

دور جودة أداء الصيانة في إتاحة المكين الإنتاجية⁺

- دراسة حالة في شركة الصناعات الجلدية -

THE ROLE OF MAINTENANCE PERFORMANCE QUALITY (CASE STUDY) IN AVAILABILITY OF PRODUCTIVE MACHINES

د. غسان قاسم داود اللامي*

المستخلص

يهدف البحث إلى تطبيق أسس عملية لقياس جودة أداء الصيانة والتي تعمل على أساسها المنظمات الصناعية في تشخيص إتاحة مكينها ومعداتها لأداء عملياتها الإنتاجية بشكل متميز، واختير معمل إنتاج الأحذية التابع لشركة الصناعات الجلدية في بغداد ميداناً لتقييم مؤشرات الصيانة والمسار التشغيلي في هذا المعمل.

Abstract

This research aims to apply the practical principles to measure maintenance performance quality that the industrial organizations work on to diagnose their machines and equipment availability in order to perform their productive processes excellently . The leather shoe factory which belong to the Leather Manufacturing Company in Baghdad has been selected to make an assessment of the maintenance indicators and operating path in this factory .

المقدمة

تعد الصيانة نشاطاً حيوياً يضمن سير المسار الإنتاجي عن طريق المحافظة على المكين وتقليل العطلات والتوقفات إلى أدنى حد ممكن في مختلف المنظمات الصناعية مما تلزمها بضرورة تطبيق أسس عملية لقياس جودة أداء عمليات الصيانة فيها لذا يسعى هذا البحث لتشخيص دور هذا النشاط في تحديد المكين الإنتاجية من خلال تطبيق المؤشرات الحقيقية بعدد أوقات العطلات وتصليح كل مكنة وتحليل العلاقات فيما بينها.

جرى تطبيق البحث في معمل إنتاج الأحذية التابع لشركة الصناعات الجلدية، إذ يتضمن أربع فقرات (مباحث) رئيسية يشتمل الأول منهجية البحث من حيث المشكلة والأهداف والفرضية الأساسية وأساليب جمع وتحليل البيانات، وكرس المبحث الثاني إلى الإطار النظري للموضوع، بينما خصص المبحث الثالث إلى

⁺تاريخ استلام البحث ٢٠٠٤/٥/٢٣ تاريخ قبول النشر ٢٠٠٥/٥/٩

*أستاذ / الكلية التقنية الإدارية

تحليل البيانات الفعلية لاشتغال وتوقف المكائن الإنتاجية وتقويم أداء الصيانة وتحديد اتاحية المسار الإنتاجي لأداء العمليات في هذا المعمل، وتناول المبحث الرابع جملة استنتاجات وتوصيات.

الجانب النظري منهجية البحث أولاً / مشكلة البحث

تتمحور مشكلة البحث في مجالين معرفي وتطبيقي، فعلى صعيد المعرفة أشارت الأدبيات والدراسات المتخصصة في إدارة الإنتاج والعمليات إلى محدودية المعطيات والمساهمات النظرية بأداء الصيانة، ويستدل على ذلك الدعوات التي أطلقها كل من [1] [2] لضرورة تقييم أداء هذه الفعالية الحيوية لتشخيص مواطن القوة والضعف فيها وصولاً إلى تحقيق أحد الأبعاد الأساسية لجودة الصيانة، وما تنبثق عنها من معولية (Reliability) المكنان والمعدات، وقدرات أو قابليات المنظمة لصيانتها بغية تحسين أداء عملياتها. وتمتد تلك المشكلة إلى الميادين العملية إذ تنقر الدراسات إلى أمكانية تطبيق مؤشرات علمية لقياس اتاحية (Availability) وقدره المعدات الإنتاجية لإنتاج منتوجات ذات جودة مطابقة (Conformance) للمواصفات المطلوبة .

وتستحوذ طبيعة هذه المشكلة ذات الاهتمام في البيئة الصناعية العراقية، إذ أشارت نتائج بعض الدراسات أمثال [3], [4], [5] إلى عدم اعتماد المنظمات الصناعية على قياس أداء عمليات الصيانة وتقدير معولية المكنان الإنتاجية ومدى اتاحتها للتشغيل والإنتاج، واستطاع الباحث التحقق من معالم هذه المشكلة خلال معايشته الميدانية في شركة الصناعات الجلدية (في بغداد) حيث تمتلك مكنان ومعدات أنتاج ملائمة، إلا أنها تعاني من ضعف تطبيق مؤشرات تقييم جودة أداء الصيانة فيها بغية تحديد نسب اتاحية مكنان الإنتاج لأداء العمليات المطلوبة.

وعلى هذا الأساس يتحدد نطاق مشكلة البحث بإثارة التساؤلات البحثية الآتية:-

- 1- هل يمكن تطبيق وتبني مؤشر عملي في المعمل المبحوث لقياس اتاحية المكنان الإنتاجية التي تستند على مؤشرات أداء الصيانة فيه؟
- 2- ما هي القدرات الفعلية للمعمل في تخفيض حالات العطلات للمكنان وزيادة أوقات التشغيل وتطوير مسارها الإنتاجي؟
- 3- ما هي نسب سرعة وقت إصلاح المكنان عند عطلها أو توقفها لأغراض الصيانة؟

ثانياً / أهداف البحث

تنبثق الأهداف الرئيسة للبحث بالآتي:-

- 1- تسليط الضوء على المؤشرات الحديثة في تقييم أداء عمليات الصيانة في المنظمات الصناعية وبما يزيد من الخصائص التشغيلية للمكنان و المعدات الإنتاجية فيها.
- 2- تاشير مستويات تطور نسب اتاحية المكنان في شركة الصناعات الجلدية (معمل إنتاج الأحذية).
- 3- تحليل العلاقات بين اتاحية المكنان الإنتاجية ومؤشرات متوسط الوقت بين عطلات المكنان ومتوسط وقت الإصلاح لتقييم جودة أداء الصيانة في المعمل المذكور.

ثالثاً / فرضية البحث

انساقاً مع تحقيق أهداف البحث، صيغت الفرضية الأساسية الآتية " تتحدد أتاحية المكائن الإنتاجية وفقاً لعلاقتها المعنوية بجودة أداء عمليات الصيانة متمثلة بمؤشري متوسط الوقت بين عطلين، والوقت اللازم لإصلاح المكائن والمعدات "

رابعاً / الحدود المكانية والزمانية للبحث

اختيرت شركة الصناعات الجلدية ميداناً ومجتمعاً للبحث لدورها المتميز في إنتاج منتجات لمختلف شرائح المجتمع فضلاً عن كونها من الصناعات الرائدة في وطننا. وانصبّت مؤشرات الدراسة الميدانية على معمل إنتاج الأحذية في هذه الشركة لاعتباره من المعامل الأساسية في الشركة والذي حقق نتائج متميزة وحصل على جوائز (ISO) وحددت فترة الدراسة بمدة زمنية من 1/1 لغاية 2002/12/31

خامساً / أساليب جمع وتحليل البيانات

بهدف الحصول على البيانات اللازمة التي تساعد في تنفيذ أهداف البحث، والوصول إلى النتائج اتبعت الأساليب الآتية:

- 1 - المعايشة الميدانية ، المقابلات المستمرة لمهندسي ومختلف العاملين في خطوط الإنتاج والصيانة للشركة خلال شهري آب وأيلول من عام ٢٠٠٢ بهدف التعرف على مسار الإنتاج ونشاط الصيانة في الشركة .
- 2 - تطبيق المؤشرات الكمية الملانمة لطبيعة البيانات والمؤشرات المتاحة التي يمكن الاستدلال عليها في تحليل النتائج وهي :-

عدد ساعات الاشتغال الفعلية

متوسط الوقت بين عطلين = $\frac{\text{عدد ساعات الاشتغال الفعلية}}{\text{عدد العطلات في المكائن}}$

مجموع وقت التصليح

متوسط وقت إصلاح المكائن = $\frac{\text{مجموع وقت التصليح}}{\text{عدد حالات إصلاح المكائن}}$

متوسط الوقت بين عطلين

اتاحية المكائن = $\frac{\text{متوسط الوقت بين عطلين} + \text{متوسط وقت إصلاح المكائن}}{\text{متوسط الوقت بين عطلين}}$

3- استخدام المعالجات الإحصائية التي تساهم في تحليل الجانب التطبيقي وهي:

- النسبة المئوية

- معامل ارتباط بيرسون (Person) لقياس العلاقات بين متغيرات ومؤشرات البحث المذكور في الفقرة (٢) أعلاه.

- اختبار T (T-Test) لمعرفة مستوى معنوية العلاقات وتأكيد لاختبار فرضية البحث .

الإطار النظري

أولا / الصيانة: المفهوم، والأهمية، والأنواع

يبدو للوهلة الأولى عند مراجعة أدبيات إدارة الإنتاج والعمليات ظهور اتفاق ظاهري لتحديد مفهوم الصيانة بعده نشاط حيوي يساهم في زيادة الاستخدام الفاعل للأجهزة والمعدات الإنتاجية في مختلف المنظمات الصناعية بغية تعزيز جودة منتجاتها والتميز في أدائها، وبالرغم من الأهمية المتزايدة لهذا الموضوع الآن التعدد و التباين في آراء الباحثين والمهتمين قاد إلى بزوغ مفاهيم وأفكار جديدة للصيانة إذ ينظر كل من [1] أنها جميع الإجراءات التي من شأنها المحافظة على المعدات في حالة صالحة للعمل بغية تحقيق الأداء المتوقع والجودة العالية [1] ويؤيد آخرون هذا المفهوم عند تعريفهم للصيانة بأنها الفعالية التي تستخدمها المنظمات في محاولة لتجاوز العطلات عن طريق الاهتمام بتسهيلاتها المادية والتي تحتل دوراً حيوياً في إنتاج السلع وتقديم الخدمات [2] ويعرفها (Buffa) بالوظيفة التي تلعب دوراً أساسياً في المحافظة على عمل المكائن بصورة فعالة بغية المحافظة على معايير الإنتاج متمثلة بالجودة والكمية والكلفة [6] . وضمن هذا المفهوم يعطي (Evans) تعريفاً آخر يسميها بالصيانة الإنتاجية الفعالة Total Productivity Maintenance (TPM) التي تهتم بالمحافظة على وظيفة المكائن بغية تقديم الأداء المطلوب وتحقيق الجودة المتوقعة للمنتج وزيادة المعولية (Reliability) وخفض حالات الفشل أو العطلات في المكائن الإنتاجية. وبهذا المفهوم تهتم الصيانة بجميع الإجراءات التي من شأنها المحافظة على معولية النظام في المكائن وتعزيز سرعة تسليم المنتج [7] .

وتتجلى الأهمية الإستراتيجية للصيانة في وقاية المنظمة من عطلات المكائن والمعدات التي تؤثر على عملياتها وسمعتها وربحيتها، إذ يؤدي حدوث العطل إلى إخفاق كبير في جودة وكميات الإنتاج. وتتدهور العملية الإنتاجية عندما يضعف أداء الصيانة والذي يؤثر سلباً في استغلال الطاقات المتاحة و تساهم الصيانة الجديدة في ضمان تدفق المسار الإنتاجي وتحقيق المخرجات بالموصفات المطلوبة والتميز في أداء المنظمة [1] وعلى هذا الأساس ، تحقق الصيانة جملة منافع منها : [2] , [3]

- 1- تعزيز ألمان : تؤدي الصيانة الجيدة إلى ضمان سلامة مستخدمي المكائن من خلال تقليص المخاطر الناتجة عنها.
- 2- زيادة معولية النظام أو المكائن عن طريق تقليل الوقت الضائع في مسار خط الإنتاج وتقليل العطلات وتخفيض الانحرافات في معدلات الإنتاج .
- 3- المساهمة في خلق الجودة العالية إذ تؤدي الصيانة الضعيفة للمعدات إلى تخفيض الأداء وفق المعايير المحددة .
- 4- تخفيض تكاليف التشغيل عن طريق زيادة مستوى كفاءة المكائن والمعدات وتقليل أوقات العطلات ومعالجتها.
- 5- إطالة عمر الموجودات عن طريق تقليل المشاكل والاختناقات التي تحدث في العمليات والمحافظة عليها من التقادم.
- 6- تساهم الصيانة الجيدة في تحقيق قيمة سوقية عالية للمكائن عند بيعها في السوق .

- وتصنف الصيانة على عدة أنواع : [2],[3] .
- أ- الصيانة الظرفية: وتحدد عند حاجة المعدات إليها، وتتكون من إجراءات الفحص والتفتيش والمراقبة المستمرة للمكائن.
- ب- التصميم لأجل الصيانة: ويقصد بها تصميم الأجزاء التي تحتاج إلى تبديل وصيانة للمساهمة في زيادة معولية أداء التسهيلات.
- ج- الصيانة المرتكزة على المعولية: أي تحديد ما يجب عمله لضمان استمرار عمل المكائن بأدنى حد من التوقفات جراء الاهتمام بتوفر معولية عالية للمكائن والعمل على إيقاف أسباب حدوث العطلات.
- د- الصيانة الإنتاجية الشاملة عن طريق المشاركة الجماعية بين مختلف أقسام المنظمة الإنتاجية لتحسين جودة المكائن وتقليل الضياعات والتكاليف.
- هـ- الصيانة العلاجية: وتسمى أيضاً بصيانة العطلات، أي تصليح المكائن عند حدوث العطلات على أساس الأسبقية والطوارئ [1] .
- و- الصيانة الوقائية: وهي عبارة عن عمل مبرمج ومنظم للكشف عن المعوقات التي تحدث في الماكنة أو في النظام [8]

ثانياً / مقاييس جودة أداء عمليات الصيانة:

أولت الدراسات والأدبيات موضوع الجودة جل اهتمامها حتى أصبحت عنصراً جوهرياً في مختلف المنظمات لتشمل كافة فعاليتها بغية المساهمة في تحقيق ميزتها التنافسية وأهدافها الإستراتيجية [9] وتعني الجودة بقاء العمل بشكل صحيح (Doing Things Right) [2] وتساهم الصيانة بعدها احدى النشاطات الحيوية في تحقيق أعلى مستوى ممكن من جودة المنتج أو الخدمة التي تمكن من تلبية حاجات ورغبات الزبائن ، حيث تستجيب الجودة العالية لعمليات الصيانة إلى حاجات الأنظمة التشغيلية التي تركز على الوظائف العالية للمكائن والمعدات عن طريق زيادة اتاحتها Availability ومعوليتها Reliability التي تمثل بمجموعها ابعاد أساسية لتحقيق الجودة وأهداف رئيسة لتحقيق جودة عمليات الصيانة التي تساهم في زيادة الوقت التشغيلي المتاح للمكائن والمعدات ، لذا لا بد الاعتماد على عدة مؤشرات لقياس أداء جودة الصيانة وأهمها :—

١ - متوسط الوقت بين العطلات (MTBF) Mean Time Between Failures

- تكون العلاقة وثيقة بين الصيانة والعطلات، وتقوم على أساس منع أو تقليل أو إنهاء العطلات والعيوب والتي تقسم على مجموعتين: [10]
- أ- عيوب تتعلق بالعمليات التشغيلية ومنها عدم المطابقة لمواصفات المواد الأولية وتقدم المكائن والمعدات وعدم أفضاع الشروط التشغيلية ومستويات التحميل الطبيعية .
- ب- عيوب تتعلق بعمليات الصيانة ومنها عدم مطابقة المواصفات للمواد الاحتياطية المستخدمة وأخطاء في تنفيذ عمليات الصيانة .

يعد (MTBF) مؤشراً هاماً لقياس جودة أداء الصيانة حيث يقيس متوسط الوقت بين العطلات التي تحدث في الماكينة أو أحد أجزائها القابلة للتصليح ، ويحتسب وفق الصيغة الآتية : [1] و [2]

$$\text{متوسط الوقت بين عطلين متتاليين} = \frac{\text{مدة التشغيل (الوقت الكلي - وقت عدم التشغيل)}}{\text{عدد العطلات}}$$

ويدل ارتفاع (MTBF) على الكفاءة المتاحة للآلات والأجهزة في إنتاج منتوجات بالكميات والجودة المطلوبة، وبالتالي يعد مؤشراً أساسياً لقياس أداء الصيانة [11] .

2- متوسط وقت التصليح (MTTR) Mean Time to Repair

وهو متوسط الوقت اللازم لتصليح الماكينة أو أجزائها بعد حدوث العطل ، ويقاس وفق المعادلة الآتية [١٢]، [١٣].

$$\text{متوسط وقت التصليح} = \frac{\text{مجموع أوقات التصليح}}{\text{عدد حالات الاصلاح}}$$

وبعد (MTTR) مقياساً للقدرة على الصيانة (Maintainability) وعامل مهم لأداء المسار الإنتاجي .

3- إتاحة (Availability) الماكائن والمعدات .

وهي عبارة عن الدرجة التي تكون فيها العمليات التشغيلية جاهزة للعمل ، وتعتبر عنها بنسبة متوسط الوقت بين العطلات (MTBF) إلى مجموع (MTBF) مضاف إليه متوسط وقت التصليح (MTTF) أي [١٢].

$$\text{Availability} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

تتناسب الإتاحة طردياً مع كفاءة الماكائن وأداء ملاك الصيانة لواجباته ، فهي مقياس شامل يقيس فاعلية المعدات الإنتاجية ، وتعتمد زيادة هذا المؤشر على خيارين هما [2] , [11].

- زيادة متوسط الوقت بين العطلات .
- تخفيض وقت متوسط التصليح.

وتقترب نسبة إتاحة الماكائن إلى 100 % كلما يكن (MTBF) أطول ، وكلما تسرع المنظمة في إصلاح الماكائن أو ينخفض مؤشر (MTTR) عليه تعتمد زيادة إتاحة الماكائن والمعدات على :

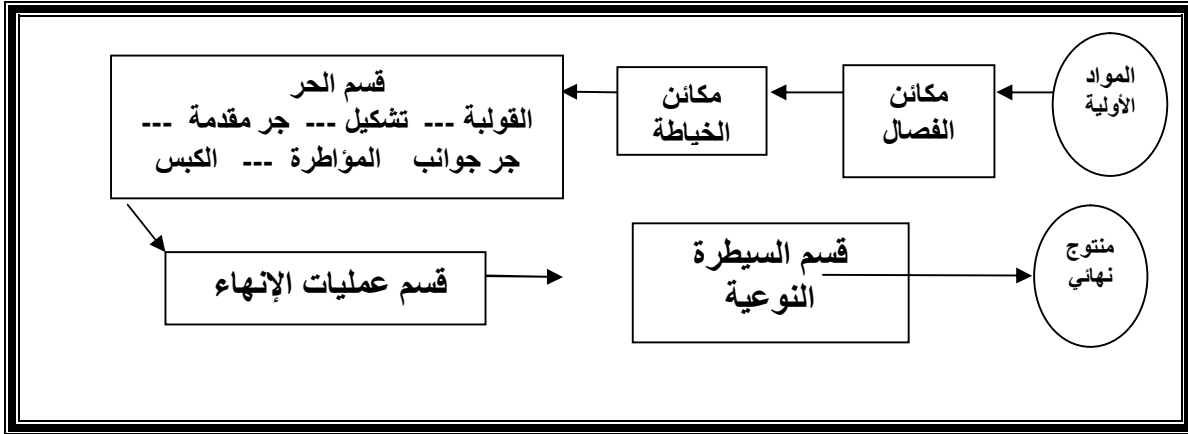
- معالجة العطلات وتعني أطالة الوقت التشغيلي بين عطل وأخر .
- السرعة التي تعاد فيها الماكينة للعمل .

تحليل الجانب العملي (التطبيقي)

تناول هذا المبحث نتائج تطبيق مؤشرات قياس أداء عمليات الصيانة بغية تحديد مستويات إتاحة الماكائن الإنتاجية في المعمل المبحوث ، استناداً إلى البيانات الفعلية عن واقع الأداء التشغيلي لمسار الإنتاج والتي استخرج بموجبها مؤشري متوسط الوقت بين عطلين ، ومتوسط الوقت لإصلاح الماكائن عند حدوث العطلات فيها . فضلاً عن تحليل العلاقات لكل منهما بمستوى الإتاحة ليتسنى اختيار فرضية البحث .

أولاً / المسلك التكنولوجي لخط الإنتاج في معمل أنتاج الأحذية الجلدية

يشتمل المسلك التكنولوجي للمعمل خمسة أقسام رئيسة هي الفصل والخياطة والجر وعمليات الإنهاء والسيطرة النوعية ، إذ يتكون كل قسم من مجموعة مكائن إنتاجية ، ويوضح الشكل (1) المسار التكنولوجي للإنتاج في هذا المعمل :



شكل (1): المسار التكنولوجي لمعمل إنتاج الأحذية

ثانياً / تحليل البيانات الفعلية لاشتغال وتوقف وصيانة المكائن الإنتاجية في المعمل

تضمنت هذه البيانات بشكل أساس الأوقات الفعلية لاشتغال المكائن وأوقات إصلاح عطلات المكائن وأعداد العطلات والتوقفات ، إذ اعتمدت حالات العطلات (الفشل) الميكانيكية والكهربائية واستبعدت العطلات الأخرى المتمثلة بالإجراءات الإدارية والتنظيمية وكما يوضحه الجدول (1).

ت	الماكينة الانتاجية	عدد العطلات	مجموع أوقات التوقف (ساعة)	مجموع ساعات التشغيل	أوقات مجموع (اصلاح المكين (ساعة)	MTBF	MTTR	MTBF + MTTR	الاتاحية
1	ماكينة قص وجه عدد (٦)	1740	580	1740	290	1	0.17	1.17	0.85
2	ماكينة لويس عدد(٢)	1160	580	1740	290	1.5	0.25	1.75	0.86
3	ماكينة قشط جلد (١)	290	290	2030	145	7	0.5	7.5	0.93
4	ماكينة طبع أرقام (١)	290	290	2030	145	7	0.5	7.5	0.93
5	ماكينة خياطة عالية أبرة (١٦)	8700	580	1740	290	0.2	0.03	0.23	0.87
6	ماكينة خياطة عالية أبرتين (٥)	2900	1160	1160	580	0.4	0.2	0.6	0.67
7	ماكينة خياطة ناصية زكراك (١)	580	580	1740	290	3	0.5	3.5	0.86
8	ماكينة خياطة تطواه (٣)	870	580	1740	290	2	0.33	2.33	0.86
9	ماكينة خياطة نقش الكتروني(١)	290	145	2175	72.5	7.5	0.25	7.75	0.97
10	ماكينة خياطة ناصية ترريف (١)	290	290	2030	145	7	0.5	7.5	0.93
11	ماكينة تثبيت دكمة يدوية (١)	/	/	/	/	/	/	/	/
12	كونفير خط الخياطة (٢)	580	290	2030	145	3.5	0.25	3.75	0.93
13	ماكينة نمية حرارية (١)	290	145	2175	72.5	7.5	0.25	7.75	0.97
14	ماكينة خياطة سقيفة (١)	290	290	2030	145	7	0.5	7.5	0.93
15	ماكينة طبع وهمي (١)	290	145	2175	72.5	7.5	0.25	7.75	0.97
16	ماكينة دكمة عدد (٢)	580	1160	1160	580	2	1	3	0.67
17	ماكينة صقل (١)	290	145	2175	72.5	7.5	0.25	7.75	0.97
18	ماكينة مطرقة (١)	290	145	2175	72.5	7.5	0.25	7.75	0.97
19	ماكينة قولبة مؤخرة حذاء(١)	290	580	1740	290	6	1	7	0.86
20	هيتز بخاري (١)	/	/	/	/	/	/	/	/
21	ماكينة جر مقدمة (١)	290	1160	1160	580	4	2	6	0.67
22	ماكينة جر جوانب (١)	290	580	1740	290	6	1	7	0.86
23	ماكينة جر مؤخرة (١)	290	580	1740	290	6	1	7	0.86
24	ماكينة خراطة (١)	290	580	1740	290	6	1	7	0.86
25	ماكينة أوفر حراري (٢)	290	290	2030	145	7	0.5	7.5	0.93
26	ماكينة فرششة تلميع (١)	290	290	2030	145	7	0.5	7.5	0.93
27	ماكينة كاغد جام (١)	290	290	2030	145	7	0.5	7.5	0.93
28	ماكينة ساحبة مائية (١)	290	290	2030	145	7	0.5	7.5	0.93
29	ماكينة تنظيف قالب (١)	/	/	/	/	/	/	/	/
30	ماكينة فرن حراري (١)	290	290	2030	145	7	0.5	7.5	0.93
31	ماكينة تسخين نعل (١)	290	145	2175	72.5	7.5	0.25	7.5	0.97
32	ماكينة كبس نعل (٢)	580	290	2030	145	3.5	0.25	3.75	0.93
33	ماكينة قلع قالب (١)	290	580	1740	290	6	1	7	0.86
34	ماكينة ساحبة فنش (٢)	580	290	2030	145	3.5	0.25	3.75	0.93
35	ماكينة تصميغ بستابة (١)	290	290	2030	145	7	0.5	7.5	0.93
36	ماكينة حك سيم (١)	290	290	2030	145	7	0.25	7.5	0.93
37	ماكينة كونفير خط الخياطة(١)	290	290	2030	145	7	0.5	7.5	0.93
*38	ماكينة قاذف حراري (٢)	580	290	2030	145	3.5	0.25	3.75	0.93

31.31 205.08 17.98 187.1

يظهر من الجدول (1):-

- 1- تزايد عدد العطلات بشكل كبير في مكائن الخياطة (عالية الإبرة ، والإبرتين ، وقص الأوجه ، ولويس) بسبب دور كل منها وأهميتها في إنتاج المنتج المطلوب (الجلد) والتي بلغت ، 2900 ، 1740 ، 1160 8700 عطلات طيلة عام 2002 لكل نوع من هذه المكائن وعلى التوالي وتراوحت بين 290 – 580 عطلات لبقية المكائن .
- 2- بلغت أعلى أوقات توقف (1160) ساعة لكل من مكائن خياطة عالية إبرتين ، والدكمة وجر المقدمة لدقة وتعقيدات صيانة هذه المكائن والتي تتطلب أوقات أطول لإصلاحها . بينما أنخفضت ساعات التوقف للمكائن الأخرى إذ بلغت 145 – 580 ساعة .
- 3- أثرت عدد ساعات توقف المكائن السابقة على انخفاض عدد ساعات اشتغالها والتي بلغت أيضاً 1160 ساعة (إذ احتسب إجمالي ساعات اشتغال كل ماكينة عن طريق طرح عدد ساعات التوقف من إجمالي ساعات الاشتغال الكلية في عام 2002 والبالغ 2320 ساعة^(*)) وكانت أعلى عدد ساعات لعدد كبير من المكائن 2030 ساعة في السنة .
- 4- نظراً لطبيعة ودقة عملية تشغيل مكائن الإنتاج في المعمل المبحوث والتي تتطلب أوقات معينة لإصلاحها والتي تراوحت بين 72.5 ساعة إلى 580 ساعة في المكائن المذكورة بالفقرة (2) أعلاه .

ثالثاً / تقويم أداء عمليات الصيانة وأتاحة المكائن الإنتاجية .

أستناداً لبيانات الجدول (1) ، وأعتماًداً على المعادلات والصيغ الكمية استخرج مؤشري متوسط الوقت بين عطلتين (MTBF) ومتوسط وقت لإصلاح المكائن (MTTR) فضلاً عن نسب أتاحة المكائن والمبين في جدول (1) الوارد في ملحق البحث .
ومن الجدول (1) يمكن تحليل المؤشرات الآتية:-

1- متوسط الوقت بين عطلتين (MTBF)

اثر انخفاض ساعات الاشتغال الفعلية للمكائن وتزايد عدد العطلات على انخفاض مؤشر متوسط الوقت بين عطلتين ، إذ بلغ أقل عدد من ساعات العطلات في مكائن خياطة عالية ذات الإبرة الواحدة ، والإبرتين حيث وصل إلى 0.2 ، 0.4 لكل منهما . وفي مكائن قص الأوجه ساعة واحدة لكل عطلتين ، و 1.5 ساعة فيما بين عطل وأخر لمكائن لويس ، وساعتين للعطلات في مكائن خياطة تطواه ومكائن الدكمة . إذ تشير هذه النتائج إلى ضعف معولية الاعتماد على مثل هذه المكائن بسبب تقادمها حيث بداية اشتغالها منذ عام 1980 فضلاً عن ضعف صيانتها مما أثرت في ضعف كفاءة أدائها وإنتاج المنتجات بالكميات والجودة المطلوبة وانخفاض نسب الانتفاع من طاقتها الإنتاجية والتي تراوحت بين 40 % إلى 60 % للمكائن المذكورة وكما يوضحه الجدول (2).

* إجمالي ساعات الاشتغال الكلية = 290 يوم في السنة * 8 ساعات اشتغال يومياً
= 2320 ساعة

جدول (2) : نسب الانتفاع من الطاقة الإنتاجية لمكائن المعمل في عام 2002

اسم الماكنة	سنة الاشتغال	كمية الإنتاج الفعلية (زوج)	الطاقة التصميمية (زوج)	نسبة الانتفاع من الطاقة %
قص الأوجه	1980	80	200	40%
خياطة أبرة واحدة	1980	300	500	60%
خياطة إبرتين	1980	300	500	60%
لويس	1980	300	500	60%
خياطة تطواه	1980	300	500	60%
دكمة (اليبكو)	1980	300	500	60%
دكمة (أسباني)	1982	300	500	60%

ويظهر من الجدول (1) ارتفاع متوسط بين العطلات لمكائن إنتاجية أخرى في المعمل والتي تراوحت بين ٧-٧,٥ ساعة فيما بين عطلين لكل نوع من هذه المكائن .

تؤكد هذه المؤشرات أهمية الاستثمار الأفضل لتشغيل الاجهزه والمعدات وضرورة الاعتماد على مؤشر متوسط الوقت بين عطلين في تشخيص كفاءة مسار العملية الإنتاجية وقياس معولية جودة أداء صيانة المكائن، وتتسجم كل هذه النتائج مع توجهات وأراء المهتمين بإدارة الإنتاج والعمليات أمثال [1] , [2] .

2- متوسط وقت إصلاح المكائن (MTTR)

اتساقاً مع الفقرة السابقة ونتائج الجدول (2) يظهر ان أعلى متوسط لوقت الاصلاح حدد بساعتين لكل عطل وإصلاح في ماكنة جر المقدمة حيث ارتفع مجموع ساعات اصلاح هذه الماكنة إذ بلغ (580) ساعة مدة عام 2002 بينما أقل وقت إصلاح حدد لماكنة الخياطة عالية ذات الإبرة إذ حدد (0.03) ساعة لكل عملية إصلاح ، وتذبذبت بالانخفاض والارتفاع لبقية المكائن الإنتاجية فيما بين (0.2 - 1) ساعة والتي تؤثر قابلية عمليات الصيانة في المعمل المبحوث .

3- نسب اتاحية المكائن الإنتاجية :

اعتماداً على نتائج الفقرتين الأولى والثانية، استخرجت نسب الاتاحية والمبينة في الجدول (1) السابق الذكر. إذ بلغت أقل نسبة اتاحية (0.67) لكل من مكائن خياطة عالية ذات الإبرتين ، مكائن ألكم ، وماكئة جر المقدمة . ومثل هذه النسب تعد حقيقية بسبب ارتفاع مجموع أوقات توقفات هذه المكائن فضلاً عن ارتفاع أوقات إصلاحها وصيانتها.

وترتفع هذه النسب ايضاً في مكائن أخرى إذ تراوحت بين (0.93 - 0.97) مما تؤكد تأثير انخفاض أوقات العطلات وصيانتها على ارتفاع اتاحية المكائن المبينة في الجدول (1) ، وتتسجم هذه النتائج مع آراء المهتمين أمثال [2] في امكانية ارتفاع نسب اتاحية المكائن كلما ازداد متوسط الوقت بين العطلات وانخفاض متوسط وقت إصلاح وصيانة هذه المكائن والذي يشير على سرعة الاستجابة لعمليات الصيانة وأدائها العالي.

4- تحليل العلاقات (اختبار فرضية البحث)

بعد دراسة وتحليل مؤشرات إتاحة المكائن الإنتاجية في المعمل قيد الدراسة ، تبرز مسألة مهمة تخص العلاقات بين نسب إتاحة وأداء عمليات الصيانة متمثلاً بمتوسط الوقت بين عطلين ، ومتوسط وقت إصلاح المكائن ، إذ استخدم معامل الارتباط لتبيان قوة ومعنوية العلاقات بين هذه المؤشرات ، والجدول (3) يبين نتائج تطبيق المعامل واختبار (t) لتحديد مدى معنوية كل ارتباط:

جدول (3) : نتائج تطبيق معامل ومعنوية الارتباط واختبار (t) لتحديد علاقة إتاحة المكائن بأداء الصيانة

إتاحة المكائن الإنتاجية			مؤشرات أداء الصيانة
قيمة (t) الجدولية *	قيمة (t) المحتسبة	معامل الارتباط	
2.0301	5.387	0.668	متوسط الوقت بين عطلين
2.0301-	5.208-	0.365-	متوسط وقت إصلاح المكائن

* استخرجت قيمة (t) الجدولية من جدول T وبمستوى معنوية 5 % اعتماداً على نصف القيمة الحرجة (0.025) أي الاختبار لجانين وبدرجة حرية 36

تعني نتائج الجدول (3) اختباراً حقيقياً لصحة فرضية البحث من خلال الأتي :

1- قوة العلاقة بين متوسط الوقت بين عطلين ونسب إتاحة المكائن الإنتاجية (معامل الارتباط قوي وموجب) حيث بلغ المعامل (0.668) مما يعني الارتباط الطردي بينهما ، وتعد نتيجة حقيقية للتعبير عن أي زيادة في الأوقات بين عطل وأخر في المكائن تؤدي إلى زيادة في نسب الإتاحة والعكس الصحيح ، مما تؤكد الاعتمادية (Reliability) العالية بينهما أي القدرات التشغيلية للمكائن في أداء العمليات وتعزز صحة هذه الإنتاجية ،النتيجة قيمة (t) المحتسبة إذ زادت على القيمة المؤشرة في الجدول مما تثبت صحة فرضية البحث التي مفادها معنوية العلاقة بين إتاحة المكائن ومتوسط الوقت بين عطلين أي التأثيرات الجوهرية بينهما .

2- وجود علاقة بين متوسط وقت إصلاح المكائن ونسب إتاحة المكائن إذ بلغ معامل الارتباط قيمة سالبة (-0.365) أي العلاقة العكسية بينهما ، وهذه نتيجة منطقية أخرى تثبت قدرات أداء عمليات الصيانة في إصلاح المكائن وأعادتها للإنتاج ، أي كلما نقل الأوقات المستغرقة في إصلاح وصيانة الماكينة عند عطلها تزايد نسبة إتاحة تشغيل الماكينة والعكس صحيح ، وأكدت قيمة (t) المحتسبة والتي بلغت (-15.208) صحة هذه النتيجة حيث كانت أعلى من القيمة المجدولة البالغة (-2.0301) وبذلك نتحقق من اختبار مكمل ومتربط آخر لصحة فرضية البحث التي تؤكد على العلاقة والتأثير المعنوي بين أوقات صيانة وإصلاح المكائن وإتاحتها للإنتاج .

3- تثبت النتائج أعلاه إلى أمكانية أو ميسورة (Availability) إعادة المكائن الإنتاجية للتشغيل والعمل بعد عطلها ، أي أن نسب الإتاحة تتحدد فعلاً بزيادة الأوقات بين عطل وأخر والتي تعني رفع درجات الاعتمادية بالمكائن ، فضلاً عن انخفاض أوقات إصلاحها وصيانتها بعد حدوث التوقفات والعطلات (السرعة في إعادة المكائن للعمل) وكلاهما مؤشران لتحسين جودة أداء عمليات الصيانة .

المبحث الرابع الاستنتاجات والتوصيات أولاً / الاستنتاجات

- 1- أدت زيادة عدد العطلات وساعات التوقف إلى انخفاض نسب الاتاحية لعدد من مكائن الإنتاج الأساسية في المعمل ، إذ انخفضت الأوقات فيما بين حدوث العطلات لهذه المكائن ، وتزايدت فترات إصلاحها مما تشير إلى ضعف عمليات الصيانة وبشكل خاص لمكائن الخياطة عالية ذات الإبرتين ، ومكائن جر المقدمة التي تعد أساسية في المسار الإنتاجي للمعمل .
- 2- أثرت زيادة عدد العطلات إلى انخفاض نسب الانتفاع من الطاقات الإنتاجية لعدد من مكائن الإنتاج مما تشير إلى عدم تحقيق المعمل لمؤشرات الأداء المطلوب لعمليات الصيانة فيه .
- 3- بلغت نسب أتاحية المكائن الإنتاجية أقل من الحالة المثالية المطلوبة (100%) إذ حققت أعلى مؤشر للاتاحية 97%.
- 4- اختبرت صحة فرضية البحث التي أكدت على تحديد أتاحية المكائن الإنتاجية بواقع وطبيعة أداء عمليات الصيانة للمسار الإنتاجي بشكل متكامل .

ثانياً / التوصيات

- 1- الاهتمام بعمليات الصيانة وفق أسس وبرامج جديدة تستهدف تقليل حجم العطلات وزيادة ساعات الاشتغال الفعلية لأجهزة ومعدات الإنتاج ومما يؤدي إلى زيادة أتاحية المكائن الإنتاجية والتأكيد على ضرورة تطبيق أسلوب الصيانة الإنتاجية الشاملة لمختلف المعدات والمكائن القائمة في مختلف مراحل الإنتاج .
- 2- تطبيق نظام معلومات خاص لعمليات الصيانة في المعمل والشركة يعتمد على تسجيل وتحليل البيانات الخاصة بتوقفات المكائن والأجزاء التي يتم استبدالها أو إصلاحها ولكل ماكنة بغية الاستفادة منها في معالجة العطلات وتقويم سير نشاط الصيانة وجودتها .
- 3- ضرورة الاعتماد على المؤشرات الكمية التي تقيس جودة أداء الصيانة في المعمل (لا سيما المقاييس التي اثبت هذا البحث صحتها) وبشكل خاص نسب أتاحية المكائن لأداء العمليات الإنتاجية وتحليل العلاقات الحقيقية بعدد العطلات وأوقات التوقفات والاشتغال .
- 4- تحسين الكفاءة التشغيلية للمكائن الحالية عن طريق الصيانة الكلية أو الجزئية ، والعمل على تحديث المكائن المتقدمة بعد الاعتماد على مؤشرات تقويم عمليات الاستبدال والتحديث .

المصادر

- 1- Heizer , Jay & Rander , Barry . *Operations Management* , Sixth ed , New York , Prentic Hall , 2001 .
- 2- Slack , Nigel , Chambers , Harland , Christine , Harrison , Alan and Johnston , Robet . *Operations Management* , 2nd ed , PITMAN , London, 1998.
- 3- الاسدي ، زينب صالح جبر، إمكانية استخدام الحاسوب في صيانة مكائن الإنتاج ، رسالة ماجستير إدارة الأعمال ، كلية الإدارة والاقتصاد، الجامعة المستنصرية ، العراق 2003 .
- 4- الحكيم ،ليث يوسف محمد ، تقدير معولية المكائن الإنتاجية ، رسالة ماجستير في إدارة الأعمال ، كلية الإدارة والاقتصاد ، جامعة الكوفة ، العراق ، 2003.
- 5- حكمت ، رامي . " الصيانة والمعولية مع إعادة إلى تطبيقها في نظام الإنتاج الأني - حالة دراسية " مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية " ، المجلد 5 ، العدد 15 ، 1998 .
- 6- Buffa , Elwood S. “*Modern Production / Operations Management* “, John wiley & sons , New York , 1993 .
- 7- Evans , Jame R . , *Production / Operations Management ,Quality , Performance and Value 5th ed* . West Publishing Co. , New York ,1997.
- 8- Waller , Derek L., “*Operations Management A supply Chain Approach*”, International Thomson Publishing Co., London ,1999 .
- 9- العلي ، عبد الستار محمد ، إدارة الإنتاج والعمليات - مدخل كمي، داروائل للنشر، عمان، 2000.
- 10- حسن ، عبد الهادي حسن ، قياس أداء عمليات الصيانة في المنشآت الصناعية ، رسالة ماجستير إدارة الأعمال ، كلية الإدارة والاقتصاد ، جامعة البصرة ، 1996 .
- 11- Hill , Terry . *Operations Management* , Micmillan , London, 2000 .
- 12- Shafer , Scott, M., & Merdith , Jack P., “*Operations Management*“, John wiley , New York ,1998 .
- 13- Hitomi , Katundo , *Manufacturing Systems Engineering* , Taylor & Franci Ltd , London ,1996.