

قياس مؤشرات أداء الصيانة في مصنع اللبن في مصراته

خالد عبدالسلام الشح
شركة النسيم للصناعات الغذائية، قسم تخطيط الصيانة،
مصراته، ليبيا
m.planning@alnaseem.com

محمود نوح زقوط
جامعة مصراته، كلية الهندسة، قسم الهندسة الكهربائية،
مصراته، ليبيا
mahmoud.zagout@gmail.com

أهداف المؤسسة والصناعة التي تشغلها والقطاع الذي تنتمي إليه، وعلى عمليات الصيانة ونتائجها. هذه النظرية عبارة عن نموذج مكون من مجموعة مؤشرات أولية وأخرى نهائية، إلا أن الدراسة لم تقدم أي أمثلة أو دراسة حالة تدعم هذه النظرية. أما في دراسة اللامي [4]، فقد هدفت إلى تقييم جودة أداء الصيانة بشركة الصناعات الغذائية في بغداد باستخدام بعض المؤشرات المعتمدة للمساهمة في زيادة الخصائص التشغيلية للمعدات. توصل الباحث إلى تحديد اتاحية معدات المصنع بنسبة 97% بينما كان زمن الإصلاح 17.98 ساعة ومتوسط الزمن بين الاعطال 187.1 ساعة. وفي دراسة أخرى نشرها وهاب [5] ركز من خلالها على العلاقة بين دور الصيانة في المحافظة على أداء معدات الإنتاج وبين مؤشرات الأداء من حيث اتاحية خطوط الإنتاج واعتمادية المعدات لمعمل ألبسة أطفال. أوضحت الدراسة أن اعتمادية خطوط الإنتاج بلغت ما بين 0.97 إلى 0.99 واتاحية المعدات تراوحت بين 0.628 إلى 0.886، في حين كان متوسط زمن الإصلاح 98.65 دقيقة. هذه الدراسة اكتفت بتحليل المؤشرات الفنية للمعمل وأهملت المؤشرات الاقتصادية والتنظيمية للصيانة. كذلك لم تحدد المعايير العالمية التي اعتمد عليها في مقارنة النتائج. كما قدم بن دحمان محاولة للرفع من كفاءة أداء أعمال الصيانة والإنتاج معاً في المؤسسة البترولية (المديرية الجهوية للإنتاج – حوض بركاوي- سوناوارك) من خلال اقتراح منهج فعال لمعالجة انحرافات الأداء [6]. أشارت الدراسة إلى أن الزمن المستغل فعلاً لعملية الصيانة 13078 ساعة أي ما يعادل 94.09% من إجمالي الزمن المتاح مع وجود وقت ضائع يمثل 5.91% من الزمن المتاح. خلص الباحث إلى وجود هذا الزمن الضائع سببه ضعف المناهج المتبعة في عملية تخطيط ومتابعة الصيانة، وكذلك إلى غياب الدراسات المتعلقة بتحليل الأعطال بالمؤسسة. أما دراسة اشتيوي فقد تناولت تأثير إدارة الصيانة على العملية الإنتاجية [7] بمدى تطبيق استراتيجية الصيانة والكفاءات المناط بها تطبيق أنشطة الصيانة والمستلزمات المطلوبة، وكذلك دعم الإدارة العليا. حددت نتائج الدراسة أسباب تدنى الصيانة في المصنع والتي من أهمها نقص الكفاءات المهنية وقلة التدريب لفرق الصيانة ونقص المستلزمات المطلوبة للصيانة بالإضافة إلى ضعف دعم الإدارة. يلاحظ على الباحث أنه لم يطبق مؤشرات قياس الأداء لدعم النتائج التي توصل إليها. كما تناولت ورقة شتوان وآخرون [8] أعمال الصيانة لشبكة التوزيع الكهربائية بمدينة مصراته. هدفت الدراسة إلى تقييم كفاءة أداء عمليات الصيانة الخاصة بخطوط 11kV بين عامي 2013 و 2014 باستخدام بعض المؤشرات الخاصة. تم تجميع المعلومات الضرورية من سجلات الشركة والزيارات الميدانية وخطط الصيانة ومنظومة التسجيل. أوضحت الدراسة انخفاض معدلات الصيانة الوقائية مقارنة بالصيانة التصحيحية، كما أشارت إلى انخفاض الاتاحية حيث وصلت إلى 88.4% في بعض الأحيان، وبيّنت انخفاضاً في معدلات الأداء المناسبة في سنة 2014 عنها في سنة 2013.

تتناول هذه الورقة قياس مؤشرات كفاءة أعمال الصيانة في شركة النسيم للصناعات الغذائية بمصراته، تحديداً مصنع إنتاج اللبن، وهي حالة مختلفة عن الحالات التي قدمت في الدراسات السابقة. حيث قسم العمل بالورقة إلى عدة محاور كما يلي: المحور II يستعرض بشكل عام الطرق المتبعة في إجراء الصيانة في مصانع الشركة. المحور III يعطي فكرة عامة عن مصنع اللبن بالشركة بالإضافة إلى نوع البيانات المطلوبة وطرق جمعها

المخلص— تتحقق فعالية وكفاءة أعمال الصيانة في المؤسسات الصناعية بمقدرتها على تحقيق اتاحية وموثوقية أعلى للألات، والقدرة على التحكم في تكاليف الصيانة. لضمان هذه الوضعية تحتاج المؤسسة إلى طريقة لمعرفة وقياس أداء نشاط الصيانة ونتائج بصورة مستمرة، هل هذا النشاط بالمستوى المطلوب أم لا. وهذا ما يتحقق عن طريق استخدام مؤشرات خاصة تكون قادرة على تقييم كفاءة أعمال الصيانة ومتابعتها. يهدف هذا البحث إلى قياس وتقييم جودة أداء الصيانة في شركة النسيم للصناعات الغذائية، حيث تم اختيار مصنع الألبان التابع للشركة في مصراته ميداناً للدراسة. لقد تم تجميع البيانات من خلال منظومة التوثيق اليومي بقسم تخطيط الصيانة بالشركة لعامي 2015 و 2016، ثم رتبنا على أساس شهري لتسهيل المقارنة بينها. بيّنت الدراسة انخفاض معدل الصيانة التصحيحية كل مازاد معدل الصيانة الوقائية. كما أوضحت الحصول على نسب اتاحية مرتفعة تراوحت ما بين 92% إلى 99% وفاقت في معظم الأحيان النسبة المستهدفة.

الكلمات المفتاحية: الصيانة الوقائية، الصيانة التصحيحية، مؤشرات قياس الأداء، الاتاحية.

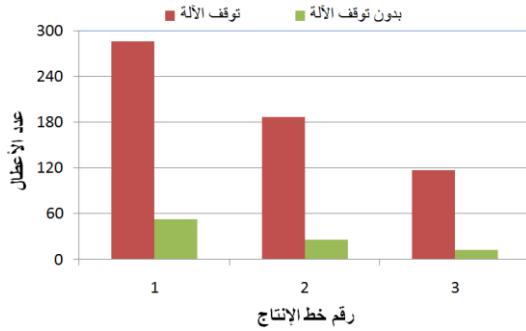
I. المقدمة

تعتبر الصيانة عاملاً أساسياً في سير العملية الإنتاجية عن طريق المحافظة على الآلات وإطالة عمرها الافتراضي وتقليل أعطالها والتوقفات إلى أدنى حد ممكن في مختلف المؤسسات الصناعية. من أجل ذلك تسعى شركة النسيم للصناعات الغذائية دائماً إلى تطبيق الأسس العلمية على إدارة الصيانة وتطوير كفاءة موظفيها في التخطيط والتنظيم والرقابة لإتمام عمليات الصيانة بفاعلية أكبر. إن كثرة الأعطال والتوقفات يعكس التدهور في مستوى أداء عمليات الصيانة المنفذة بينما الصيانة المتقنة تعود على الشركة بمجموعة من المنافع منها [1]:

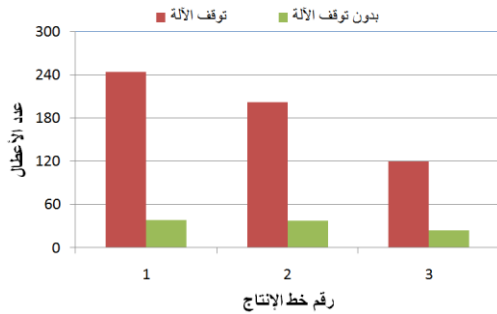
- التشغيل بكفاءة وأمان وضمان سلامة مشغلي الآلات من خلال تقليص المخاطر الناتجة عنها.
- زيادة اتاحية الآلات عن طريق تقليل الوقت الضائع في مسار خط الإنتاج وبأقل انقطاعات ممكنة.
- تخفيض تكاليف التشغيل وتقليل أوقات الاعطال ومعالجتها.
- إطالة عمر الآلات والمحافظة عليها من التقادم.
- تحسين جودة المنتج وزيادة كميات الإنتاج.

نالت إدارة أعمال الصيانة وقياس مؤشرات قدرها كبيراً من اهتمام الباحث والمختصين خلال السنوات الماضية حيث تم نشر الكثير من البحوث في هذا المجال. إحدى هذه الدراسات ما قدمه بريدا عن تحليل مؤشرات أداء الصيانة في شركة LKAB [2]. تهدف الدراسة إلى تطبيق هيكل عام لمؤشرات القياس بناء على نتائج تحليل البيانات المجمع من التقارير المتعلقة بالصيانة وتكلفتها، المقابلات واحتياجات المسؤولين بالشركة. خلصت هذه الدراسة إلى أن هناك 12 مؤشراً يمكن للشركة تطبيقها قادرة على تفسير وإعطاء التقييم الصحيح لأداء الصيانة. إلا أن الباحث لم يبرز كل من أسباب اختيار المؤشرات المقترحة أو المؤشرات المتعلقة بتكاليف الصيانة رغم أنه اعتبرها مهمة. كما أشار مشيري وآخرون في دراستهم [3] إلى أن مؤشرات قياس أداء الصيانة لا يمكن قياسها بمعزل بل تحتاج إلى تحليل دقيق لتفاعل وظيفة الصيانة مع الوظائف الرئيسية الأخرى، حيث طرح الباحثون نظرية لقياس الأداء مبنية أساساً على العلاقة بين

حسب تقنية الإنتاج المتبعة بالشركة فإن أقسام الخلط والبسترة والتحصين هي أقسام مشتركة مع بعض المصانع الأخرى (الزبادى والعصير) ولذا لا يمكن تحميل أعطالها وتوقفاتها على مصنع اللبن فقط بل هي أعطال مشتركة مع باقى المصانع بالشركة. لذلك تم الاكتفاء بالمعلومات الخاصة لمرحلتى التعبئة والتغليف فقط من كل خط. جميع البيانات الواردة بهذه الدراسة تم جمعها من منظومة التوثيق بقسم تخطيط الصيانة بالشركة، الخاصة بالتقارير اليومية للأعطال وأعمال الصيانة المنفذة لعامى 2015م و 2016م، حيث بلغ المجموع الكلى للأعطال 1295 موزعة بين الخطوط كما هو موضح بالأشكال (2) و (3).



شكل 2. عدد الأعطال المسجلة في سنة 2015 بخطوط إنتاج اللبن



شكل 3. عدد الأعطال المسجلة في سنة 2016 بخطوط إنتاج اللبن

من الملاحظ من هذه الأشكال أن عدد الأعطال بالخط رقم 1 خلال سنة 2016 قد انخفض مقارنة بسنة 2015 بينما حدث العكس بالخط رقم 2 و3 حيث زادت الأعطال المسجلة بها. ضمت البيانات المستخدمة في هذه الدراسة بشكل أساسى زمن اصلاح أعطال الآلات والتوقفات وزمن إجراء الصيانة الوقائية، بينما استبعدت الأعطال التي لم تؤدي لتوقف الآلات. بعد تجهيز البيانات تم ترتيبها بشكل شهري لكل خط خلال عامى 2015م و 2016م.

IV. مقياس أداء عمليات الصيانة

هناك مجموعة كبيرة من المقاييس التي يمكن استخدامها في تقييم أداء أعمال الصيانة في المؤسسات الصناعية. تم التركيز هنا على أحد أكثر المؤشرات شيوعاً في قياس وتقييم أداء أعمال الصيانة في الصناعة يعرف بالاتاحة (Availability). الاتاحة هي عبارة عن درجة جاهزية واستعداد الآلة للتشغيل والتي يتم حسابها كما يلي [6]:

$$(1) \text{الاتاحة} = \frac{\text{زمن التشغيل الفعلى}}{\text{زمن التشغيل المخطط}}$$

وتصنيفها. يوضح المحور IV المؤشرات المستخدمة في هذه الورقة لقياس كفاءة أداء أعمال الصيانة بالمصنع. يعرض المحور V مناقشة وتحليل النتائج المتحصل عليها من الدراسة.

II. آلية تخطيط وإجراء الصيانة

قامت الشركة بتطوير برامج الصيانة لديها ليشمل جميع أنواع الصيانة الوقائية والتصحيحية وغيرها من الأنواع المختلفة التي تضمن الحفاظ على الآلات وزيادة عمرها الافتراضي وجودة وزيادة الإنتاج. سنستعرض هنا الآليات المستخدمة في الصيانة الوقائية والصيانة التصحيحية باعتبارهما الأكثر استخداماً بالشركة.

أ. آلية الصيانة الوقائية

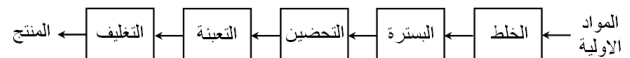
يتولى قسم تخطيط الصيانة بالشركة إعداد الخطة السنوية للصيانة لجميع مصانع الشركة قبل بداية كل سنة، حيث يقوم مهندسو القسم بوضع مقترح شامل لجميع الأعمال المستهدفة بالصيانة من خلال اطلاعهم على سجلات نماذج الإصلاح ومتابعة الصيانة الواردة من قسم الصيانة، وكذلك على تعليمات المصنع الموجودة في كتيبات الصيانة. تتضمن الخطة وضع عمليات الصيانة المطلوبة لجميع آلات المصانع وفق جدول زمني تنفيذي مع توفير قطع الغيار والأدوات اللازمة لذلك. تحال الخطة المقترحة إلى مسؤول الإنتاج بالمصنع للمراجعة والإعتماد. بمجرد اعتماد الخطة السنوية، يحيل قسم تخطيط الصيانة قائمة أسبوعية بأعمال الصيانة الوقائية المزمع تنفيذها إلى قسم الصيانة. ينسق فريق الصيانة مع الإنتاج لتحديد المواعيد المناسبة لإجراء الصيانة مع مراعاة الوضع التشغيلي القائم لضمان عدم تأثر الآلات بأى عملية فصل محتملة أثناء عملية الصيانة. يتولى قسم تخطيط الصيانة متابعة تنفيذ الخطة المستهدفة وتقيدها بالنسب المقررة و توثيقها.

ب. الصيانة التصحيحية

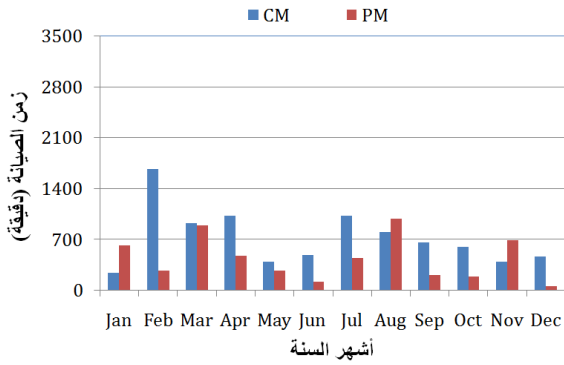
عند حدوث عطل مفاجئ للآلة يقوم قسم الإنتاج بإبلاغ قسم الصيانة بذلك. يستلم فريق الصيانة الآلة للقيام بأعمال الصيانة اللازمة وبعد الانتهاء منها يقوم الفريق بتسليمها للإنتاج. تتم متابعة الآلة من قبل فريق الصيانة خلال الـ 8 ساعات اللاحقة للتأكد على أنها تعمل بصورة جيدة. تسجل هذه العملية باستخدام نموذج الإصلاح يتضمن مظهر العطل، حالة الآلة إن كانت متوقفة بسبب هذا العطل أو تعمل ولا تتأثر به، تاريخ وزمن العطل، زمن التدخل لإصلاح العطل، أعمال الصيانة التي تمت مع ادراج تحليل مبسط لأسباب العطل. يقوم مسؤول الصيانة بتسليم نموذج الإصلاح إلى قسم التخطيط لاتمام عملية التوثيق مع إرفاق نموذج صرف قطع الغيار في حالة استبدال أي قطعة خلال الصيانة.

III. مجتمع الدراسة وجمع البيانات وتصنيفها

اختيرت شركة النسيم للصناعات الغذائية بمدينة مصراته ميداناً ومجتمعاً لهذا البحث لدورها المتميز في إنتاج منتوجات متنوعة لمختلف شرائح المجتمع فضلاً عن كونها من الصناعات الرائدة في وطننا. أجريت الدراسة على مصنع اللبن في هذه الشركة لاعتباره أحد المصانع الأساسية حيث حقق نتائج متميزة وحصل على عدة جوائز خلال السنوات الماضية. يتكون المصنع من ثلاث خطوط إنتاج رئيسية، كل خط يحتوي على خمس أقسام رئيسية هي الخلط والبسترة والتحصين والتعبئة والتغليف كما هو موضح بالشكل (1)، حيث يتكون كل قسم من مجموعة آلات إنتاجية مختلفة.



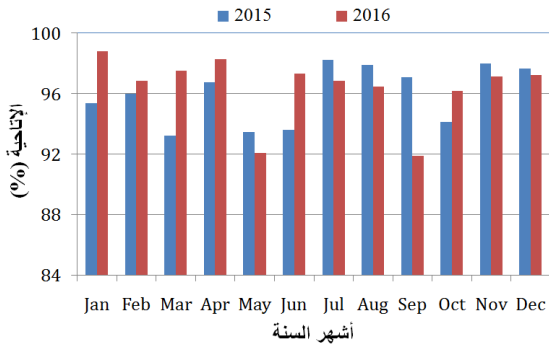
شكل 1. الشكل العام لمراحل إنتاج اللبن



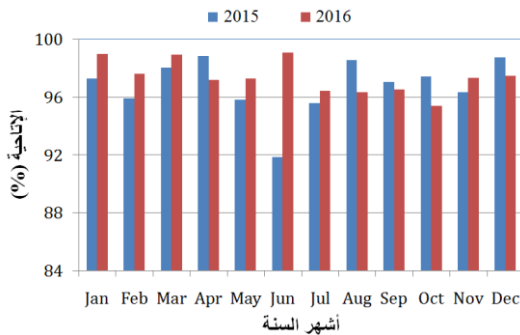
شكل 6. مقارنة بين الزمن المستغرق في تنفيذ الصيانة التصحيحية والوقائية بخطط إنتاج رقم 3 خلال سنة 2016

من خلال هذه النتائج يلاحظ ارتفاع زمن الصيانة التصحيحية المنفذة في خط إنتاج رقم 1، حيث بلغت ذروتها شهرى مايو وسبتمبر، لسببين رئيسيين هما: ارتفاع عدد الأعطال به (كما موضح بالشكل 3) مقارنة مع باقي الخطوط وكذلك دقة وتعقيد صيانة الآته والتي تتطلب وقت أطول لإصلاحها. بينما انخفض هذا الزمن في خط إنتاج رقم 3 نظراً لبساطة نوعية أعمال الصيانة وسهولة تنفيذها وسرعة قابلية التصليح بالإضافة إلى أن عدد ساعات التشغيل الفعلية له أقل من خطى الإنتاج رقم 2 و 3. كذلك يمكن ملاحظة أنه كل ما زادت أعمال الصيانة الوقائية المنفذة شهرياً انخفضت أعمال الصيانة التصحيحية خلال ذلك الشهر.

تم حساب الاتاحية الشهرية لكل خط خلال السنتين كما هو مبين في الأشكال (7) و (8) و (9)، حيث أوضحت النتائج الحصول على نسب اتاحية عالية ما بين 92% إلى 99.45% شهرياً وفاقته في أحيان كثيرة قيمة النسبة المرغوبة (95%).



شكل 7. مؤشر الاتاحية لخط الإنتاج رقم 1 لعامى 2015 و 2016



شكل 8. مؤشر الاتاحية لخط الإنتاج رقم 2 لعامى 2015 و 2016

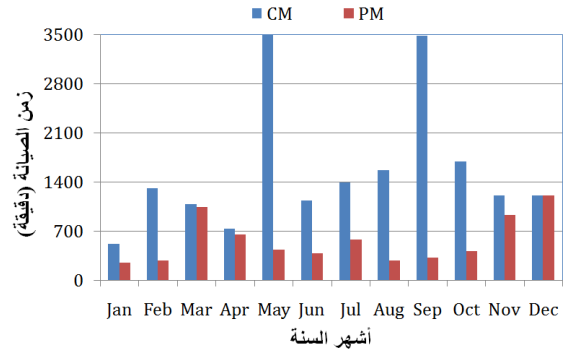
(2) زمن التشغيل المخطط = زمن الآلة الكلي - زمن التوقف المخطط

(3) زمن التشغيل الفعلي = زمن التشغيل المخطط - زمن جميع التوقفات الاخرى

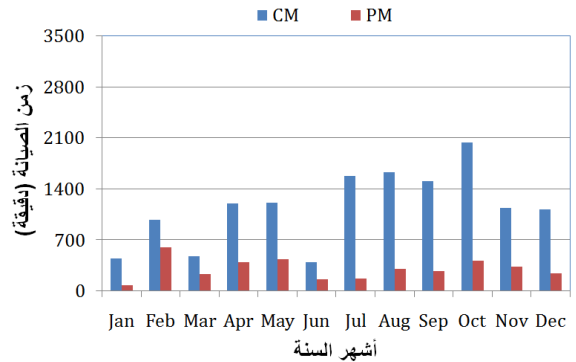
حيث يشمل زمن التوقف المخطط جميع أوقات التوقف المخطط من توقفات الاستراحة والاجتماعات والصيانة الوقائية، حيث لا تعتبر الآلة عاطلة وقت التوقف المخطط. أما أوقات التوقف الأخرى ما عدا أعلاه فإنها الآلة تعتبر عاطلة عن العمل [7].

V. النتائج

من خلال البيانات المجمعدة لأعمال الصيانة المنفذة بالمنصنع، تمت مقارنة زمن تنفيذ أعمال الصيانة التصحيحية وأعمال الصيانة الوقائية الشهرية خلال سنة 2016 لجميع خطوط الإنتاج كما هو موضح بالأشكال (4) و (5) و (6).



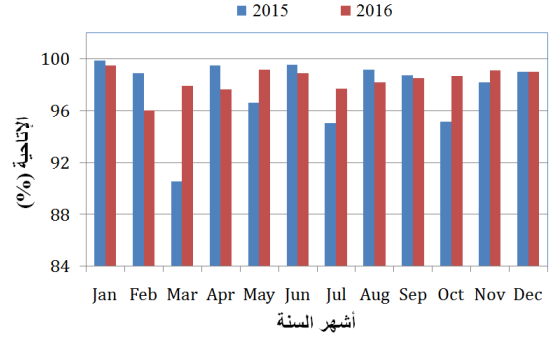
شكل 4. مقارنة بين الزمن المستغرق في تنفيذ الصيانة التصحيحية والوقائية بخطط إنتاج رقم 1 خلال سنة 2016



شكل 5. مقارنة بين الزمن المستغرق في تنفيذ الصيانة التصحيحية والوقائية بخطط إنتاج رقم 2 خلال سنة 2016

2. Aditya Parida, Study and analysis of maintenance performance indicators (MPIs) for LKAB: A case study, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 13 (4), pp. 325–337, 2007.
3. Peter Muchiri, Liliane Pintelon, Ludo Gelders and Harry Martin, Development of maintenance function performance measurement framework and indicators, International Journal of Production Economics, Vol. 131 (1), 2011.

4. غسان اللامي، دور جودة أداء الصيانة في إتاحة المكنات الإنتاجية: دراسة حالة في شركة الصناعات الجلدية، مجلة التقنى، المجلد 18 (4)، 2005.
5. رياض وهاب، قياس وتحليل مؤشرات أداء الصيانة في معمل الألبسة الولادية في الموصل، مجلة القادسية للعلوم الإدارية والاقتصادية، المجلد 13 (4)، الصفحات 34–48، 2011.
6. الجموعي بن دحمان، محاولة لقياس أداء الصيانة في المؤسسة البترولية: دراسة حالة المديرية الجهوية للإنتاج- حوض بركاوي- سوناطراك، رسالة ماجستير، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة قاصدي مرباح، الجزائر، 2013.
7. على اشتيوي، أثر أداء إدارة الصيانة على العملية الإنتاجية بمصنع الحديد الاسفنجي بالشركة الليبية للحديد والصلب، رسالة ماجستير، الأكاديمية الليبية، ليبيا، 2014.
8. على شتوان، صالح أبو حجر، إبراهيم بادي، قياس مؤشرات الأداء لأعمال الصيانة بخطوط جهد 11kV بمدينة مصراته، المجلة الدولية المحكمة للعلوم الهندسية وتقنية المعلومات، المجلد 2 (2)، 2015.



شكل 9. مؤشر الإتاحة لخط الإنتاج رقم 3 لعامي 2015 و 2016

كما يمكن ملاحظة أن معدل الإتاحة للخط رقم 1 أعلى خلال نصف السنة الأولى لسنة 2016 منه في سنة 2015، بينما حدث العكس خلال النصف الثاني حيث سجلت الإتاحة معدلات أفضل نسبياً لسنة 2015 عنه في سنة 2016. يرجع السبب في ذلك إلى كثرة الأعطال والتوقفات الصغيرة في تلك الفترة التي أدت إلى تراجع طفيف في إتاحة الخط. أما خط الإنتاج رقم 2، فقد سجل نسب إتاحة عالية تجاوزت المستهدف خلال السنتين باستثناء شهر يونيو من سنة 2015 فقد انخفضت القيمة إلى 91% نتيجة لكثرة التوقفات التصحيحية حيث بلغ مجموعها 3690 دقيقة خلال ذلك الشهر. كذلك أوضحت النتائج أن خط الإنتاج رقم 3 حقق أعلى نسب إتاحة بين جميع الخطوط خلال سنة 2016 حيث تجاوزت القيمة المستهدفة ووصلت إلى أعلى قيمة لها في شهر يناير مسجلة نسبة 99.45%. وعند مقارنة هذه القيم بتلك المسجلة في سنة 2015 يمكن ملاحظة ارتفاعها، حيث سجلت الإتاحة في 2015 أقل قيمة لها في شهر مارس بنسبة 91%.

VI. الخلاصة

تناولت هذه الدراسة قياس مؤشرات أداء الصيانة في مصنع اللبن بشركة النسيم للصناعات الغذائية بمصراته، حيث أوضحت المراحل الأساسية لخطوط إنتاج اللبن بالمصنع وكذلك الآليات المتبعة في إجراء أعمال الصيانة الوقائية والتصحيحية مع استعراض أعمال الصيانة المنفذة شهرياً خلال عامي 2015 و2016. قامت الدراسة بحساب الإتاحة مؤشر لقياس كفاءة أداء أعمال الصيانة المنفذة لتلك الفترة حيث أوضحت النتائج مايلي:

- انخفاض أعمال الصيانة التصحيحية كل ما زادت أعمال الصيانة الوقائية.
- ارتفاع نسب الإتاحة المسجلة لجميع الخطوط وتجاوزها المعدل المرغوب (94%) في معظم فترة الدراسة.
- تأثر قيمة الإتاحة بعدد الأعطال وزمن الإصلاح وسرعة الصيانة.
- ارتفاع زمن الصيانة في خط إنتاج رقم 1 بسبب ارتفاع عدد أعطاله ودقة صيانة الآته حيث تتطلب وقت أطول للإصلاح.
- سجل خط الإنتاج رقم 1 أكبر عدد من المرات (6 مرات) لنسب إتاحة أقل من المطلوب خلال فترة الدراسة مقارنة مع باقي الخطوط نتيجة لزيادة عدد الأعطال وصعوبة الصيانة.
- حقق خط الإنتاج رقم 3 أفضل نسب إتاحة بين جميع الخطوط خلال سنة 2016 ووصلت إلى أعلى قيمة لها في شهر يناير مسجلة نسبة 99.45%.

المراجع

1. زينب الاسدي، إمكانية استخدام الحاسوب في صيانة مكنات الإنتاج: دراسة حالة في مصنع نسيج الكوت، رسالة ماجستير، إدارة أعمال، كلية الإدارة والاقتصاد، الجامعة المستنصرية، العراق، 2003.