

تقييم أداء عمليات الصيانة وأثرها على إتاحة المكين وجودة الإنتاج في مصنع الدرفلة على الساخن في الشركة الليبية للحديد والصلب

محمد صالح عبدالله بن سعيد
الشركة الليبية للحديد والصلب، مصنع الدرفلة المسطحة على الساخن
مصراة، ليبيا
mohammed_saied94@yahoo.com

جمال صالح ياسين
جامعة مصراة، كلية الهندسة
مصراة، ليبيا
Jamal.yassin@eng.misuratau.edu.ly

أهمية كبيرة في ضمان سير العملية الإنتاجية بصورة جيدة والمحافظة على المكين وتقليل الأعطال والتوقفات قدر الإمكان. لذا يتطلب الأمر تطبيق أسس عملية لقياس جودة أداء عمليات الصيانة في أي منشأة صناعية للتعرف على مواطن الضعف والخلل التي تؤدي إلى انخفاض جودة عمليات الصيانة وكثرة الأعطال والتي بدورها تنعكس سلباً على جودة المنتج.

وكحالة دراسية على أهمية العلاقة بين عمليات الصيانة وجودة المنتج تمت هذه الدراسة الميدانية بتطبيق مؤشرات قياس أداء عمليات الصيانة في مصنع الدرفلة المسطحة على الساخن في الشركة الليبية للحديد والصلب لتحديد مستويات إتاحة المكين الإنتاجية استناداً إلى البيانات الفعلية عن واقع الأداء التشغيلي لمسار الإنتاج نظراً لتكرار التوقفات والأعطال للمكين بصورة مستمرة وإخفاق في جودة وكميات الإنتاج. من هذه البيانات تم استخراج مؤشري متوسط الوقت بين عطلين، ومتوسط الوقت لإصلاح المكين عند حدوث العطل للحصول على إتاحة، وتحليل العلاقات فيما بينها وتقييم أداء الصيانة وعلاقتها بجودة المنتج وذلك خلال الفترة الزمنية من 2007 لغاية 2015 م.

2. مؤشرات إدارة الصيانة

يحتاج كل عمل إلى مؤشر أو أكثر للحكم على مدى نجاحه أو فشله في تحقيق الغرض الذي أنشئ من أجله، وهو النسبة بين قيمتين يسمح بتقييم أو بقياس وضعية معينة وبمراقبة مدى الوصول إلى الأهداف المرجوة، والمقارنة بين الوحدات المختلفة والمؤسسات، كما يسمح باتخاذ القرارات المناسبة (سياسة الصيانة، الاستثمار، إدارة الموارد البشرية، وغيرها). هناك عدة أساليب لتصنيف هذه المؤشرات وفق أساسيات مشتركة بينها وحسب استخدامات إدارة الصيانة إن كانت على الصعيد الإنتاجي كما في العمليات الصناعية، أو على الصعيد الخدمي كما في المنشآت والمباني والبنى التحتية وغيرها، كما أن لكل نوع من أنواع الصيانة مؤشرات خاصة به حسب مكوناته الأساسية وخصائصه. وبالمجمل يمكن القول بأن مؤشرات الصيانة تقيس الكفاءة الإنتاجية أو الجودة لعمليات الصيانة، فهي تبين العلاقة بين التكاليف والصيانة وأداء فاعلية أساليب الصيانة، كما تبين الارتباطات بين نشاطي الصيانة والإنتاج وبين مدخلات الصيانة ومخارجها الإنتاج مثل الاعمال والتفتيش وغيرها من نشاطات الصيانة [1]. وفي هذه الورقة البحثية تم التركيز فقط على المؤشرات التي ترتبط بالفترات الزمنية ومعدلات الإنتاج والتي تؤثر بشكل واضح على الفاعلية الشاملة للمصنع. وفي المخطط التالي في (شكل 1) تتوضح الفترات الزمنية التي تتعرض لها المكين أثناء تشغيلها وصيانتها [2].

المخلص— مع تسارع عملية التقدم التقني في مجالات الصناعة أصبحت حالات أعطال الآلات والمعدات المستخدمة في العملية الإنتاجية مصدر قلق في العديد من المنشآت الصناعية بسبب ظروف التشغيل والصيانة التي تواجهها هذه المعدات ، بالإضافة إلى تعقيد التصاميم والتقنية العالية المصاحبة لها . بناءً على ذلك تبرز أهمية الصيانة ودورها الفعال في العملية الإنتاجية ، لذا أجريت هذه الدراسة الميدانية على مصنع الدرفلة المسطحة على الساخن بالشركة الليبية للحديد والصلب بمدينة مصراة لتقييم مؤشرات الصيانة لمساره التشغيلي خلال الفترة الزمنية من 2007 لغاية 2015 . في هذه الحالة تم رصد أعطال وصيانة أجزاء هذا المصنع والفترات الزمنية لتوقفه خلال هذه السنوات بالإضافة إلى كميات الإنتاج السليمة والمرفوضة، وذلك للحصول على الإتاحة ومستوى الجودة وكفاءة الأداء لهذا المصنع والتي تؤثر على الفاعلية الشاملة له. من الجدير بالذكر أن الإتاحة للمصنع تعتمد على إتاحة أجزاءه الرئيسية مثل الفرن والدرفلة الابتدائية والدرفلة النهائية وآلة الف و غيرها والتي ترتبط مع بعضها البعض بشكل متوالي، حيث أن أي عطل في أحد هذه الأجزاء سيؤثر سلباً على بقية الأجزاء ويؤدي إلى توقف المصنع بأكمله عن الإنتاج، لذا تم حساب إتاحة المكونات الرئيسية لهذه الأجزاء والتي هي دالة لمتوسط الوقت بين عطلين (MTBF) ومتوسط الوقت للإصلاح (MTTR)، ومن ثم حساب الإتاحة لها وبالتالي يمكن حساب الإتاحة الكلية لمصنع الدرفلة. ولتحليل تأثير العيوب على جودة المنتج تم استخدام مخطط باريتو أو قاعدة (20/80) للحصول على نوعية العيوب التي تؤثر على النسبة العظمى من المنتج المعيب والتي تتجاوز 80 % والتي كانت في معظمها زيادة في السمك في بعض الأماكن ونقص في أماكن أخرى ونقص في العرض من جهات معينة وزيادة في جهات أخرى تشكل تسكوبي بالإضافة إلى عيوب أخرى وذلك لكل سنة. عند تحليل النتائج المتحصل عليها خلال هذه الدراسة تبين أنه هنالك انخفاض نوعاً ما في مستوى الجودة والذي بلغ 82.98 %، وانخفاض كبير في الإتاحة حيث بلغت 42.12 %، وكفاءة الأداء والتي بلغت 8.15 % لعام 2015 مما أثر سلباً على الفاعلية الشاملة التي بلغت 23.316 % ، وذلك بسبب كثرة الأعطال والتوقفات مقارنة مع السنوات السابقة.

الكلمات المفتاحية: صيانة، مؤشرات، إتاحة، كفاءة، فاعلية.

1. مقدمة

تعتبر الجودة عنصراً جوهرياً في مختلف المنظمات لتشمل كافة فعاليتها بغية المساهمة في تحقيق ميزتها التنافسية وأهدافها الاستراتيجية، وتساهم الصيانة 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 للمكين والمعدات عن طريق زيادة إتاحتها وموثوقيتها التي تمثل بمجموعها أبعاد أساسية لتحقيق الجودة، وأهداف رئيسة لتحسين أداء عمليات الصيانة التي تساهم في زيادة الوقت التشغيلي الممنوح للمكين والمعدات. تتطلب الجودة من القائمين على العملية الإنتاجية ومسؤولي الصيانة تجنب كل الأعطال كأخطاء التحكم في الآلة أو عدم مطابقة المدخلات وهو ما يؤثر سلباً على جودة المخرجات بالضرورة، ومنه لا بد من التحديد و بدقة إلى أي مدى يمكن تقبل الأخطاء وإزالتها، وعلى ضوء ذلك فإن للصيانة

وتقترب نسبة إتاحة الماكائن إلى 100% كلما كان متوسط الوقت بين الأعطال أطول ، وكلما تسرع المنظمة في إصلاح الماكائن أو يخفض مؤشر متوسط وقت الإصلاح، عليه تعتمد زيادة إتاحة الماكائن والمعدات على معالجة الأعطال وتعني إطالة الوقت التشغيلي بين عطل وأخر، والسرعة التي تعاد فيها الماكينة للعمل . ونظرا لأن الماكائن عادة هي مجموعة من الأجزاء وبالتالي فإن فشل أي منها سيؤدي إلى توقف الماكينة بالكامل عن العمل، لذا تعتبر منظومة على التوالي وإتاحتها هي حاصل ضرب إتاحة كل جزء .

• كفاءة الأداء

وهي مقياس لمستوى الأداء مقارنة بالأداء المثالي أو التصميمي، أي تبين سرعة الإنتاج الواقعية مقارنة بالسرعة المثالية أو التصميمية، مع الملاحظة أن هذه السرعة قد تختلف من منتج لأخر لنفس المعدة، ويمكن إيجادها حسب المعادلة التالية [6]:

$$\text{كفاءة أداء} = \frac{\text{عدد الوحدات المنتجة} \times \text{زمن إنتاج الوحدة}}{\text{زمن التشغيل المخطط}}$$

في هذه المعادلة فإن زمن التشغيل المخطط هو الفترة الزمنية الكلية للتشغيل مطروحا منها التوقف المخطط للماكينة .

• مستوى الجودة

وهو مقياس لنسبة الوحدات السليمة إلى العدد الكلي الذي تم إنتاجه. هذا المقياس يبين إلى حد ما الوقت الضائع في إنتاج معدات معيبة ، ويمكن إيجاده من خلال هذه المعادلة :

$$\text{مستوى الجودة} = \frac{\text{عدد الوحدات المنتجة السليمة}}{\text{العدد الكلي للوحدات المنتجة}}$$

• الفعالية الشاملة للمعدة

تعتبر من المقاييس الأساسية المستخدمة في الصيانة الإنتاجية الشاملة وهو المؤشر الوحيد الذي يشمل كل عناصر القياس التي تؤثر على إنتاجية المعدة أو الآلة وهو كما في المعادلة التالية:

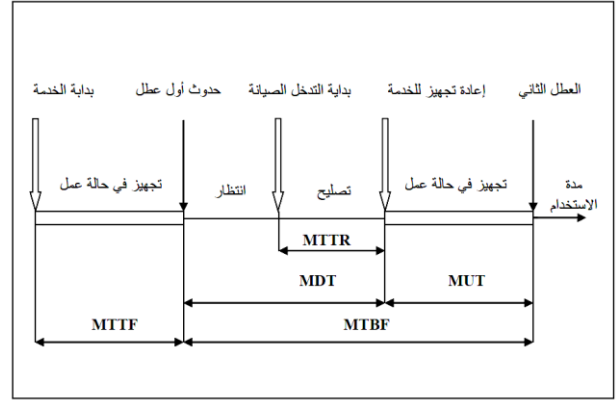
$$\text{الفعالية الشاملة للمعدة} = \text{الإتاحة} \times \text{كفاءة الأداء} \times \text{مستوى الجودة}$$

3. مصنع الدرفلة على الساخن

تعرف الدرفلة على الساخن على أنها عملية تمرير المعدن بين زوج من الدرافيل وهو ساخن بدرجة حرارة تتجاوز درجة إعادة التبلور للمعدن وهذا يسمح بتشكيل عالي للمعدن بعدد قليل من الأشواط . وفي الشركة الليبية للحديد والصلب يتم إنتاج اللفات والصفائح المدرفلة على الساخن بطاقة إنتاجية قدرها (580,000) طن سنوياً بسمك يتراوح ما بين 2.0 إلى 12.7 مم. وعرض (من 600 إلى 1525) مم. ويشتمل المسلك التكنولوجي لخط الإنتاج على أربعة مراحل رئيسية وهي : إعادة التسخين للبلاط في الفرن ، ثم الدرفلة الابتدائية ، ثم الدرفلة النهائية ، ثم إلى آلات اللف والربط ووزن المنتج، ثم يتم تخزين المنتج النهائي.

4. تجميع البيانات

تم تجميع كل البيانات والمعلومات الضرورية المتوفرة بمصنع الدرفلة المسطحة على الساخن وذلك من خلال التقارير السنوية والمتمثلة في (تقارير الجودة – تقارير زمن الاشتغال والتوقف) لسنوات الدراسة من (2007 – 2015) وكذلك تم القيام بزيارات للمصنع وإجراء المقابلات الشخصية مع عدد من المهندسين من أجل تفهم طبيعة البيانات والمعلومات وتشخيصها والاستفسار عنها والتحقق منها لأجل الوصول إلى النتائج المطلوبة .



شكل 1. الحالات المتتابعة التي تمر بها الأنظمة القابلة للتصليح

حيث أن الرموز في هذا الشكل تشير إلى ما يلي:

- MTTF : (Mean Time To Failure) : متوسط الوقت قبل أول عطل.
- MTBF : (Mean Time Between Failure) : متوسط الوقت بين عطلين متتاليين .
- MDT : (Mean Down Time) : متوسط وقت التوقف عن التشغيل.
- MUT : (Mean Up Time) : متوسط وقت إتاحة التجهيز للتشغيل بعد تصليح العطل.
- MTTR : (Mean Time To Repaire) : متوسط وقت الإصلاح.

- متوسط الوقت بين عطلين متتاليين (MTBF) يعتبر هذا المؤشر هاماً في تقييم أداء الصيانة حيث يقيس متوسط الوقت بين العطلات التي تحدث في الماكينة أو أحد أجزائها القابلة للتصليح [3]، وبحسب وفق المعادلة التالية :

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

ويدل ارتفاع هذا المؤشر على الكفاءة المتاحة للألات والأجهزة في إنتاج منتجات بالجوديات والجودة المطلوبة.

- متوسط وقت الإصلاح (MTTR) وهو عبارة عن متوسط الوقت اللازم لتصليح الماكينة أو أجزائها بعد حدوث العطل، ويعد مقياساً للقدرة على الصيانة وهو عامل مهم لأداء المسار الإنتاجي [4,5]، وبحسب كالتالي:

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

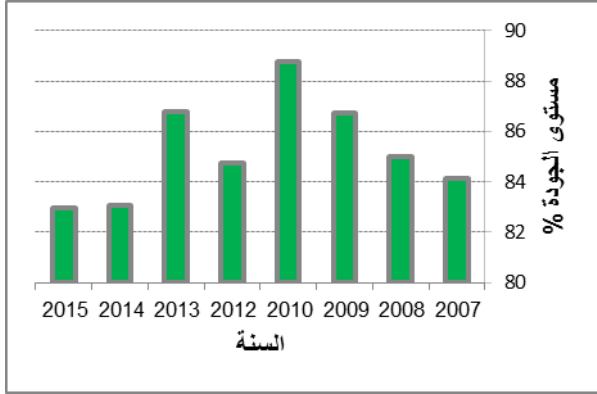
• إتاحة الماكائن والمعدات

تعرف الإتاحة على أنها النسبة بين الوقت الفعلي لتشغيل المعدة والوقت الذي كان مخططاً أن تعمل فيه المعدة، أو أنها الدرجة التي تكون فيها العمليات التشغيلية جاهزة للعمل ، ويعبر عنها بنسبة متوسط الوقت بين الأعطال إلى مجموع متوسط الوقت بين الأعطال ومتوسط وقت الإصلاح [5] ، أي على النحو التالي:

$$\text{الإتاحة} = \frac{\text{متوسط الوقت بين الأعطال}}{\text{متوسط وقت الإصلاح} + \text{متوسط وقت الأعطال}}$$

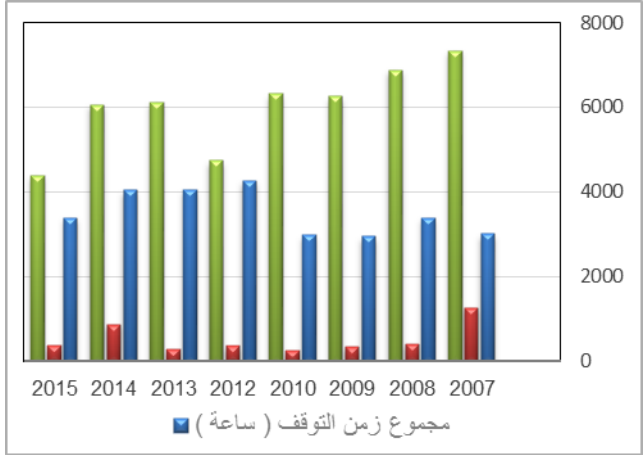
أولاً: البيانات الفعلية لاشتغال وتوقف مصنع الدرفلة

أخذت البيانات والمتمثلة في (مجموع زمن التوقف - وزمن التشغيل الفعلي - وعدد الأعطال) للالات من سجلات إدارة تخطيط ومراقبة الصيانة حيث تم تجميعها وتقسيمها حسب المنطقة التي توجد بها الآلة في خط الإنتاج في السنوات الثمانية الماضية وهي تتكون من ثمانية جداول من سنة (2007 - 2015 م)، علما أن كل جدول يتضمن الأعطال والفترات الزمنية لكل مكون للأجزاء الرئيسية لمصنع الدرفلة، وهي الفرن والدرفلة الخشنة والدرفلة النهائية وآلة اللف والتبريد، والتي جمعت في جدول واحد ثم رسمت كما في (شكل 2).



شكل 3. مستوى الجودة في مصنع الدرفلة لكل سنة

ولمعرفة أنواع العيوب التي تشكل أعلى نسبة ، بحدود 80 % أو أكثر بقليل تم استخدام تحليل باريتو لكل سنة بعد حساب نسبة كل عيب والنسبة التراكمية له، وكنموذج لذلك يوضح (جدول 2) تحليل العيوب لسنة 2015، والتي رسمت في مخطط باريتو كما في (شكل 4)، والتي هي متشابهة نوعا ما لكل السنوات.



شكل 2. زمن التشغيل الفعلي وزمن التوقف وعدد الأعطال لمصنع الدرفلة خلال سنوات الدراسة

ثانياً: تقارير الجودة

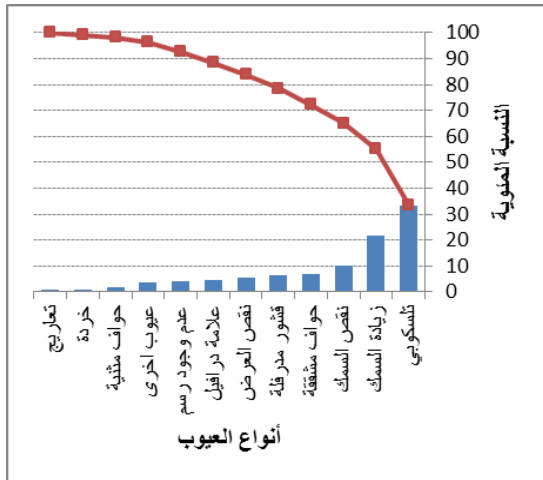
أخذت هذه التقارير من الواقع الفعلي لمنتجات مصنع الدرفلة على الساخن وتم تجميع البيانات كل شهر خلال السنة من إدارة الجودة للمنتجات في سنوات الدراسة. وقد تضمنت هذه الجداول الكميات المنتجة والكميات الخارجة عن المواصفة لكل عيب من العيوب ونسبته، و(الجدول 1) يبين هذه الكميات، والتي منها أمكن معرفة الكميات السليمة لكل سنة وذلك بطرح الكمية الخارجة عن المواصفة والكمية المرفوضة من الكمية المنتجة، ومن ثم حساب مستوى الجودة الذي يمثل نسبة الكمية السليمة من الكمية المنتجة، كما في (شكل 3).

جدول 2. تحليل العيوب لمصنع الدرفلة على الساخن لسنة 2015 م

العيوب	النسبة %	النسبة التراكمية %
تلسكوبي	33.49	33.49
زيادة سمك	21.74	55.23
نقص السمك	9.99	65.22
حواف مشققة	7.11	72.33
قشور مدرفلة	6.23	78.56
نقص العرض	5.29	83.85
علامة درافيل	4.58	88.43
عدم وجود رسم	4.17	92.60
عيوب أخرى	3.88	96.48
حواف مثنية	1.76	98.24
خردة	1	99.24
تعاريج	0.76	100

جدول 1. الكميات المنتجة السليمة والمعيبه

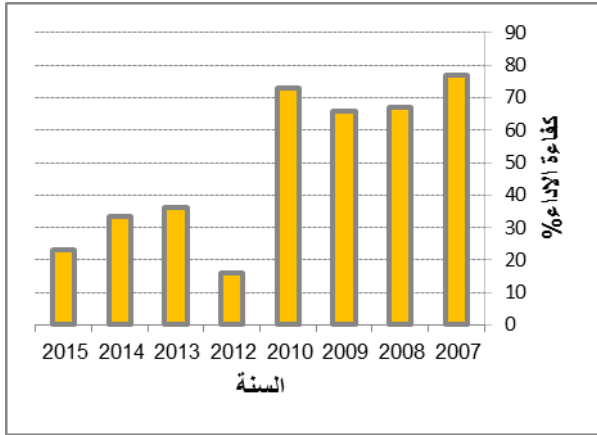
ر.م	السنة	الكمية المنتجة (طن)	الكمية الخارجة عن المواصفة (طن)	الكمية المرفوضة (طن)
1	2007	598,019.91	92,988.55	1,726.43
2	2008	481,759.373	70,867.86	1,327.26
3	2009	427,626.94	56,035.12	780.070
4	2010	466,078.630	51,517.92	814.040
5	2012	70,772.250	10,571.350	236.62
6	2013	227,422.180	29,708.360	435.770
7	2014	204,266.160	34,009.960	606.44
8	2015	99,966.610	16,847.270	169.080



شكل 4. مخطط باريتو لأنواع العيوب لسنة 2015 م

جدول 4. زمن التشغيل الفعلي وعدد الوحدات المنتجة في مصنع الدرفلة لكل سنة

السنة	عدد الوحدات المنتجة (لفة)	كمية الإنتاج (طن)	زمن التشغيل الفعلي (ساعة)
2007	56,428	598,019.91	7344.76
2008	46,286	481,759.373	6887.99
2009	41,275	427,626.940	6267.91
2010	46,156	466,078.630	6320.82
2012	7,605	70,772.250	4745.23
2013	22,083	227,422.180	6126.06
2014	20,355	204,266.160	6062.19
2015	10,241	99,966.610	4392.17



شكل 7. كفاءة الأداء لمصنع الدرفلة لكل سنة

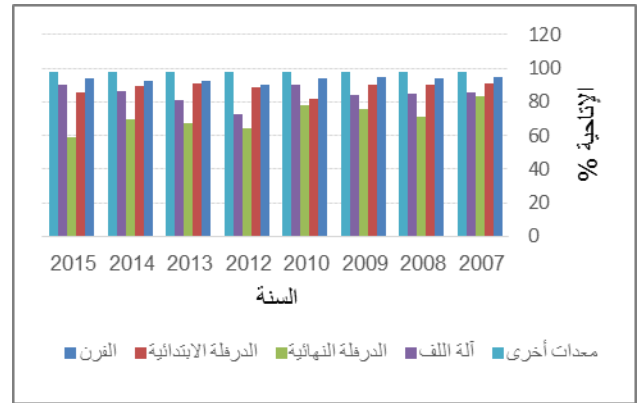
بعد حساب كل المتغيرات التي تؤثر على الفعالية الشاملة والتي هي الإنتاجية ومستوى الجودة وكفاءة الإنتاج أمكن حساب الفعالية الشاملة للمصنع لكل سنة والتي وضعت في (الجدول 5)، ورسمت الفعالية الشاملة في (شكل 8).

جدول 5. الإنتاجية، ومستوى الجودة وكفاءة الأداء والفعالية الشاملة في مصنع الدرفلة

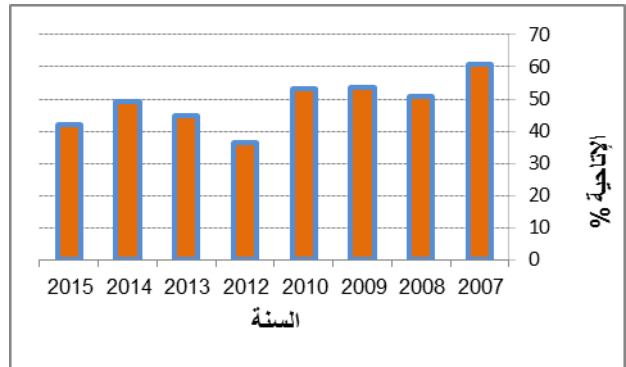
السنة	الإنتاجية %	مستوى الجودة %	كفاءة الأداء %	الفعالية الشاملة
2007	60.77	84.16	76.82	39.29
2008	50.94	85.01	67.20	29.10
2009	53.52	86.72	65.85	30.56
2010	53.25	88.78	73.02	34.52
2012	36.47	84.73	16.03	4.95
2013	44.76	86.75	36.05	13.99
2014	49.02	83.05	33.58	13.67
2015	42.12	82.98	23.32	8.15

5. تحليل البيانات الفعلية لاشتغال وتوقف وصيانة الآلات الإنتاجية في المصنع

لإيجاد الفعالية الشاملة للمصنع لكل سنة تم حساب إنتاجية كل مكون أولاً من خلال جدول الأعطال، وذلك بعد حساب متوسط الفترة بين عطلين وفترة الإصلاح للمكون، وبالتالي أمكن حساب إنتاجية الجزء ، فعلى سبيل المثال تم حساب إنتاجية الفرن من إنتاجية مكوناته والتي هي (عربية ترجيع البلاط، الجدران والأبواب، الرفاعة، موجه البلاط، ومنظومة إزالة الأكسيد الأولية). وبالمثل لبقية الأجزاء التي يتكون كل منها من مجموعة من المكونات . ومن ثم وجدت إنتاجية المصنع بالكامل على أساس أنه هو عبارة عن منظومة على التوالي كما ذكر سابقاً، حيث أن إنتاجيته تساوي حاصل ضرب إنتاجية أجزاءه الرئيسية التي يتكون منها. و(الشكل 5) يبين إنتاجية الأجزاء الرئيسية للمصنع والتي تم حساب إنتاجية المصنع لكل سنة ، والتي رسمت قيمها في (شكل 6). من الجدير بالذكر هنا أنه تم استبعاد عام 2011 لتوقف المصنع عن العمل بسبب الأحداث التي مرت بها ليبيا.



شكل 5. إنتاجية أجزاء مصنع الدرفلة خلال السنوات



شكل 6. إنتاجية مصنع الدرفلة على الساخن خلال السنوات

أما كفاءة الأداء للمصنع فقد تم حسابها لكل سنة من واقع كمية الإنتاج على شكل لفات، والفترة الزمنية المستغرقة لإنتاج كل لفة والتي تبلغ 6 دقائق بناء على بيانات إدارة تشغيل المصنع، بالإضافة إلى زمن التشغيل الفعلي لكل سنة وكما في (جدول 4). و(الشكل 7) يوضح هذه الكفاءة لكل سنة.

3 - الاهتمام بعمليات الصيانة وفق أسس وبرامج جديدة تستهدف تقليل حجم الأعطال وزيادة زمن الاشتغال الفعلية للألات الإنتاج مما يؤدي إلى زيادة إتاحة الآلات الإنتاجية والتأكيد على تطبيق أسلوب الصيانة الإنتاجية الشاملة لمختلف الآلات والمعدات القائمة في مختلف مراحل الإنتاج .

4 - ضرورة تنفيذ وتفصيل دور مراقبة الصيانة وبرامج الصيانة الوقائية للألات والمعدات لضمان عدم التوقف المفاجئ للألات مع استخدام مخطط باريتو ومخطط إيشيكوا لمعالجة المسببات في عيوب الجودة مع القيام بمعايرة الآلات والمعدات لضمان عدم وجود انحراف أثناء تشغيل الآلات .

5 - إخضاع كل العمليات للتحسين المستمر لزيادة مساهمتها في رفع مستوى جودة المنتج من خلال مساهمة جميع الأنشطة في المصنع لدعم جهود تحسين الجودة باستخدام الأساليب الإحصائية في السيطرة على العملية وليس المنتج من خلال التأكيد على الوقاية من العيوب والأخذ بنظر الاعتبار نوع المنتج ونوع المواد الأولية الداخلة في إنتاجه وصيانة الآلات كما يتطلب اعتماد برامج التحسين المستمر ومتنوعة لمعالجة مسببات حدوث العيوب والعمل على تقليلها وبهذا نستطيع تقليل كلف الجودة وتحسين الميزة التنافسية .

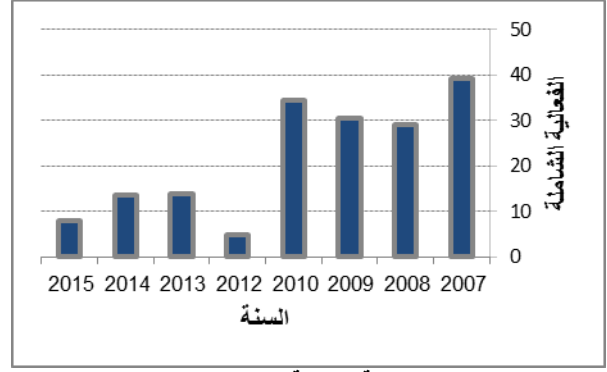
6 - زيادة الفعالية الكلية للمعدات وذلك بتقليص جميع الفوائد في مكان العمل التي تؤثر على كفاءة الأداء، ومستوى الجودة، وإتاحة المعدات .

8. شكر وتقدير

نتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى الإدارة العليا للشركة الليبية للحديد والصلب وإلى إدارة التشغيل في مصنع الدرفلة على الساخن على إتاحة الفرصة للقيام بهذا البحث وتقديم كافة البيانات والمعلومات الضرورية لإتمامه. مع تمنياتنا للمصنع بتجاوز العقبات الفنية والإدارية والاقتصادية لتطويره وتحسينه والسير به نحو مستوى جودة وإتاحة وكفاءة أداء وفعالية شاملة أفضل.

المراجع

- [1] B.S.Dhillon, Engineering Maintenance a modern approach, CRC press, USA 2002.
- [2] Adolfo Crespo Marquez, The Maintenance Management Framework: models and methods for complex systems maintenance , Springer, London, 2007.
- [3] Terry Hill, Operations Management , MacMillan , London, 2000 .
- [4] Katundo Hitomi , Manufacturing Systems Engineering , Taylor &Franci Ltd , London ,1996.
- [5] Scott M. Shafer & Jack P. Merdith , Operations Management, John Wiley , New York , 1998.
- [6] K.Subramaniam, S.H.Husin, Y.Yusop, and A.H. Hamidon, Machine efficiency and man power utilization on production lines, Proceedings of the 8th WSEAS Int. Conf. on Electronics Hardware, Wireless and Optical Communications, Malaysia)



شكل 8. الفعالية الشاملة للمصنع خلال السنوات

6. الاستنتاجات

تناولت هذه الورقة تقييم أداء الصيانة وأثرها الفعال على جودة الصيانة لمصنع الدرفلة على الساخن في الشركة الليبية للحديد والصلب، حيث اعتمدت الدراسة على بيانات فعلية لنوع الأعطال وفترات الزمنية لأجزاء المصنع ولسنوات دراسية من عام 2007 إلى 2015، والتي انعكست سلبيًا على جودة الإنتاج في المصنع. وبالمجمل يمكن الحصول على الاستنتاجات التالية من هذه الدراسة:

- 1 - أدت زيادة عدد الأعطال وزمن التوقف إلى انخفاض نسب الإنتاجية لعدد من الآلات الإنتاج الأساسية في المصنع ، إذ انخفضت الأوقات فيما بين حدوث الأعطال لهذه الآلات ، وتزايدت فترات إصلاحها مما يشير إلى ضعف عمليات الصيانة وبشكل خاص (الدرفلة النهائية وكذلك آلة الف) والتي تعد أساسية في المسار الإنتاجي . لذا يجب الاهتمام بها وعمل برنامج دقيق لمتابعتها وتنفيذ الصيانة الوقائية بشكل دقيق مع التركيز على توفير قطع غيار ذات جودة عالية حتى نتفادي استمرار توقفها مما يسبب في توقف العملية الإنتاجية .
- 2 - التعرف على واقع الجودة والتي بلغت أقصى قيمة لها 88.78%، وبلغت أدنى قيمة لها 82.98 % لعام 2015، وهذا مؤشر سلبي يوحي بانحدار الجودة باستمرار. وعند استخدام (مخطط باريتو) لتحليل البيانات التي جمعت لغرض تحديد المسببات الرئيسية والفرعية للعيوب الحاصلة أتضح أن معظم أنواع التي بلغت نسبة أعلى يقلل من 80 % متمثلة في زيادة في السمك ، تلسكوبي الشكل، نقص في العرض، ونقص في السمك. وترجع هذه العيوب إلى حوالي 20 % من عدة أسباب متعلقة بالمواد الأولية، وطرق العمل، وبيئة العمل، واليد العاملة، والآلات.
- 3 - بلغت أعلى قيمة لإتاحة المصنع 60.77% وأقل قيمة هي 36.47 % لعام 2012 حيث بدأ تشغيل المصنع بعد الأحداث التي مرت بها ليبيا. وكذلك كفاءة الأداء كانت أقل قيمة في هذا العام والتي بلغت 16.03 % . ومن الملاحظ أن الإتاحة وكفاءة الأداء في السنوات الأخيرة هي أقل منها للسنوات قبل 2012 بسبب كثرة الأعطال وطول الفترة الزمنية للإصلاح. وهذه القيم في الأغلب دون الحد الطبيعي للتشغيل في المصانع الكبرى.
- 4 - بلغت أعلى قيمة للفعالية الشاملة للمصنع 39.29 % وأقل قيمة لها 4.95 % لعام 2012، وهذا يعود لتدني مستوى الإتاحة وكفاءة الأداء ومستوى الجودة بسبب الفوائد المتمثلة في فواید (الأعطال، التجهيز والضبط، توقف بسبب الإنتاج، تخفيض سرعة المعدة لعدم قدرة المعدة لتشغيلها بالسرعة المثالية، إعادة التشغيل، وبداية التشغيل).

7. التوصيات

- 1 - الاهتمام برفع كفاءة أداء فريق الصيانة من خلال إشراكهم في برامج تدريبية مستمرة لتنمية مهاراتهم واستخدام هذه الأدوات بكفاءة وفعالية في عمليات الصيانة .
- 2 - تخفيض متوسط وقت الإصلاح للألات من خلال تشجيع مشغلي الآلات والعاملين عليها في القيام ببعض أنشطة الصيانة البسيطة والتي لا تحتاج إلى مهارة عالية .