استخدام أدوات ضبط الجودة في صيانة معدات آلات حفر آبار النفط

د. مهلب الداود[1]

الملخص

يتضمن هذا البحث تطبيقاً عملياً لبعض أدوات ضبط الجودة في صيانة آلات حفر آبار النفط، أُجريت دراسة إحصائية للتوقفات الميكانيكية لأربع حفارات خلال سنة ونصف، ورُسمت مخططات هذه التوقفات وأُجريت مقارنة لعمل كل حفارتين متشابهتين من حيث النوع والاستطاعة. أُنشئت مخططات باريتو لتحديد المعدات التي تمثل النسبة الكبرى من أزمنة التوقف، ومن ثم رُكّز الانتباه على هذه المعدات في المقام الأول. بعد ذلك وُضعت مخططات السبب والأثر (مخطط إيشيكاوا أو عظمة السمكة) للمعدات الأكثر أهمية التي حُدّدت بواسطة مخططات باريتو من أجل التركيز على الأعطال الأكثر تأثيراً والأكثر تكراراً وحُدّدتْ أسبابها.

استخدم في هذه البحث برامج الحاسوب المتطورة في رسم تلك المخططات، حيث تمت برمجة الأعطال التي سببت التوقفات الميكانيكية من حيث تاريخ حدوثها وساعات التوقف الناتجة عنها ثم تم رسم مخططات هذه التوقفات عن طريق برنامج EXCEL، ثم استخدم برنامج QI Macros 2009 الذي يضاف إلى قوائم برنامج EXCEL حيث يمكن من خلال هذا البرنامج رسم كافة المخططات المتعلقة بالجودة (مخططات باريتو، مخطط السبب والأثر). وفي نهاية هذا البحث تم إجراء تحليل للبيانات التي تم الحصول عليها من خلال تطبيق أدوات ضبط الجودة.

الكلمات المفتاحية: أدوات ضبط الجودة، مخطط بارتيو، مخطط السبب والأثر، صيانة آلات الحفر.

[1] مدرس، قسم هندسة التصميم الميكانيكي، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة دمشق، سورية.

Using of Quality Control Tools in Maintaining Drilling Rigs Equipment

Dr. Eng. Mohallab Al-Dawood[(1)]

Abstract

This research contains practical applications of some quality control tools in maintaining drilling rigs equipment. First a statistical study of mechanical breakdowns for four drilling rigs during one and half year have been done, and charts of these breakdowns have been drawn, comparison between each two rigs which have the same type and capacity was made. After that, Pareto charts have been drawn to determine the equipment which has the biggest ratio of breakdowns. Then an Ishikawa fishbone diagram has been drawn for the most important equipments which have been determined by Pareto charts to focus on the most iterative and effective breakdowns, thus, determine their reasons.

A modern computerized programs have been used in drawing these charts. Furthermore, all failures that had caused breakdowns have been programmed according to date and duration of breakdowns then charts of these breakdowns have been drawn using Excel Program.

QI macros 2009 program has also, been made for drawing all charts related to quality (Pareto chart, Ishikawa fishbone diagram). Finally, obtained data have been analysed by applying quality control tools.

Keywords: Quality control tools, Pareto charts, Ishikawa fishbone, Maintaining drilling rigs equipment.

[(1)] Department of Mechanical Design Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Damascus university, Syria.

1- مقدمة:

إن التخطيط الصحيح للجودة هو الأساس في التوصل للمستوى المرغوب فيه من الأداء، ولا بدَّ من استخدام أدوات ضبط الجودة قبل إعداد خطط الجودة وفي أثنائها وبعدها والتي تعدُّ الأساس لأي عمل سليم في مجال توكيد الجودة[1].

إن لصيانة آلات حفر آبار النفط دوراً كبيراً في ضمان استمرارية حسن أدائها، إذْ إنَّ ضمان الجودة يصل إلى نتائج متميزة مرغوب فيها من خلال تطبيق أدوات ضبط الجودة الضرورية لتحليل النتائج والبيانات المجمعة، وإن تطبيق أدوات الجودة الإحصائية في الصيانة يحسن من فعاليتها من خلال حصر الأعطال الأكثر تكراراً والأكثر كلفة، ومن ثم يمكن التركيز على مسبباتها وعزل المسببات الأكثر تأثيراً وإزالتها [2].

إن من أهم مناحي التطوير في صيانة آلات حفر آبار النفط هو استخدام أساليب الجودة في الصيانة من خلال توثيق الأعطال الميكانيكية لآلات حفر آبار النفط [3].

2- الهدف من البحث:

تكمن أهمية البحث من خلال عدّه مدخلاً لاستخدام أدوات ضبط الجودة في مجال صيانة آلات حفر آبار النفط، تعدُّ هذه الأدوات جزءاً من فقرة مهمة في المواصفة القياسية الدولية لأنظمة إدارة الجودة ISO 9001:2008، وهي القياس والتحليل والتحسين.[4]، [5]، [6].

3- العمل التجريبي:

وُثّقت الأعطال الميكانيكية لأربع آلات حفر في مديرية حقول الجبسة التابعة للشركة السورية للنفط، ومن ثم رُسمتْ مخططات باريتو للتركيز على المعدات الأكثر أهمية، وبعدها رسمت مخططات السبب والأثر للتركيز على أعطال العناصر الرئيسة ومسبباتها في هذه المعدات. اِستُخدمتْ في هذا البحث برامج الحاسب (الكمبيوتر) التي ساعدت في الحصول على المرونة في عملية التوثيق، ورسم المخططات وإمكانية تعديل البيانات من أجل الحالات المستقبلية[7].

رُسمتْ مخططات باريتو ومخططات السبب والأثر بالاعتماد على برنامج QI Macros 2009 الذي يعطي إمكانية كبيرة وسهولة في رسم مخططات الجودة بالاعتماد على البيانات المدخلة، ومن خصائص هذا البرنامج مرونته الكبيرة لدى تغيير البيانات؛ إذْ تتغير مخططات الجودة مباشرة عند تعديل أي من هذه البيانات.

رُسمتْ ثلاثة مخططات لكل حفارة:

- المخطط الأول يساعد على تحديد عدد ساعات التوقف اليومية في كل شهر؛ ممّا يعطي مؤشرات عن كثافة التوقفات الميكانيكية خلال كل شهر.
- المخطط الثاني يوضح مجموع ساعات التوقفات الميكانيكية في كل شهر.
- المخطط الثالث يوضّح الترتيب التنازلي لعدد ساعات التوقف خلال أشهر الدراسة.

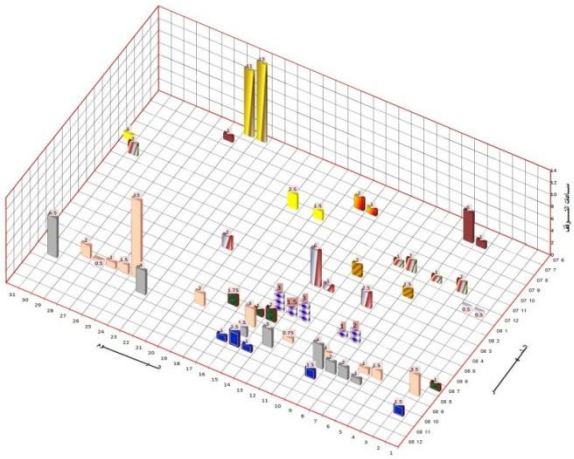
وأخيراً أُجريت مقارنة بين كل حفارتين من النوع والاستطاعة نفسها.

4- النتائج:

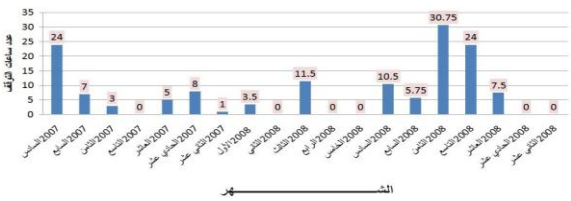
4-1 توثيق الأعطال الميكانيكية:

أ- حفارة الناشيونال 2:

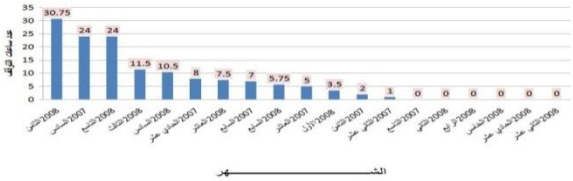
يبيّن الشكل (1) مخطط اليوم والشهر وساعات التوقف، ويبيّن الشكل (2) مخطط الشهر وساعات التوقف، في حين يبيّن الشكل (3) مخطط الهستوغرام.



الشكل (1) مخطط اليوم – الشهر– ساعات التوقف



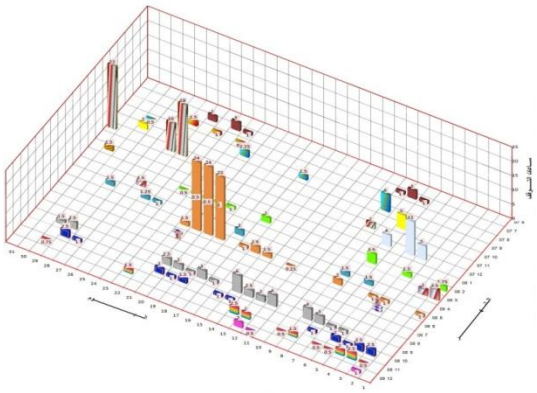
الشكل (2) مخطط الشهر – ساعات التوقف



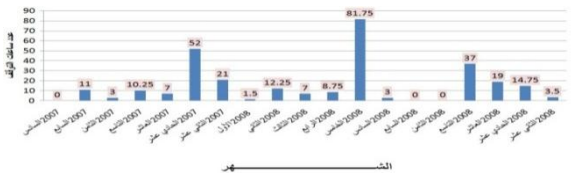
الشكل (3) مخطط الهستوغرام

ب- حفارة الناشيونال 1:

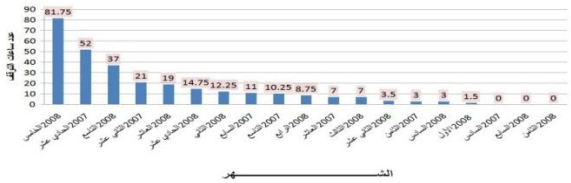
يبين الشكل (4) مخطط اليوم والشهر وساعات التوقف، ويبيّن الشكل (5) مخطط الشهر وساعات التوقف، في حين يبيّن الشكل (6) مخطط الهستوغرام.



الشكل (4) مخطط اليوم – الشهر – ساعات التوقف



الشكل (5) مخطط الشهر – ساعات التوقف



الشكل (6) مخطط الهستوغرام

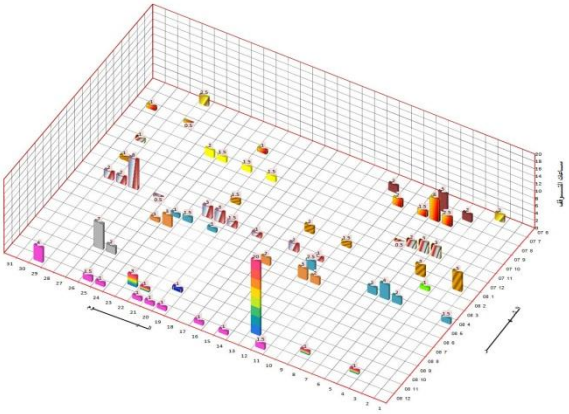
يبيّن الجدول (1) مقارنة بين حفارتي ناشيونال 1 وناشيونال 2 الكهربائيتين.

الجدول (1) مقارنة بين حفارتي ناشيونال 2 وناشيونال 1 الكهربائيتين

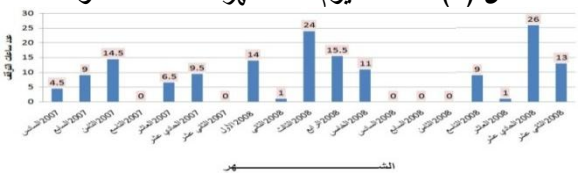
الحفارة	ناشيونال 2	ناشيونال 1
الشهر الذي كان به مجموع التوقفات أكبر من الأشهر الأخرى	الشهر 8 من عام 2008 مجموع التوقفات 30.75 ساعة تكرار إصلاح مضخة سائل الحفر (الدفاش) مع ملاحظة ارتفاع قيمة ضغط سائل الحفر (وصلت هذه القيمة إلى 172 ضغطاً جوياً)	الشهر 5 من عام 2008 مجموع التوقفات 81.75 ساعة التوقفات الرئيسة كانت بسبب سوء عملية تشخيص العطل في آلية الفرملة في الأجهزة الرافعة
الشهر الذي يحوي عدد أيام توقفات أكثر من الأشهر الأخرى	الشهر 8 من عام 2008 عدد أيام التوقفات 11 يوماً غالبية الأعطال كانت إصلاح مضخة سائل الحفر	الشهر 9 من عام 2008 عدد أيام التوقفات 15 يوماً غالبية الأعطال كانت إصلاح مضخة سائل الحفر
الأيام التي حدثت فيها توقفات كبيرة	2007/6/23 13 ساعة 2007/6/24 11 ساعة بسبب الخطأ في إجراءات تركيب مخمد النبض	2007/11/25 18 ساعة 2007/11/26 10 ساعات 2007/11/31 22 ساعة 2007/12/5 12 ساعة بسبب سوء عملية تشخيص العطل (آلية تقديم الأقراط في التوب درايف) وسوء عملية الإصلاح
الأشهر التي لم تحدث فيها توقفات ميكانيكية	الشهر 9 من عام 2007 الشهر 2 من عام 2008 الشهر 4 من عام 2008 الشهر 5 من عام 2008 الشهر 12 من عام 2008	الشهر 6 من عام 2007 الشهر 7 من عام 2008 الشهر 8 من عام 2008
ملاحظات	من الملاحظ زيادة استهلاك القمصان والمكابس والصمامات في حفارة ناشيونال2 في الأشهر 8 و 9 و10 من عام 2008 بسبب: - ارتفاع قيمة ضغط سائل الحفر (وصلت إلى 186 ضغطاً جوياً) - ارتفاع الوزن النوعي لسائل الحفر (وصل إلى 1.86) - وجود أجسام صلبة (وصلت نسبتها إلى 19%) بشكل عام، كانت التوقفات الميكانيكية في حفارة الناشيونال 2 أقل منها في حفارة ناشيونال 1 .	

ج- حفارة أورالماش 2:

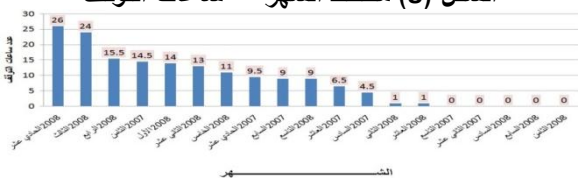
يبـيّن الشـكل (7) مخطـط اليـوم والشـهر وسـاعات التوقـف، ويبـيّن الشـكل (8) مخطـط الشـهر وسـاعات التوقف، في حين يبيّن الشكل (9) مخطط الهستوغرام.



الشكل (7) مخطط اليوم – الشهر– ساعات التوقف.



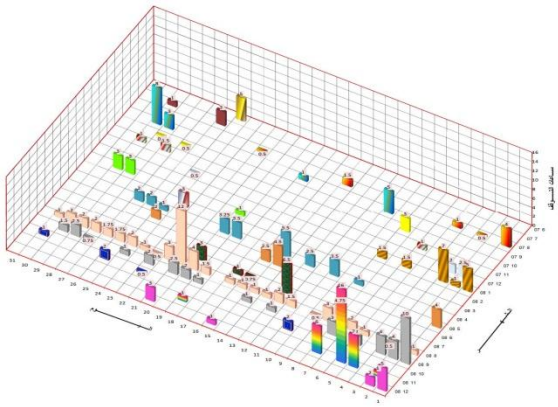
الشكل (8) مخطط الشهر – ساعات التوقف



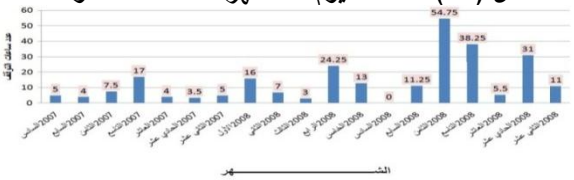
الشكل (9) مخطط الهستوغرام

د- حفارة أورالماش 1:

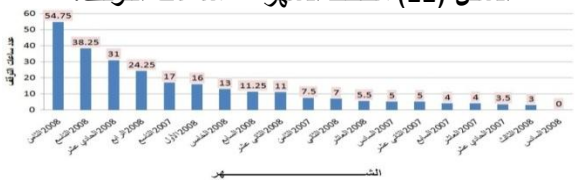
يبـيّن الشـكل (10) مخطـط اليـوم والشـهر وسـاعات التوقـف، ويبـيّن الشـكل (11) مخطـط الشـهر وسـاعات التوقف، في حين يبيّن الشكل (12) مخطط الهستوغرام.



الشكل (10) مخطط اليوم – الشهر – ساعات التوقف.



الشكل (11) مخطط الشهر – ساعات التوقف.



الشكل (12) مخطط الهستوغرام

يبـيّن الجـدول (2) مقارنـة بـين حفـارتي أورالمـاش 1 وأورالماش 2 الميكانيكيتين.

الجدول (2) مقارنة بين حفارتي أورالماش 1 وأورالماش 2 الميكانيكيتين

الحفـــــارة	أورالماش 2	أورالماش 1
الشهر الذي كان به مجموع التوقفات أكبر من الأشهر الأخرى	الشهر 11 من عام 2008 مجموع التوقفات 26 ساعة	الشهر 8 من عام 2008 مجموع التوقفات 54.75 ساعة
الشهر الذي يحوي عدد أيام توقفات أكثر من الأشهر الأخرى	الشهر 3 من عام 2008 عدد أيام التوقفات 10 أيام تنوعت الأعطال بين إصلاح مضخة سائل الحفر وإصلاح معدات نقل الحركة	الشهر 8 من عام 2008 عدد أيام التوقفات 26 يوماً غالبية الأعطال كانت إصلاح مضخة سائل الحفر
الأيـام التـي حـدثت فيهـا توقفات كبيرة	2008/11/12 20ساعة بسبب فشل مضجع المحور اللامركزي الناتج عن سوء عملية التزييت للجزء الميكانيكي في مضخة سائل الحفر	2008/8/20 12 ساعة بسبب إصلاح مضختي سائل الحفر: تبديل قمصان ومكابس وصمامات وقواعد الصمامات 2008/9/ 1 10 ساعات بسبب إصلاح مضخة سائل الحفر: تبديل الزنود الميكانيكية والهيدروليكية 2008/11/5 16 ساعة بسبب إصلاح مضختي سائل الحفر: تبديل جسم الجزء الهيدروليكي للمضخة الأولى وتبديل المضخة النابذة والصمامات والمكابس للثانية

تتمة الجدول (2)...

الأشهر التي لم يحدث فيها توقفات ميكانيكية	الشهر 9 من عام 2007 الشهر 12 من عام 2007 الشهر 6 من عام 2008 الشهر 7 من عام 2008 الشهر 8 من عام 2008	الشهر 6 من عام 2008
ملاحظات	بشكل عام، كانت التوقفات الميكانيكية في حفارة أورالماش 2 أقل منها في حفارة اورالماش 1 .	

تبين الجداول (3، 4، 5، 6) النسب المئوية للتوقفات الميكانيكية للمعدات الرئيسية لآلات الحفر.

الجدول (3) النسب المئوية للتوقفات الميكانيكية في حفارة الناشيونال 1.

حفارة الناشيونال 1 (كهربائية)											
مضخة سائل الحفر (الدفاش)		أجهزة رافعة			توب درايف			أعطال أخرى			
السبب	التوقف (ساعة)	النكرار	السبب	التوقف (ساعة)	النكرار	السبب	التوقف (ساعة)	النكرار	السبب	التوقف (ساعة)	النكرار
قميص+ مكبس + صمام +قاعدة صمام	61.5	26	دارة التبريد	2.5	1	ووش بايب	13	8	البكرات الثابتة	1	1
جسم الجزء الهيدروليكي	5	2									
مخمد النبض	9	5	آلية الفرملة	75	4	آلية الأقراط	72	7	الهزاز	2.25	2
صمام الأمان	5.5	2									
المضخة النابذة	9	7				المدارج	2	2			
الجزء الميكانيكي	3	2									
خط الدفع	4	2				عنق الأوزة	12.5	5			
دارة التزييت	8	4									
خط السحب	1	1									
دارة التبريد	1.5	1	دارة الهواء	1.5	1						
المجموع (ساعة)	107.5		المجموع (ساعة)	79		المجموع (ساعة)	99.5		المجموع (ساعة)	3.25	
المجموع الكلي لساعات التوقف = 289.25											
النسبة المئوية%	37.17		النسبة المئوية%	27.31		النسبة المئوية%	34.4		النسبة المئوية%	1.124	

الجدول (4) النسب المئوية للتوقفات الميكانيكية في حفارة الناشيونال 2

حفارة الناشيونال 2 (كهربائية)											
مضخة سائل الحفر (الدفاش)		أجهزة رافعة			توب درايف			أعطال أخرى			
السبب	التوقف (ساعة)	النكرار	السبب	التوقف (ساعة)	النكرار	السبب	التوقف (ساعة)	النكرار	السبب	التوقف (ساعة)	النكرار
قميص+ مكبس + صمام +قاعدة صمام	55.75	32	الكابح الالكتروديناميكي	4	2	ووش بايب	8	5	المنضدة الرحوية	1	1
جسم الجزء الهيدروليكي	21	4	دبرياج الرفع	0.5	1	آلية التبريد	4.5	2			
مخمد النبض	13.5	2	ملفاف الشد	0.5	1	آلية الأقراط	5.5	2			
صمام الأمان	3	2	دارة التبريد	6	1	المدارج	0	0			
المضخة النابذة	2.5	3	آلية الفرملة	1.5	1	عنق الأوزة	0	0			
المجموع (ساعة)	95.75		المجموع (ساعة)	12.5		المجموع (ساعة)	18		المجموع (ساعة)	1	
المجموع الكلي لساعات التوقف = 127.25											
النسبة المئوية%	75.25		النسبة المئوية%	9.823		النسبة المئوية%	14.15		النسبة المئوية%	0.786	

الجدول (5) النسب المئوية للتوقفات الميكانيكية في حفارة أورالماش1.

حفارة أورالماش 1 (ميكانيكية)											
مضخة سائل الحفر (الدفاش)		أجهزة رافعة			آلية نقل الحركة			أعطال أخرى			
السبب	التوقف (ساعة)	النكرار	السبب	التوقف (ساعة)	النكرار	السبب	التوقف (ساعة)	النكرار	السبب	التوقف (ساعة)	النكرار
قميص+ مكبس + صمام +قاعدة صمام	51	31	الكابح الهيدرروديناميكي	0	0	ريديكتور (مسننات مخروطية)	19	8	ووش بايب	7.5	5
جسم الجزء الهيدروليكي	12.5	3	دبرياج الرفع	5	3	الجنازير	55.25	20	ملفاف الشد	3	1
زند ميكانيكي	9	2									
صمام الأمان	0	0				محور نقل الحركة	5	1	تربيعة القلم	16.5	14
موانع التهريب	11.25	9	آلية الفرملة	21	6	الدبرياج	10	7	مفتاح AKB	0	0
مجموعة الصمامات	3	3				دارة التزييت	2.25	3	مكبس التونغ	1	1
خط الدفع	11.5	4				ترنسميون	6	5	الخطاف	7.25	6
مضاجع المحور اللامركزي	0	0	دليل كبل الحفر	0.5	1	بكرة الأقشطة	3	1	المنضدة الرحوية	2.5	2
المجموع (ساعة)	98.25		المجموع (ساعة)	26.5		المجموع (ساعة)	100.5		المجموع (ساعة)	37.75	
المجموع الكلي لساعات التوقف = 263											
النسبة المئوية%	37.36		النسبة المئوية%	10.08		النسبة المئوية%	38.21		النسبة المئوية%	14.35	

الجدول (6) النسب المئوية للتوقفات الميكانيكية في حفارة أورالماش2.

حفارة أورالماش 2 (ميكانيكية)											
مضخة سائل الحفر (الدفاش)		أجهزة رافعة			آلية نقل الحركة			أعطال أخرى			
السبب	التوقف (ساعة)	النكرار	السبب	التوقف (ساعة)	النكرار	السبب	التوقف (ساعة)	النكرار	السبب	التوقف (ساعة)	النكرار
قميص+ مكبس + صمام +قاعدة صمام	10	7	الكابح الهيدرروديناميكي	0	0	ريديكتور (مسننات مخروطية)	25	12	ووش بايب	2	2
جسم الجزء الهيدروليكي	6	1	دبرياج الرفع	0	0	الجنازير	13.5	6	ملفاف الشد	1	1
مخمد النبض	6	5				محور نقل الحركة	4	2	تربيعة القلم	3.5	3
صمام الأمان	2	1	آلية الفرملة	20	7	الدبرياج	16	11	مفتاح AKB	2	2
موانع التهريب	2	2							مكبس التونغ	2	2
المنزلقة	2	1							الخطاف	0	0
مجموعة الصمامات	2	1	دليل كبل الحفر	12.5	8	دارة التزييت	3	3			
مضاجع المحور اللامركزي	20	1				ترنسميون	2	2	المنضدة الرحوية	0	0
المجموع (ساعة)	50		المجموع (ساعة)	32.5		المجموع (ساعة)	63.5		المجموع (ساعة)	10.5	
المجموع الكلي لساعات التوقف = 156.5											
النسبة المئوية%	31.95		النسبة المئوية%	20.77		النسبة المئوية%	40.58		النسبة المئوية%	6.71	

4-2 إنشاء مخططات باريتو:

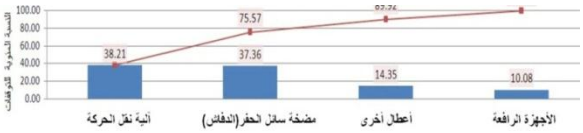
حُصرتِ الأعطال الميكانيكية جميعها لآلات الحفر في جداول تبيّن المعدات التي تحتوي العناصر المتعطلة، ومجموع ساعات التوقف الناتجة عن تعطل كل عنصر من هذه العناصر، وتكرار هذه الأعطال، ومن ثم حُدّد مجموع ساعات التوقف، ونسبة التوقفات الميكانيكية لكل معدة. رُسمت بعدها مخططات باريتو التي تظهر ترتيب المعدات من الأكبر إلى الأصغر من حيث النسبة المئوية للتوقفات الميكانيكية؛ ممَّا يمكن من تحديد المعدة الأكثر تأثيراً في أزمنة هذه التوقفات في كل آلة حفر، ومن ثمَّ رُكّز في المقام الأول على هذه المعدة، وحُدّدتِ الأسباب الرئيسة لأعطال عناصرها؛ ممَّا يقلل أزمنة التوقف الإجمالية لآلة الحفر بشكل كبير.

تبيّن الأشكال (13، 14، 15، 16) مخططات باريتو للحفارات المختلفة.

الشكل (13) مخطط باريتو لحفارة الناشيونال 2

الشكل (14) مخطط باريتو لحفارة الناشيونال 1

الشكل (15) مخطط باريتو لحفارة أورالماش 2



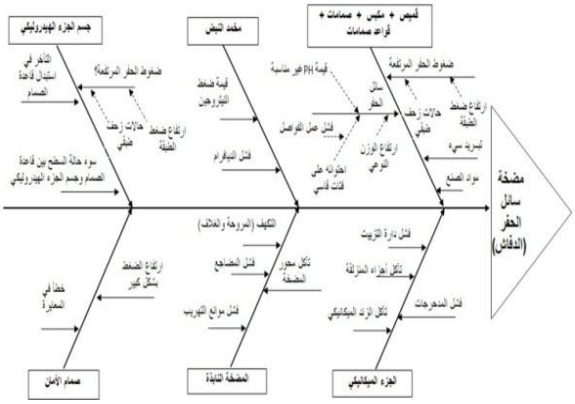
الشكل (16) مخطط باريتو لحفارة أورالماش 1

4-3 رسم مخططات السبب والأثر :

مخطط السبب والأثر هو إحدى الوسائل الجيدة للوصول إلى أسباب مشكلة ما. ويمكن استخدام هذا المخطط في تحليل أية مشكلة بغض النظر عن طبيعتها؛ بمعنى: أنه يمكن أن يستخدم لتحليل مشكلة شخصية، أو مشكلة في صناعة السيارات، أو غيرها [3]. هذا المخطط يهدف إلى حصر الأسباب التي قد تؤدي إلى المشكلة المراد حلها. فبدلاً من حصر التفكير في أسباب غير مهمة يساعد هذا المخطط على التفكير في الأسباب الرئيسة ومن ثمّ الوصول إلى السبب، أو الأسباب الحقيقية التي قد تكون غير متوقعة. هذا المخطط يسهل أيضاً عرض المشكلة، وتوضيح الأسلوب الذي يجب أن يتبع للوصول إلى الحل، من فوائده أيضاً أنه يجبر الجميع على التفكير في المشكلة بعمق بدلاً من التسرع في اقتراح الحلول [8].

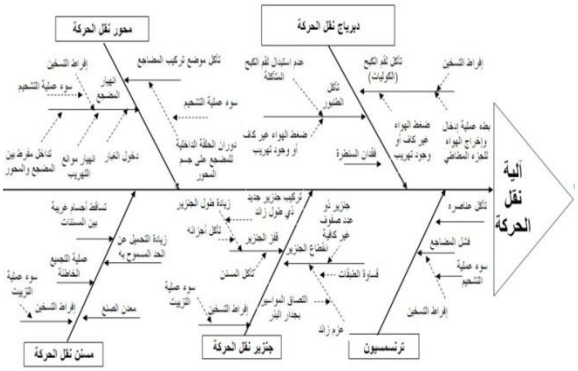
من خلال مخططات باريتو حُدّدت المعدات الأكثر تأثيراً من ناحية أزمنة التوقف الميكانيكية، وبناء عليها رُسمتْ مخططات السبب والأثر (الذي يسمى أيضاً مخطط عظم السمكة، أو مخطط إيشيكاوا) لهذه المعدات.

بالنسبة إلى الحفارتين الكهربائيتين ناشيونال 2 وناشيونال 1 كانت المعدة الأكثر تأثيراً هي مضخة سائل الحفر، ويبيّن الشكل (17) مخطط السبب والأثر لهذه المضخة.



الشكل (17) مخطط السبب والأثر لمضخة سائل الحفر

في حين يبيّن الشكل (18) مخطط السبب والأثر لآلية نقل الحركة في الحفارات الميكانيكية أورالماش2 أورالماش1.



الشكل (18) مخطط السبب والأثر لآلية نقل الحركة

5- مناقشة النتائــج:

5-1- بالنســـبة إلـــى الحفـــارتين الكهربـــائيتين (ناشيونال 2 وناشيونال 1):

المجموع الكلي لساعات التوقف بالنسبة إلى حفارة ناشيونال 2 (127.25 ساعة) أقل منه لحفارة ناشيونال 1(289.25 ساعة)، مع أن ظروف عملهما متشابهة ممَّا يعطي مؤشراً عن مدى الاهتمام الفني لأطر الصيانة لكل منهما.

كانت النسبة الكبرى للتوقفات الميكانيكية لمضخة سائل الحفر (الدفاش) إذْ تعمل هاتان الحفارتان تحت قيم عالية لضغط سائل الحفر وغزارته، مع ملاحظة أن مجموع ساعات التوقف الناتجة عن هذه المضخة بالنسبة إلى حفارة ناشيونال 1 (107.5 ساعة) أكبر منه لحفارة ناشيونال 2 (95.75 ساعة).

يلاحظ من خلال جداول هاتين الحفارتين أن استهلاك العناصر (القميص، والمكبس، والصمامات، وقواعد الصمامات) كان السبب الرئيس في زيادة نسبة التوقفات الميكانيكية للمضخة مقارنة بباقي المعدات، كما أن تكرار استهلاكها كان الأكبر مقارنة بكامل عناصر آلة الحفر. يمكن ملاحظة أن ترتيب المعدات في مخططات باريتو كان نفسه لكلتا الحفارتين.

5- 2- بالنســبة إلــى الحفــارتين الميكــانيكيتين (أورالماش 2 و اورالماش1):

المجموع الكلي لساعات التوقف بالنسبة إلى حفارة أورالماش 2 (156.5 ساعة) أقل منه لحفارة أورالماش 1(263 ساعة) مع أنَّ ظروف عملهما متشابهة.

كانت النسبة الكبرى للتوقفات الميكانيكية لآلية نقل الحركة؛ وذلك بسبب تعقيدها، إذْ إنَّ الغالبية العظمى من معدات الحفارات الميكانيكية تستمد حركتها من آلية نقل الحركة؛ ممَّا يشكل ضغطاً كبيراً على الجنازير والمسننات وغيرها، مع ملاحظة أن مجموع ساعات التوقف الناتجة عن آلية نقل الحركة بالنسبة إلى حفارة إلى أورالماش 1 (100.5 ساعة) أكبر منه لحفارة أورالماش 2 (63.5 ساعة). كما يمكن ملاحظة اختلاف ترتيب المعدات في مخططات باريتو لحفارتي أورالماش 2 وأورالماش 1.

6- الاستنتاجات:

- يقدم استخدام أدوات ضبط الجودة في مجال صيانة آلات الحفر معلومات مهمة جداً، يمكن من خلالها تحديد العمال الأكثر اهتماماً والأكثر كفاءة، وذلك في حال تشابه آلات الحفر وظروف العمل الأخرى؛ ممَّا يسهم في الاختيار المناسب وبدقة للعمال في المهمات الصعبة ذي الطبيعة الخاصة ممَّا يسهم في تحقيق النتائج الفُضلى.

- يسهم استخدام أدوات ضبط الجودة في تحديد الأسباب الرئيسة في زيادة نسبة التوقفات الميكانيكية؛ ممَّا يسهم في سرعة العلاج، وإيجاد حل جذري وسريع للتوقفات.

- قبل استخدام أدوات ضبط الجودة لحصر مسببات التوقفات، كانت هذه التوقفات تتكرر وتطول مدة البحث عن مسبباتها دون معرفة السبب الحقيقي، إذْ تخضع عملية المعالجة للتكهنات والتخمينات؛ ممَّا يؤدي إلى هدر في الوقت، وهدر في القطع المستبدلة بسبب عدم معرفة المسبب الرئيس للتوقفات.

- قبل استخدام أدوات ضبط الجودة لحصر المسؤول عن التوقفات، كانت العملية تخضع لجملة من تبادل الاتهامات بين العاملين في مجال الصيانة والعاملين في مجال التشغيل للحفارات دون حسم لتحديد المسبب.

- لابدَّ من إعداد فريق عمل مركزي يُؤهَّل في مجال استخدام أدوات ضبط الجودة في مجال الصيانة. كما يجب تدريب المشرفين ورؤساء الأقسام في الصيانة على استخدام بعض أدوات ضبط الجودة بحسب طبيعة عمل كل منهم، لتجميع البيانات وتحليلها وتحويلها إلى معلومات تكون مفيدة في صنع القرارات الصحيحة، وفي الوقت المناسب.

- لابدَّ من استخدام أدوات ضبط الجودة في الأقسام والإدارات جميعها نتيجة لما تقدمه هذه الأدوات من فوائد في عمليات تحديد المسببات الفعلية للأخطاء والمشكلات، وسرعة كشف هذه المسببات وعلاجها الجذري لتجنب تكرارها.

- لابدَّ من تطبيق نظام لإدارة الجودة لما له من فوائد؛ إذْ إنَّ استخدام أدوات ضبط الجودة حقق الفوائد المذكورة سابقاً، وتشكل أدوات ضبط الجودة جزءاً بسيطاً من نظام إدارة الجودة؛ ممَّا يوحي بالقدر الهائل من المكاسب الناتجة عن تطبيق نظام إدارة الجودة.

المراجع References

1- Gryna, F. 2001. Quality Planning Analysis. McGraw-Hill, London, 400.

2- Peter, S. 2003. Selection of quality assurance methods.

3- توفيق عبد الرحمن. 2003. الجودة الشاملة الدليل المتكامل للمفاهيم والأدوات. مركز الخبرات المهنية للإدارة.

4- ناظم سعود وجميل شيخ عثمان. 2007. الاقتصاد الهندسي والجودة الإنتاجية. مديرية الكتب والمطبوعات، جامعة حلب.

5- ISO. 9001. Quality management System Requirements. 2008.

6- ISO 9000. Quality management System - Fundamentals and vocabulary. 2000.

7- GONG,W and CAI, Z. 2009. An improved multi-objective differential evolution based on pareto adaptive dominance and orthogonal designs European Journal of Operational research, 198(2).576-601.

8- طاهر، رمضان. 2002. نظم الجودة . دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع والطباعة.

إيداع البحث	2015/08/12	Received
قبول البحث للنشر	2015/01/04	Accepted for Publ.