواقع تتجسد الحاجة لدى الباحثين لاستحداث إطار متكامل يتضمن معلومات عن العطلات والتوقفات المتوقع حدوثها على المكان، لاسيما وهناك تأشير واضح من قبل بيئة المشكلة إلى برمجيات مصممة لقياس المعولية، مما يعكس أهمية المشكلة ويبيرر تصدي البحث لها. إذ يوصف نظام RM and AP بكونه يتتألف من مجموعة من البرمجيات وملفات بيانات دائمة وأخرى تتكون أثناء التنفيذ ترتبط فيما بينها لتشكل قاعدة بيانات متكاملة ذات معالجة وفق مبادئ هندسة دقة الأداء، مكونة هيكلًا يعتمد الوحدات المتكاملة والموضحة في الشكل ٣ وبالشكل الآتي:

أولاً- وحدة التهيئة والدخول إلى النظام Setup and System Interring

تستقر في ملفات هذه الوحدة معلومات عامة يستخدمها النظام عند التنفيذ وتحتوى بهيكلية الشركة ومصانعها وأقسام أو خطوط الإنتاج فيها. وبعدها يتم تبويب أنواع العطلات والتوقفات المتوقع حدوثها على معدات ومكائن الخط أثناء فترات الاستغلال وإدخالها إلى ملف التوقفات. ويتميز هذا الملف بتصنيف العطلات والتوقفات إلى عطلات فنية وتوقفات غير فنية. ويتميز النظام المصمم بمرنة عالية في تقييم أداء الخط الإنتاجي المصمم لإنتاج أكثر من منتج واحد خلال مدة التشغيل، إذ يتم إدخال المنتوجات المخططة إنتاجها إلى الملف المخصص، وبنفس الاتجاه يحتاج النظام وعلى مستوى الشهر بيانات تشغيلية عن أداء الخط الإنتاجي ونشرها في :

١. معدل الطاقة التصميمية لساعة واحدة.
٢. الطاقة المتاحة لساعة واحدة.
٣. معدل ساعات العمل المخطط يومياً.
٤. معدل عدد أيام العمل خلال مدة التشغيل.
٥. إجمالي الإنتاج خلال مدة التشغيل / وحدات.

ثانياً- وحدة المعالجة RMA and P Facilities and Logic

يعتمد النظام المصمم في هيكلته مفاهيم هندسة دقة الأداء في تحليل البيانات التشغيلية الخاصة بأوقات وتاريخ التوقفات والعطلات الفنية وغير الفنية. حيث يمثل $R(t)$ احتمال عدم فشل الماكينة خلال الفترة $(0, t)$ وعندما تكون الماكينة أو الجهاز مهيأً للعمل فإن $R(0) = 1$ ، ولكن عند استخدامها وبعد مرور مدة زمنية ونتيجة للتقادم فإن $R(\infty) < 1$ ، وعلى الرغم من توافر العديد من القواعد والتوزيعات الإحصائية التي تختص بتحليل البيانات التشغيلية للمكائن والمعدات، إلا أن معظمها تصف مرحلة العمر النافع فقط. ويعتمد النظام المصمم توزيع Weibull ذا

المعلمتين (α, β) وهو أحد توزيعات الفشل الكثيرة الاستخدام في اختبارات أداء الحياة ودراسة المغولية ويتميز بذلك بمرورته في وصف مراحل العمر التشغيلي كافة التي تمر بها المعدات (المعمورى، ١٩٩١، ٢١-١٩؛ ٢٠٠١، ٢١-١٩). Strelnikov, 2001
وبغية ربط دالة المغولية بالدالة الاحتمالية ، فإن منطق المعالجة في النظام المصمم يؤشر كالآتي (الخزرجي، ١٩٩٨؛ ٢٠٠١، ٢٩-٣٢; Bohr, 1998). Joseph, 2002 .
١. يمكن تعريف توزيع Weibull بالدالة التراكمية (Cumulative Function) $F(x)$ وكالآتي:

$$F(x) = 1 - e^{-\alpha x^\beta} \quad x > 0$$

حيث أن :

α = معلمة القياس Scale Parameter وهي معامل التشغيل

β = معلمة الشكل Shape Parameter وهي معامل التقادم .

x = مدة الاشتغال بين عطلين متتاليين

بينما تمثل $f(x)$ دالة الكثافة الاحتمالية (Probability Density Function)

$$F(x, \alpha, \beta) = \begin{cases} \alpha^\beta \beta x^{\beta-1} e^{-\alpha x^\beta} & , x > 0, \quad \alpha > 0, \quad \beta > 0 \\ 0 & , \text{Otherwise} \end{cases}$$

وعندما $\beta = 1$ فان توزيع Weibull هو نفسه التوزيع الأسوي، أما دالة الإمكان الأعظم Maximum likelihood Function لهذا التوزيع فهي:

$$L(x, \alpha, \beta) = \alpha^n \beta^n \left[\prod_{i=1}^n x_i \right] \exp \left(-\alpha \sum_{i=1}^n x_i^\beta \right) \dots \dots \dots \quad (1)$$

وبأخذ اللوغاريتم لطيفي للمعادلة ١ نحصل على:

$$\left[L(x, \alpha, \beta) = n \log(\alpha) + n \log(\beta) + (\beta - 1) \sum_{i=1}^n \log x_i - \alpha \sum_{i=1}^n x_i^\beta \right] \dots \dots \dots \quad (2)$$

وبأخذ مشتقة المعادلة ٢ وبالنسبة الى β ، نحصل على قيمة α :

$$\alpha = \left[\frac{n}{\sum_{i=1}^n x_i^\beta} \right]^{\frac{1}{\beta}}$$

وبالتعميض عن قيمة α في المعادلة ٢ نحصل على:

$$\beta = \frac{n}{\alpha} + \sum_{i=1}^n \ln(x_i) - \frac{\sum_{i=1}^n x_i^\alpha \ln(x_i)}{\sum_{i=1}^n x_i^\alpha}$$

ولقد استلزم اعتماد النظام لأحد طرائق التحليل العددي وهي طريقة Newton Raphson لحساب قيمة β ومن البيانات التشكيلية للحالة المدروسة، تمهدًا لحساب المؤشرات المطلوبة.

٢. يتم احتساب معدل فترة الاستغلال بين عطلين متتالين MTBF، ومعدل مدة التوقف لكل توقف أو عطل باعتماد الصيغة الآتية (Bellingham, WA 2002):

$$MTBF = \alpha * \Gamma(1 + (1/\beta))$$

٣. بغية تحديد درجة انطباق توزيع Weibull على البيانات التشغيلية تم اعتماد أحد الاختبارات غير المعلمية Non-Parametric وهو اختبار Kolmogorov Smirnov، ويعد أكثر الاختبارات استخداماً خاصة للعينات الصغيرة. إذ إن أوقات التشغيل بين العطارات المتتالية تعد عينة عشوائية من دالة احتمالية مستمرة، إذ يرفض النظام البيانات التي تقل درجة انطباقها عن 95% (Steel, 1981, 535 – 537).

٤. يعتمد النظام مؤشرات عامة لقياس أداء الخط الإنتاجي وكالآتي (أسطيفو، ١٩٨٨، الغريري، ١٩٩٢، ٢٩٧) :

أ. الطاقة الممكن تحقيقها Possible Production Rate وتمثل بكمية الإنتاج التي بإمكان الخط الإنتاجي تحقيقها خلال مدة التشغيل لساعة واحدة بظروف العمل القائمة بعد الأخذ بنظر الاعتبار التوقفات والعطارات التشغيلية كافة التي يتعرض لها الخط الإنتاجي خلال مدة التشغيل المقررة وبالشكل الآتي:

$$PPR = PRC^* * AO$$

ب. الطاقة المتحققة Achieved Production Rate وهي كمية الإنتاج المتحققة فعلاً في الساعة الواحدة خلال مدة التشغيل المخططة.

$$APR = TP / TWH$$

ت. خسارة الإنتاج اليومي Daily Production Losses وتمثل بمعدل الخسارة التي يتحملها الخط الإنتاجي يومياً خلال فترة التشغيل المقررة بسبب عدم

(*) يقصد بالطاقة المتاحة بأنها كمية الإنتاج المتحقق خلال مدة التشغيل لساعة واحدة وبدون أي توقف وبظروف العمل القائمة. بينما يقصد بالطاقة التصميمية بأنها كمية الإنتاج التي تم تصميم الخط الإنتاجي لتحقيقها خلال مدة التشغيل لساعة واحدة وبدون أي عطل أو توقف في حالة توفر الظروف التشغيلية كافة التي صمم للعمل بموجها.

تحقيق الطاقة الممكن تحقيقها.

$$DPL = [1 - (APR/PPR)] * PPR * DWH$$

يؤشر النظام كذلك الطاقة الممكن تحقيقها والتي تعكس تأثير ظروف التشغيل على مدى استغلال الطاقة الفعلية للخط الإنتاجي:

$$UPPR = (APR/PPR) * 100$$

ويتسم النظام المصمم بإمكانيات لاحتساب مؤشرات تعكس كفاءة المعدات في تحقيق الطاقة المتاحة Utilization Of Present Capacity وطاقة التصميمية Utilization Of Design Capacity.

ثالثاً. التقارير والإحصائيات ومناقشة النتائج

بغية تأشير المخرجات التي يفرزها النظام بكفاءة ومناقشتها وبيان دورها في مساندة عمليات التخطيط لنشاطات الصيانة، تم اعتماد بيانات مصنع افتراضي لفترة من ٢٠٠٢/٤/١ إلى ٢٠٠٢/٥/١ وضمن السياقات البرمجية للنظام تم إدخال المعلومات كافة عن أنواع العطلات التي تتعرض إليها خطوط الإنتاج، وكذا معلومات عن المنتوجات التي تقوم بإنتاجها الشركة ومعلومات أخرى عن نشاطات الإنتاج وهي:

الإنتاج الإجمالي خلال الفترة / وحدة	601000.00
معدل الطاقة المتاحة / ساعة	1350.00
معدل الطاقة التصميمية/ ساعة	1490.00
معدل ساعات العمل المخططه / يوم	24.00
إجمالي أيام العمل المخططه خلال الفترة	26.00
ومن خلال متابعة تفاصيل النظم تم الحصول على المؤشرات أو نتائج التطبيق وكالآتي:	

أولاً- تتصف البرمجيات المصممة بمرنة عالية في تبويب التوقفات والطلبات التي يتعرض لها الخط الإنتاجي، وتصنيفها إلى توقفات فنية تعزى إلى حدوث ضرر بأحد أجزاء الماكينة وتحتاج عملية إعادتها للعمل تصليح أو استبدال هذه الأجزاء. وتوقفات أخرى غير فنية تعزى إلى سياسات وتوجهات الإدارة، فضلاً عن تحديد تأثير هذه التوقفات على كفاءة التشغيل للخط الإنتاجي و الجدول ١ يوضح جزءاً من الملف الخاص بهذا التبويب. في حين يبين الجدول ٢ جزءاً من الملف الخاص بالمعلومات عن التوقفات والطلبات الفعلية التي يتعرض لها الخط الإنتاجي. اذ تساند هذه المعلومات الإدارية في تحديد أنواع العطلات التي تتكرر على الخط الإنتاجي ومدى كفاءة الصيانة لإرجاع الخط الإنتاجي للعمل.

ثانياً- مؤشرات المغولية ودقة الصيانة والكفاءة المتاحة الفكرة الأساسية من هذا التقرير هو تشخيص الواقع الفعلي لبيئة الخط الإنتاجي مع تحديد أنواع التوقفات وتأثير تكرارها على مجموعة من المؤشرات. كما ويتضمن التقرير تأشير التوقع المستقبلي لتلك التوقفات والعطلات والتي على ضوئها يتوقع النظام تحسيناً في كفاءة الأداء خلال الفترات التشغيلية اللاحقة خاصة في حالة استمرار ظروف التشغيل الحالية.

وبالاتجاه نفسه فقد هبطت كفاءة الخط لمجموعة التوقفات Packing Stage إلى ٨٩% بسبب تعرضه إلى توقف برمز ٧٦ وبـ ٣ مرات، في حين توقف رمز ٧٧ أثنتي عشرة مرة، ويتوقع النظام انخفاض الكفاءة المتاحة لفترات التشغيلية اللاحقة. في حين تكرر التوقف Material Blockage ثمانية مرات ويتوقع النظام استقرار كفاءته المتاحة^(*) بالنسبة نفسها في الفترات التشغيلية اللاحقة.

ثالثاً- مؤشرات الأداء على مستوى القسم الإنتاجي يمثل هذا التقرير أحد المكونات المهمة لمخرجات النظام إذ يعتمد التقرير إجراء برمجيًّا يحقق التكامل بين العديد من ملفات النظام لاسيما وإنه يعتمد على مؤشرات المغولية والكفاءة المتاحة وللفترة التشغيلية نفسها. ويتضمن التقرير المؤشرات الآتية وكما في الجدول ٤:

١. مؤشرات استخدام الوقت: وتتمثل بمؤشر إجمالي ساعات العمل المخططة والتي بلغت ٦٢٤ ساعة، في حين بلغ إجمالي ساعات العمل الفعلية ٧٢٠. وقد احتاج الخط الإنتاجي إلى ساعات إضافية بمعدل ٦.٤٠ ساعة يومياً لكي يصل إلى الإنتاج المتحقق. ويشير التقرير مجموع التوقفات الفعلية وهي ٤٨ توقفاً وعطلة.
٢. مؤشرات الكفاءة المتاحة: يقسم النظام الكفاءة الكلية المتاحة للخط الإنتاجي إلى الكفاءة الفنية والتي بلغت ٧٥.٧٥، في الوقت الذي بلغت الكفاءة غير الفنية ٨٣.٨٤. ويكشف التطبيق الفعلى للنظام أن الكفاءة المتاحة الإجمالية والتي بلغت ٦٣.٥١ هي دالة للكفاءة الفنية والكفاءة غير الفنية للفترة التشغيلية.
٣. مؤشرات الإنتاج المتحقق: يعتمد النظام المصمم في وجوده على الطاقات الممكن تحقيقها في الساعة الواحدة، وبظروف العمل القائمة مع الأخذ بنظر الاعتبار تأثير ظروف التشغيل والصيانة كافة التي يعمل بها الخط. لذا فإن هذا المؤشر يمثل الطاقة المتاحة القصوى في الساعة وبإمكان الخط الإنتاجي تحقيقها. وقد بلغت ٨٥٧.٣٣ طن/ساعة من المنتوج، في حين بلغت الطاقة المحققة فعلاً ٧٦٠.٣٤

(*) للنظام المصمم إمكانية لتحديد اتجاه التوقف مستقبلاً، وذلك من خلال إجراء برمجي يعتمد عدد العطلات لمدة شهر وال فترة الزمنية للعطل في تحديد ذلك.

طن/ساعة، وهناك خسارة يومية ناتجة عن التوقفات وقدرها النظام بـ ٢٣٢٧.٦٦ طن.

٤. مؤشرات استغلال الطاقة: تختص هذه المؤشرات بتحديد نسب استغلال الطاقة الممكن تحقيقها والطاقات المتاحة، فضلاً عن الطاقة التصميمية. إذ يبين الجدول ٤ بأن الطاقة الممكن تحقيقها بلغت ٦٤٪، في حين بلغ معدل استخدام الطاقة المتاحة ٥٦٪، وبلغت نسبة استغلال الطاقة التصميمية ٥١٪.

وفي ضوء ما سبق، تؤكد لنا نتائج التطبيق للنظام المصمم أنها تتضمن مؤشرات تساند وبنسبة كبيرة عمليات التخطيط الكفاءة لنشاطات الصيانة المبنية على الواقع الفعلي للمكائن والأجهزة ومن ثم تخصيص المبالغ الكافية لمعالجة العطلات بسرعة وتدنية أوقات التوقفات والعطلات.

٣. الاستنتاجات والمقررات

تبين لنا من تطبيق النظام المصمم أن تقييم كفاءة الخطوط الإنتاجية يهدف إلى :

- أ. تحديد موقع الخلل ونقاط الضعف والاختلاف الحقيقية التي تعاني منها خطوط الإنتاج وذلك نتيجة لتكرار العطلات والتوقفات.

ب. تخطيط وبرمجة أعمال الصيانة ومتابعتها وذلك من خلال تقييم تأثير العطلات والتوقفات الفجائية التي تتعرض لها المعدات والمكائن والتبؤ بتطور تأثيرها خلال فترات الاستغلال اللاحقة بالاعتماد على مراحل العمر الإنتاجي التي تمر بها معدات الخط.

وبناءً على ما سبق، وعلى الرغم من المحاولات الجادة للكثير من الشركات الصناعية بتنظيم أعمال الصيانة، إلا أن التبؤ السليم للتوقفات والعطلات واستخدام تكرارها في تقييم دقة الأداء يعد من الضرورات الملحة، وذلك باستخدام البرمجيات المتقدمة للتخطيط والسيطرة على أعمال الصيانة وتوفير مستلزماتها بكفاءة.

الشركة :
المصنع :
القسم أو الخط الإنتاجي :

الجدول ١
تصنيف التوقفات والعطلات

رمز التوقف	طبيعة التوقف	نوع التوقف فني وغير فني	تأثير التوقف %
00001	الوقت غير المتاح	N	0
2	انقطاع التيار الكهربائي	N	0
3	عطل المحرك الكهربائي	T	35
5	عطل ميكانيكي	T	10
6	عطل غير متوقع	N	0
00010	مرحلة التحضيرات		
7	عطل كهربائي في نقطة التغذية	T	0
8	تشغيل خاطئ في منظومة ABC	N	10
11	انسداد في بوابات تفريغ السائلات	T	15
12	عطل في مستويات السيطرة	T	0
			0

الجدول ٢
قائمة بتواريخ وأوقات التوقفات
للفترة: ٢٠٠٢/٤/١ - ٢٠٠٢/٥/١

من تاريخ المنتج المخطط	رمز التوقف	وقت الانتهاء	وقت البدء	إلى تاريخ	من تاريخ
	102	13:00	09:00	01/04/2002	01/04/2002
	6	19:00	09:40	01/04/2002	01/04/2002
	8	12:00	11:00	02/04/2002	02/04/2002
	15	10:00	10:00	04/04/2002	03/04/2002
	77	11:00	09:00	05/04/2002	03/04/2002
	16	09:00	12:00	05/04/2002	04/04/2002
	11	09:00	13:00	05/04/2002	04/04/2002
	2	08:00	09:00	07/04/2002	06/04/2002

قياس المغولية والكفاءة المتاحة في خطوط الانتاج ... ————— الاتروشي والفهمي والطاني [٤٩]

الجدول ٤

مؤشرات الأداء على مستوى القسم الإنتاجي

		مؤشرات استخدام الوقت
624.00		إجمالي عدد ساعات العمل المخططة خلال الفترة
790.44		إجمالي ساعات العمل الحقيقة / يوم
6.40		إجمالي الوقت الإضافي خلال الفترة
48.00		عدد التوقفات خلال الفترة
		الكفاءة المتاحة
75.75		الكفاءة المتاحة الفنية
83.84		الكفاءة المتاحة غير الفنية
63.51		الكفاءة المتاحة الاجمالية
		مؤشرات الإنتاج المتحقق
857.33		معدل الطاقة الممكن تحقيقها / ساعة
760.34		معدل الطاقة المتحققة فعلياً / ساعة
2,327.66		الإنتاج الصناعي / يوم
		مؤشرات استخدام الطاقة
88.69		معدل استخدام الطاقة الممكن تحقيقها
56.32		معدل استخدام الطاقة المتاحة
51.03		معدل استخدام الطاقة التصميمية

المراجع

أولاً- المراجع باللغة العربية

١. احمد عبد علي الخزرجي، مقارنة طرائق تقدير المعولية للبيانات الكاملة باستخدام المحاكاة، رسالة ماجستير مقدمة الى كلية علوم الحاسوب والرياضيات / جامعة الموصل، ٢٠٠١.
٢. ايثار عبد الهادي المعموري، تقييم كفاية أداء خط الانتاج في المنشأة العامة للصناعات الكهربائية، رسالة ماجستير مقدمة الى كلية الادارة والاقتصاد/جامعة بغداد/١٩٩١.
٣. سامي عبد الرزاق الغريبي، نظام الإنتاج المتكامل وأثر تفيذه في منشأة القادسية العامة للصناعات الكهربائية، رسالة ماجستير مقدمة الى كلية الادارة والاقتصاد/جامعة بغداد، ١٩٨٨.
٤. نجيب أيوب اسطيفوا، فوزي النقاش، نظام Areas لتقدير كفاءة الأداء الفنية لخطوط الانتاج، الندوة العلمية للإنتاجية، الجامعة التكنولوجية، ١٩٨٨.

ثانياً- المراجع باللغة الأجنبية

١. Barringer, P. E., Availability = Reliability , Barringer and Associates , Inc .[www.

- Baringer.com/ar.files.pdf] .
- 2. Bellingham, W.A., Weibull using Mean and Variance ,1998, [www.mathoption.com].
 - 3. EMS , RAM-Reliability Assessed Maintenance, Equipment Maintenance Services, 2000,[www.emsusacom/ram.html] .
 - 4. Fantasia, M., Reliability Availability and Maintainability, 1997, [www.Log.dau.mil/alg/chap10.pdf].
 - 5. Feigenbaum, A.V., Total Quality Control, McGraw Hill, Industrial, Engineering Series , Newyork , 1991.
 - 6. Gaffney , J. and Martin, L, Practical Software and System Availability and Reliability Estimation , [www. Dacs. Dtic. Mil/Awareness/Practicalrel.html].
 - 7. Hansson, A. Stochastic Control of Critical Processes, Institute of Technology, Lund, 1995.
 - 8. Heizer, J., and Render,B., Principles of Operations Management, Prentice-Hall, 1999.
 - 9. Joseph, H. N., Iterative Methods for Parameter Estimation ,2002, [www.stat.tamu.edu/ Jnewton/604/chapter4.pdf] .
 - 10. Lamb, R.G.,Plant Availability Based Business Simulation, Journal of Competitiveness, vol. 77.no.5.1998.
 - 11. Meredith,T.B. and Others, Operations Management ,John Wiley and Sons, C, 1998, NewYork .
 - 12. Microsoft Corporation, Planning for Reliability and High Availability, 2000.[www.MSDN microsoft .comm/Planavailability .html] .
 - 13. Nahimas, S., Production and Operations Analysis, McGraw – Hill International Edition . 1997.1
 - 14. Russell, R.S. and Taylor, B.W., Operations Management , Prentice-Hall, New Jersey, 1998.
 - 15. Slack, N. and Others, Operations Management , Pitman Publishing, London, 1998.
 - 16. Steel, R.G, and Torrie, J.H, Principles and Procedures of Statistics, McGraw –Hill, 1981.
 - 17. Stevev,L., BMP: Program Management–Reliability Maintainability ,and Availability ,2001. [www.bmpcoe.org / about/index.html]
 - 18. Strelnikov, V., P, The Status and Prospects of Reliability Technology, The Journal of Reliability Analysis Center, First Quarter, 2001.
 - 19. Washington Headquarters Services (WHS, Availability, 2000, (www.dtic.mil/whs/directives/corres
 - 20. Wesner, J.W. and Others, Winning With Quality, Addison – Wesley Publishing Company, 1995.

ABSTRACT

Reliability Maintainability and Availability Planning (RM and AP)

Factories engaged in manufacturing world-class product do not confine the maintenance of machinery and equipment but they give as their objective to provide productivity with a high reliability. These factories; therefore, adopt the programs of comprehensive maintenance, the responsibility of every body. They depend on work teams aware of the concepts of reliability and economic equipment effectiveness. The research also tackles designing integrated software to evaluate the efficiency of the technical work of the production lines. It depends on the up-to date concepts of designing the accuracy of work in planning, controlling the operation of machinery, studying the effect of defects and sudden breakdowns on the effectiveness and efficiency of the production lines.

The designing software provides complete information and accurate indications to support the activities of maintenance and correct scientific planning to reduce the breakdowns that the production line exposes to .The system of Software act according to the processing logical of (under Dos) system. Further, the designed Software of this research by (Visual Basic 6) are characterized by the developed abilities in providing complete information, good chart of indications, the abilities of connecting with developed statistical applications and integrating with production activities