تطبيقات هندسة الاعتمادية في صناعة مضخة الماء

د. محمد عبد الوهاب العزاوي
استاذ مساعد
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

ايثار عبد الهادي المعموري
كلية الادارة والاقتصاد
الجامعة المستنصرية

مقدمة

يحتل موضوع كفاءة الاداء لخطوط الانتاج اهمية متزايدة ، ولتحقيق ذلك اخذت المنشآت الصناعية تستخدم تطبيقات هندسة الاعتمادية Engineering Reliability ونظام تقييم الاعتمادية والكفاية المتاحة Availability & Reliability Evaluation system (ARES) وهو من اكثر الاساليب تطوراً في تقييم كفاءة خط الانتاج نتيجة استخدام الحاسوب في التصنيع ، وذلك من خلال مراقبة اداء المكائن وتحليل بيانات العطلات والتوقفات التي تتعرض لها وتشخيص نقاط الضعف والاختناق الحقيقية ، اضافة الى تحديد العوامل المؤثرة ومسبباتها بهدف اتخاذ الاجراءات المناسبة التي تضمن الاستخدام الامثل لطاقات الانتاج المتاحة .

مشكلة البحث

اتضح من خلال الزيارات الميدانية للمنشأة العامة للصناعات الكهربائية وجود مجموعة من المشكلات التي تقف حائلا دون استغلال كامل طاقاتها الانتاجية بشكل فعال ، مما سيؤدي الى انخفاض كمية الانتاج . ومن هذه المشكلات :

١ . كثرة العطلات والتوقفات الفجائية .
٢ . ضعف تطبيق اساليب تقييم كفاءة الاداء .
٣ . ارتفاع خسائر الانتاج اليومية .

هدف البحث

يهدف البحث الى تحقيق الدقة في قياس وتقييم كفاءة الاداء وحصر العوامل الاساسية والتمييز بين الاسباب الرئيسة والثانوية المسببة للعطلات والتوقفات ، باعتماد مفاهيم هندسة الاعتمادية لترشيد استخدام الموارد المتاحة وتحديد المسؤوليات للوصول الى الاجراءات العلاجية المناسبة لملافاة القصور في الاداء .

فرضية البحث

تم صياغة فرضية البحث ، بالصورة التالية :

تتأثر الكفاءة المتاحة لاداء خط الانتاج بمستوى فاعلية برامج الصيانة وكمية ونوعية المواد والايدي العاملة ومستلزمات الانتاج ودقة عمليات التصنيع وبالعمر الانتاجي للآلة .

ولغرض تحديد متغيرات البحث الرئيسة ، تم تسكين عامل اسلوب القيادة لصعوبة قياس تأثيره في ظل الظروف الراهنة ، كما تم تسكين التصميم ، ونوع التقنية .

مكان البحث

اجري البحث في المنشأة العامة للصناعات الكهربائية التي تضم عشرة معامل حيث يجري تصنيع مضخة الماء في المصنع الرئيسي الذي يقوم ايضا بأنتاج اجهزة الاضاءة ومفرغات الهواء . وقد جرى اختيار مكان البحث لانه يمثل بيئة ملائمة لتطبيق فلسفة هندسة الاعتمادية .

مؤشرات هندسة الاعتمادية

تعتمد مؤشرات هندسة الاعتمادية على مفهوم العطل ، الذي يعرف بأنه عدم قدرة المنتوج او النظام على اداء وظيفته بسبب عيوب في التصميم او لكثرة الاستخدام ، او الاجهادات البيئية غير المتوقعة او لانتهاء العمر الزمني (Bustamante, 1988,3) .

ويمكن تحديد اهم المؤشرات التي يعتمد عليها نظام ARES الذي اعتمد في حسابها على مفاهيم هندسة الاعتمادية مايلي :

١ . معدل العطل (Failure Rate) FR

يمثل عدد عطلات او توقفات الآلة خلال فترة زمنية محددة ، (ساعة ، شهر... الخ) ، او معالم تتناسب مع الزمن كالكيلومترات ، او الدورات... الخ (يونس ، ١٩٨٥ ، ١٥) . ويعبر عنها كما يلي :

معدل العطل = عدد العطلات خلال فترة تشغيل معينة ÷ فترة التشغيل .

(Juran & Gryna, 1980, 174)

وكلما انخفض معدل العطل ارتفعت اعتمادية الآلة .

٢ . متوسط الوقت بين عطلين متتاليين (Mean Time Between Failure) (MTBF)

ويقصد به فترة التشغيل بين عطلين متتاليين خلال فترة زمنية محددة ويعبر عنه بالمعادلة التالية :

MTBF = فترة التشغيل ÷ عدد العطلات خلال الفترة

(Delmar. 1985, 522)

وهذا المؤشر هو مقلوب معدل العطل ، حيث يدل ارتفاعه على ارتفاع مستوى الاعتمادية والكفاءة المتاحة للآلة .

٣. متوسط فترة التوقف (Mean Down Time) (MDT)

يعكس معدل ساعات العطل او التوقف خلال فترة زمنية معينة ويشير الى فترة الصيانة اللازمة لاعادة الآلة الى حالة التشغيل.

يعبر هذا المؤشر عن قابلية الصيانة ، حيث يشير انخفاضه الى ارتفاع قابلية الصيانة وبالتالي ارتفاع الكفاءة المتاحة

(Martz & Waller, 1982, 85)

٤. خسارة الانتاج اليومية

ويقصد بها الخسارة الناجمة عن العوامل غير المنظورة التي تعرضت لها الآلات. ويعبر عنها كما يلي:

[(١ – (الطاقة الفعلية ÷ الطاقة الممكن تحقيقها)] × الطاقة الممكن تحقيقها × معدل ساعات العمل اليومية خلال الفترة.

٥. الكفاءة المتاحة لخط الانتاج

قابلية تحقيق الطاقة التصميمية نتيجة كافة العطلات والتوقفات التي تعرضت لها الالات في ظل ظروف التشغيل والصيانة القائمة.

وتقاس كفاءة خط الانتاج = (متوسط فترة التوقف ÷ متوسط الوقت بين عطلين متتاليين).

(اسطفيو والنقاش ، ١٩٨٨ ، ٣٩٣)

وهو مؤشر يستخدم لقياس كفاءة ادارة الانتاج في استغلال الطاقة المتاحة.

٦. معدل ساعات العمل الاضافية

يحتسب النظام تلقائيا معدل ساعات العمل الاضافية خلال الفترة بالاعتماد على ساعات العمل الفعلية والمخطط اشتغالها يوميا وايام العمل خلال الفترة.

٧. توقعات تطور تأثير العطل

يحدد النظام السلوك المستقبلي لكل عطل او توقف خلال فترة التشغيل القادمة كأن يكون (تطور، او استقرار، او تدهور) وذلك عن طريق تشخيص النظام مؤشرات العمر التشغيلي لآلات خط الانتاج.

٨. عدد مرات تكرار كل عطل او توقف خلال الفترة .

نظام ARES

اظهرت التطورات التقنية المتسارعة في حقل الانتاج الحاجة لمعلومات وتحليلات دقيقة وسريعة ، وقد ساعدت الحاسبات الالكترونية في تحقيق هذه الغاية ، بهدف توفير المعلومات واتخاذ القرارات .

يحقق نظام ARES خمس فوائد :

١. تشخيص مواقع الخلل ونقاط الضعف والاختناق في خط الانتاج.
٢. تقييم تأثيرات العطلات والتوقفات الفجائية على كمية الانتاج.
٣. تحديد نسب الاستغلال الحقيقية للطاقات التصميمية والمتاحة.
٤. احتساب معدل ساعات العمل اليومية ومقارنتها بالمخطط .
٥. برمجة عمليات الصيانة ومتابعتها قبل وبعد تنفيذها.

(النقاش ، ١٩٩٠ ، ٣)

كما يمكن النظام من معرفة معوقات الانتاج ، كما يمثل قاعدة للمعلومات التشغيلية والفنية ، اضافة الى قدرته على تشخيص العطلات والتوقفات والتنبؤ بسلوكها المستقبلي مما يتيح الفرصة امام الادارة لتخفيضها.

ويتكون نظام ARES من تسع برامجيات ادخال واخراج وتحليل مكتوبة بلغة (Basic) . ويتطلب تطبيق النظام الاجراءات الاتية :

١ . تحديد خطوط واقسام الانتاج وآلاتها وتعريفها بشكل مستقل ، وتحديد نقاط العطل والتوقف او الاختناق الاكثر حدة.

٢ . تحديد بيانات الطاقة التصميمية والمتاحة وعدد ساعات العمل اليومية وعدد ايام العمل للفترة بعد طرح ايام العطل والصيانة المبرمجة ، والانتاج الفعلي الكلي للفترة.

٣ . دراسة تاريخية لحالة الآلة لتوفير بيانات متكاملة عن التوقفات والعطلات التي تعرضت لها خلال فترة التشغيل السابقة.

٤ . لغرض تقييم اداء خط انتاج معين لفترة زمنية محددة ، ينبغي ادخال البيانات المتعلقة بالعطلات والتوقفات التي يتعرض لها الخط خلال تلك الفترة الى ملف يخصص لتلك الفترة.

اما تقارير نظام (ARES) فيمكن تصنيفها الى نوعين رئيسين :

١ . التقرير الشامل

يحدد هذا التقرير مستويات الطاقة الانتاجية مع نسب استغلالها اضافة الى مؤشرات استغلال الوقت ، ومعدل خسارة الانتاج اليومي سواء كان نتيجة العطلات والتوقفات الادارية او التقنية او نتيجة العوامل غير المنظورة ، مع استخراج مؤشري كفاءة الاداء الاداري والتقني المتاحة الاجمالية .

٢ . التقرير التشغيلي

ويشخص ظروف تشغيل وصيانة خط الانتاج وكما يلي :

أ . عدد مرات تكرار كل عطل او توقف خلال الفترة .

ب . سرعة حدوث العطل (عطل / ساعة) اي معدل العطل او التوقف .

ج . متوسط فترة التوقف لكل عطل او توقف .

د . متوسط الوقت بين عطلين او توقفين متتاليين .

هـ . معدل خسارة الانتاج اليومية بسبب كل عطل او توقف .

ان الحصول على التقارير السابقة يوضح للادارة اسباب انخفاض كفاءة الاداء التي ترجع الى عوامل ادارية او تقنية أو كليهما .

عرض النتائج

اولاً :- الطاقة الانتاجية

يتناول التحليل البيانات المتاحة عن المنشأة للفترة الممتدة من ١٩٨٥ - ١٩٨٩ حيث يشير الجدول والشكل (١) الى ان معدل كفاءة الاداء للاعوام ١٩٨٥ - ١٩٨٧ كانت منخفضة نتيجة تراجع مؤشرات الطاقة بسبب الانتاج الواطئ الذي ساهم في انخفاض نسبة الاستغلال والانتفاع مع ارتفاع في نسب الطاقة غير المستغلة للاسباب الاتية :

١ . نقص في كمية المواد الاولية المستوردة كالخشوة (Bush) وعازل الجزء الثابت في المحرك .

٢ . نقص في كمية الحديد الكهربائي .

٣ . كثرة عطلات آلات اللف وسباكة الجزء الدوار .

وقد ارتفعت مؤشرات الطاقة خلال الاعوام ١٩٨٨ - ١٩٨٩ نتيجة اضافة ماكنة لف يابانية عام ١٩٨٨ اضافة الى زيادة وجبات العمل الى ثلاث يوميا . وقد انخفضت كفاءة الاداء عام ١٩٨٩ مقارنة بعام ١٩٨٨ للاسباب الاتية :

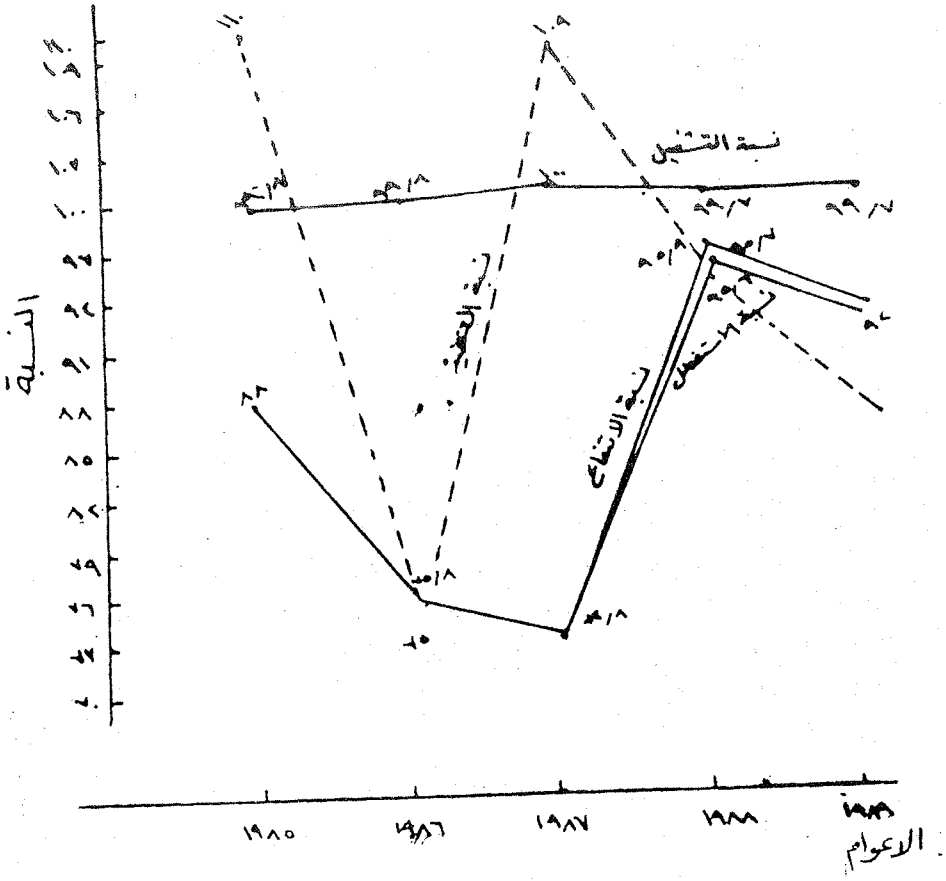
١ . عطلات مستمرة في الافران الحرارية ومحطات الفحص .

٢ . نقص في كمية الاسلاك اضافة الى رداءة نوعية المتاح .

٣ . تكرار عطلات القوالب ونقص كمية القوالب المستوردة .

ثانياً :- انتاجية المكائن

وقد طرأ تطور ملموس على انتاجية المكائن في المعمل خلال فترة التقييم حيث بلغت نسبة التطور (١٨ ٪) . وقد ارتفعت القيمة المضافة من (٣,٣) مليون دينار في بداية الفترة الى (٤,٤) مليون دينار نهاية الفترة ، وارتفعت انتاجية المكائن من (٧,٣) دينار الى (٨,٩) دينار خلال نفس الفترة .



الشكل (١)
نسب الاستغلال والانتفاع والتشغيل والتنفيذ في معمل مضخات الماء

انخفضت انتاجية ساعة الاشتغال في معمل مضخات الماء من ٢٤ ديناراً للساعة في بداية الفترة الى (٢٢) ديناراً للساعة نهاية الفترة ويعود ذلك الى :

١. نقص كمية غاز الاركون (Argon).
٢. عطلات متقطعة ومستمرة في مكائن اللف.
٣. عطلات في القوالب اضافة الى نقص في كمية القوالب المستوردة.

الجدول (١)
مؤشرات استغلال الطاقة في معمل مضخات الماء

الاعوام	١	٢	٣	٤	١:٣	٢:٣	١:٢	٤:٣	نسبة الطاقة غير المستغلة
	الطاقة التصميمية (١٠×)^{٣} وحدة	الطاقة المتاحة (١٠×)^{٣} وحدة	الانتاج الفعلي (١٠×)^{٣} وحدة	الانتاج المخطط (١٠×)^{٣} وحدة (١)	نسبة الاستغلال (٪)	نسبة الانتفاع (٪) (٢)	نسبة التشغيل (٪) (٣)	نسبة التنفيذ (٪) (٤)	(٪)
١٩٨٥	٥٠٠	٤٩٩	٤٤٠	٤٠٠	٨٨	٨٨	٩٩,٨	١١٠	١٢
١٩٨٦	٥٠٠	٤٩٩	٢٧٨	٥٠٠	٧٥,٦	٧٥,٨	٩٩,٨	٧٥,٦	٢٤,٤
١٩٨٧	٧٥٠	٧٥٠	٥٤٦	٥٠٠	٧٢,٨	٧٢,٨	١٠٠	١٠٩	٢٧,٢
١٩٨٨	٧٥٠	٧٤٨	٧١٧	٧٥٠	٩٥,٦	٩٥,٩	٩٩,٧	٩٥,٦	٤,٤
١٩٨٩	٧٥٠	٧٤٨	٦٨٩	٨٠٠	٩١,٩	٩٢	٩٩,٧	٨٦	٨,١

ثالثاً : – كفاءة اداء اعمال الصيانة

ارتفعت كلفة ساعة التوقف الواحدة خلال فترة الدراسة في المنشأة ككل حيث تراوحت بين (٠,٣١٣) دينار/ساعة الى (٣,٧٣٠) دينار/ساعة ويعود ذلك الى :

١. ادت زيادة ساعات العمل الى ٢٢ ساعة يومياً عام ١٩٨٧ الى نتائج عكسية ، لارتفاع عطلات وتوقفات الالات بسبب استمرار التشغيل ، مما زاد من استهلاك المواد الاحتياطية ، وارتفاع كلفة اجور عمال الصيانة .

٢. نتيجة زيادة ساعات العمل ، تم التضحية ببرنامج الصيانة الوقائية والاكتفاء بالصيانة العلاجية عند حدوث العطل .

٣. الحصار التكنولوجي الذي اضطر المنشأة الى تصنيع المواد الاحتياطية داخل المنشأة ولكنها لم تكن ضمن المواصفات المطلوبة ، وقد انعكس ذلك على تكرار العطلات ، واستبدال الاجزاء المصنعة داخلياً ، وما يرافق ذلك من ارتفاع كلفة الصيانة .

تحليل نتائج تطبيق نظام ARES

بعد ادخال جميع البيانات التي يتطلبها النظام للفترة ١٩٩٠/١١/٢٠ الى ١٩٩٠/١٢/٢٠ تم استخراج تقريرين يمكن تصنيف مؤشراتها الى مايلي :

الملاحظات

١- احتسب الانتاج المخطط على اساس وجبتي عمل (١٥ ساعة يومياً) للعامين ١٩٨٥ و ١٩٨٦ وعلى اساس ثلاث وجبات عمل (٢٢ ساعة يومياً) للاعوام الاخرى للوفاء باحتياجات السوق.

٢- نسبة الانتفاع : تقيس الانتفاع من الطاقة المتاحة خلال فترة زمنية محددة (الانتاج الفعلي / الطاقة المتاحة).

٣- نسبة التشغيل تشير الى حجم استغلال الطاقة المتاحة قياساً بالطاقة التصميمية خلال فترة زمنية محددة (الطاقة المتاحة / الطاقة التصميمية).

٤- نسبة التنفيذ : تعكس مدى تنفيذ العمل الفعلي وفقاً لما خطط له (درجة تحقق الاهداف) خلال فترة زمنية محددة (الانتاج الفعلي / الطاقة المخططة).

اولاً : - مؤشرات استغلال الوقت

يبلغ مجموع ساعات العمل الفعلية ٢٤٧ في حين ان الساعات المخططة كانت ٢١٦ ساعة اي ان ساعات العمل الاضافي بلغت (٣١) ساعة :

يعود زيادة عدد الساعات الاضافية الى :

١. عدم تمكن المعمل من انتاج الكمية المقررة ضمن ساعات العمل المخططة مما اضطر للعمل ساعات اضافية لتحقيق حجم الانتاج المستهدف.

٢. ورود بعض الوجبات الطارئة غير المخططة.

٣. اعادة تصنيع بعض المنتوجات التالفة التي يمكن معالجتها.

ثانياً : - مؤشرات الكفاءة المتاحة

آ. العوامل الادارية

١- الصيانة : - اظهرت الدراسة عدم الاهتمام ببرنامج الصيانة الوقائية ، وخاصة تنظيف وتزييت وتشحيم الالات ، والذي يتم بصورة غير دورية وفقاً للتقديرات الشخصية للمشغلين ، وقد انعكس ذلك على تكرار الحاجة الى تنظيم الابر Needles Setting ومجموعة الشد Tension Group Setting لجميع آلات اللف ، وعطل مجس Sensor آلتي اللف ، وقطع في الانبوب Cutting in The Pipe لآلة اللف الثالثة.

وكان نتيجة ذلك (٣١) عطلاً أو توقفاً سببت انخفاضاً في كفاءة اداء الالات الى (٩٩,٥٧٪) وخسارة يومية بين (٥-٦) محرك مضخة.

٢. القوى العاملة : – ترجع عطلات الآلات الى الاخطاء البشرية بسبب انخفاض مهارة تشغيل الآلات بطريقة صحيحة ، ويبرز ذلك بوضوح في التوقف الناتج عن الاعوجاج في لسان المحور Bending in the Shaft Spline والذي يسبب خسارة يومية بين (١ – ٢) محرك مضخة تقريباً ويعود ذلك الى انخفاض دقة وقابلية العامل المشغل في تنظيم الآلة.

٣. مواد الانتاج : – ادى قلة توفر الانتاج بالكمية والنوعية المطلوبة الى انخفاض الاداء ، بسبب ضعف استقرار تجهيز المواد من منشأة اور المجهز المحلي الوحيد ، كما ان رداءة نوعية الاسلاك المستخدمة يؤدي الى تغيير الابر لاغلب الآلات ، ويعود رداءة المواد المستوردة من الخارج الى اعتماد سياسة اختيار المورد وفقاً لادنى الاسعار دون مراعاة النوعية وفترة التوريد لقلة تخصيصات الاستيراد.

٤. مستلزمات وظروف التشغيل : – أشرت الدراسة الميدانية تأثير انقطاع التيار الكهربائي Electrical Trip على كفاءة اداء جميع الآلات التي سببت في فقدان (٤ – ٥) محرك مضخة يومياً. كما نتج عن تكرار تنظيم القوالب Molds Setting وتنظيم العتبة Beam Setting تراجعاً في كفاءة اداء آلات اللف. وسبب ذلك هو تشغيل الآلات بسرعة عالية للوفاء بكمية الانتاج المقررة يومياً. وقد اوضح التحليل ان تأثير مستلزمات وظروف التشغيل قد سبب (١٥) عطلاً او توقفاً وبالتالي فقدان (٦ – ٧) محرك مضخة يومياً.

ب. **العوامل التقنية**

١. التصنيع : – تتأثر كفاءة اداء خط الانتاج بمستوى دقة عمليات التصنيع ومدى الالتزام بالمواصفات التصميمية وقد تأثر الانتاج في المعمل بعاملين هما انخفاض دقة تصنيع الابر Needles Manufacturing وتصنع مجموعة الشد Tension Group Manufacturing وهي من الاجزاء التي تصنع محلياً والتي تمتاز بانخفاض نوعيتها الامر الذي سبب في ٦٧ عطلاً او توقفاً نتج عنها تراجعاً في كفاءة اداء آلات اللف وفقدان مايقارب (٢ – ٣) محرك مضخة يومياً.

٢. العمر الانتاجي للآلة : – يعود تناقص كفاءة اداء الآلات نتيجة عوامل الاستهلاك والتقادم مما يتطلب اجراء عملية استبدال جزئية اوكلية وكان لعطل الطبلة الكهربائية Electric Card واستهلاك العجلات Rollers Wearing الاثر الاكبر في انخفاض كفاءة اداء آلات خط الانتاج، حيث ادى العطل الاول الى خسارة يومية قدرها (٤ – ٥) محرك مضخة ، في حين بلغت الخسارة اليومية الناشئة عن استهلاك العجلات مايقارب (٢ – ٣) محرك مضخة ويعود ذلك الى استهلاك وقدم العمر التشغيلي لبعض اجزاء الالتين المستخدمتين بالخط منذ عام ١٩٨٠ والى تحميل الآلات بجداول انتاج تفوق طاقتها التصميمية.

الجدول (٢)

نسب الكفاية والاستغلال مقدار الخسارة اليومية الاجمالية في معمل مضخات الماء

ت	البيانات	عدد العطلات او التوقفات	نسب الكفاية والاستغلال	الخسارة اليومية محرك مضخة
١	العطلات والتوقفات الادارية	١١٤	–	٣٤,٤٩
٢	العطلات والتوقفات التقنية	١٠٤	–	١١,٤٦
٣	نسبة الكفاية الادارية المتاحة (نتيجة العطلات والتوقفات الادارية)	–	٩٨,١٢	–
٤	نسبة الكفاية التقنية المتاحة (نتيجة العطلات والتوقفات التقنية)	–	٩٨,٩٣	–
٥	نسبة الكفاية الاجمالية المتاحة (٣×٤)	–	٩٧,٠٧	–
٦	نسب استغلال الطاقة الممكن تحقيقها (نتيجة العوامل غير المنظورة)	–	٧٠,٩٩	٤٣٧,٨٢
٧	نسبة استغلال الطاقة المتاحة والتصميمية (٥×٦)	–	٦٨,٩٢	–
	الاجمالي	٢١٨	–	٤٨٣,٧٧

ملاحظة : اعتمدت نتائج الحاسبة (البرنامج) الموضحة في الجدول (٣) في اعداد هذا الجدول

جدول (٣)

التقرير الشامل لكفاية اداء معمل مضخات الماء

Establishment : State Electrical Industries			
Factory : Main Factory			
Line or Section : Winding and Insulation			Date : 03/01/80
FILE ; NOV << Overall Performance >>			20/11/00 - 21/12/00
Operation Data :			
Total Production During Period			28940.00 Stator
Present Rated Capacity / Hr			170.00 Stator
Design Rated Capacity / Hr			170.00 Stator
Average Planned Working Hours / Day		8.00 Hr	
Total Planned Working Days / Period		27 Day	
Time Utilization :			
Total Planned Working Hours		216.00 Hr	
Total Actual Working Hours		247.00 Hr	
Total Overtime During The Period		31.00 Hr	
Number of Stoppages During Period	218		
System Availability :			
Technology Availability		98.93 %	
Non - Technology Availability		98.12 %	
Overall System Availability		97.07 %	
Production Rate Evaluation :			
Possible Production Rate / Hr			162.02 Stator
Achieved Production Rate / Hr			117.17 Stator
Production Losses / Day			437.82 Stator
System Utilization :			
Utilization Of The Possible Production Rate		70.99 %	
Utilization Of Present Rated Capacity		68.92 %	
Utilization Of The Design Rated Capacity		68.92 %	

ثالثاً : – مؤشرات استغلال الطاقة الانتاجية

يوضح الجدولان (٢) و(٣) تعرض آلات اللف الى (١١٤) عطلاً او توقفاً ادارياً نتج عنه انخفاض في كفاءة الاداء الاداري الى (٩٨,١٢٪) وخسارة يومية تقارب (٣٤–٣٥) محرك مضخة ، اضافة الى (١٠٤) توقف او عطل تقني نتج عنها انخفاض في كفاءة الاداء التقنية الى (٩٨,٩٣٪) مع فقدان مايقارب (١١–١٢) محرك مضخة يومياً . وبذلك فأن مجموع العطلات والتوقفات يبلغ (٢١٨) عطلاً او توقفاً سبب انخفاضاً في نسبة الانتفاع الممكن تحقيقه الى (٩٧,٠٧) مع فقدان (٤٥–٤٦) محرك مضخة يومياً .

ورغم الاخذ بالاعتبار معظم العوامل الادارية والتقنية ، غير ان استغلال الطاقة المتاحة والتصميمية انخفض الى (٦٨,٩٢٪) ، مما يستدل منه على ان تأثير العوامل غير المنظورة على انتاجية الخط بلغت (٢٨,١٥٪) وهو الفرق بين نسبة الكفاية الاجمالية المتاحة وبين نسبة استغلال الطاقة المتاحة والتصميمية .

وقد شكلت خسارة يومية تقارب (٤٣٧–٤٣٨) محرك مضخة ماء . وهي تفوق الخسارة اليومية الناتجة عن العطلات والتوقفات التي تعرض لها خط الانتاج والتي تراوحت بين (٤٥–٤٦) محرك مضخة يومياً ، مما يدعوا الى البحث عن اسبابها وتشخيصها بدقة لغرض تحديد العوامل التي تقف وراء ذلك .

وقد تبين من خلال الاطلاع الميداني ان الاسباب تعود الى :

١ . ارتفاع كمية المضخات المرفوضة (غير المطابقة للمواصفات) اثناء مراحل التصنيع والتي تعود الى :

أ . استهلاك اجزاء رئيسية من الآلات نتيجة استمرار التشغيل لثلاث وجبات عمل ، اضافة الى السرعة العالية التي تعمل بها آلات المعمل .

ب . سوء عمليات النقل الداخلي لبعض المواد كالاسلاك التي تدحرج على الارض عند نقلها ، مما يؤدي الى تلفها الذي يظهر في مراحل الانتاج المتقدمة .

ج . رداءة نوعية الاسلاك المستخدمة ، ودرجة دقة تصنيع الابر ومجموعة الشد وتكرار تغييرها اثناء الانتاج مما يؤدي الى تلف المنتوج وانخفاض كفاءة اداء الآلات نتيجة الوقت الضائع .

٢ . رغم ان مايقارب (٢٥٠) محرك مضخة تعتبر كخزين احتياطي ، لم يحسب ضمن كمية الانتاج اليومية ، فقد ظهرت هذه الكمية على انها خسارة غير منظورة وهي ليست كذلك .

النتائج

اتضح من خلال مؤشرات ونتائج التقارير التي شخصها نظام ARES انخفاض نسب كفاءة الاداء المتاحة ونسب استغلال الطاقة الانتاجية . وكما يلي

١ . انخفاض الكفاءة الادارية المتاحة مقارنة بالكفاءة التقنية المتاحة ، مما يعني تأثير العوامل الادارية (الصيانة والقوى العاملة ، وموادالانتاج ومستلزمات وظروف التشغيل) التي سببت التوقفات والعطلات .

٢. يعد مؤشر الطاقة الممكن تحقيقها ، المعيار الاساسي لقياس كفاءة الاداء ، كونه يحدد مقدار الطاقة الممكن تحقيقها بعد الاخذ بالاعتبار كافة العطلات والتوقفات الادارية والتقنية التي يتعرض لها خط الانتاج ، وقد انخفض هذا المؤشر في صناعة مضخات الماء نتيجة العديد من العوامل غير المنظورة.

ان تأثير العوامل الادارية قد سبب العديد من العطلات والتوقفات ، مما ادى الى تراجع كفاءة الاداء المتاحة ، في حين تأثرت كفاءة الاداء التقنية التي نجم عنها جملة من العطلات والتوقفات التقنية ، الامر الذي نتج عنه انخفاض الكفاءة الاجمالية المتاحة (نسبة الانتفاع الممكن تحقيقه) ، غير ان انخفاض نسبة الاستغلال الفعلية للطاقة المتاحة والتصميمية في مصنع المضخات عكس ضعف امكانية تحقيق نسبة الانتفاع الممكن تحقيقه لوجود عوامل اخرى غير منظورة كتأثير نسبة التلف وسرعة الآلة على كفاءة الاداء مما ادى الى ارتفاع خسارة الانتاج اليومية ، كل ذلك يثبت صحة فرضية البحث.

التوصيات

ادناه اهم التوصيات لرفع مستوى كفاءة الاداء الانتاجية.

اولاً : الصيانة

أ. يمكن اعتماد مؤشر متوسط الوقت بين عطلين متتاليين MTBF لبرمجة اعمال الصيانة وذلك عن طريق صيانة العطلات ذات متوسط الوقت MTBF المتقارب في آن واحد لضمان تقليل العطلات والتوقفات الفجائية خلال فترة التشغيل اللاحقة ، وبالتالي تحسين كفاءة اداء خط الانتاج. ويمكن متابعة ذلك من خلال مؤشر متوسط فترة التوقف MDT ، فحينما ينخفض MDT ويرتفع MTBF ترتفع كفاءة الاداء ، ومن ثم تنخفض خسارة الانتاج اليومية وبالعكس.

ب. من الضروري قيام ادارة الصيانة بمهمة تخطيط وتهيئة مستلزمات الصيانة الوقائية والعلاجية معاً ، بينما يعهد الى ادارة الانتاج الواجبات المتعلقة بتزييت وتشحيم وتنظيف الآلات ، ومعالجة بعض العطلات البسيطة التي تتطلب خبرة فنية متقدمة.

ج. اعتماد نظام صيانة متكامل يتضمن معلومات فنية واقتصادية خاصة بتاريخ حياة الآلة ، الى جانب المعلومات التشغيلية التي يمكن الحصول عليها من خلال المؤشرات التي يفرزها نظام ARES كمعدل العطل FR ونوعه ومقدار خسارة الانتاج اليومية التي يسببها اضافة الى كفاية الاداء المتاحة وبالنسبة لكل آلة.

ثانياً : القوى العاملة

أ. يمكن اعتماد التدريب لدى الشركة المصنعة كأساس في اكتساب المهارة الخاصة بكيفية تشغيل وصيانة الآلات المشتراة. الى جانب الاستفادة من الامكانيات والفرص التطويرية الداخلية

والخارجية. مع ضرورة تخصيص المبالغ اللازمة للتدريب في الموازنة التخطيطية للمنشأة.

ب. توفير تعليمات تشغيل واضحة، وتزويد المشتغلين بأدلة الصيانة الوقائية.

ج. تقدير احتياجات المعمل من الايدي العاملة لفترة زمنية مناسبة واعادة توزيعها حسب متطلبات العمل.

ثالثاً: مواد الانتاج

يمكن معالجة النقص في المواد، اضافة الى انخفاض مستوى نوعيتها، من خلال مايأتي:

أ. ان محدودية ومستوى نوعية مامتوفر محلياً جعل الاستعانة بالمصادر الخارجية امراً لامفر منه خصوصاً العربية منها عن طريق دراسة مدى توفر المواد الجيدة في الاقطار العربية وامكانية استيرادها في ظل الظروف الاعتيادية.

ب. توفير عربات النقل الداخلي والمناولة الملائمة لطبيعة المواد المنقولة، من اجل تخفيض نسب تلف اسلاك اللف اثناء عملية النقل الداخلي.

رابعاً: مستلزمات وظروف التشغيل

يعد تحسين مستوى هذا العامل من العناصر الاساسية في عملية المحافظة على كفاءة الاداء ويمكن تحقيق ذلك من خلال مايأتي:

أ. ينبغي الاستفادة من المولدات الكهربائية الموجودة في المنشأة، في حالة انقطاع التيار الكهربائي الرئيسي.

ب. اجراء عملية تنظيف اقسام الانتاج اسبوعياً وبعد اوقات العمل.

ج. تخفيض السرعة التي تعمل بها آلات المعمل لغرض تقليص عدد العطلات والتوقفات التي تتعرض لها ومن ثم زيادة انتاجيتها.

خامساً: التصنيع

أ. الاهتمام بالتصنيع الامثل والاقتصادي للمواد الاحتياطية وتطويرها لتلائم التشغيل المحلي، وذلك بمراعاة مايأتي:

أ. تضمين عقود شراء الآلات مستقبلاً قوائم بالمواد الاحتياطية المهمة وتجهيزها مع الآلات المشتراة اضافة الى الاتفاق على استمرار التجهيز بالكميات المطلوبة ولفترة معقولة.

ب. يمكن من خلال التقرير التفصيلي لنظام ARES متابعة استخدام المواد الاحتياطية على ضوء انواع العطلات التي تتطلب تغيير بعض الاجزاء، ومن ثم اعداد خلاصة بعد فترة زمنية معينة عن عدد وانواع الاجزاء التي تم تبديلها بالنسبة لكل آلة ليتسنى توفير الكمية المناسبة منها، من خلال اعادة النظر بالحدود الموضوعة لهذه الاجزاء.

سادساً : العمر الانتاجي للآلة

أ. استخدام اجهزة الفحص المتقدمة لتشخيص الحالة الفنية للآلات ومحاولة تلافي العطلات قبل حدوثها ، لما يترتب على ذلك من تأثير على كلفة الانتاج ونوعيته .

ب. تهيئة برنامج علمي للأستبدال يستند الى المعلومات التي تتضمنها بطاقة حياة الآلة . بجانب الاستفادة من مؤشر معدل العطل FR الذي يفرزه نظام ARES في تخطيط عملية الاستبدال فعندما تكون الآلة في فترة التشغيل التجريبي ، قد يرتفع معدل العطل مما يؤشر وجود اخطاء في التصميم او التصنيع او التركيب تستدعي استبدالاً جزئياً للأجزاء العاطلة للمحافظة على مستوى الاعتمادية المطلوب . بينما يتطلب معدل العطل المرتفع اعادة تأهيل او اجراء الصيانة الشاملة للآلة التي تكون قد مضت فترة طويلة على تشغيلها ، في حالة وجود جدوى من استمرار عملها ، او قد تستبدل كلياً .

سابعاً : مؤشرات الانتاج والانتاجية

أ. استخدام الانظمة المتطورة بأستخدام الحاسوب في تقييم كفاية الاداء وخاصة نظام ARES لما يفرزه من مؤشرات موضوعية يمكن من خلالها التوصل الى معدلات اداء كل عنصر من عناصر الانتاج وبالتالي تحديد الثغرات والمعوقات لتلافيها مستقبلاً والابتعاد عن المؤشرات المظللة والمتداخلة التي لاتمثل نتائجها الصورة الحقيقية لواقع الحال .

ب. تغليب معايير الاداء الحديثة على المعايير المستخدمة حالياً ، مع اعتماد مؤشر الطاقة الممكن تحقيقها كمعيار لقياس كفاية الاداء بشكل سليم وعدم الانسياق مع المؤشرات التخطيطية التي تغفل حقيقة الاستخدام الامثل للطاقات المتاحة .

ج. تهيئة منهاج للتوقف الدوري لتنفيذ اعمال الصيانة ، ومراعاة انسجام ذلك مع متطلبات الانتاج ومنح الصلاحيات اللازمة لذلك . اضافة الى محاولة الاستفادة من العطل الرسمية لتنفيذ اجراءات الصيانة الوقائية وخاصة فيما يتعلق ببرامج التزييت والتشحيم الدورية .

د. اعتماد مؤشر الكلفة كأداة رئيسية في تقييم فاعلية الصيانة والتخطيط لها مستقبلاً الى جانب المؤشرات التي يعتمدها نظام ARES وخاصة مؤشر متوسط الوقت بين عطلين متتالين MTBF . ويمكن تحقيق ذلك بأعداد تقرير شهري عن كلفة الصيانة مبوبة على اساس كلفة العمل والمواد ، وكلفة توقف الآلة وخسارة الانتاج ، اضافة الى الكلفة غير المباشرة ولكل نوع من انواع الصيانة بعد تضمين هذه الكلف لنماذج اوامر العمل .

مصادر البحث

أ. العربية

١. البحث مستل من رسالة ماجستير في ادارة الاعمال مقدمة الى كلية الادارة والاقتصاد بالجامعة المستنصرية الموسومة تقييم كفاية اداء خط الانتاج في المنشأة العامة للصناعات الكهربائية ، ١٩٩١ .

٢. فوزي بهجت النقاش ، استخدام هندسة دقة الاداء في برمجة الصيانة ، بغداد ، المكتب العربي للاستشارات والتطوير الاداري ، ١٩٩٠ .

٣. نجيب ايوب اسطيفو ، وفوزي بهجت النقاش ، نظام ARES لتقييم كفاءة الاداء الفنية للخطوط الانتاجية ، الجامعة التكنولوجية ، مركز الانتاجية ، وقائع الندوة العلمية للانتاجية ، بغداد ، ١٩٨٨ .

٤. هاني عبدالجلال يونس ، الخطة المثلى للصيانة والتصليح ، الكلية الفنية العسكرية ، ١٩٨٥ .

ب. الانكليزية

5. Bustamante, A. Saiz, Fundementals of Reliability Theory, edited by Amendola, Aniello, and Bustamante, Reliability Engineering. N.Y. Kluwer Academic Publishers, 1988.

6. Delmar, Donald, Operations & Industrial Management N.Y, McGraw—Hill Inc, 1981.

7. Juran, J.M. & Gryna Frank M., Quality Planning 2nd. Ed. N.Y, McGraw—Hill Inc, 1980.

8. Martz, Harry F., & Waller Ray A., Bayesian Reliability Analysis, N.Y, John Wiley & Sons Inc 1982.