

دولة ليبيا



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

الأكاديمية الليبية / فرع مصراته

مدرسة العلوم الهندسية والتطبيقية

قسم إدارة المشاريع الهندسية

دراسة بعنوان

## تقييم أداء الصيانة بالشركة العامة للكهرباء

دراسة حالة أثر أداء الصيانة على الخطوط الهوائية جهد 11kv بمدينة مصراته

بحث مقدم استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الإجازة العالية " الماجستير " في إدارة المشاريع

الهندسية

إعداد الطالب:

صالح مفتاح حسين أبو حجر

إشراف:

د. علي قاسم شتوان

2016 م

قرار لجنة المناقشة للطالب  
صالح مفتاح حسين ابوججر



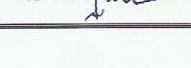
للحصول على درجة الإجازة العالية ( الماجستير ) في قسم (إدارة المشاريع الهندسية)

قامت اللجنة المشكلة بقرار السيد/ رئيس الأكاديمية الليبية / فرع مصراتة رقم (218) الصادر بتاريخ 2016/07/24م بمناقشة الرسالة المقدمة من الطالب/ صالح مفتاح حسين ابوججر لنيل درجة الإجازة العالية (الماجستير) في قسم إدارة المشاريع الهندسية وعنوانها:

( تقييم أداء الصيانة بالشركة العامة للكهرباء )

دراسة حالة: أثر أداء الصيانة على الخطوط الهوائية جهد 11KV بمدينة مصراتة

وبعد مناقشة الرسالة علنياً على تمام الساعة (10:00 صباحاً) يوم السبت الموافق 2016/08/20م بقاعة المناقشات بالأكاديمية وتقويم مستوى الرسالة العلمي والمنهج الذي اتبعه الطالب في بحثه قررت اللجنة ما يلي: قبول الرسالة ومنح الطالب: صالح مفتاح حسين ابوججر درجة الإجازة العالية (الماجستير) في قسم إدارة المشاريع الهندسية.

التوقيع	الصفة	أعضاء اللجنة المناقشة
	مشرفاً ومقرراً	السيد/ د. علي قاسم شتوان
	عضواً	السيد/ د. صالح محمد معينيق
	عضواً	السيد/ د. سليمان محمد قليونان

\*\*\*\*\*

يعتد

د. محمد احمد الصلابي

عميد مدرسة العلوم الهندسية والتطبيقية

التوقيع: 

التاريخ: 09 / 09 / 2016 م



د. علي قاسم شتوان

رئيس قسم إدارة المشاريع الهندسية بالأكاديمية

التوقيع: 

التاريخ: 09 / 09 / 2016 م



د. محمد المهدي اشتوي

رئيس الأكاديمية الليبية / فرع مصراتة

التوقيع: 

التاريخ: 09 / 09 / 2016 م



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا  
الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سورة المجادلة، الآية (11)

# الإهداء

إلى روح والدي العزيز طيب الله ثراه وتغمده بواسع رحمته وأسكنه فسيح جناته

إلى أُمي الغالية أطال الله في عمرها

إلى زوجتي وأبنائي

تقديرًا لصبرهم ودعمهم لي طيلة فترة البحث

## شكر وتقدير

الحمد لله الذي وفقتني لإتمام هذه الرسالة ولا يسعني إلا أن أتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلى الدكتور على قاسم شتوان لتفضله بالموافقة على الإشراف على هذه الرسالة حيث كانت لتوجيهاته العلمية وتعاونه الصادق أكبر الأثر في إخراج هذه الدراسة.

كما أتقدم بجزيل الشكر والتقدير لأعضاء اللجنة الممتحنين لقبولهما مناقشة الدراسة وتقديمهما التصويبات اللازمة لها.

كما يطيب للباحث أن يتقدم بجزيل الشكر لكل من قدم يد العون خاصة م. عبد الهادي القزيري: مدير إدارة توزيع الوسطى على موافقته إجراء الدراسة وتعاونه، م. وليد أبو سنيينة بغرفة التشغيل الرئيسية على ما قدمه من مساعدة، وأخيراً أتقدم بالشكر للصدّيق م. الصديق مصطفى أبوشعالة الذي كانت له فكرة الدراسة بالأكاديمية الليبية فرع مصراتة وتشجيعه المستمر.

## فهرس المحتويات

ب	..... الآية الكريمة
ج	..... الإهداء
د	..... الشكر والتقدير
هـ	..... فهرس المحتويات
ح	..... فهرس الأشكال
ل	..... فهرس الجداول
ن	..... ملخص الدراسة
س	..... Abstract
ع	..... المنشورات

### 1 الإطار العام للبحث

1	..... مقدمة	1.1
2	..... الدراسات السابقة	2.1
9	..... التعقيب على الدراسات السابقة	3.1
10	..... مشكلة البحث	4.1
11	..... فرضيات البحث	5.1
12	..... أهداف البحث	6.1
12	..... أهمية البحث	7.1
12	..... حدود البحث	8.1
13	..... منهجية البحث	9.1
13	..... أدوات جمع البيانات	10.1
14	..... هيكلية البحث	11.1

### 2 الصيانة

15	..... مفهوم الصيانة	1.2
17	..... أهمية الصيانة	2.2

18	..... أهداف الصيانة	3.2
19	..... تصنيفات الصيانة	4.2
19	..... 1.4.2 الصيانة غير المخططة	
20	..... 2.4.2 الصيانة المخططة	
21	..... 1.2.4.2 الصيانة التصحيحية	
21	..... 2.2.4.2 الصيانة الوقائية	
22	..... 3.2.4.2 فوائد تطبيق برامج الصيانة المخططة	
23	..... الخواص المؤثرة على عمليات الصيانة	5.2
25	..... تنفيذ أعمال الصيانة	6.2
25	..... 1.6.2 الأنشطة المرتبطة بتنفيذ الصيانة	
26	..... 2.6.2 العناصر الواجب توفيرها لإجراء أعمال الصيانة	
27	..... إدارة الصيانة	7.2
27	..... 1.7.2 مهام ومسؤوليات إدارة الصيانة	
28	..... تكاليف عمليات الصيانة	8.2
29	..... 1.8.2 تكاليف الصيانة غير المباشرة	
30	..... 2.8.2 تكاليف الصيانة المباشرة	
31	..... 3.8.2 العلاقة بين تكاليف الصيانة الوقائية وتكاليف الصيانة الإصلاحية	
32	..... 4.8.2 الموازنة بين الصيانة الوقائية والصيانة الإصلاحية	
33	..... 1.4.8.2 منحى توزيع تعطل المعدات	
34	..... 2.4.8.2 العلاقة بين الوقت والتكاليف	
35	..... 3.4.8.2 حجم القوة العاملة بإدارة الصيانة	
36	..... 5.8.2 العوامل التي تساعد على تخفيض تكاليف عمليات الصيانة	
37	<b>3 تقييم أداء الصيانة</b>	
37	..... تطور قياس أداء الصيانة	1.3
40	..... العناصر المطلوبة لتقييم الصيانة	2.3
40	..... تعريف مؤشرات الأداء الرئيسية	3.3
41	..... خصائص مؤشرات قياس الأداء	4.3

41	قياس أداء الصيانة والتصنيفات المعتمدة للمؤشرات .....	5.3
43	الهيكل العام للمؤشرات المعتمدة لقياس أداء الصيانة للمعدات	6.3
44	1.6.3 وصف المؤشرات الاقتصادية لقياس أداء الصيانة	
46	2.6.3 وصف المؤشرات التقنية لقياس أداء الصيانة .....	
53	3.6.3 العلاقة بين الإتاحة ومتوسط الزمن بين الأعطال ومتوسط زمن الإصلاح	

#### 4 الحالة الدراسية

56	نبذة عن الشركة العامة للكهرباء .....	1.4
57	1.1.4 إدارة توزيع الوسطى .....	
57	2.1.4 دائرة تخطيط الصيانة .....	
58	3.1.4 دائرة التوزيع .....	
58	2.4 صيانة الخطوط الهوائية جهد 11kv .....	
59	1.2.4 الكشف على الخطوط الهوائية جهد 11kv .....	
60	2.2.4 الفحص التفصيلي على الخطوط الهوائية جهد 11kv	
61	3.2.4 الكوادر الفنية القائمة بأعمال الصيانة للخطوط الهوائية	
62	4.2.4 تخطيط وإجراء الصيانة الوقائية .....	
64	5.2.4 كشف الأعطال الفجائية وإصلاحها .....	
65	3.4 تطبيق مؤشرات القياس لتقييم أداء الصيانة بالخطوط الهوائية جهد 11kv	
66	1.3.4 تجميع البيانات .....	
75	2.3.4 بناء الجداول الخاصة بتطبيق مؤشرات قياس الأداء .....	
77	3.3.4 تحليل البيانات والمؤشرات .....	

#### 5 الاستنتاجات والتوصيات

132	الاستنتاجات .....	1.5
138	التوصيات .....	2.5
139	الدراسات المستقبلية .....	3.5
140	الملاحق .....	
159	المراجع .....	



## فهرس الأشكال

17	.....	نظام التيروتكنولوجي	1.2
18	.....	أهمية الصيانة الفعالة	2.2
20	.....	أنواع الصيانة	3.2
24	.....	العلاقة بين التكاليف المرتبطة بالصيانة	4.2
28	.....	مهام ومسؤوليات إدارة الصيانة	5.2
32	.....	العلاقة بين التكاليف الصيانة الوقائية والصيانة الإصلاحية	6.2
33	.....	منحنى توزيع تعطل المعدات	7.2
35	.....	حجم القوة العاملة بإدارة الصيانة	8.2
38	.....	إطار قياس الأداء لوظيفة الصيانة	1.3
43	.....	التصنيف الثاني للمؤشرات الرئيسية لأداء الصيانة	2.3
54	.....	العلاقة بين الإتاحة ومتوسط الزمن بين الأعطال ومتوسط زمن الإصلاح	3.3
63	.....	عملية تخطيط وإجراء ومتابعة الصيانة الوقائية	1.4
64	.....	عملية كشف الأعطال الفجائية وإصلاحها	2.4
79	.....	توزيع انقطاعات الأعطال بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال عام 2014	3.4
79	.....	توزيع انقطاعات الأعطال بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال عام 2013	4.4
80	.....	معدل التغير في انقطاعات الأعطال بين الخطوط الهوائية التي تم صيانتها عامي 2013، 2014	5.4
81	.....	معدل إجمالي الانقطاعات والفصولات بالخطوط الهوائية المصانة خلال عامي 2013، 2014	6.4
82	.....	توزيع انقطاعات الأعطال في الخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها	7.4
82	.....	مقارنة حجم الانقطاع في الخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها مع إجمالي الانقطاعات خلال عام 2014	8.4
83	.....	مقارنة نسبة الانقطاعات والفصولات بالخطوط التي لم يتم صيانتها مع باقي الخطوط	9.4
84	.....	توزيع معدل انقطاعات الأعطال في الخطوط الهوائية المصانة مرتين خلال عامي 2013، 2014	10.4

11.4	توزيع معدل الانقطاعات بالخطوط الهوائية المصانة مرتين مقارنة بإجمالي الانقطاعات
84	في الخطوط التي تم صيانتها بالكامل .....
12.4	مقارنة نسب انقطاعات الأعطال والفصولات المُسجلة بالخطوط المصانة مرتين مع باقي
86	الخطوط الهوائية .....
13.4	توزيع نسب الانقطاعات المُسجلة لجميع الخطوط المشمولة بالدراسة حسب تصنيفات
86	الخطوط الهوائية .....
14.4	مقارنة بين حجم الانقطاع في الخطوط المصانة مرتين مع الخطوط الهوائية التي لم يتم
87	صيانتها .....
15.4	مقارنة بين فصولات الصيانة الوقائية والطارئة بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال
88	عام 2014 .....
16.4	مقارنة بين فصولات الصيانة الوقائية والطارئة بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال
89	عام 2013 .....
17.4	حجم فصولات الصيانة بالخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها عامي 2013، 2014
18.4	مقارنة بين فصولات الصيانة الوقائية والطارئة للخطوط الهوائية المصانة مرتين في
91	عامي 2013، 2014 .....
19.4	معدل عدد فصولات الصيانة الوقائية والطارئة حسب دوائر التوزيع
92	معدل زمن فصولات الصيانة الوقائية والطارئة حسب دوائر التوزيع
20.4	معدل توزيع إجمالي فصولات الصيانة بنوعيتها الوقائية والطارئة حسب تصنيفات
93	الخطوط الهوائية .....
22.4	أطوال الخطوط الهوائية التي شملتها بالدراسة والأطوال المستهدفة بخطط الصيانة
94	2013، 2014 .....
23.4	الحجم المنفذ وغير المنفذ من الصيانة المخططة للخطوط الهوائية وفق تقارير الصيانة
95	لعامي 2013، 2014 .....
24.4	حجم الصيانة (المنفذ وغير المنفذ) بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها لمرتين عامي
95	2013، 2014 .....
25.4	نسبة أداء الصيانة المنفذة وغير المنفذة من أطوال الخطوط المدرجة مرتين للصيانة
26.4	نسبة أداء الصيانة المنفذة وغير المنفذة من أطوال الخطوط الهوائية المدرجة للصيانة
96	خلال عامي 2013، 2014 .....

27.4	القيم الإجمالية لمؤشر الفاقد الزمني $T_1$ لكل الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة حسب
102	..... دوائر التوزيع
28.4	نتائج مؤشر الفاقد الزمني $T_1$ بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها حسب الأرباع السنوية
103	..... لكل دائرة
29.4	مقارنة بين القيم الإجمالية للمؤشر $T_1$ وتعلق بالخطوط المصانة عامي 2013، 2014
104	..... حسب دوائر التوزيع
30.4	قيم مؤشر متوسط الزمن بين الأعطال $T_2$ لكافة الخطوط الهوائية التي تم صيانتها
105	..... حسب دوائر التوزيع
31.4	مقارنة بين قيم المؤشر $T_2$ للخطوط المصانة عامي 2013، 2014 حسب الأرباع
106	..... السنوية لكل دائرة
32.4	مؤشر متوسط الزمن بين الأعطال $T_2$ في جميع الخطوط الهوائية التي شملتها الدراسة
106	..... حسب دوائر التوزيع
33.4	مؤشر متوسط زمن الإصلاح $T_3$ في الخطوط الهوائية التي تم صيانتها بالكامل حسب
108	..... الأرباع السنوية
34.4	مقارنة بين قيم المؤشر $T_3$ بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها عامي 2013، 2014
109	..... حسب الأرباع السنوية
35.4	مؤشر متوسط زمن إصلاح الأعطال $T_3$ لجميع الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة
109	..... حسب دوائر التوزيع
36.4	قيم مؤشر الإتاحة $T_{4-1}$ للخطوط الهوائية التي تم صيانتها عامي 2013، 2014 حسب
111	..... الأرباع السنوية لكل دائرة
37.4	قيم مؤشر الإتاحة $T_{4-2}$ للخطوط الهوائية التي تم صيانتها عامي 2013، 2014 حسب
113	..... الأرباع السنوية لكل دائرة
38.4	القيم الإجمالية لمؤشر الإتاحة $T_{4-1}$ بالخطوط الهوائية المصانة عامي 2013، 2014
115	..... حسب دوائر التوزيع
39.4	القيم الإجمالية لمؤشر الإتاحة $T_{4-2}$ بالخطوط الهوائية المصانة عامي 2013،
115	..... 2014 حسب دوائر التوزيع
40.4	مقارنة بين نتائج مؤشري الإتاحة $T_{4-1}$ ، $T_{4-2}$ بالخطوط الهوائية المصانة مرتين حسب
116	..... دوائر التوزيع
41.4	نتائج مؤشري الإتاحة $T_{4-1}$ ، $T_{4-2}$ لجميع الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة حسب
116	..... دوائر التوزيع

42.4	توزيع الأزمنة المرتبطة بالصيانة للخطوط الهوائية المُجدولة بخطط الصيانة لعامي 2013، 2014 حسب الأرباع السنوية .....	118
43.4	مقارنة بين قيم المؤشر T <sub>5</sub> لعامي 2013، 2014 حسب الأرباع السنوية لكل دوائر التوزيع .....	119
44.4	القيم الإجمالية للمؤشر T <sub>5</sub> لكافة الخطوط المشمولة بالدراسة حسب دوائر التوزيع	120
45.4	مقارنة بين قيم مؤشري الصيانة الطارئة T <sub>6</sub> والوقائية T <sub>7</sub> لعامي 2013، 2014 حسب الأرباع السنوية .....	121
46.4	القيم الإجمالية لمؤشري الصيانة الطارئة T <sub>6</sub> والوقائية T <sub>7</sub> حسب دوائر التوزيع لعامي 2013، 2014 .....	121
47.4	مقارنة بين قيم المؤشر T <sub>10</sub> حسب الأرباع السنوية لعامي 2013، 2014 لتقييم الإلتزام بالجدولة الزمنية .....	126
48.4	نسبة أوامر العمل الخاصة بالصيانة الوقائية مقارنة بإجمالي أوامر العمل المتعلقة بالصيانة .....	127
49.4	نسبة أوامر العمل الخاصة بإصلاح الأعطال مقارنة بإجمالي أوامر العمل الصادرة بالكامل .....	127
50.4	زمن تكرار الأعطال المُسجل عام 2014 لكافة الخطوط الهوائية التي تم صيانتها حسب دوائر التوزيع .....	128
51.4	مؤشر تكرار الأعطال لجميع الخطوط الهوائية التي شملتها الدراسة حسب دوائر التوزيع	129
52.4	مقارنة نسب احتمالية الإخفاق بين الخطوط المصانة عامي 2013، 2014 حسب الأرباع السنوية .....	130
53.4	قيم مؤشر احتمالية الإخفاق للخطوط التي شملتها الدراسة حسب دوائر التوزيع	131

## فهرس الجداول

42	..... التصنيف الأول لمؤشرات أداء الصيانة	1.3
43	..... التصنيف الثاني لمؤشرات أداء الصيانة	2.3
49	تفاصيل الزمن المحدد للتوقعات حسب النسبة المئوية للإتاحة	3.3
55	تفاصيل المؤشرات التقنية المعتمدة لقياس أداء الصيانة	4.3
60	..... أنواع بنود الكشف على الخطوط الهوائية	1.4
61	..... أنواع بنود الفحص التفصيلي للخطوط الهوائية	2.4
61	..... الكوادر الفنية القائمة بالصيانة للخطوط الهوائية	3.4
61	تفاصيل البيانات التي تم تجميعها عن الخطوط الهوائية جهد 11kv المُدرجة بالخطة	4.4
69	..... السنوية للصيانة 2014	5.4
69	البيانات المتعلقة بالخطوط الهوائية وفق خطة الصيانة لعام 2014 ويقابلها التوزيع	5.4
72	..... الزمني للانقطاعات والفصولات خلال أرباع السنة	6.4
72	البيانات المتعلقة بالخطوط الهوائية وفق خطة الصيانة لعام 2013 ويقابلها التوزيع	6.4
72	..... الزمني للانقطاعات والفصولات خلال أرباع السنة	7.4
72	البيانات المتعلقة بجميع الخطوط الهوائية المدرجة بخطة الصيانة خلال عامي 2013،	7.4
73	2014 ويقابلها التوزيع الزمني للانقطاعات والفصولات خلال أرباع السنة	7.4
73	البيانات المتعلقة بالخطوط الهوائية التي لم يتم إدراجها ضمن خطط الصيانة لعامي	8.4
73	2013، 2014 ويقابلها التوزيع الزمني للانقطاعات والفصولات خلال أرباع السنة	8.4
73	البيانات المتعلقة بالخطوط الهوائية المدرجة مرتين بخطة الصيانة عامي 2013،	9.4
74	2014 ويقابلها التوزيع الزمني للانقطاعات والفصولات خلال أرباع السنة	9.4
74	البيانات المتعلقة بجميع الخطوط الهوائية التي شملتها الدراسة ويقابلها التوزيع الزمني	10.4
74	..... للانقطاعات والفصولات خلال أرباع السنة	10.4
74	تفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية جهد 11kv	11.4
76	..... التي تم صيانتها خلال عام 2014	11.4
76	نسبة الأعطال في الخطوط المصانة مرتين بالنسبة إلى إجمالي الأعطال في الخطوط	12.4
85	..... المصانة وفق أطوالها	12.4

13.4	تفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال الأرباع السنوية لعام 2014 .....	98
14.4	تفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال عام 2014 .....	98
15.4	تفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال الأرباع السنوية لعام 2013 .....	99
16.4	تفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال عام 2013 .....	99
17.4	تفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء لجميع الخطوط الهوائية التي تم صيانتها وفق الأرباع السنوية المجمع عامي 2013، 2014	100
18.4	تفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء لجميع الخطوط الهوائية التي تم صيانتها عامي 2013، 2014 .....	100
19.4	تفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها خلال عامي 2013، 2014 .....	101
20.4	تفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية التي تم صيانتها مرتين خلال عامي 2013، 2014 .....	101
21.4	تفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء لجميع الخطوط الهوائية التي شملتها الدراسة .....	101
22.4	النسب المئوية للاتاحية وفق المؤشر $T_{4-1}$ بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها عامي 2013، 2014 .....	112

## ملخص الدراسة

تسعى أغلب الشركات لأن تكون إدارة الصيانة على درجة عالية من التخطيط والتنظيم والرقابة لإتمام عمليات الصيانة بفاعلية، وتتحقق فاعلية الصيانة في الشركات بقدرتها على تحقيق إتاحة ووثوقية عالية للمعدات والتحكم في التكاليف. لضمان هذه الوضعية تحتاج أي شركة إلى تقييم مردود أنشطة الصيانة. وهذا ما يتحقق عن طريق اختيار وتحديد مؤشرات لقياس أداء الصيانة تكون قادرة على إبراز الفجوات في عمليات الصيانة. هدفت الدراسة إلى تقييم أداء الصيانة بالشركة العامة للكهرباء من خلال دراسة أثرها على الخطوط الهوائية جهد 11kv بمدينة مصراتة. تم تجميع البيانات من واقع السجلات اليومية للأحداث بالشبكة الكهربائية جهد 11kv، ومنظومة متابعة الانقطاعات والفصولات، والخطط السنوية وتقارير الصيانة لعامي 2013، 2014. ومن ثم بناء نموذج لتجميع البيانات، وتصنيفها وترتيبها وتفرغها في جداول. ليتم على ضوءها بناء نموذج لحساب المؤشرات وتحليل نتائجها باستخدام برنامج Microsoft Excel. اعتمدت الدراسة على نفس التقسيم الإداري المعتمد في الشركة، بحيث تم توزيع الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة وفق تبعيتها إلى دوائر التوزيع (شرق، وسط، غرب) مصراتة، وذلك لتقييم كل دائرة على حدٍ. جُمعت البيانات على أساس شهري، ومن ثم أُخِصت على أساس ربع سنوي ثم سنوي للمقارنة بينها. أظهرت النتائج وجود فروقات بين قيم المؤشرات لدوائر التوزيع الثلاثة. وخُصت الدراسة إلى وجود فجوة في أداء الصيانة منها إنخفاض معدلات الصيانة الوقائية مقارنة بالصيانة الإصلاحية أو الطارئة. كما وجد أن نسبة حجم الصيانة المنفذ بالخطوط الهوائية لعامي 2013، 2014 لا تتعدى 62% من إجمالي المخطط، مما يؤشر إلى وجود مبالغة في تقديرات مخطط الصيانة. كذلك أظهرت النتائج إنخفاض نسب الإتاحة لدوائر التوزيع الثلاثة حيث تراوحت قيمها ما بين 97.75% إلى 83.55%.

## **Abstract**

Most companies seek to make their maintenance departments highly planned, organized, and controlled in order to be able to efficiently carry out maintenance operations. Maintenance effectiveness in any company is achieved by means of its ability to realize the availability and reliability of equipment and costs control. To secure this status, the company needs to evaluate the results of its maintenance activities, which is done by selecting and specifying indexes of maintenance performance measurement that is able to reveal all the gaps in the maintenance operations. This study aimed at evaluating the performance of maintenance in the Electricity Company. by studying its effect on the overhead distribution lines (11kv) in Misurata city. Data collected from the day-to-day events records of the electrical network (11kv), following-up planned cut-out and shutdown system, the annual plans, and the maintenance report during 2013, 2014. Then, a model is developed for collecting, classifying, and tabulating data. Accordingly; a model, for calculating the indexes and analyzing their results using Microsoft Excel, is developed. This study relied on the same administrative division the company based on, as the overhead lines included in this study have been distributed according to their relation to the distribution departments (east, middle, or west Misurata), in order to evaluate each department individually. The data has been monthly collected, then summarized quarterly, and annually to hold a comparison between them. The results showed that there are differences between indexes values of the three distribution departments. The study concluded that there is a gap in maintenance performance, such as the drop occurs in the protective maintenance rates comparing to emergency maintenance or repair. Also, the percentage of the maintenance size applied to the overhead lines between 2013, 2014 was no more than 62% out of the total plan. This indicated that the maintenance plan is overestimated. Also, the results revealed that the availability percentage of the three distribution departments dropped to range between 97.75% to 83.55%.



## المنشورات

على قاسم شتوان وصالح مفتاح أبوججر وإبراهيم أحمد بادي (2016)، قياس مؤشرات الأداء لأعمال الصيانة بخطوط جهد 11kv بمدينة مصراتة، المجلة الدولية المحكمة للعلوم الهندسية وتقنية المعلومات، المجلد(2)، العدد(2)، الصفحات: 38 - 44.

# الفصل الأول

## الإطار العام للبحث

### 1.1 مقدمة

تعتبر الصيانة من أهم العوامل الرئيسية التي تساعد في المحافظة على المعدات وإطالة عمرها الافتراضي. من أجل ذلك تسعى معظم الشركات بأن تكون إدارة الصيانة على درجة عالية من التخطيط والتنظيم والرقابة لإتمام عمليات الصيانة بفاعلية. ولتحقيق ذلك لابد من قياس مدى تحقيق الأهداف، وفقاً للخُطط الموضوعة سواء من ناحية التوقيت أو من ناحية الأداء ودقة العمل. نظراً للتكاليف المرتفعة لمكونات النظام الكهربائي الذي تُديره الشركة العامة للكهرباء، وحفاظاً على استمرارية التغذية واستقرار النظام، فمن البديهي أن تتم المحافظة عليه من جميع المؤثرات التي قد تؤدي إلى تلف أو إنقاص العمر الافتراضي لمعدات الشبكة الكهربائية بأن يتم إجراء الصيانة السليمة وفق قواعد مخططة ومدروسة.

إعادة توصيل الشبكة الكهربائية بعد حصول أي انقطاع فجائي يستلزم إجراء الصيانة الطارئة لها، والتي عادة ما تكون مكلفة باعتبارها صيانة غير مخطط لها مسبقاً، حيث يحتاج الأمر إلى إتخاذ إجراءات معينة وصرف مواد وقطع غيار وأحياناً استبدال معدات كاملة، إضافة إلى الآثار السلبية التي تنعكس على المستهلك نتيجة تكرار الانقطاع. إن التأثير السلبي لانقطاع الطاقة الكهربائية على المستهلك يُحتم على الشركة الاهتمام بفاعلية أداء الصيانة، ولتحقيق هذا الهدف يجب أن يكون هناك معايير لقياس أداء عمليات الصيانة، ويجب أن تُطبق بشكل جيد. إن كثرة الانقطاعات مردها إلى المردود أو العائد الفعلي من أعمال الصيانة المنفذة، وبالتالي هي تعكس التدني في أداءها وعدم فاعليتها، في حين أن النظام المتقن للفحص والصيانة سيُمكن من تشغيل شبكة التوزيع الكهربائية بكفاءة وأمان وبأقل انقطاعات ممكنة، ويساهم في بناء وتطوير الشبكة الكهربائية خطوة بخطوة.

## 2.1 الدراسات السابقة

دراسة Ogaji and Probert (2004) هدفت إلى إجراء مسح لأداء المحطة الغازية لإنتاج الطاقة الكهربائية، وهي أول محطة أنشئت في نيجيريا عام 1963 بأربع وحدات توليد قدرة كل منها 10.3MW. تم تطوير المحطة لتلبية الاحتياج المتزايد للطاقة لتصبح في عام 2002 بعدد 20 وحدة سعنتها الإجمالية حوالي 990 MW. من أهم مشاكل المحطة هو أن إجمالي الطاقة الكهربائية المتاحة منها لا يتعدى 430 MW على الرغم من أن النظام تم تصميمه لتوفير أكثر من 990MW، والفاقد في التوليد تجاوز تكلفة الشراء الأولى في غضون عدة سنوات، كذلك زيادة معدل الانقطاع لفترات طويلة وعدم استقرار إمدادات الطاقة الكهربائية وارتفاع التكاليف. وجد أن تكلفة الصيانة لوحدها تتراوح ما بين 25% إلى 35% من إجمالي التكلفة الكلية نتيجة لعدم الاهتمام بنشاط الصيانة عموماً في نيجيريا وأنه نشاط يجلب التكلفة بدلاً من كونه نشاط يؤدي إلى تحسين الوثوقية لتحقيق أعلى إنتاجية وربحية. المشكلة الأبرز تمثلت في غياب عملية الصيانة الفعالة والكفوة، لذلك يجب أن يكون الهدف هو إيجاد سبل لزيادة وثوقية المعدات وإطالة عمرها وتقليل الفاقد الزمني من خلال الصيانة الفعالة لتحقيق القدرات الإنتاجية العالية. استخدم البُحاث المؤشرات لتقييم وثوقية وإتاحة معدات النظام، حيث أظهرت النتائج بأن متوسط الزمن بين الأعطال كان 524 ساعة، ومتوسط زمن الإصلاح كان 60 ساعة، ومعدل الإتاحة 89.6%. من خلال نتائج المسح التي قاموا بها البُحاث تبين لهم أن المحطة لا تؤدي عملها بشكل جيد مقارنة بالمستوى العالمي، كما لوحظ كذلك أن الفترات الفاصلة بين الصيانة غير محددة في السجلات الخاصة بوحدات التوليد في المحطة، الأمر الذي يجعل من الصعب الرجوع إلى تاريخ الصيانة السابقة. يلاحظ على الدراسة أنها طرحت البيانات التي استندت عليها في النتائج كمثال ولم تُحدد مصدرها [1].

تناولت دراسة غسان اللامي (2005) مشكلة جودة أداء الصيانة في إتاحة المعدات الإنتاجية لشركة الصناعات الجلدية في بغداد. هدفت الدراسة إلى تقييم أداء عمليات الصيانة باستخدام بعض مؤشرات الأداء المعتمدة للمساهمة في زيادة الخصائص التشغيلية للمعدات، كذلك تحليل العلاقة بين إتاحة المكائن ومتوسط الوقت بين الأعطال، ومتوسط وقت إصلاح المكائن والمعدات. اعتمد الباحث منهج الدراسة التحليلية لأداء عمليات الصيانة من خلال تجميع البيانات الخاصة بمؤشرات قياس الأداء التي اعتمدها الباحث، وتطبيق الأسلوب التحليلي للوصول إلى النتائج. من خلال النتائج توصل الباحث إلى تحديد إتاحة المعدات والتي بلغت 97%، في حين كان متوسط الزمن بين الأعطال 187.1 ساعة، ومتوسط زمن الإصلاح 17.98 ساعة. من خلال الدراسة نجد أن الباحث اكتفى بتحليل بعض المؤشرات التقنية فقط [2].

دراسة Aditya Parida (2007) هدفت إلى تحديد وتطوير مؤشرات لقياس أداء الصيانة لشركة تحويل منجمية تنتج كرات حديدية ذات جودة عالية بالسويد، كذلك شملت الدراسة تحليل التوقفات القصيرة للمصنع وتوقفات الصيانة الوقائية كجزء من قياس الأداء. تُعدّ الدراسة محاولة لتطبيق هيكل لمؤشرات أداء الصيانة الذي كان موضوع رسالة الدكتوراه للباحث. اعتمد الباحث في دراسته على عينة من 38 شخص يُمثلون أفراد من الإنتاج والصيانة والمالية والمحاسبة. كذلك قام الباحث بوضع هيكل عام لمؤشرات قياس الأداء، وتجميع البيانات الضرورية انطلاقاً من نتائج المقابلات والتقارير المتعلقة بالصيانة كتقارير (أوامر العمل، تكاليف الصيانة، الأعطال). توصلت الدراسة إلى تحديد مجموعة من المؤشرات تضم 12 مؤشراً لتطبيقها بالشركة رأى الباحث بأنها قادرة على إعطاء التقييم الصحيح للأداء، وذلك بعد تحليل بيانات التوقفات القصيرة وبيانات توقفات الصيانة الوقائية واحتياجات المسؤولين بالشركة. وبالرغم من أن الباحث اعتبر أن المؤشرات المرتبطة بالتكلفة مهمة في تقييم أداء الصيانة إلا أنه لم يذكرها ولم يبرر أسباب ذلك [3].

قامت دراسة Peter Muchiri et al (2009) بمسح صناعي لاستكشاف استخدام قياس الأداء في إدارة الصيانة. هدفت الدراسة إلى الآتي أولاً: تصنيف المؤشرات الأكثر أهمية واستخداماً في إدارة الصيانة، ثانياً: كيفية اختيار المؤشرات (وتم ذلك عبر إنشاء ارتباط بين البيئة التصنيعية وتركيز الصيانة استناداً إلى أهداف الصيانة والمؤشرات المستخدمة). ثالثاً: الاستخدام الفاعل لمؤشرات الصيانة، والذي تم التدقيق فيه بالاستناد إلى تكرار الصيانة، ورضا مسؤولي إدارة الصيانة عن استخدام هذه المؤشرات. ومن خلال اطلاعهم على الدراسات السابقة المتعلقة بأداء الصيانة تبين لهم أن أغلبها تناولت مؤشرات الأداء بتصنيفات مختلفة. أظهرت النتائج وجود عدم ارتباط مباشر بين الأهداف الموضوعية للصيانة ومؤشرات الأداء الرئيسية المستخدمة. كما أظهرت الدراسة أن نسبة قليلة من الشركات لديها نسبة مئوية عالية من القرارات والتغيرات التي يكون وراءها استخدام مؤشرات أداء رئيسية، والقليل منها بها نظم قياس صيانة ذات مردود مرضي. كذلك أظهر تحليل الترابط وجود علاقة خطية موجبة وقوية بين درجة الرضا وتغيرات/قرارات العمل بسبب استعمال مؤشرات الأداء. يلاحظ على الدراسة أنها اقتصررت على تصنيف المؤشرات، ودراسة الترابط بين المؤشرات وقرارات العمل ولم يقوموا بتطبيق تلك المؤشرات [4].

دراسة Peter Muchiri et al (2010) هدفت إلى إثبات أن مؤشرات قياس أداء الصيانة ليس بالإمكان أن يتم تحديدها أو قياسها بمعزل، بل يجب أن تكون ناتجة من التحليل الدقيق لتفاعل وظائف الصيانة مع الوظائف الأخرى بالمنظمة. لذلك طرح الباحثون هيكلاً لقياس أداء الصيانة أساسه بناء علاقة بين أهداف المنظمة والصناعة التي تشغلها والقطاع الذي تتبعه، وأنشطة عمليات الصيانة ونتائج مخرجاتها. لهذا تبني الباحثون منهجاً بدأ بتعريف الصيانة وبين أهدافها وسياساتها واستراتيجياتها، ومن ثم الاطلاع على الدراسات التي تناولت قياس أداء الصيانة. قام الباحثون ببناء نموذج مبني على الجوانب الإيجابية لدراسات نظرية، بما فيها المعيار الأوروبي

N:15341 لعام 2007 الذي يطرح ثلاثة تصنيفات رئيسية للمؤشرات (اقتصادية وتقنية وتنظيمية). تكمن النتائج التي توصل إليها الباحثون في طرح نموذج مقترح لقياس أداء وظيفة الصيانة يتكون من مؤشرات أولية (leading) وأخرى نهائية (lagging). المؤشرات الأولية: تتعلق بعمليات الصيانة مثل (الإمتثال للجدولة، نسبة أعمال الصيانة الوقائية، نسبة أعمال الصيانة الإصلاحية، متوسط زمن الإصلاح). أما المؤشرات النهائية: فتتعلق بنتائج الصيانة مثل (عدد الأعطال، إتاحة المعدات والتكاليف المرتبطة بعمليات الصيانة). وبالرغم من أن البُحاث تبناوا طرح نموذج لقياس أداء الصيانة إلا أنه لم يتم تطبيقه على حالة دراسية [5].

تناولت دراسة رياض وهاب (2011) العلاقة بين ضعف عمليات الصيانة في المحافظة على المعدات وأداؤها وبين مؤشرات أداء الصيانة المتعلقة بإتاحة ووثوقية المعدات. هدفت الدراسة إلى تعريف العاملين بمؤشرات أداء أنشطة الصيانة ومعدلاتها المعيارية، ودرجة فعالية أداءهم، والتحسين والتطوير المطلوب لمعالجة أسباب تدني الأداء. ولهذا أنطلق الباحث من فرضية أن استخدام مؤشرات قياس أداء الصيانة يؤدي إلى تحديد الفجوة بين أنشطة وأعمال الصيانة المخططة والفعالية والتي تساهم بشكل فاعل في تحسين وتطوير أداء الصيانة بالمعمل. اعتمد الباحث منهج الدراسة التحليلية لعمليات الصيانة من خلال تجميع البيانات الخاصة بمؤشرات الأداء، وتطبيق الأسلوب التحليلي للوصول إلى النتائج ومقارنتها مع النتائج المعيارية لتحديد مقدار الفجوة في الأداء. من خلال النتائج توصل الباحث إلى تحديد إتاحة المعدات وقد تراوحت ما بين 62.8% إلى 88.6%، وكان متوسط زمن الإصلاح 98.65 دقيقة. يجدر بالذكر أن الباحث أكتفى باستخدام بعض المؤشرات التقنية ولم يُحدد الكيفية التي تمت بها مقارنة النتائج [6].

دراسة Oyedepo and Fagbenle (2011) هدفت إلى معرفة مدى تأثير الصيانة الوقائية على أداء محطة أيبين للطاقة الكهربائية في نيجيريا. تتكون المحطة من ستة وحدات توليد بخارية قدرة كل

منها 220 MW. أستخدمت المؤشرات لتحديد مدى وثوقية وإتاحة وحدات التوليد بالمحطة استناداً على المعطيات المتاحة وفق قاعدة البيانات الخاصة بتسجيل أعطال النظام خلال خمس سنوات من 2005 إلى 2009. اشتملت بيانات الدراسة على عدد ساعات التشغيل والانقطاع لكل وحدة في السنة، ومعدل إنتاج الطاقة لكل وحدة، وعدد حالات الفشل لكل وحدة في السنة. أظهرت النتائج بأن التوربينات البخارية لا تؤدي وظائفها بشكل جيد، وذلك لوجود تباين في معدل الإتاحة بين كل الوحدات تتراوح من 28.79% إلى 94.53%، وهي نسبة منخفضة جداً مقارنة بالمستوى العالمي في إنتاج الطاقة، حيث كانت الوحدة 3 لديها أدنى إتاحة 28.79% في عام 2008، والوحدة 2 لديها أعلى إتاحة 94.53% في عام 2009. كما أظهرت النتائج أن متوسط زمن الإصلاح يتراوح من 16.52 إلى 479.85 ساعة، وأن الوحدة 3 لديها أعلى متوسط زمن إصلاح في 2008، والأدنى سجل بالوحدة 2 في عام 2009، ويعني ذلك أن أغلب الزمن المصروف كان بالوحدة 3 في عام 2008. كما أظهرت النتائج أيضاً أن الوحدة 4 لديها أعلى متوسط زمن بين الأعطال 338.58 ساعة، 333.41 ساعة لعامي 2006، 2005 على التوالي، والوحدة 1 لديها أدنى متوسط زمن بين الأعطال 115.07 ساعة في عام 2007. وهذا يدل على العلاقة المرتبطة بين إتاحة كل وحدة ووثوقيتها حسب متوسط الزمن بين الأعطال. يلاحظ على الدراسة أنها اقتصر على تطبيق أربعة من المؤشرات التقنية فقط [7].

تناولت دراسة Mohamed Abdelfatah et al (2011) تحليل بيانات الانقطاع لمحولات القدرة بشبكة النقل الكهربائية 220 kv، لعدد يتراوح من 223 إلى 292 محول وقدرتها تتراوح ما بين (40-150) MVA. الجدير بالذكر أن محولات القدرة جزء لا يتجزأ من أنظمة الطاقة وتؤثر تأثيراً مباشراً على وثوقية الشبكة بأكملها. هدفت الدراسة إلى تقييم وثوقية محولات القدرة بشبكة نقل الطاقة الكهربائية جهد 220 kv لأجل التخطيط والتشغيل لنظام سليم. تم الحصول على البيانات من واقع

أرشيف الشركة المصرية للكهرباء، وهي تشمل تقارير الفصولات وبيانات الانقطاع المتعلقة بالمحولات خلال المدة المنظورة من 2002 إلى 2009، كما تشمل المنطقة الجغرافية وتوزيع عدد المحولات والساعات (MW) الموجودة بها، وأوقات الانقطاعات ومدتها، وزمن الإصلاح. أظهرت نتائج الدراسة وجود تفاوت في الإتاحة بين كل المحولات، حيث كان أدناها في عام 2005 (0.9995)، بينما كان أعلاها في عام 2009 (0.9999)، كما أظهرت النتائج وجود تباين في معدل الفشل وكان أدناه في عام 2002 (0.29)، وأعلاه في عام 2009 (0.52). تجدر الإشارة إلى أن الدراسة اقتصرت على تحديد درجة الوثوقية لكل سنة بناءً على بيانات إجمالي حجم الانقطاعات خلال 8 سنوات، ولم تتطرق إلى تحديد وثوقية كل محول على حدٍ خاصاً بالمناطق المحددة ضمن الدراسة بكثرة الانقطاعات ومنها منطقة الدلتا حيث تصل نسبته إلى 18% [8].

أما دراسة الجموعي بن دحمان (2013) تناولت مساعي المؤسسة في الوصول إلى أداء أفضل لإدارة الصيانة والعمل على تقليص فجوات الأداء بين الممارسات الفعلية والبرامج المخططة إن وجدت. هدفت الدراسة إلى محاولة رفع أداء عمليات الصيانة والإنتاج معاً بكفاءة وفاعلية، من خلال اقتراح منهج لمعالجة انحرافات الأداء. توصل الباحث إلى تحديد نسبة الزمن المستغل في الصيانة من إجمالي ساعات الزمن المتاح حيث بلغ 94.09%، وبالتالي فإن نسبة الزمن الضائع 5.91%. كما حدد الباحث أن نسبة تكاليف الصيانة الوقائية 61.85%، وبالتالي فإن نسبة تكاليف الصيانة التصحيحية 38.15%. خلُصت الدراسة إلى وجود فجوة في أداء الصيانة تتمثل في ضعف منهج التخطيط، إضافة إلى السياسة الهشة المتبعة لأنشطة الصيانة. وأعطت الدراسة مجموعة من الحلول للمؤسسة تعتبر بمثابة اقتراحات لتحسين أداء الصيانة، لذا اعتبر الباحث مستوى أداء الصيانة غير مقبول بناءً على النتائج. ومع هذا فإن الدراسة اكتفت بتطبيق المؤشرات المتعلقة



بقياس أزمنا وتكاليف الصيانة، ولم تنطرق إلى المؤشرات المتعلقة بتقييم مردود الصيانة مثل الإتاحية والوثوقية وقابلية الصيانة [9].

دراسة Elkhawad Elfaki et al (2013) هدفت إلى تحديد علاقة تكلفة الصيانة بمعايير الأداء (الإتاحية والوثوقية) لمساعدة شركة (الفتح للبناء) في إتخاذ قرار بشأن امتلاك أسطول خاص من الشاحنات أو استئجار أسطول تكون فيه خدمات الصيانة جزء من العقد. تمتلك الشركة أسطول يتكون من 192 معدة تشمل (شاحنات، جرافات، حفارات)، من بينها 57 شاحنة تشتغل منها فقط 18 شاحنة، أي 68% منها كان خارج الخدمة. تسعى الشركة لتحديد استراتيجية للتقليل من التكلفة وتحسين أداء الأسطول، لذا رأت الشركة إمكانية التعاقد من الباطن (الإيجار) لبعض الشاحنات للوفاء بعقد المناقصة. لذلك جمعت بيانات التكلفة والمعلومات الضرورية لإدراجها وتحليلها، وقد حُدد مقياس (الإتاحية والوثوقية) لتقييم الأداء. أختار الباحثون عينة عشوائية صغيرة جداً (3 شاحنات فقط) من أصل 18 شاحنة جاهزة للعمل، لفحصها بشكل متقن مع نفس ظروف العمل. أظهرت النتائج زيادة الإتاحية من 57% إلى 67% خلال 17 شهراً بنسبة 10%، وفي نفس الوقت زيادة الوثوقية من 33 ساعة إلى 64 ساعة، أي بزيادة 31 ساعة والذي يكافئ 94% في نفس الفترة، مما يُعتبر دليلاً قاطعاً على مردود الاستثمار في أنشطة الصيانة. وتعتبر زيادة الإتاحية بمثابة تحسين لنوعية الصيانة مقارنة مع تجربة التعاقد من الباطن، الأمر الذي أدى إلى زيادة القيمة الدفترية بنهاية المشروع بنسبة 41.5%. من المهم الإشارة هنا إلى أن الدراسة لم تبين تكلفة إجراء الصيانة في حالة قيام الشركة بذلك داخلياً، واكتفت بتحديد سقف لتكلفة خدمات الصيانة ضمن بنود عقد الإيجار دون أن تُحدد نوعية الصيانة، ومن ثم قارنت بين أداء مؤشري الإتاحية والوثوقية في الحالتين [10].

أما دراسة على المهدي إشتيوي (2014) تناولت أثر أداء إدارة الصيانة على العملية الإنتاجية بمصنع الحديد الإسفنجي بالشركة الليبية للحديد والصلب بمصراتة. تناول الباحث مشكلة الدراسة على صيغة أسئلة تتعلق بالآتي: الكفاءات المناط بها تطبيق أنشطة الصيانة، دعم الإدارة العليا، المستلزمات المطلوبة، مدى تطبيق استراتيجية الصيانة. تبنى الباحث منهج التحليل الإحصائي لبيانات الاستبانة الموزعة على عينة الدراسة، بالإضافة إلى البيانات التي جُمعت من واقع أرشيف الشركة والبحوث السابقة المتعلقة بنفس المجال. من خلال النتائج توصل الباحث إلى تحديد أسباب تدني أداء الصيانة وأثرها على العملية الإنتاجية، وأهمها نقص الكفاءات العلمية والمهنية وقلة التدريب لفرق الصيانة وضعف دعم الإدارة، أيضا وجود نقص في مستلزمات الصيانة. يلاحظ على الدراسة أنها لم تتناول تطبيق مؤشرات قياس الأداء لدعم النتائج التي توصلت إليها واقتصرت على تحليل الاستبانة [11].

### 3.1 التعقيب على الدراسات السابقة

تتفق الدراسات السابقة مع الدراسة الحالية في أهمية تناول المواضيع المتعلقة بتقييم المردود الفعلي لأداء عمليات الصيانة، بمعنى هل نشاط الصيانة بالمستوى المطلوب أم دون ذلك. ولغرض تقييم مستوى أداء أنشطة الصيانة ومدى فاعليتها في المؤسسة محل الدراسة، أعتمد الباحثون على عدة مؤشرات لتقييم الأداء، لتحديد الفجوة وحجم الانحرافات في تطبيق برامج الصيانة ليتم تشخيص الأسباب، ومن ثم محاولة معالجتها وتصحيح الانحراف إن وجد. أظهرت جُل الدراسات السابقة بموجب تطبيقها لمؤشرات قياس أداء الصيانة في المؤسسات محل الدراسة إلى وجود فجوة في التطبيق، بين الأداء الفعلي والأداء المطلوب لأنشطة الصيانة، ورجحت ذلك إلى ضعف التخطيط لأعمال الصيانة، وعدم التقيد بأوامر العمل لتسجيل أعمال الصيانة، ونقص الكفاءة والخبرة لبعض الأفراد القائمين بالصيانة. كما أن التوقفات والأعطال المتكررة، وعدم التقيد بالصيانة الوقائية يؤدي إلى ارتفاع تكاليف الإنتاج. كما أظهرت نتائج تلك الدراسات أن حجم التوقفات غير المخططة

للمعدات يمكن تقليلها من خلال المتابعة الدقيقة لأعمال الصيانة والتقيد بالجدولة الزمنية المخططة، والعمل على توفير كل الإمكانيات والاحتياجات المطلوبة، كما أوصت بضرورة توفير العناصر المؤهلة من ذوي الخبرة والكفاءة القادرة على تنفيذ الصيانة على أكمل وجه.

يلاحظ على بعض من الدراسات السابقة أنها لم تبين أسباب اختيار المؤشرات المستخدمة، كما أن بعضها الآخر أقتصرت على بناء نموذج للمؤشرات ولم يتم تطبيقه على حالة دراسية، والبعض الآخر من الدراسات اعتبر أن مؤشرات تقييم أداء الصيانة المتعلقة بالتكاليف مهمة إلا أنه لم يبرر عدم إبرازها. كما أن بعضها اعتمد على أسلوب الاستبيان ولم يتطرق لتطبيق المؤشرات لدعم النتائج، والبعض منها طرحت البيانات التي استندت عليها في النتائج كمثال ولم تُحدد مصدرها.

استفاد الباحث من فحوى الدراسات السابقة، وما تم طرحه من إسهامات حول تقييم أداء الصيانة لتحديد المنهجية المناسبة التي سيستخدمها في إعداد الدراسة، خاصة فيما يتعلق باعتماد مؤشرات قياس أداء الصيانة المتفق في تطبيقها بين أغلب الدراسات السابقة رغم الاختلاف بينها في مجال النشاط ومحاولة تطبيقها في هذه الدراسة "تقييم أداء الصيانة بالشركة العامة للكهرباء"، دراسة حالة أثر أداء الصيانة على الخطوط الهوائية جهد 11kv بمدينة مصراتة. إن استخدام مؤشرات القياس في تقييم أداء أعمال الصيانة بشبكات التوزيع الكهربائية جهد 11kv لم تتناوله أي من الدراسات السابقة. إضافة إلى ذلك استنباط مؤشرات جديدة من واقع معطيات الحالة الدراسية لم يتم التطرق لها في الدراسات السابقة، الأمر الذي يجعل من الدراسة الحالية مرجعاً مهماً سيساعد الإدارة بالشركة العامة للكهرباء على مراقبة أداء الصيانة.

#### 4.1 مشكلة البحث

يُعبّر ضعف أداء الصيانة في أي مؤسسة عن وجود فجوات في التطبيق بين الممارسات الفعلية والبرامج المخططة. من واقع عمل الباحث بالشركة العامة للكهرباء لوحظ العديد من المشاكل

المرتبطة بأداء الصيانة، والتي تؤثر سلباً على أداء شبكة التوزيع الكهربائية وبالأخص الخطوط الهوائية جهد 11kv منها ما يلي:

(أ) تكرار الانقطاعات بسبب الأعطال في الخطوط الهوائية جهد 11kv التي تم صيانتها بموجب الخطط السنوية للصيانة عامي 2013، 2014.

(ب) لوحظ زيادة في حجم الأعمال المرتبطة بالصيانة الطارئة، وباعتبارها صيانة غير مخطط لها، لهذا ستتدرج أعمال الصيانة المنفذة بها إلى تكاليف إضافية نذكر منها (المواد المصروفة للصيانة، وساعات العمل الإضافي للعاملين).

(ج) الحجم المنفذ من الصيانة المبرمجة لا يتوافق مع المستهدفات المجدولة ضمن خطط الصيانة الوقائية.

(د) عدم اعتماد منظومة موحدة للتنسيق بشأن إجراءات العمل، من خلال ربط الجهات المسؤولة عن الصيانة في دوائر التوزيع مع دائرة تخطيط الصيانة باعتبارها الجهة المتابعة للصيانة المنجزة.

ونظراً لأن هذه المشاكل تؤثر سلباً على أداء الشبكة الكهربائية، وبالتالي على جودة الخدمة لذا وجب دراستها، وتجميع البيانات المطلوبة لها، وتحليل نتائجها.

## 5.1 فرضيات البحث

(أ) إدارة الصيانة بالشركة العامة للكهرباء لا تستخدم مؤشرات قياس الأداء لتقييم مردود الصيانة.  
(ب) عدم التخطيط الجيد للصيانة، من حيث تحديد الاحتياج الفعلي من الصيانة وأولويات التنفيذ.  
(ج) وجود علاقة بين حجم الانقطاعات نتيجة الأعطال ومشاكل الصيانة بالخطوط الهوائية جهد 11kv.

(د) الزمن المخصص للصيانة الوقائية لا يستغل بشكل تام ووفق منهج فعال.

## 6.1 أهداف البحث

يهدف البحث إلى تحقيق مجموعة من الأهداف منها ما يلي:

- أ) قياس معدلات الأداء الفعلية لأعمال الصيانة للتعرف على نقاط الخلل، ومن ثم محاولة تحديد فرص التحسين الأمر الذي يساهم في خفض التكاليف.
- ب) تقييم أداء شبكة التوزيع الهوائية جهد 11kv، من خلال دراسة وتحليل الانقطاعات الناتجة عن الأعطال ومردود أعمال الصيانة.
- ج) مقارنة النتائج المتحصل عليها من معدلات الأداء مع المعدلات المرجعية لتقييم أداء الصيانة.
- د) تكوين قاعدة بيانات للاستفادة منها في إتخاذ القرارات المناسبة بالصيانة في الشركة.

## 7.1 أهمية البحث

تتمثل أهمية هذا البحث في الآتي:

- أ) التعريف بموضوع قياس الأداء وإبراز أهميته في تقييم الصيانة.
- ب) إعطاء صورة واقعية لممارسات الصيانة بدوائر التوزيع التابعة لإدارة توزيع الوسطى بمدينة مصراته.
- ج) الربط بين الجانب الأكاديمي والجانب التطبيقي.
- د) المساهمة في زيادة المراجع المتعلقة بأداء الصيانة بمكتباتنا.

## 8.1 حدود البحث

حدود مكانية: في نطاق إدارة توزيع الوسطى بالشركة العامة للكهرباء بمدينة مصراته.

حدود زمانية: دراسة المشكلة خلال عام 2014، وفق جدولة خطط الصيانة لعامي 2013، 2014.

## 9.1 منهجية البحث

اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي وذلك من خلال تجميع البيانات من واقع الأحداث اليومية بالشبكة الكهربائية جهد 11kv وفق بيانات السجلات اليومية ومنظومة متابعة الانقطاعات والفصولات من غرفة التشغيل الرئيسية، والخطط السنوية للصيانة وتقارير الصيانة لعامي (2013، 2014)، ومن ثم بناء نموذج لتجميع البيانات، وتصنيفها وترتيبها وتفرغها في جداول. ليتم على ضوءها بناء الجداول الخاصة بتطبيق المؤشرات وتحليل نتائجها باستخدام برنامج Microsoft Excel، وإظهار نتائج الدراسة بيانياً.

## 10.1 أدوات جمع البيانات

وتتمثل في الاعتماد على المصادر الأولية والثانوية التالية:

### 1.10.1 المصادر الأولية

وهي المعلومات والملاحظات التي يتم تسجيلها من واقع الزيارات الميدانية وتعتبر الأداة الأساسية في توجيه عملية البحث وتتم عن طريق الآتي:

(أ) المقابلات الشخصية: تمت من خلال جلسات مباشرة مع مسؤولي ومهندسي وفنيي أقسام الصيانة والمكاتب التابعة لها.

(ب) الاطلاع الأرشيفي: يكمن في الاطلاع على الوثائق الرسمية من واقع أرشيف الشركة: مثل التقارير المتعلقة بمتابعة أعمال الصيانة المنفذة بالخطوط الهوائية (الشهرية والربع سنوية)، والتقارير اليومية للأحداث بالشبكة الكهربائية جهد 11kv، وتقارير التشغيل ومتابعة الإنقطاعات، والخطط السنوية للصيانة الوقائية خلال عامي 2013، 2014.

### 2.10.1 المصادر الثانوية

الكتب والبحوث والدراسات ذات العلاقة، والمجلات العلمية، وبعض المواقع العلمية بشبكة الأنترنت.

## 11.1 هيكلية البحث

**الفصل الأول:** يتضمن المقدمة والإطار العام للبحث والدراسات السابقة لموضوع البحث.

**الفصل الثاني:** يتعلق بالجزء النظري (الإطار العام للصيانة) ويشمل: مفاهيم الصيانة، أهمية

الصيانة وأهدافها، تصنيفات الصيانة، الخواص المؤثرة على عمليات الصيانة، تنفيذ أعمال الصيانة،

إدارة الصيانة، مهام ومسؤوليات إدارة الصيانة، تكاليف عمليات الصيانة، العلاقة بين تكاليف

الصيانة الوقائية والإصلاحية، الموازنة بين الصيانة الوقائية والإصلاحية، العوامل التي تساعد على

تخفيض تكاليف الصيانة.

**الفصل الثالث:** يتناول تقييم أداء الصيانة ويشمل: تطور قياس أداء الصيانة، العناصر الواجب توفرها

لتقييم الصيانة، تعريف مؤشرات الأداء الرئيسية، خصائص مؤشرات الأداء الرئيسية، قياس أداء

الصيانة وتصنيف المؤشرات، المؤشرات المستخدمة في قياس أداء الصيانة (المؤشرات الاقتصادية

والمؤشرات التقنية).

**الفصل الرابع:** يتعلق بالحالة الدراسية ويتناول أثر أداء الصيانة على الخطوط الهوائية جهد 11kv

بمدينة مصراتة.

**الفصل الخامس:** الاستنتاجات والتوصيات، وكذلك بعض المقترحات للدراسات المستقبلية.

## الفصل الثاني

### الصيانة

#### 1.2 مفهوم الصيانة

تعتبر وظيفة الصيانة في المؤسسات الخدمية والإنتاجية وظيفة مهمة وحيوية، نظراً للدور المهم الذي تلعبه في الحفاظ على التجهيزات والمعدات وإبقاؤها في حالة تشغيل جيدة. إن تدني الأداء لوظيفة الصيانة سينعكس سلباً على كفاءة أداء مكونات النظام بأكمله، وبالتالي على سمعة الشركة. تناول البُحاث والكتب مفاهيم عدة للصيانة وإن اختلفت في الشكل إلا أنها اتفقت في المضمون. ومن هذه المفاهيم: الصيانة هي محاولة الحفاظ على المنشآت والمعدات الموجودة وإطالة عمرها الاقتصادي، بحيث يكون لها أكبر مردود ممكن وفي حدود التكلفة المتوقعة، كجزء من التكلفة الكلية للعمل. وبهذا ظهر لمفهوم الصيانة تعاريف عدة نذكر منها ما يلي:

أ) مجموعة من الأنشطة تهدف إلى المحافظة على المعدات والتركيبات والأصول المادية الأخرى في حالة عمل مرغوب فيها [6].

ب) المدة المستخدمة لتغطية الطريقة التي تحاول فيها الشركات تجنب وقوع العطل، من خلال العناية بمرافقها المادية [12].

ج) مجموعة من الأعمال التقنية التي يتم القيام بتخطيطها وتنظيمها والرقابة عليها، والتي تهدف إلى المحافظة على أصول المؤسسة في حالة تسمح لها بأداء وظيفتها وفقاً لطاقتها المحددة وبتكلفة اقتصادية [13].

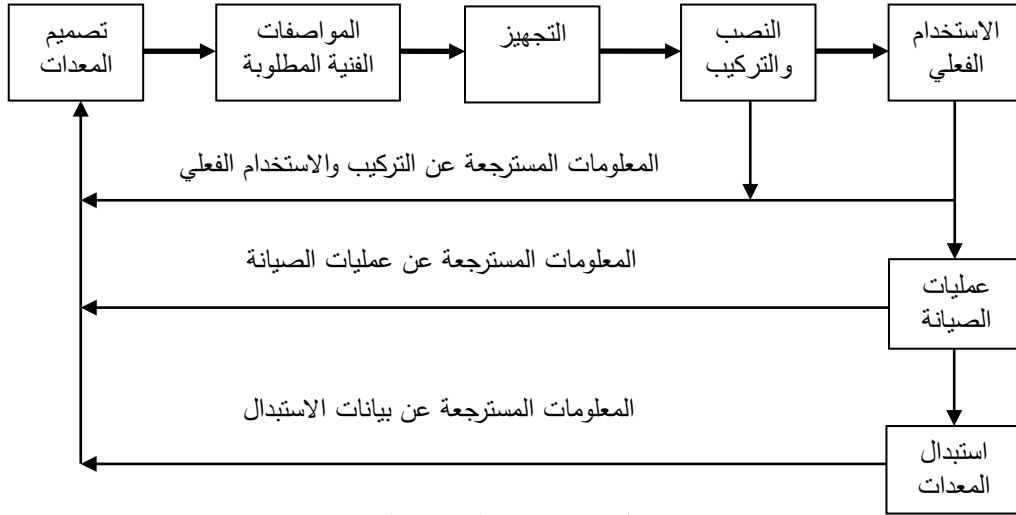
د) إصلاح التلف الناتج عن الاستعمال فضلاً عن الوقاية من هذا التلف وتحاشي وقوعه مع المحافظة على القدرة لأداء العمل [14].



ه) مجموعة من الإجراءات التي تتخذ للحفاظ على المعدة أو ترجيعها إلى حالة تُمكنها من أداء وظيفتها التشغيلية بالكفاءة المطلوبة.

و) أما المعهد البريطاني للتقييس والمعايير فيُعرف الصيانة بأنها عمل يؤدي إلى الاحتفاظ بتجهيزات الإنتاج المتاحة، أو تجديدها أو إعادتها إلى حالة ذات مستوى مقبول [15].

المفهوم الحديث للصيانة الذي تبناه المركز الوطني للصيانة ببريطانيا (National Maintenance Center) عُرف بمصطلح "التيروتكنولوجي" الذي جاء لزيادة الاهتمام بالصيانة، وذلك نظراً لزيادة الاستثمار في الموجودات وارتفاع تكاليفها، وظهور معدات وخطوط إنتاج ذو تقنية عالية. وعرف الصيانة بأنها: مجموعة النشاطات الإدارية والمالية والهندسية التي تُطبق على الموجودات المادية وتتابع دورتها الاقتصادية، كما تهتم بمواصفات وتصميم المعدات والمنشآت والمباني للتأكد من إمكانية الاعتماد عليها، والاهتمام بتركيبها والتأكد من صلاحية استخدامها، وإجراء التحويلات عليها واستبدالها بناءً على البيانات المتحصل عليها بالتغذية العكسية حول تصميمها وإنجازها وتكاليفها. ويلاحظ من خلال تعريف التيروتكنولوجي أن الصيانة تحقق أهدافها من خلال تكامل جميع الأنشطة، وبالاعتماد على معلومات التغذية العكسية لتصحيح أي انحرافات تحصل، ومن أجل تطوير برامج الصيانة مستقبلاً، ومراعاة تصميم التجهيزات ومدى ملائمتها لظروف بيئة العمل الحالية والمستقبلية. وبناءً على المفهوم السابق وكما هو مبين بالشكل (1.2) يتضح أن برامج الصيانة لا تقتصر على الأنشطة التقليدية (الكشف على الأعطال وإصلاحها) بل تتعداه للمحافظة على استمرار العملية التشغيلية بمستوى معين من الكفاءة إلى التركيز والاهتمام بأنشطة متعددة، تشمل مرحلة التصميم ووضع المواصفات الفنية، ومرحلة التشغيل الاعتيادي، ومرحلة إدخال التحسينات المطلوبة استناداً على التغذية العكسية حول أداء الصيانة، والملاحظات التي تساعد في التطوير ومعالجة أي انحراف في الوقت المناسب [12].



شكل (1.2): نظام التيروتكنولوجيا [12]

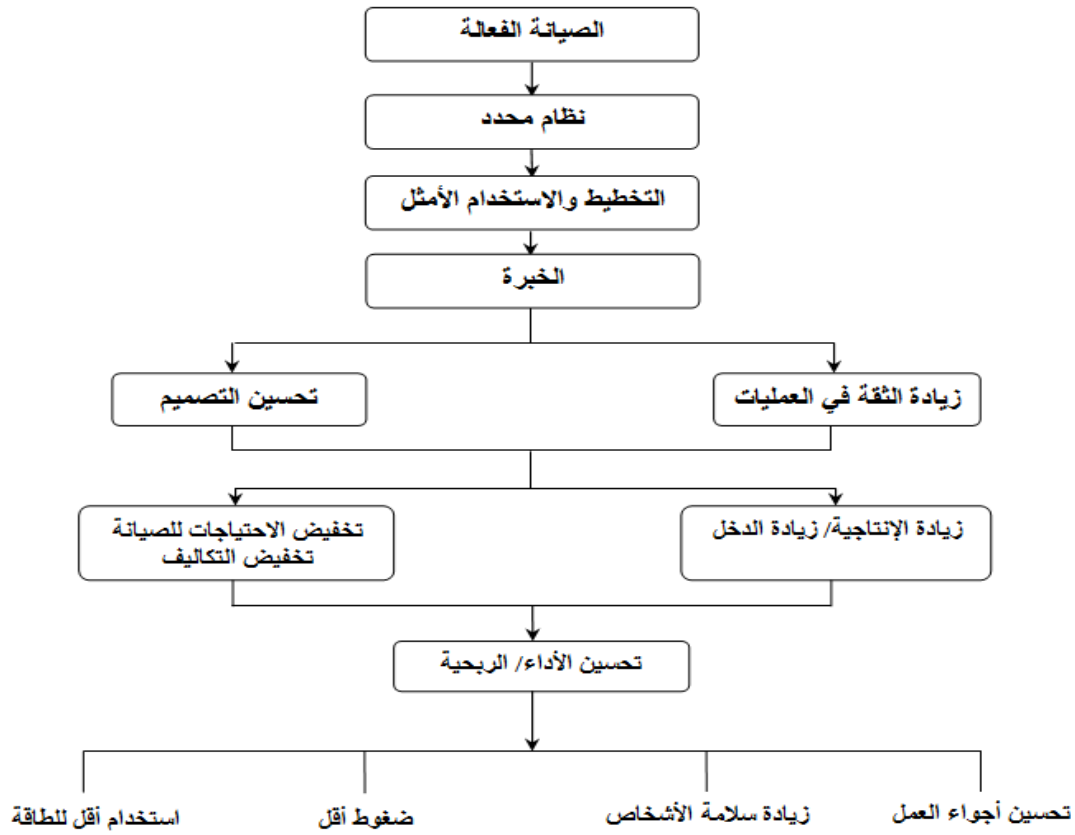
## 2.2 أهمية الصيانة

عمليات الصيانة هي المسؤولة عن استقرار أنظمة التشغيل الإنتاجية والخدمية بكفاءة، وبأقل قدر ممكن من التوقفات غير المخططة لضمان الوفاء بالخطط والبرامج الموضوعية. وتزداد أهمية أنشطة الصيانة مع اتساع الطاقة الإنتاجية بإضافة تجهيزات ومعدات أخرى [15]. حيث تشكل تكاليف الصيانة ما نسبته 15% إلى 40% من مجمل التكاليف الإنتاجية، خاصة في المؤسسات الصناعية الكبرى التي تتطلب استخدام أساليب تقنية متطورة [16]. زيادة على أهمية الصيانة لأي مؤسسة فهي تُمكنها من الآتي [17]:

(أ) المحافظة على استقرار النظام والاحتفاظ بتجهيزاته قابلة للتشغيل، مما يساهم في اضطلاع المؤسسة بالمسؤوليات المنوطة بها في الوقت المناسب، كما تساهم من خلال تقليل التوقفات في تخفيض التكلفة.

(ب) ينعكس أثرها إيجابياً على الأداء داخل المؤسسة، فكلما كانت عمليات الصيانة دقيقة ومنتظمة، كلما أدى ذلك إلى زيادة في الإنتاجية، وتحقيق الأهداف المخطط لها. ويوضح الشكل (2.2) أهمية الصيانة الفعالة في تعظيم الربحية وتحسين أجواء العمل وزيادة سلامة الأفراد [18].

ج) استغلال الزمن المتاح والعمل بكفاءة، باعتبار أن المعدات في حالة تشغيل وقدرة إنتاجية جيدة.



شكل(2.2): أهمية الصيانة الفعالة [18]

### 3.2 أهداف الصيانة

تقوم الصيانة بدور مهم يُمكن الشركة من تحقيق أهدافها، ويجنب إدارتها تحمّل النتائج الغير مرغوب فيها في حالة فشل النظام. فقد تُسبب الأضرار الناتجة عن الأعطال واستمرارها إلى تفاقم مشاكل التلّف، ويصبح معالجتها باهض التكاليف. إضافة إلى ذلك فإن أعطال التجهيزات والمعدات يمكن أن تكون لها أبعاد مؤثرة على أداء الشركة، وقد يؤدي حدوث عطل خارج نطاق احتمال المعالجة الفورية إلى تباطؤ في إنجاز مهام العمل كما في أنظمة التشغيل والتحكم التي تتطلب تقنية عالية، مما يؤدي إلى فقدان الشركة لربائنها وسمعتها الحسنة، وبالتالي قد تتحول الأرباح إلى خسائر [12]. لهذا فإن أنشطة الصيانة المخطط لها وفق الاحتياج والمنفذة بشكل صحيح تحقق عدة

أهداف منها ما يلي:

- أ) زيادة وثوقية النظام وأداء المعدات والأفراد من خلال تقليل الفاقد الزمني والكُلف التشغيلية الناتجة عن اختناقات العمل وتكرار الصيانة [12].
- ب) ضمان سلامة مُشغلي المعدات، والاستفادة من مستوى الخبرة لبعضهم في وضع مقترح الصيانة القريبة من واقع العمل [12].
- ج) الارتقاء بتصميم المعدات لتحقيق الأداء المطلوب وللحفاظ على المعايير النوعية للمخرجات [12].
- د) الاستخدام الأمثل للأفراد وقوة العمل الخاصة بصيانة كل التجهيزات [17].
- هـ) التنبؤ بالإهلاكات، وتحديد العمر الاقتصادي الأمثل لكافة التجهيزات، والمساهمة بفاعلية في تحديد أنواعها أثناء عملية إعادة الشراء [17].
- و) ضمان فاعلية التكاليف في الصيانة وكفاءة استعمال الموارد (الطاقة والمواد الأولية) [19].
- ز) منع أو الإقلال من المسببات المحتملة لحدوث الأعطال أو ببطء معدلات الأداء، وخفض زمن بقاء العطل إلى أدنى حد ممكن، مما يساهم في التقيد بخطط وبرامج النظام التشغيلي [20].

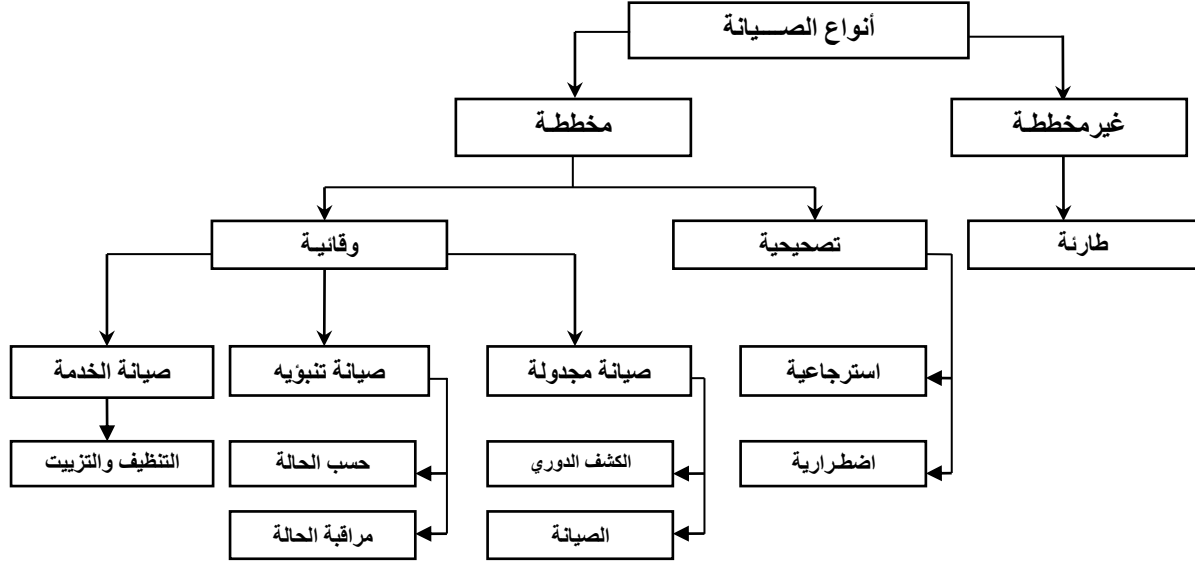
## 4.2 تصنيفات الصيانة

يُمكن تصنيف أنشطة الصيانة إلى الأنواع الموضحة بالشكل (3.2) الذي يشمل العناصر التالية:

### 1.4.2 الصيانة غير المخططة

وهي تُعبر عن أنشطة الصيانة التي لم يتم التخطيط لها أو توقعها، مما قد يلزم إعداد موارد غير معروفة قبل وقت حدوثها، وبتكاليف غير محددة [21]. وعرفها نارايان Narayan بأنها: جميع أعمال الصيانة التي يتم تنفيذها بدون تخطيط مسبق، أي بدون معرفة وتحديد عدد العمال والمواد المستخدمة والزمن المحدد لتأدية الصيانة [2]. لهذا يحاول مسؤولو إدارة الصيانة تفادي أو التقليل من إجراء هذا النوع من الصيانة، رغم أنه لا يخلو الأمر بحكم الظروف التشغيلية من ظهور

المسببات التي تتطلب إجراء هذه النوع من الصيانة (الطارئة)، حتى مع وجود برامج الصيانة المخططة (الوقائية) والتي لابد من تنفيذها لتفادي خسائر أكبر [17].



شكل (3.2): أنواع الصيانة [21]

## 2.4.2 الصيانة المخططة

هي جميع أنشطة الصيانة المتوقع حدوثها وقد تم التخطيط المسبق لها، وفق خطط تنفيذية تشتمل على الميزانية المقدرة واليد العاملة والمعدات والمواد اللازمة والزمن المتوقع للتنفيذ [17]. ويتم التخطيط وإعداد برامج الصيانة المخططة من خلال ما يلي [21]:

- أ) تحديد ما الذي تريد صيانتها، وتخطيط برنامج الصيانة.
- ب) جدول برنامج الصيانة في جداول زمنية محددة.
- ج) تجهيز المواصفات والمواد المطلوبة لأنشطة الصيانة.
- د) تحديد كيفية إجراء الصيانة (جدولة المهام والأعمال المطلوبة).
- هـ) مراقبة البرنامج من خلال التقارير الخاصة بالبلاغات عن الأعطال والاختبارات.
- و) الاحتفاظ بجميع نتائج أعمال الصيانة التي تم تنفيذها للمعدات في السجلات الخاصة بها.

والصيانة المخطط لها تشمل نوعان أساسيان هما:

#### 1.2.4.2 الصيانة التصحيحية

وهي تمثل عمليات صيانة الأعطال أو التوقفات التي تجرى على المعدات بهدف إعادتها إلى وضعها التشغيلي، ويتم فيها إجراء صيانة كاملة أو القيام بإصلاحات ضرورية ترتبط باحتياج المعدة [21].

#### 2.2.4.2 الصيانة الوقائية

تُعبّر عن عمليات الصيانة المخطط لها وفق جدول زمنية محددة بشكل منتظم، وتهدف إلى تفادي حدوث أي أعطال أو توقفات غير مخططة لتجهيزات ومعدات النظام. وتعرف الصيانة الوقائية طبقاً للمواصفات البريطانية عام 1984 على أنها: الصيانة التي يتم إجراؤها وفق خطط زمنية مسبقة التحديد، أو نتيجة معايير محددة هدفها التقليل من احتمالية حدوث الأعطال أو هبوط أداء المعدات، وتشمل الطرق التالية [21]:

##### أ. الصيانة المجدولة

وفيها تتم الصيانة في أوقات وفترات ثابتة ومحددة مسبقاً للقيام بالإصلاح والضبط والاستبدال، أو إجراء الصيانة الكشفية: وهي القيام بعمليات الكشف الدوري على الأجهزة والمعدات للتأكد من سلامتها وجاهزيتها لتأدية العمل [21].

##### ب. الصيانة التوقعية (التنبؤية)

هذا النوع يعتبر صيانة حسب الحالة، وهي تحاول اكتشاف الأعطال عن طريق التنبؤ بحالة المعدة الداخلية من خلال ما يظهر عليها خارجياً كالحرارة والاهتزاز. إن استخدام هذا النوع من الصيانة يقودنا إلى توقع العطل المستقبلي، وبهذا يمكننا تفادي كثير من الأعطال المحتمل حدوثها واتخاذ كافة الإجراءات الوقائية المناسبة لمنع حدوثها. فمثلاً باستخدام الكاميرا الحرارية يمكننا تحديد نقاط الخلل بالمعدة والتي يتم تمييزها بألوان معينة. حيث يُعطي كل لون مجال محدد لمقدار درجة

الحرارة، وبناءً على درجة الحرارة المُسجلة بالمعدة تُعطى الأولوية المستعجلة بالصيانة تفاعلياً لحدوث العطل وحفاظاً على المعدة، كذلك يمكن إجراء عملية التحليل لزيت المعدة للتأكد من العازلية وخلوه من الشوائب. الصيانة المعتمدة على الوقت والصيانة المعتمدة على الحالة قد يستخدمان في وقت واحد، بحيث تكون هناك برامج صيانة مجدولة مدعومة بنتائج الصيانة التنبؤية. على الرغم من أن إجراء الصيانة المجدولة يؤدي إلى تقليل الأعطال نتيجة لاستبدال الأجزاء المستهلكة في المعدة قبل حدوث أعطال بسببها، إلا أن بعض الأعطال قد تحدث بعد إعمار المعدة بوقت قصير. هذه الأعطال بإمكان أجهزة الصيانة التنبؤية أن تتنبأ بها [22]. وتشمل الصيانة التنبؤية طريقتين هما كما يلي [21]:

1) على الحالة (On-condition): بمعنى أن تتم الصيانة عند حاجة المعدة لها، ويمكن تحديد ذلك عن طريق إجراء اختبارات بسيطة أو بالخبرة المكتسبة.

2) مراقبة الحالة (Condition monitoring): يتم تحديد أوقات الصيانة حسب نتائج المراقبة المستمرة للمعدة وذلك باستخدام أجهزة قياس متطورة.

### ج. صيانة الخدمة

وهي صيانة تجرى أثناء التشغيل لتجهيزات ومعدات معينة بصفة مستمرة في أوقات وفترات ثابتة ومحددة مسبقاً وفق جدول زمنية [21].

### 3.2.4.2 فوائد تطبيق برامج الصيانة المخططة

يؤدي تطبيق برامج الصيانة المخططة إلى تحقيق فوائد عديدة منها ما يلي [21]:

- أ) تجعل المعدات وكافة تجهيزات النظام أكثر أمناً.
- ب) زيادة العمر الافتراضي ووثوقية المعدات والتجهيزات لتبقيها في حالة جيدة.
- ج) تحديد الاحتياجات الفعلية للمواد الاحتياطية وتقليل مستوى التخزين فيها إلى الحد الأدنى.

- د) تقليل زمن التوقفات الغير مخطط للمعدات خارج الخدمة إلى الحد الأدنى.
- هـ) التقليل من الحاجة إلى العمل الإضافي، وهذا يساهم في تخفيض أجور العمل الإضافي.
- و) زيادة كفاءة التجهيزات والمعدات وتحسين الأداء.
- ز) زيادة ظروف الأمان والسلامة لمشغلي المعدات وفنيي الصيانة.
- ح) توفير البدائل الملائمة لإدارة أعمال الصيانة المماثلة لاختصار الوقت والجهد المبذولين في تكرار الصيانة.

## 5.2 الخواص المؤثرة على عمليات الصيانة

هناك ثلاث خواص أساسية لاختيار طريقة الصيانة وهي كما يلي [21]:

أ. خواص الأعطال: حيث يتم دراسة وتحليل نوع العطل وأسبابه ومعدلاته للتوصل إلى أزمدة

الصيانة المثلى، وإمكانيات إجراء الصيانة (اليد العاملة وقطع الغيار). وتشمل الدراسة الآتي:

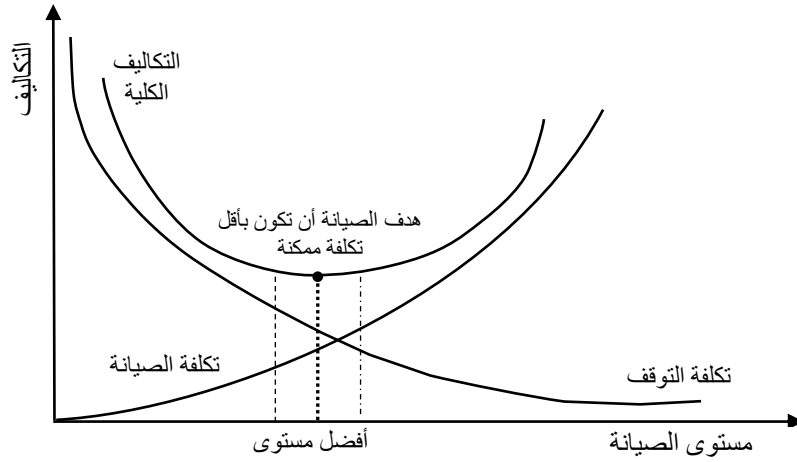
- 1) متوسط الزمن المُنفضي حتى حدوث العطل.
  - 2) متوسط العمر التشغيلي للجزء أو لقطعة الغيار.
  - 3) معدل اكتشاف حالات الأعطال.
  - 4) دراسة تقرير التفتيش، ومواعيد الإصلاح والاستبدال.
- ب. خواص السلامة: وهي خواص ترتبط بأنشطة الصيانة لإيجاد أفضل نظام للسلامة وفق التالي:

- 1) مدى تأثير العطل على نظام السلامة.
  - 2) العمر الافتراضي المسموح به لأجزاء المعدة في نظام السلامة.
- ج. خواص التكلفة: ويتم تحديدها بهدف الوصول إلى أقل تكلفة ممكنة مع المحافظة على مستوى الصيانة، وهي تعتمد على معدل تكرار العطل وزمن التوقف والإصلاح والعمالة المطلوبة، وكما هو مبين بالشكل (4.2) تُعرف التكلفة بعنصرين أساسيين هما:



(1) تكلفة التوقف: وهي التكلفة المتعلقة بفترة بقاء العطل أو إنتظار الإصلاح.

(2) تكلفة الصيانة: وهي التكلفة المرتبطة بتنفيذ أعمال الصيانة وتضم التكاليف الثابتة والمتغيرة.



شكل (4.2): العلاقة بين التكاليف المرتبطة بالصيانة [21]

وبناءً على تلك القواعد المحددة لخواص الأعطال وأقل تكلفة بدورة حياة المعدة مع الأخذ في الاعتبار الشروط المقبولة لحدود السلامة يتم تحديد نوع الصيانة المرغوب فيها وفق الآتي [21]:  
أ) التعرف على الوحدة المطلوب صيانتها: لابد من التعرف على نوعية المعدات والأجزاء المطلوب صيانتها وتصنيفها حسب الأهمية لإعطائها الأولوية أثناء جدولة الصيانة وفقاً للعوامل التالية:

- (1) حجم الاحتياج لأعمال الصيانة.
- (2) معدلات الخطر والأمان للمعدات.
- (3) أساليب الأداء وعوامل التشغيل ومتغيراتها.
- (4) الزمن المطلوب لإجراء اختبارات البرهنة (الوثوقية).
- (5) أوقات الإصلاح وفترات الاستبدال لأجزاء المعدات.
- (6) قابلية اكتشاف حالات احتمال الفشل (إمكانية الفحص).
- (7) العمر الافتراضي للأجزاء والمعدات.
- (8) قابلية الإصلاح وإعادة التشغيل.

(ب) تحديد نوع الصيانة وفقاً للترتيب التالي:

- 1) صيانة الحالة (توقعيه) - أثناء العمل.
- 2) صيانة الحالة (توقعيه) - خارج العمل.
- 3) صيانة مجدولة بزمن ثابت.
- 4) صيانة إصلاح - العمل للعطل.

## 6.2 تنفيذ أعمال الصيانة

لاشك إن دور مشرف الصيانة كمسؤول مهم جداً في متابعة تنفيذ الصيانة، لذا من الضروري له أن يكون ملماً بتفاصيل الأعمال المراد تنفيذها، مع تواجد العناصر التي تتمتع بالخبرة والدراية الكافية ضمن أفراد فرق الصيانة، الأمر الذي يساهم في الرفع من كفاءة الأداء، وتشمل مهام المشرف ما يلي:

### 1.6.2 الأنشطة المرتبطة بتنفيذ الصيانة

وتتمثل هذه الأنشطة في الآتي [23]:

- أ. تحديد الأعمال المرتبطة بالصيانة: يجب على ملاحظ الصيانة أن يكون لديه معرفة تامة وملماً بتفاصيل كل أعمال الصيانة، ليتمكن بدوره من توزيعها وتخصيصها على فرق الصيانة.
- ب. إعطاء التعليمات المرتبطة بالعمل: وهي التعليمات الصادرة من المشرف المسؤول والموجهة للعاملين قبل تأديتهم للأعمال المكلفين بها. هذه التعليمات تختلف حسب نوع العمل وتتعلق بالنواحي الفنية والجدولة الزمنية، ومدى توفر المواد اللازمة وقطع الغيار، الأجهزة والأدوات المتاحة، احتياطات السلامة المهنية، التنسيق المسبق والتقيد بجدولة تنفيذ الأعمال المتراكمة.
- ج. مراجعة الأعمال المنجزة: على المشرف أن يقوم بالكشف على الأعمال التي أنجزتها فرق الصيانة، وهو إجراء يختلف حسب نوع العمل ويعتمد على دقة التقييم للمشرف، ودرجة قبوله للعمل وفقاً لخبرته.

د. مراجعة جودة تنفيذ العمل من خلال المعلومات المرتدة: الملاحظ مسؤول مباشرة عن دقة واستيفاء المعلومات المرتدة المرتبطة بنواحي الفشل في تأدية أعمال الصيانة، ومصدر تلك المعلومات، وذلك لمعرفة وتحديد الأخطاء التي حصلت أثناء عمليات الصيانة، وهذا ما يجب تدوينه بأمر العمل. إن مراجعة جودة الصيانة وتقييم الأداء يتطلب من المشرف إعداد تقرير يتعلق بالزمن المستغرق في العمل، لمساعدة نظام التكاليف في حساب التكلفة المرتبطة بالصيانة.

## 2.6.2 العناصر الواجب توفيرها لإجراء أعمال الصيانة

وتتمثل هذه العناصر في الآتي [23]:

أ. تدريب أفراد الصيانة: للرفع من كفاءة أداء الصيانة وتقليل التكاليف المرتبطة بها لا بد من توفير العمالة المدربة. لذا ينبغي على مسؤول الصيانة اختيار العناصر التي يرى فيها المقدرة على فهم واستيعاب كيفية تشغيل وصيانة المعدات والقدرة على معرفة وتمييز الأعطال وإصلاحها، ليتم إعداد برامج تدريبية مناسبة لهم. ومن مزايا استخدام العمالة المدربة ما يلي [23]:

(1) رفع كفاءة تشغيل المعدات.

(2) تقليل قطع الغيار المستهلكة.

(3) تقليل زمن الصيانة ما أمكن، ومراعاة الأعمال المخططة وفقاً للجدول الزمنية المبرمجة.

(4) الاستعداد التام لمواجهة الظروف الطارئة والحالات الحرجة.

(5) تعتمد أقسام الصيانة العمالة الفنية المتخصصة وفق نوعية المعدات ونشاط المؤسسة.

ب. توفير المواد وقطع الغيار: من المعروف أن كل جزء بالمعدة يؤدي وظيفته في مدة عمره الافتراضي. لذلك فإن توفر المواد وقطع الغيار المطلوبة له تأثير إيجابي في نجاح برامج الصيانة، في حين يؤدي عدم توفر المواد وقطع الغيار إلى زيادة معدل الأعطال، وقد تتفاقم مشاكلها مما يؤدي إلى إطالة زمن بقاء المعدة خارج الخدمة.

ج. استخدام نظام تسجيل المعلومات: يجب أن يكون لدى إدارة الصيانة نظاماً لتسجيل كل تفاصيل الأنشطة التي تقوم بها خلال فترة عمل المعدة. هذه المعلومات هي بمثابة المرجع لتقارير الصيانة، ويتم رفعها للإدارة لتقدير موازنة خطة الصيانة. لذا يعتبر استخدام أمر العمل من أهم أنظمة التوثيق لأعمال الصيانة ويصدر عن المسؤول المكلف بمتابعة الصيانة، وهو وثيقة تخول فرق الصيانة البدء بإجراء أعمال الصيانة.

## 7.2 إدارة الصيانة

تسمى أحياناً بإدارة الأصول، وعُرفت بأنها "إدارة أصول المؤسسة بكاملها على أسس رفع العائد من الاستثمار"، كما تم تعريفها بأنها الضمان المعتمد عليه، وسلامة العاملين بأقل تكلفة، وإتاحة الفرصة للمعدات في التشغيل خلال الزمن المخطط له وفق معايير مقبولة، وبأقل تكلفة ممكنة [17، 24].

### 1.7.2 مهام ومسؤوليات إدارة الصيانة

ترتكز مهام ومسؤوليات إدارة الصيانة على القيام بعدة وظائف تنفيذية متداخلة يمكن تمثيلها حسب الشكل (5.2)، وتتلخص في التالي [21]:

أ. تخطيط ومراقبة العمل، ويهدف إلى الآتي:

- 1) وضع الجدولة الزمنية لخطة الصيانة بأنواعها، وتوزيع مستهدفاتها وفق الإمكانيات المتاحة.
  - 2) متابعة تنفيذ العمل ومراقبة اليد العاملة وإتباع الدورة المستندية والاحتفاظ بسجل المعدات والتفتيش على الصيانة المنفذة للتأكد من أنها أنجزت بطريقة صحيحة وحسب المخطط لها.
- وبناءً عليها يتم دراسة أزمدة العمل وتحديد الأولويات والإمكانيات وتوفير البيانات للتخطيط مستقبلاً.

ب. مراقبة حالة المعدات، وتهدف إلى الآتي:

- 1) تحديد مشاكل الصيانة.
- 2) دراسة الأعطال وتشخيص أسبابها ومعرفة نوعيتها ووصف الحلول لها.

وبناءً عليها يتم وضع الأسس اللازمة لتجنب تفاقمها، واقتراح التحسينات المطلوبة، وتطوير الخطط المتبعة للتشغيل والصيانة.

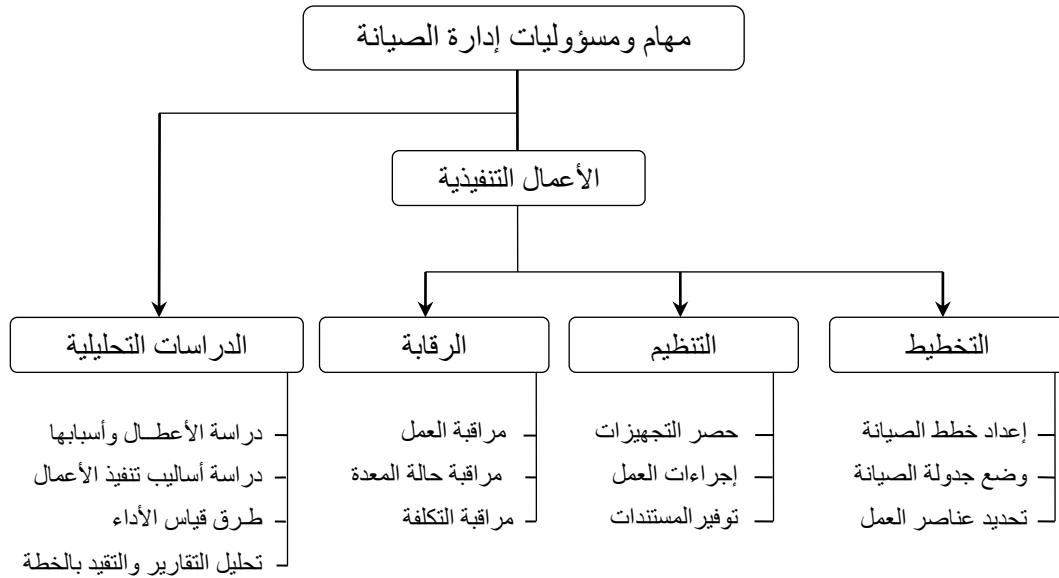
ج. تحليل ومراقبة التكاليف، ويهدف إلى الآتي:

(1) تحديد الأجزاء المكلفة.

(2) متابعة اتجاه فاعلية الصيانة.

(3) تحديد البيانات المعنية باتخاذ قرار الإحلال والميزانية وشراء قطع الغيار.

وبناءً عليها يتم وضع الخطط الاقتصادية اللازمة لإطالة العمر التشغيلي وتجنب التلف المبكر.



شكل (5.2): مهام ومسؤوليات إدارة الصيانة [21]

## 8.2 تكاليف عمليات الصيانة

تسعى المؤسسة إلى تخفيض تكاليف الصيانة من خلال تحكمها في مراحل تنفيذ الصيانة، والتي هي في المجمل جزء من التكاليف الكلية لنوع المنتج أو الخدمة التي تقدمها. كما أن التحكم المنضبط في مخزون قطع الغيار من شأنه أن يدعم برامج الصيانة ويزيد من فاعليتها. وتزداد

تكاليف الصيانة مع تقادم التجهيزات والمعدات، خاصةً مع ارتفاع تكلفة قطع الغيار واليد العاملة. ونتيجة لإهمال الصيانة وعدم انتظامها يترتب على ذلك تكاليف باهضة مباشرة وغير مباشرة [17].

### 1.8.2 تكاليف الصيانة غير المباشرة

وهي تكاليف قد تنشأ بسبب الصيانة غير الفعالة، وتشمل كل الآثار الاقتصادية الناتجة من توقف عمل المعدات، وعادة ما تكون كبيرة جداً مقارنة بتكاليف الصيانة المباشرة ومن بينها ما يلي [23]:

أ. تكاليف الآثار السلبية لسمعة المؤسسة

تؤثر عمليات إجراء الصيانة، وتركيب الأجزاء وقطع الغيار في دقة ضبط التجهيزات والمعدات، وهذا يؤدي إلى تفاوت في المواصفات الفنية عند إعادة الوضع التشغيلي للمعدات، وقد ينتج عنه زيادة في احتمال حدوث الفشل [25]. وتؤثر طريقة التنفيذ غير الصحيحة للصيانة على أداء النظام، وبالتالي فإن انخفاض مستوى أداء الصيانة سيؤثر سلباً على المؤسسة وسمعتها لدى زبائنها [17].

ب. تكاليف الوقت الضائع

وهو الوقت غير المستغل ويكون نتيجة توقف العمال عن العمل، أما التكلفة فتتمثل في إجمالي قيمة أجور العاملين المتوقفين عن العمل. ويمكن تقسيمه كما يلي [23]:

(1) وقت ضائع بسبب العمال، مثل التأخير عن العمل والانصراف المبكر والأحداث الجانبية.

(2) وقت ضائع بسبب الإدارة، وهو نتيجة لسوء تنظيم العمل، مثل التأخر في تسليم أوامر العمل،

أو تجهيز المواد وقطع الغيار اللازمة وغيرها.

ج. العقوبات والرسوم

وتشمل النفقات التعويضية والغرامات المالية نتيجة عدم تسليم الأعمال المتفق عليها في العقد [17].

د. تكاليف التأمين

وهي تكاليف تتحملها المؤسسة لتأمين تجهيزاتها وممتلكاتها ومقارها والعاملين بفرق الصيانة [25].

هـ. الإهلاكات

وتتضمن رؤوس الأموال المعطلة، وتكلفة الإهلاكات الخاصة بالتجهيزات المتوقفة عن العمل [17].

## 2.8.2 تكاليف الصيانة المباشرة

التكاليف المباشرة للصيانة تشمل البنود التالية:

أ. تكلفة الأجور

يعتبر الأجر بمثابة المقابل لحصول عمل أو جهد معين مطلوب تأديته، ويعتبر الاستخدام الأمثل لليد العاملة من أهم ركائز الاستثمار الجيد للموارد. الأجر قد يكون في صورة مزايا عينية أو تأمينات صحية بالإضافة إلى الأجور النقدية [23]. ويمكن تقسيمها إلى الآتي:

(1) الأجور الداخلية: وهي المبالغ المدفوعة للعاملين بالمؤسسة، مقابل تأديتهم لأعمال الصيانة المكلفين بها، وتشمل نوعين هما [23]:

- أجور العاملين التابعين لإدارة الصيانة وتتمثل في المرتبات التي يتقاضونها [17].
  - أجور وحوافز تتعلق بالعمل الإضافي لفنيي التشغيل مقابل مساعداتهم لفنيي فرق الصيانة [17].
- (2) الأجور الخارجية: وهي أجور تقدم للتقنيين من خارج المؤسسة مقابل قيامهم بصيانة معدات محددة يتطلب لصيانتها خبرات معينة قد لا تتوفر في حينها بالمؤسسة [25].

ب. تكلفة التدريب

وتشمل كل المصاريف المتعلقة بتدريب العاملين وتكاليف إقامة الندوات التخصصية [17].

ج. تكلفة المواد وقطع الغيار

يقصد بها المواد وقطع الغيار المستخدمة أثناء الصيانة، حيث يتم استبدالها كونها مستهلكة أو لعدم صلاحيتها بسبب العوامل الجوية أو نتيجة الإهمال وعدم إجراء الصيانة الوقائية، وهما نوعان (قطع غيار تستخدم باستمرار وقطع غيار استراتيجية [17]. إن الاستخدام الأمثل لقطع الغيار

يؤدي إلى خفض تكاليف الصيانة، كما يعتبر نظام الشراء المتبع عاملاً مهماً في التكلفة ويجب الموازنة في المخزون، حيث ترغب إدارة الصيانة في زيادته وتوسع إدارة التكاليف إلى خفضه للحد الأدنى بهدف تخفيض التكلفة الكلية [23]. تحتاج أعمال الصيانة إلى العديد من المواد التي تُطلب من المخزون أو من خارج المؤسسة وتشكل في المُجمل نسبة كبيرة من التكاليف الإجمالية، وهذا يتطلب من المؤسسة وضع سياسة بناءه للترشيد والاستخدام الأمثل للموارد [17].

د. تكلفة شراء وإستغلال الوسائل والمعدات

لتخفيض أوقات الصيانة يتطلب الأمر توفير وسائل متطورة لتسهيل عمليات الصيانة كأعمال الفك والتركيب للأجزاء المراد صيانتها، واستخدام أجهزة متنوعة كمقاييس (الحرارة، الرطوبة، الاهتزاز) [26].

هـ. تكاليف أخرى

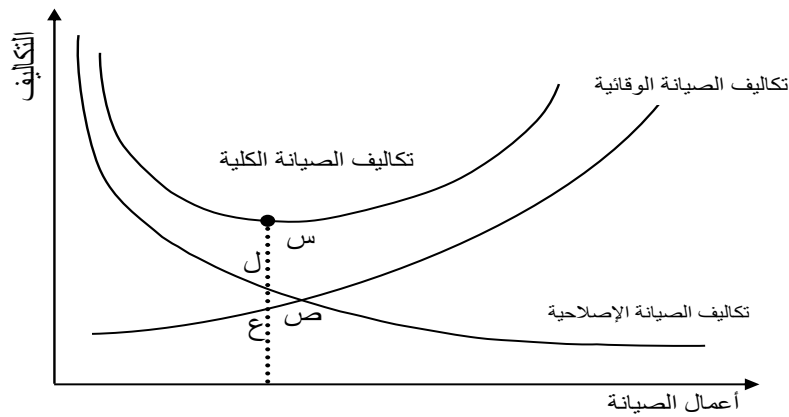
تُعد أجور النقل من عناصر التكلفة عندما تعتمد الإدارة سياسة الصيانة المركزية، إذ يتوجب في هذه الحالة نقل المعدات والأجزاء المعطوبة إلى ورش الصيانة، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة أجرة النقل، وعلى العكس نلاحظ أنه يزداد استهلاك العدد والأدوات وكميات المواد المنقولة عندما تعتمد الإدارة سياسة الصيانة اللامركزية [17].

### 3.8.2 العلاقة بين تكاليف الصيانة الوقائية وتكاليف الصيانة الإصلاحية

يبين المنحنى في الشكل (6.2) العلاقة بين تكاليف الصيانة الوقائية وتكاليف الصيانة الإصلاحية. حيث نلاحظ في منحنى تكاليف الصيانة الكلية بأن التكلفة تزداد بارتفاع تكاليف الصيانة الإصلاحية، ثم تقل التكلفة تدريجياً مع زيادة تكلفة الصيانة الوقائية وانخفاض تكلفة الصيانة الإصلاحية. وقد يكون مستوى الانخفاض في تكاليف الصيانة الإصلاحية أقل من الارتفاع في تكاليف الصيانة الوقائية، مما يؤدي إلى زيادة التكلفة الكلية للصيانة [23]. تتوقف نقطة التقاطع بين منحنى تكلفة الصيانة الوقائية ومنحنى تكلفة الصيانة الإصلاحية على نوعية المعدات، والهدف هو الوصول إلى



النقطة التي تتخفض فيها التكلفة إلى أقل حد ممكن. فمن خلال الشكل يظهر أن منحى تكاليف الصيانة الإصلاحية في انخفاض مستمر ويتقاطع في النقطة (ص) مع منحى الصيانة الوقائية، أما منحى التكاليف الكلية فينخفض إلى حد معين ثم يرتفع مرة أخرى. فإذا رسم خطاً عمودياً من النقطة (س) وهي أكثر النقاط انخفاضاً في منحى التكاليف الكلية، فإنه يتقاطع مع منحى تكاليف الصيانة الإصلاحية في النقطة (ل) ومع منحى تكاليف الصيانة الوقائية في النقطة (ع) وبذلك فإن كل من النقطة (ع)، (ل) تمثلان مستوى التكاليف النموذجي الواجب إنفاقه على الصيانة الإصلاحية والوقائية على التوالي. وباختصار فإن السياسة الواجب إتخاذها للصيانة يجب أن تهدف إلى تحقيق أقل تكاليف كلية ممكنة، وليس إلى تحقيق أكبر انخفاض في أي من تكاليف الصيانة الوقائية أو تكاليف الصيانة الإصلاحية [23].



شكل (6.2): العلاقة بين تكاليف الصيانة الوقائية والصيانة الإصلاحية [23]

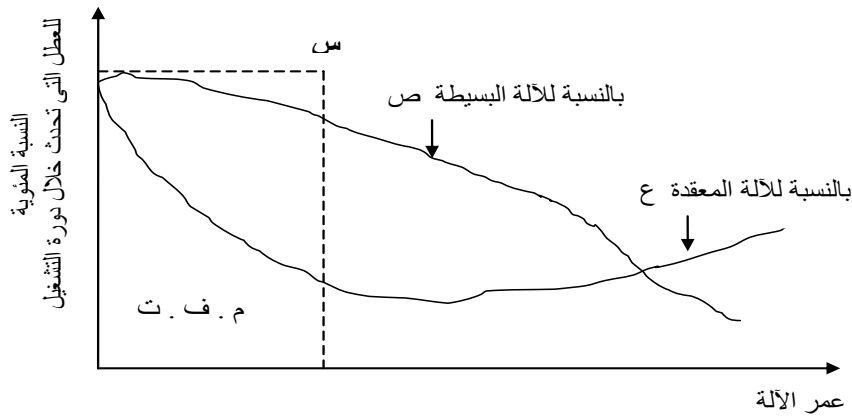
#### 4.8.2 الموازنة بين الصيانة الوقائية والصيانة الإصلاحية

من المهام الرئيسية لقسم الصيانة القدرة على متابعة النفقات المتعلقة بجميع المهام التي ينفذها ومحاولة جعلها ضمن الموازنة المخصصة. ولهذا، فمن الضروري أن تقوم الكوادر العاملة بمسئوليتها المخصصة بتخطيط الموازنة. فمثلاً، رئيس أي مكتب في قسم الصيانة بحكم مسؤوليته عن تنفيذ

أعمال صيانة معينة يجب أن يُساهم في وضع الموازنة الخاصة بالصيانة الوقائية والإصلاحية المسؤول عنها، من خلال إعداد الدراسات الفنية الخاصة بتقديرات التكلفة.

#### 1.4.8.2 منحنى توزيع تعطل المعدات

قبل تصميم برنامج لصيانة أي معدة يجب تقدير عدد المرات التي يحتمل أن تتعطل فيها، فإذا أمكن تقليل عدد الأعطال بأجراء الصيانة الوقائية فيجب وضع جداول زمنية لإجراء الصيانة، وهذا يتطلب الاحتفاظ بسجل المعدة حتى يمكن تحليل معدلات الأداء ودرجة الكفاءة. ليتسنى تقدير عدد مرات احتمال العطل، والفترة الزمنية بين كل عطل وأخر، وحجم الصيانة الوقائية المطلوبة للمعدة قبل أن تصل إلى درجة التعطل التام. الشكل (7.2) يوضح منحنى توزيع الأعطال حيث المنحى (س) يمثل معدة تعمل بانتظام، ومن المتوقع أن تعمل بانتظام إلى أن تنتهي من متوسط فترة التشغيل (م.ف.ت) الخاصة بها ثم تتعطل فإذا تم صيانتها فإنها ستعمل مرة أخرى حتى تنتهي من (م.ف.ت) ثم تتعطل مرة أخرى وهكذا. الواضح من المنحنى بأن المعدة سوف تعمل بكفاءة 100% بعد صيانتها حين تنتهي (م.ف.ت)، ومن هذه المعلومة يمكن إجراء الصيانة للمعدة قبل نهاية (م.ف.ت)، فإذا أمكن برمجة الصيانة في الوقت المناسب من الممكن تلافي حدوث العطل، وبالتالي عدم الحاجة إلى إجراء صيانة إصلاحية طول عمر المعدة [23].



شكل (7.2): منحنى توزيع تعطل المعدات [23]

المنحنى (ص) يُمثل منحني توزيع العطل بالنسبة للمعدات البسيطة حيث يزداد احتمال العطل قرب نهاية (م.ف.ت). المنحنى (ع) يُمثل المعدات الأكثر تعقيداً والتي تتكون من عدد كبير من الأجزاء، وهو يبين أن تآكل أي جزء فيها يؤدي إلى تعطل المعدة بأكملها، لذلك يكاد يكون توزيع العطل منتظم خلال فترة عمر المعدة. (الواضح أن عدد مرات العطل الذي يحدث للمعدة بالمنحنى (ع) أقل مما يحدث للمعدة بالمنحنى (ص))، أي أنه كلما كان منحني التوزيع حاداً أي أقرب إلى منحني التوزيع (س) كلما أمكن للإدارة أن تتنبأ بشكل أدق عن احتمالات العطل ويساعدها على إتخاذ سياسة بناء للصيانة، وبالتالي ضمان عدم تعطل المعدات واستمرار عمليات التشغيل وفق المخطط والعكس صحيح [23].

#### 2.4.8.2 العلاقة بين الوقت والتكاليف

إضافة إلى المعلومات التي تم استنتاجها من منحني توزيع العطل، هناك عدة أمور يجب مراعاتها عند وضع برامج الصيانة منها ما يلي [23]:

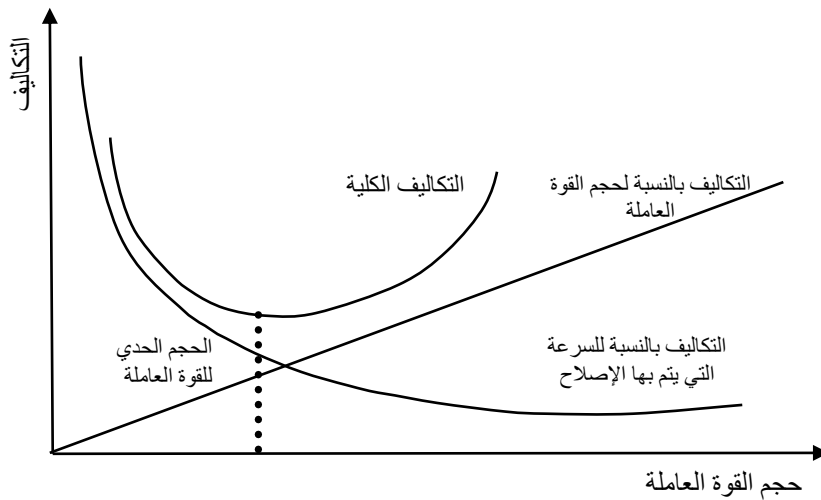
أ) هناك علاقة بين مقدار الوقت والتكاليف المطلوبة لإجراء الصيانة الوقائية أو الإصلاحية، فإذا كان الوقت اللازم للصيانة الوقائية مقارب للوقت اللازم للصيانة الإصلاحية، وتكاليهما متساوية فلا يكون هناك أي فائدة من تطبيق سياسة الصيانة الوقائية.

ب) تكاليف الوقت الذي تتم فيه الصيانة عادة ما تكون تكاليف كبيرة، لهذا يجب أن تُعتمد سياسة الصيانة الوقائية، حتى لو كانت تكاليفها أكبر من الصيانة الإصلاحية، فقيمة المزايا التي يتم تحقيقها من استمرار المعدة في العمل بانتظام أكبر من مقدار الوفورات التي يمكن تحقيقها لو اعتمدت الصيانة الإصلاحية.

ج) تكاليف الوقت اللازم للصيانة كلما كانت كبيرة كلما دعت الحاجة إلى استخدام قوة عاملة كبيرة لإنجاز الصيانة في أقل وقت.

### 3.4.8.2 حجم القوة العاملة بإدارة الصيانة

اليد العاملة المطلوبة لتنفيذ الصيانة الوقائية أو الإصلاحية يجب أن تتمتع بالخبرة الجيدة في مجال عملها. وباعتبار أن أجورهم عادة ما تكون مرتفعة، لذا وجب التقليل منهم إلى الحد الضروري لمهام العمل بهدف تخفيض تكاليف الصيانة. الشكل (8.2) يبين حجم القوة العاملة بإدارة الصيانة. في الواقع الوصول للحجم الأمثل من القوة العاملة أمر صعب فهو يتوقف على حجم الاحتياج لكل تخصص، والمشكلة التي تواجه الإدارة هي هل بالإمكان تقليل حجم العاملين دون أن يؤدي ذلك إلى زيادة في الخسائر. إن تعيين عدد من الخبراء لإجراء أعمال الصيانة قد يؤدي إلى تقليل الخسائر نتيجة لعدم توقف المعدات وانتظام عملها لفترة طويلة إلى أن تتعطل ويتم إصلاحها، في مقابل ذلك هذا قد يؤدي إلى ارتفاع في التكاليف بسبب ارتفاع إجمالي الأجور، أيضا كلما ارتفع عدد العمال تزداد احتمالية عدم وجود عمل كافي لهم في كل الوقت. وفي كل الحالات يجب على الإدارة أن توازن بين التكاليف التي تتحملها مقابل سرعة إصلاح الأعطال وبين تكاليف حجم العمالة. من هنا فإن الحجم الأمثل للعمالة المطلوبة هو ذلك الحجم الذي يؤدي إلى خفض التكلفة إلى أقل ما يمكن، أي هو الحجم الذي عنده تكون التكلفة الكلية في حدها الأدنى [17].



شكل (8.2): حجم القوة العاملة بإدارة الصيانة [17]

## 5.8.2 العوامل التي تساعد على تخفيض تكاليف عمليات الصيانة

بالإمكان العمل على تخفيض تكاليف أعمال الصيانة، إذا ما تم مراعاة البنود التالية [27]:

- أ) الاختيار السليم للتجهيزات والمعدات.
- ب) عدم تحميل المعدات بأحمال تفوق الطاقة المحددة للتشغيل العادي.
- ج) ضرورة استبدال الأجزاء المستهلكة في المعدات قبل أن تتلف تماماً.
- د) الاحتفاظ بكميات كافية من قطع الغيار لتوفيرها في حالات الطوارئ.
- هـ) الاحتفاظ بسجل المعدة الذي يبين حالتها، للاسترشاد بها في وضع سياسة بناءه للصيانة.
- و) التشاور مع مصنعي المعدات لإيجاد حلول للمشاكل التي تظهر أثناء عمليات التشغيل.

## الفصل الثالث

### تقييم أداء الصيانة

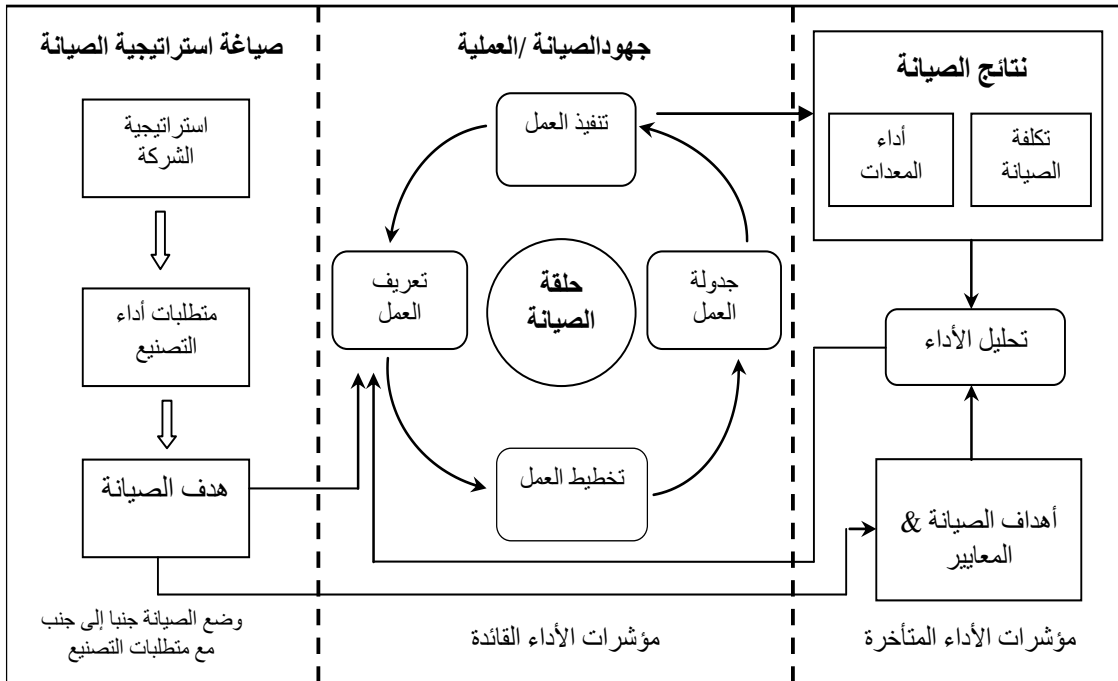
من أجل تقييم فاعلية وكفاءة مردود الصيانة، تستخدم المؤشرات لقياس مستوى الأداء، وهي مجموعة من المقاييس التي تُحدد مدى فاعلية وكفاءة أنشطة الصيانة. من الأسباب التي تدعو لقياس الأداء هو تزويد الإدارة بالتغذية العكسية عن الأعمال المنفذة، وتساعد الإدارة في تقييم برامج الصيانة الموضوعية لمعرفة نقاط القوة والضعف ومن ثم إتخاذ ما يلزم بشأنها من قرارات بغية تحسين الأداء [28]. قياس الأداء يُعرف على أنه عدد من المؤشرات تستخدم لقياس فاعلية وكفاءة أعمال وممارسات محددة. في حين يُعرف مؤشر قياس الأداء على أنه مقارنة الوضع الحالي لنظام معين مع وضعية معيارية تعبر عن المطلوب [29]. وتختلف مقاييس كفاءة أعمال الصيانة من شركة إلى أخرى وفق نشاطها، وذلك طبقاً لحجم العمل وظروفه ونوع المعدات والموارد.

### 1.3 تطور قياس أداء الصيانة

لتطوير مدخل قياس أداء وظيفة الصيانة، من الضروري وضع صياغة جيدة لاستراتيجية الصيانة، تستند على استراتيجية تنظيمية للشركات التصنيعية، وتركز على وضع الخطط التي تساهم في دعم عوامل النجاح، التي تقود إلى تطوير الأداء بإدارة عمليات الصيانة.

إن الإطار المقترح لتطوير مدخل لقياس أداء الصيانة الموضح في شكل (1.3)، يحدد العناصر الرئيسية والعمليات التي تدفع وظيفة الصيانة لتقديم الأداء الذي تقتضيه الأهداف التصنيعية. ويدعم الإطار بأن يتم محاذاة أهداف الصيانة في مقابل أهداف الشركة والتصنيع، لذلك يعمل على توجيه كل مجهودات الصيانة نحو الوصول إلى الأداء المطلوب، والتحسين المستمر في أداء المعدات. يتكون الإطار من ثلاث أقسام رئيسية تتضمن: محاذاة الصيانة مع التصنيع، ومجهودات الصيانة أو العملية، وتحليل نتائج أداء الصيانة. يسعى القسم الأول لمحاذاة أهداف وظيفة الصيانة مع

استراتيجية الشركة والتصنيع جنباً إلى جنب، من خلال مراجعة المتطلبات المتعددة للعديد من المساهمين. ويمكن تحديد المتطلبات لنظام الصيانة استناداً إلى المتطلبات التصنيعية، ومنها يتم اشتقاق أهداف ومهام الصيانة. ويعتبر هذا بمثابة أداة هامة لرسم خرائط تظهر العلاقة بين السبب والنتيجة من بين العديد من العناصر الاستراتيجية. تلقائياً بتحديد أهداف الصيانة تتمكن إدارة الصيانة من وضع مرجعيات، وأهداف الأداء كمعيار بغية الحصول على النتائج المرغوبة من الصيانة. حيث ترتبط أهداف الأداء مع حالة وأداء المعدات، ومدى الاستفادة من موارد الصيانة (التكلفة)، والتي تستخدم كمعيار يتم على ضوءه تحليل نتائج (مردود) الصيانة. تعتبر إدارة عملية الصيانة هامة جداً للوصول إلى النتائج والأهداف المطلوبة من الصيانة، وهي بمثابة العوامل الحاسمة للنجاح التي تحفز أداء الصيانة. إن الخطوات الرئيسية لعملية الصيانة وفق ما تم تحديده تشمل: تعريف نوعية العمل، وتخطيط العمل، وجدولة العمل، وتنفيذ العمل. عرف كامبيل العمل بأنه "العمل المناسب الذي يؤدي في الوقت المناسب بواسطة أطقم الصيانة بناءً على أهداف الصيانة" [4].



شكل (1.3): إطار قياس الأداء لوظيفة الصيانة [4]

من خلال تعريف العمل، يتم معرفة نوعية العمل، وكيفية تعامل فرق الصيانة معه، وتُحدد أسباب الأعطال، ومراقبة الحالات المحتملة للإخفاق التي قد تؤثر على مقدرة المعدات في أداء وظائفها. ويتم تقييم أداء الأنشطة استناداً إلى نتائج تحليل أعطال (توقف) المعدات، بحيث يتم توجيه موارد وإمكانيات الصيانة لتحقيق الاستخدام الأمثل والفعال، وهذا بدوره يضمن أن تساهم أنشطة الصيانة وبفاعلية في تحقيق نتائج الأداء. في المقابل يعمل تخطيط العمل على تطوير الإجراءات وأوامر العمل الخاصة بأنشطة الصيانة التي تم تحديدها، ويتضمن ذلك احتياجات الموارد وتعليمات إجراء المهمة أو الوظيفة والتدابير المطلوبة للسلامة. كما تساعد الجدولة في تقييم جاهزية الموارد المطلوبة للعمل، وتحديد الإطار الزمني لتنفيذه. إن تنفيذ العمل يضمن بأن تكون كل المهام المجدولة قد تم تنفيذها وفق المخطط وفي حدود الزمن المخصص مع الاستخدام الأمثل والفعال للموارد. هذه العملية تشكل حلقة متكاملة لعملية الصيانة، وتؤكد على أن عمل الصيانة تم تأديته بفاعلية ووفق المطلوب. لهذا نحتاج في إدارة عملية الصيانة إلى تحديد مؤشرات أداء لكل خطوة من الخطوات، وباعتبار أن عمليات الصيانة هي العوامل المحددة لنتائج (مردود) الصيانة، لهذا فإن المؤشرات المرتبطة بعملية الصيانة يشار إليها بالمؤشرات الموجهة أو القائدة، وبمجرد اكتمال عمليات الصيانة ينبغي مراقبة ورصد نتائج (مردود) الصيانة خلال مدة محددة. يجرى قياس النتائج على ضوء حالة المعدات وأدائها، مع مراعاة تكلفة الصيانة والاستخدام الفعال للموارد. إن التحليل المتقن لنتائج الصيانة يعتبر هاماً لأنه يدعم تحديد فجوات الأداء، وبالتالي يدعم التحسين المستمر في أداء المعدات، ويتضمن تحليل الأداء مقارنة النتائج المنجزة مع الأهداف المحددة، ومقارنتها مع البيانات التاريخية في سجل المعدة، ومراجعة تكلفة الصيانة. يشار إلى المؤشرات المرتبطة بنتائج الصيانة بالمؤشرات المتأخرة، لأنه تم معرفتها بعد مرور فترة زمنية. لهذا يحدد إطار العمل العناصر المطلوب أخذها في الحسبان لتمكين وظيفة الصيانة من دعم الأداء الوظيفي [4].



### 2.3 العناصر المطلوبة لتقييم الصيانة

يُتيح تقييم الصيانة للمسؤولين عن إدارة الصيانة إمكانية التعرف على معوقات الأداء لدراستها واقتراح الحلول المناسبة لها، ولتحقيق ذلك من الواجب توفر العناصر المطلوبة للتقييم وتشمل الآتي [30]:

أ) البيانات الأساسية وتتعلق بالتالي:

- 1) حصر لكافة تجهيزات ومعدات النظام
  - 2) المخطط التشغيلي القائم لمعدات النظام
  - 3) السجل الخاص بالمعدات
  - 4) برنامج الصيانة: ويضم نوع الصيانة، المدة الزمنية، التكرار، الإمكانيات المطلوبة، وغيرها.
- ب) الجدولة الزمنية لأعمال الصيانة: وتشمل الخطط (الأسبوعية، الشهرية، النصف سنوية، السنوية).

ج) متابعة أداء الصيانة وتشمل العناصر الآتية:

- 1) أوامر العمل الخاصة بتأدية مهام الصيانة
- 2) السجل الخاص بأعمال الصيانة المنفذة

### 3.3 تعريف مؤشرات الأداء الرئيسية

عُرفت مؤشرات الأداء الرئيسية من قبل العديد من المؤلفين المختصين بعدة طرق منها ما يلي:

- أ) هي الإجراءات الموجهة الحالية والمستقبلية [31].
- ب) ينبغي أن تكون قادرة على توجيهك لنوعية الإجراءات التي تحتاج أن تقوم بها [31].
- ج) مؤشر الأداء يُظهر القياس لجزء هام من المعلومات المتعلقة بأداء برنامج معين، مُعبر عنه كنسبة مئوية أو رقم أو مقارنة مع معيار واحد أو أكثر ويتم مراقبته على فترات منتظمة [32].
- د) مجموعة من التدابير التي تُركز على الأداء التنظيمي الأكثر أهمية لنجاح المؤسسة [33].

### 4.3 خصائص مؤشرات قياس الأداء

المؤشرات الجيدة يجب أن يكون لديها الخصائص الآتية:

(أ) أمكانية استخدامها كأداة لبناء القرارات [31].

(ب) قدرتها على ربط النشاطات اليومية مع الأهداف الاستراتيجية [31].

(ج) أن تكون جزءاً من المصطلح \*SMART وهذا يعني أن تكون محددة وقابلة للقياس ويمكن

تحقيقها وواقعية وفي الوقت المناسب [32].

(د) سهولة وبسيطة التفسير [32].

(هـ) أمكانية التعبير عنها بمصطلح كمي [33].

(و) يمكن إدماجها في العمليات التشغيلية [33].

كما ورد أعلاه نخلص إلى تعريف مؤشر الأداء الرئيسي: بأنه المتغير الذي يُعبر كميّاً عن الفعالية

أو الكفاءة، أو الأثنين معاً لنظام أو لعملية كاملة أو جزئية في مقابل معيار معطى كهدف [33].

### 5.3 قياس أداء الصيانة والتصنيفات المعتمدة للمؤشرات

قياس الأداء إجراء كمي لتقييم كفاءة وفعالية التنفيذ. تاريخياً، تم تطوير نظم القياس كوسيلة للمتابعة

والرقابة، وهي عملية تُمكن الشركة من متابعة الاستراتيجيات التي تقود إلى تحقيق الأهداف. إن

كفاءة وفعالية نظام الصيانة يلعب دوراً مهماً في نجاح الشركة. لهذا فإن عمليات الصيانة تحتاج

للمتابعة والمراقبة والقيام بعمليات التحسين المطلوبة وقت الحاجة إليها، لتحقيق نظام فاعل [19].

ولتنظيم الصيانة، هناك ثلاث خطوات يجب مراعاتها من قبل إدارة الصيانة وتشمل الآتي [34]:

(أ) وضوح وظيفة الصيانة.

(ب) تحديد أهداف الصيانة.

(ج) وجود قياس لمخرجات الصيانة لضمان أن الأهداف قد تحققت.

.....  
\* Specific Measurable Attainable Realistic Timely

يقدم قياس الأداء قاعدة بيانات للشركة، لأجل إتخاذ أفضل الأساليب المتبعة لتحقيق الأهداف المحددة مسبقاً، ويساعد على تحديد نقاط القوة والضعف، ويساهم في إتخاذ القرارات المستقبلية مع أهداف التحسين. وهو وسيلة لمراقبة الصيانة بهدف زيادة إتاحة المعدات وتقليل التكلفة وضمان مطابقة العمليات للمعايير، وبالتالي فإن قياس الأداء يقدم القاعدة الأساسية للتقييم فبدونه لا يمكن أن يتم إجراء أي تحسين. ومن هنا فإنه يمنح المدراء والمهندسين فرصة التخطيط والمتابعة والمراقبة. وبإيجاز، فإن قياس أداء الصيانة هدفه تحديد العمل المستقبلي وتحسين الأداء استناداً على البيانات السابقة. وإذا لم يتم اختيار المؤشرات الملائمة للقياس فإن النتائج تكون مضللة [19].

فالمؤشر (Indicator or Index): هو المتغير الرقمي الذي يوفر المعلومات عن العوامل المحددة ضمن المؤسسة مثل العمليات، الأفراد، الكلفة، والجودة. والمؤشرات ينبغي أن تكون قليلة وسهلة الفهم وقابلة للقياس [35]. وهناك تصنيفات عديدة للمؤشرات الخاصة بقياس أداء الصيانة وردت في عدة دراسات وأبحاث منها ما تناوله التصنيف الأول في جدول (1.3) [19].

جدول (1.3): التصنيف الأول لمؤشرات أداء الصيانة

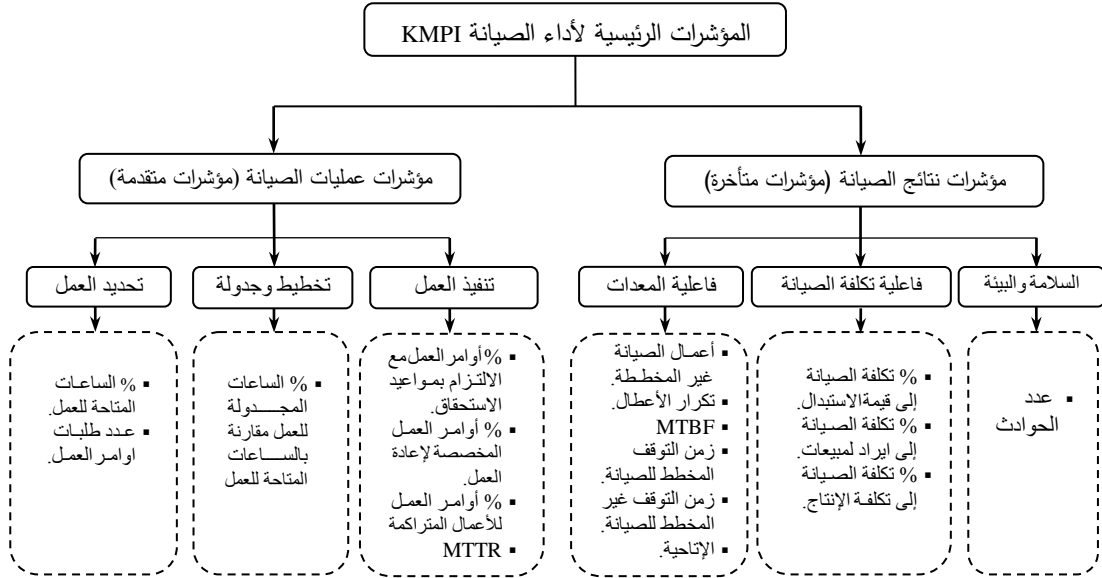
المؤشرات	الصف
الإتاحة، الوثوقية (فاعلية المعدة)	مقاييس أداء المعدات
كلفة الصيانة والعمل والمواد	مقاييس أداء الكلفة
نسبة العمل المخطط إلى غير المخطط وإمتثالاً للجدولة	مقاييس أداء العملية

كما يبين جدول (2.3) التصنيف الثاني للمؤشرات [35]. ويمكننا القول بأن هذا التصنيف يشمل جُل المؤشرات شائعة الاستخدام لدى الشركات ويضم كما هو موضح بالشكل (2.3)، مجموعتين من المؤشرات هما: المؤشرات المتقدمة (Leading)، والمؤشرات المتأخرة (Lagging). إضافة إلى ما سبق هناك أيضاً تصنيف ثالث يضع مؤشرات قياس أداء الصيانة في مجموعتين هما: المؤشرات الاقتصادية (Economic) والمؤشرات التقنية (Technical) [6، 36]. هذا النوع من التصنيفات هو ما

تم اعتماده في هذه الدراسة، وسيتم شرحه في الفقرات اللاحقة.

جدول (2.3): التصنيف الثاني لمؤشرات أداء الصيانة

الصنف	المؤشرات
المؤشرات المتقدمة (مؤشرات العملية أو الجهود)	متابعة مهام عمليات الصيانة التي تؤدي عند تنفيذها إلى نتائج تتعلق بنسب الأداء والالتزام بالمخطط وفق الجدولة. وتصنف المؤشرات المتقدمة إلى: تخطيط العمل (حجم العمل المخطط)، حجم العمل (نسبة إجراء الصيانة الوقائية)، الإمتثال للجدولة (نسبة المنفذ وغير المنفذ من المخطط).
المؤشرات المتأخرة (مؤشرات أداء المعدة والكلفة)	متابعة المردود أو النتائج المحققة مثل (عدد الأعطال وأزمنة الأعطال وإتاحتية المعدات). وتصنف المؤشرات المتأخرة إلى: (أداء المعدات، التوقفات المرتبطة بالصيانة، حوادث السلامة)، والمؤشرات المتعلقة بتكاليف الصيانة.



**KMPI:** Key Maintenance Performance Indicators

**MTBF:** Mean Time Between Failures

**MTTR:** Mean Time to Repair

شكل (2.3): التصنيف الثاني للمؤشرات الرئيسية لأداء الصيانة [35، 3]

### 6.3 الهيكل العام للمؤشرات المعتمدة لقياس أداء الصيانة للمعدات

إنَّ التوظيف الجيد لبرامج الصيانة الوقائية يساعد في تقييم الأداء، وسينعكس مردودها إيجاباً على

أداء كل تجهيزات ومعدات النظام، وذلك من خلال تقليص معدل حالات الفشل لتفادي الأعطال [36].

في الواقع إن برامج الصيانة الوقائية مهما تكون درجة توظيفها لا يمكنها أن تمنع كلياً أسباب

الأعطال الفجائية والتي بموجبها يتم إجراء الصيانة الطارئة، لسبب بسيط وهو أن معظم مكونات المعدات عادة ما يكون عمرها المحدد أقل من فترة العمر الاقتصادي المحدد لأنظمة التشغيل والمعدات نفسها. لهذا يكون من الضروري القيام بأعمال الصيانة الوقائية حفاظاً على المعدات وتقاديا لتفادى الأضرار الناتجة عن الأعطال. إنَّ من أهم أوجه برامج الصيانة الوقائية قيامها بأعمال الكشف الدوري لتحديد نقاط الخلل والضعف الظاهرة في المعدات مثل التآكل أو التلف أو عدم الربط الجيد، إضافة إلى عمليات التنبؤ لاستشعار الأخطاء قبل حدوث عطل معين [36].

### 1.6.3 وصف المؤشرات الاقتصادية لقياس أداء الصيانة

هذه المؤشرات تشمل الآتي:

#### (أ) مؤشر إجمالي تكاليف الصيانة ( $E_1$ )

يعطي هذا المؤشر التكاليف الكلية للصيانة بنوعيتها (الإصلاحية والوقائية)، وهي عبارة عن تكاليف الصيانة الوقائية مضافاً إليها تكاليف الصيانة الإصلاحية. ويكون من المهم اقتصادياً تقليل التكلفة الكلية للصيانة إلى الحد المسموح به، بحيث تكون في حدود الميزانية المخطط لها، وهذا لا يتأتى إلا أن تكون جُل أعمال الصيانة ضمن التكلفة المرصودة للصيانة الوقائية باعتبارها تكلفة مخططة، واقتصار أعمال الصيانة الإصلاحية على الحد الأدنى لأنها تكلفة غير مدروسة. وإجمالاً تشكل تكلفة الصيانة ما بين 15% إلى 40% من إجمالي التكاليف الإنتاجية، ويُحسب كالآتي [9، 16]:

$$E_1 = \text{تكاليف الصيانة الوقائية} + \text{تكاليف الصيانة الإصلاحية}$$

#### (ب) مؤشر تكلفة الصيانة بالنسبة لزمن التشغيل الفعلي ( $E_2$ )

ويُعطي المؤشر بياناً يوضح نسبة إنجاز أعمال الصيانة بتكلفة فعالة، ويقوم بقياس التكلفة الكلية للصيانة بالنسبة إلى زمن تشغيل المعدة، لهذا يعتمد المؤشر على كفاءة وفعالية أداء الصيانة. يُحدد المؤشر تكلفة زمن التشغيل ويجب أن تكون قيمته أقل ما يمكن، ويُحسب كالآتي [36]:

$$\frac{\text{التكلفة الكلية للصيانة}}{\text{زمن التشغيل}} = E_2$$

### ج) مؤشر نسبة تكلفة الصيانة الإصلاحية (E<sub>3</sub>)

يقوم المؤشر بتحديد نسبة تكلفة الصيانة الإصلاحية (الطارئة) كقسط من التكلفة الكلية للصيانة. يعكس هذا المؤشر مدى فعالية أداء الصيانة الوقائية، حيث يعتبر التقليل من احتمال حدوث العطل الفجائي من المهام الرئيسية لبرامج الصيانة الوقائية، بل تتعداه بدلاً من ذلك بأن يتم برمجة كل نقاط الخلل التي تم اكتشافها ويحتمل حدوث أعطال بسببها إلى زمن صيانة اصلاحية مخططة. ومن المرغوب فيه لهذا المؤشر أن تكون قيمته منخفضة، لأنه يعكس بذلك أن معظم أعمال الصيانة يكون مخطط لها، ويُحسب كالاتي [9، 36، 37، 38]:

$$\frac{\text{تكلفة الصيانة الإصلاحية}}{\text{التكلفة الكلية للصيانة}} = E_3$$

### د) مؤشر نسبة تكلفة الصيانة الوقائية (E<sub>4</sub>)

المؤشر يقوم بتحديد نسبة تكلفة الصيانة الوقائية من التكلفة الكلية للصيانة، عاكساً بذلك فعالية الصيانة الوقائية، وحيث أن أعمال الصيانة الوقائية من ضمن برامج الصيانة المخطط لها، وتُفضل عن الصيانة غير المخططة، لهذا فإن المؤشر يجب أن يعطي أعلى قيمة ممكنة. وعن طريق البرامج الفعالة للصيانة الوقائية تُكتشف معظم الأسباب المحتملة للأعطال قبل حدوثها، ليتم برمجتها كصيانة مخططة ضمن خطة الصيانة، مما يساهم في خفض التكلفة الكلية للصيانة، ويُحسب كالاتي [9، 36، 37، 38]:

$$\frac{\text{تكلفة الصيانة الوقائية}}{\text{التكلفة الكلية للصيانة}} = E_4$$

هـ) مؤشر تكلفة المواد وقطع الغيار المستخدمة واليد العاملة من إجمالي تكلفة الصيانة ( $E_5$ )

أي نسبة تكلفة إجمالي تكاليف اليد العاملة، والمواد وقطع الغيار المستخدمة في الصيانة من إجمالي

تكاليف الصيانة، ويُحسب كالآتي [9، 37]:

$$\frac{\text{تكاليف اليد العاملة وقطع الغيار والمواد المستخدمة في الصيانة}}{\text{التكلفة الكلية للصيانة}} = E_5$$

### 2.6.3 وصف المؤشرات التقنية لقياس أداء الصيانة

هذه المؤشرات تشمل الآتي:

أ) مؤشر الفاقد الزمني ( $T_1$ )

الفاقد الزمني: هو الوقت الضائع من الزمن المخطط للتشغيل (الذي لا يستفاد فيه من المعدة)، ويتوقف على فترة بقاء العطل، فكلما طال زمن العطل يزداد الفاقد الزمني، حيث يُحدد زمن التشغيل المخطط بأنه: الزمن الكلي مخصوماً منه زمن التوقفات المخطط لها. وتشمل التوقفات المخطط لها في الشبكات الكهربائية الفصولات المتعلقة بـ (الصيانة الوقائية، التركيبات الجديدة والمعالجات في الشبكة، طرح الأحمال، فقد التغذية الكهربائية). كما يُحدد زمن التشغيل الفعلي بأنه: زمن التشغيل المخطط له مخصوماً منه زمن توقفات الأعطال. وتشمل توقفات الأعطال في الشبكات الكهربائية انقطاعات الأعطال الخاصة بـ (الانتقائية، الطارئة)، ويحسب وفق المعادلة التالية [36]:

$$T_1 = \text{زمن التشغيل المخطط} - \text{زمن التشغيل الفعلي}$$

ب) مؤشر متوسط الزمن بين الأعطال ( $T_2$ ) Mean Time Between Failures (MTBF)

يُعد مؤشراً هاماً لقياس جودة أداء الصيانة، حيث يقيس متوسط الزمن بين الأعطال للمعدات، ويدل ارتفاع MTBF على الكفاءة المتاحة لعمل المعدات، ويُسمى أيضاً مؤشر الوثوقية (Reliability):

وهي احتمالية أن المعدة ستعمل بصورة جيدة لفترة زمنية معينة وفق شروط استخدام محددة [1، 2، 6، 37]. الوثوقية تشير إلى المدة الزمنية المخططة لتشغيل المعدة قبل تعطلها. أي معدل زمن استخدام المعدة المحصور بين عطل وأخر، وارتفاع متوسط الزمن بين الأعطال للمعدات يعني أن وثوقية المعدة عالية [6]. ويمتاز هذا المؤشر بمجموعة خصائص منها ما يلي [37]:

- إن مفهوم الوثوقية ينطبق على المعدات القابلة للإصلاح مثل (التجهيزات الصناعية) والأنظمة غير القابلة للإصلاح مثل (الأجزاء، المصابيح،..).
- تكون للتجهيزات والمعدات وثوقية جيدة إذا كان عدد الأعطال أقل ما يمكن.
- يمكن قياس درجة الوثوقية بأن يتم حساب متوسط الزمن بين الأعطال MTBF أو متوسط زمن التشغيل، ويُحسب كالآتي [2، 6، 38]:

$$T_2 = \frac{\text{زمن التشغيل الفعلي (زمن التشغيل المخطط - زمن توقفات الأعطال)}}{\text{عدد الأعطال}}$$

(ج) مؤشر متوسط زمن إصلاح المعدات ( $T_3$ ) Mean Time to Repair (MTTR)

ويُعبّر عن متوسط الأوقات المستغلة في إصلاح المعدات بعد حدوث الأعطال، ويسمى أيضا مؤشر قابلية الصيانة (Maintainability) [2]، وهي استخدام أنشطة وموارد الصيانة في المعدة لإعادة تشغيلها أو للحفاظ على أداؤها في ظروف تشغيل معينة، ويحسب كالآتي [1، 2، 6، 9، 37، 38]:

$$T_3 = \frac{\text{الزمن المستغرق في إصلاح الأعطال}}{\text{عدد تدخلات الصيانة الإصلاحية}}$$

ويمتاز مؤشر قابلية الصيانة بعدة خصائص منها ما يلي [37]:

- يُعبّر عن إمكانية إعادة تشغيل المعدة بعد إجراء الصيانة.
- ترتبط قابلية الصيانة بالأنظمة القابلة للإصلاح فقط.



#### (د) مؤشري الإتاحة (T4-1، T4-2)

الإتاحة (Availability): هي كفاءة المعدة على أداء وظيفتها تحت عوامل مترابطة من الوثوقية وقابلية الصيانة وفق شروط تشغيل محددة [1، 37]. ويجب أن تكون قيمة المؤشر أعلى ما يمكن، ويعتمد ذلك على أعمال الصيانة الوقائية المنفذة أثناء زمن التشغيل المخطط [36]. كما أن زيادة المؤشر تعتمد على خيارين هما [2]:

- زيادة متوسط الوقت بين الأعطال.
- تخفيض متوسط وقت الإصلاح.

ويُعبّر عنه بنسبة MTBF إلى مجموع MTBF مضاف إليه MTTR، كما يلي [1، 2، 6، 37، 39، 40]:

$$T_{4-1} = \frac{\text{متوسط الزمن بين الأعطال}}{\text{متوسط الزمن بين الأعطال} + \text{متوسط زمن الإصلاح}}$$

لا شك بأن إتاحة المعدات تتحسن عن طريق تحسين MTTR، MTBF لكن كصيغة لتحديد الإتاحة تُعتبر مضللة، لأنها تأخذ بعين الاعتبار زمن التوقفات المرتبطة بعمليات الإصلاح، بينما تُهمل زمن التوقفات أو الفصولات المخطط لها المرتبطة بعمليات (الصيانة الوقائية، والمعالجات والتطوير بالشبكة الكهربائية). وعليه فإن مقياس الإتاحة الأكثر دقة يُعطى بالمعادلة التالية [6، 36]:

$$T_{4-2} = \frac{\text{زمن التشغيل الفعلي}}{\text{زمن التشغيل المخطط}}$$

تسعى الإتاحة المرتبطة بالتخطيط الجيد للأداء إلى الحد من المسببات المحتملة لحدوث الانقطاع غير المخطط، بل والمحافظة على مستوى الأداء بأقل زمن للانقطاع عند حدوثه. يُعبّر عادة عن الإتاحة كنسبة مئوية من الجهوزية في سنة معينة، وغالباً ما يتم تحديد معدل إتاحة النظام في

إتفاقيات مستوى الخدمة، على سبيل المثال عندما تكون نسبة الإتاحة 90% هذا يعني أن زمن التوقف خلال الأسبوع يصل إلى \* (16 ساعة و48 دقيقة). في أنظمة الإتاحة العالية، التي عادة ما تكون النسبة المئوية للإتاحة بها أكثر من 99% يتم تحديد "عدد من التسعات" وهي على سبيل المثال، "خمسة تسعات" أي 99.999% وتعني أن الزمن المحدد للتوقف الذي يجب عدم تجاوزه للحفاظ على مستوى الإتاحة هو (5 دقائق و16 ثانية خلال السنة). ويبين جدول(3.3) تفاصيل الزمن المُحدد للتوقفات حسب نسب الإتاحة [41].

جدول (3.3): تفاصيل الزمن المحدد للتوقفات حسب النسبة المئوية للإتاحة [41]

الإتاحة %	التوقف سنوياً	التوقف شهرياً	التوقف أسبوعياً	التوقف في اليوم
90% (تسعة واحدة)	36.5 يوم	72 ساعة	16.8 ساعة	2.4 ساعة
95%	18.25 يوم	36 ساعة	8.4 ساعات	1.2 ساعة
97%	10.96 أيام	21.6 ساعة	5.04 ساعات	43.2 دقيقة
98%	7.30 يوم	14.4 ساعة	3.36 ساعات	28.8 دقيقة
99% (اثنتين تسعات)	3.65 أيام	7.20 ساعات	1.68 ساعة	14.4 دقيقة
99.5%	1.83 يوم	3.60 ساعات	50.4 دقيقة	7.2 دقيقة
99.8%	17.52 ساعات	86.23 دقيقة	20.16 دقيقة	2.88 دقيقة
99.9% (ثلاث تسعات)	8.76 ساعات	43.8 دقيقة	10.1 دقيقة	1.44 دقيقة
99.95%	4.38 ساعات	21.56 دقيقة	5.04 دقيقة	43.2 ثانية
99.99% (أربع تسعات)	52.56 دقيقة	4.38 دقيقة	1.01 دقيقة	8.66 ثواني
99.999% (خمس تسعات)	5.26 دقيقة	25.9 ثانية	6.05 ثواني	864.3 ملي ثانية

\* 16.8 ساعة/ أسبوعياً < 16 ساعة و(100/80) × 60 = (16 ساعة و48 دقيقة)

### هـ) معدل الفشل (الإخفاق)

ويُعرف بأنه مقلوب متوسط الزمن بين الأعطال، ويرمز له بالرمز  $(\lambda)$ ، وتُعد نسبة احتمالية حدوث الفشل من أهم المؤشرات لتحليل وثوقية المعدة، حيث تُحدد نسبة الإخفاق احتمال عطل المعدات التي مضى على تشغيلها مدة معينة في أي لحظة قادمة ويُحسب كالاتي [2]:

$$\lambda=1/MTBF$$

### و) مؤشر الزمن المستغرق في الصيانة بالنسبة لإجمالي الزمن المخصص للصيانة (T<sub>5</sub>)

يهدف المؤشر إلى تحديد نسبة الزمن المستغرق في الصيانة من إجمالي الزمن المخصص أو المتاح للصيانة، ويُعبر عن الحد الذي يمكن أن تنفذ فيه جميع عمليات الصيانة الوقائية والإصلاحية. من المهم أن تكون جُل أعمال الصيانة المنفذة من ضمن المستهدفات المجدولة، على اعتبار أن تكلفتها تكون مرصودة، مما يساهم في زيادة فاعلية الصيانة، ويُحسب المؤشر كآتي [9]:

$$\frac{\text{إجمالي الزمن المستغرق في الصيانة}}{\text{إجمالي الزمن المخصص للصيانة}} = T_5$$

### ز) مؤشر زمن الصيانة الإصلاحية بالنسبة لإجمالي زمن الصيانة (T<sub>6</sub>)

المؤشر يُحدد نسبة زمن أعمال الصيانة الإصلاحية (الطارئة) من إجمالي الزمن المستغل في الصيانة، ويعتمد على فعالية الصيانة الوقائية، ويجب أن تكون قيمته منخفضة بقدر الإمكان، ويعمل المؤشر كتغذية عكسية لعمليات الصيانة الوقائية، حيث أن أحد الأهداف الرئيسية للصيانة الوقائية أن تمنع أو تقلل من الأعطال [36]. أما المجال الموصي به فهو ما بين 10% إلى 15%، ويُحسب كآتي [9، 36، 38]:

$$\frac{\text{زمن الصيانة الإصلاحية (الطارئة)}}{\text{إجمالي الزمن المستغرق في الصيانة}} = T_6$$

### ح) مؤشر زمن الصيانة الوقائية بالنسبة لزمن الصيانة الكلية (T<sub>7</sub>)

المؤشر يُحدد فعالية برامج الصيانة الوقائية. بمعنى ينبغي أن يُشكل زمن الصيانة الوقائية النسبة الأكبر من الزمن الكلي المستغل في الصيانة، والصيانة الإصلاحية النسبة القليلة جداً. لأن الزمن المستغل في الصيانة الوقائية هو زمن توقف مخطط له، في حين أن الزمن المتعلق بالصيانة الإصلاحية (الطارئة) هو زمن توقف محسوب على الأعطال. وبالتالي مع وجود القليل من الصيانة

الطارئة أو عدم وجودها ستتضح مدى فعالية برامج الصيانة الوقائية المنفذة في إنجاز أهم أهدافها وهو منع أو التقليل من المسببات المحتملة لحدوث الأعطال. هذا المؤشر يجب أن يكون ذو قيمة عالية [36]. أما المجال الموصي به يتراوح ما بين (75% - 80%)، ويُحسب كالاتي [9، 36، 38، 39]:

$$\frac{\text{زمن الصيانة الوقائية}}{\text{إجمالي الزمن المستغرق في الصيانة}} = T_7$$

#### ط) مؤشر مقدار الزمن المستفاد لعدد مرات الصيانة الكلية (T<sub>8</sub>)

المؤشر يبين مقدار الزمن المستفاد بين مناسبات الصيانة الكلية، وكقيمة متوسطة فإنه يُعطي فترة الصيانة مقاسه بالزمن الفعلي للتشغيل المتاح، ويعتمد على فعالية أداء الصيانة، ومن المرغوب فيه أن تكون قيمته كأعلى ما يكون، ويُعطى بالمعادلة التالية [36]:

$$\frac{\text{زمن التشغيل الفعلي}}{\text{عدد مرات الصيانة الكلية}} = T_8$$

#### ي) مؤشر مقدار الزمن المستفاد بين مناسبات الصيانة الوقائية (T<sub>9</sub>)

الهدف من المؤشر هو تحديد مقدار زمن التشغيل الفعلي المتاح بين مواعيد الصيانة الوقائية، من خلال تحديد متوسط الزمن المستفاد بين كل مناسبة من مناسبات الصيانة الوقائية. هنا يمكن إبراز كفاءة الصيانة بوضوح من خلال طول فترة التشغيل، كما يمكن توحيد مواعيد أداء الصيانة الوقائية الذي بدوره يؤدي إلى ترابط الآثار المترتبة على ذلك خاصة فيما يتعلق بالتكاليف الصيانة. ويفترض أن تكون لهذا المؤشر قيمة كبيرة (مدة التشغيل طويلة) لأنه يعكس مردود الصيانة. ولكن الاعتماد على القيمة الاقتصادية المثلى لهذا المؤشر (تقليل في تكلفة الصيانة)، قد يتسبب في زيادة الأعطال في حال عدم كفاية الصيانة الوقائية المنفذة، ويُحسب كالاتي [36]:

$$\frac{\text{زمن التشغيل الفعلي}}{\text{عدد مرات الصيانة الوقائية}} = T_9$$

ك) مؤشر قياس الصيانة الوقائية مقارنة بالمخطط حسب الجدولة الزمنية (T<sub>10</sub>)

المؤشر يعمل على قياس الصيانة الوقائية مقارنة بما تم أدراجه بالجدولة الزمنية، وبالتالي يُعطي قياساً لمدى كفاءة ومهارة أطقم الصيانة. تعني القيمة المنخفضة للمؤشر أن المهام المجدولة للصيانة الوقائية قد أنجزت في الوقت المحدد لها عاكساً بذلك كفاءة الأداء لفرق الصيانة. كما يعتبر مقياساً جيداً لمتابعة التغيرات في أداء الصيانة الوقائية، مثال ذلك ما يتعلق بتدريب فرق الصيانة. في المقابل توجد عوامل أخرى كالتأخير أو الإلغاء يمكن أن تؤثر سلباً على المؤشر، ويُحسب كالاتي [36]:

$$\frac{\text{عدد مناسبات الصيانة الوقائية الفائتة}}{\text{عدد مناسبات الصيانة الوقائية المجدولة}} = T_{10}$$

واقعيًا يتم تقييم الجدولة الزمنية المتعلقة بخطط الصيانة الوقائية المنفذه في الشبكة الكهربائية بناء على الحجم المنفذ من الصيانة بالنسبة للمخطط وفق الجدولة. ولأن مواعيد الصيانة في الشبكات الكهربائية عادة تكون مقترنة بمواعيد محددة ليتم فصل الخطوط الهوائية المعنية بإجراء الصيانة وكل ذلك يتوقف على الظروف التشغيلية للشبكة في حينها. لذا قد تكون مواعيد الصيانة المحددة أحياناً قليلة جداً ولكن في المقابل تكون حجم الصيانة المنفذة كبيرة مقارنة بالمخطط وفق الجدولة. إذ أن عمليات الصيانة أثناء تنفيذها قد تستمر لساعات طويلة حتى تنجز، لهذا فإن الصيغة الأمثل لقياس الصيانة الوقائية مقارنةً بالمخطط حسب الجدولة الزمنية تكون وفق الآتي:

$$\frac{\text{حجم غير المنفذ من الصيانة الوقائية}}{\text{حجم الصيانة الوقائية المجدولة}} = T_{10}$$

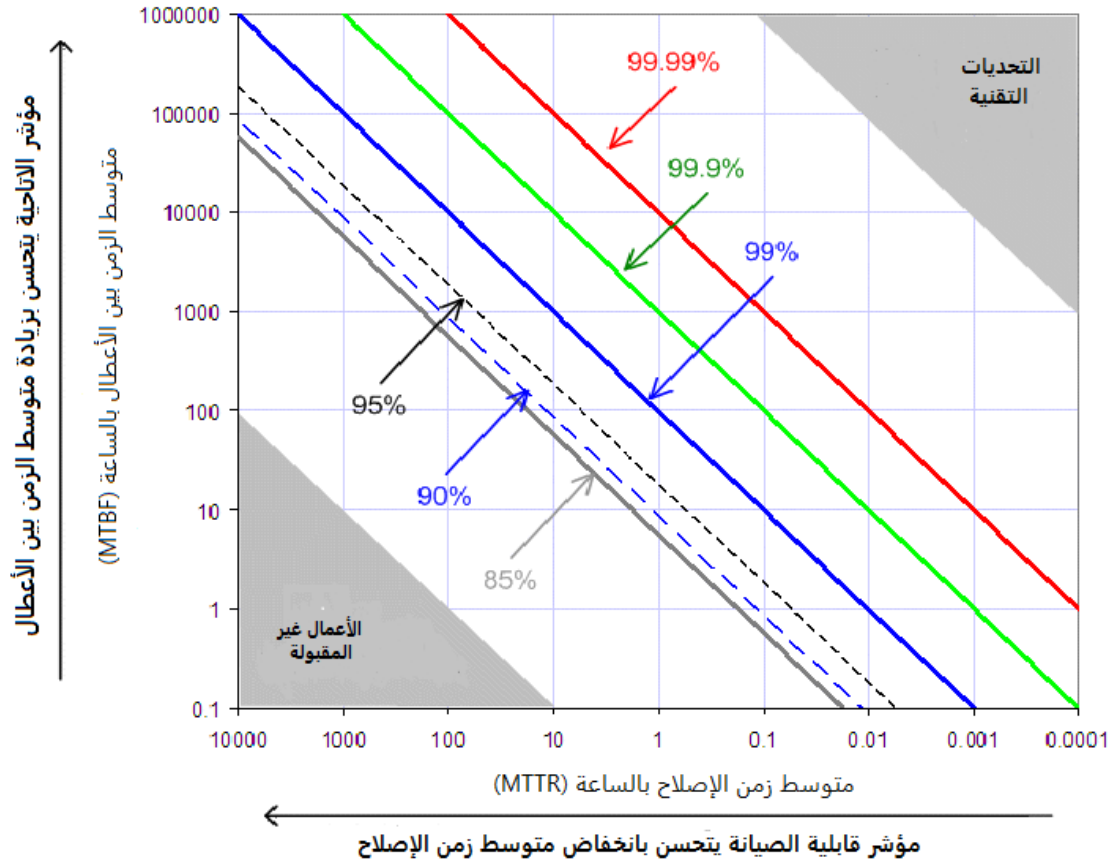
### ل) مؤشر نسبة كثافة الأعمال المخطط لها (T<sub>11</sub>)

مؤشر يستخدم لتقييم فعالية برامج الصيانة، من حيث نسبة أوامر العمل المخططة للصيانة الوقائية مقارنة بإجمالي أوامر الصادرة. هذا المؤشر يجب أن تكون له قيمة عالية، ويعنى ذلك أن معظم أوامر العمل قد شملت في برامج الصيانة الوقائية، حيث يحدد النسبة التي تعطيها أوامر العمل المخططة للصيانة من إجمالي أوامر العمل والتي يجب أن تبلغ 95% [36، 9]. في المقابل تدنى قيمة المؤشر قد يكون أسبابه مبهمه، فلا يعنى نتيجة لسوء أداء الصيانة بل أحياناً لسوء الإدارة، ويكون إما لعدم رصد كل أوامر العمل، أو لعدم توفر مهارات الفحص، أو لعدم إعطاء قدر كافي من التحفيز اللازم للمفتشين، ويُحسب كالآتي [9، 36]:

$$\text{أوامر العمل المتعلقة بالصيانة الوقائية} \\ \hline \text{إجمالي عدد أوامر العمل الصادرة} = T_{11}$$

### 3.6.3 العلاقة بين الإتاحة ومتوسط الزمن بين الأعطال ومتوسط زمن الإصلاح

الإتاحة هي النسبة المئوية من الوقت لجهوزية النظام التشغيلي [42]. استناداً إلى الصيغة السابقة لمؤشر الإتاحة، تكون الإتاحة المتوقعة عالية عندما يكون متوسط الزمن بين الأعطال (MTBF) كبير جداً مقارنة بمتوسط زمن إصلاح المعدات. وبالمثل إذا إنخفض متوسط زمن الإصلاح (MTTR)، فإن الإتاحة تكون عالية. كما أن إنخفاض وثوقية النظام (إنخفاض MTBF) في المقابل تكون هنالك أفضلية لقابلية الصيانة من خلال تقليل MTTR، وهو إجراء مطلوب للحفاظ على نفس المستوى من الإتاحة. ويوضح الشكل (3.3) العلاقة بين MTBF و MTTR. يجدر بالذكر أن هناك أعمال تتطلب إتاحة عالية مع ارتفاع في MTBF وإنخفاض في MTTR في نفس الوقت. ولذلك يظهر في الشكل منطقتين مظللتين تمثلان الأنظمة التي تواجه الأعمال، وهي إما التحدي من الناحية التقنية أو المستوى غير المقبول اقتصادياً [40].



الشكل (3.3): العلاقة بين الإتاحة و MTBF و MTTR [40]

نظراً لطبيعة الحالة الدراسية التي يغلب عليها جانب الأداء التشغيلي، ولأن الجانب الاقتصادي وتقييم التكلفة مترامن مع الحالة الفنية وكفاءة الأداء التشغيلي للمعدات، فكلما كان مردود أداء المعدات جيد انعكس ذلك على التكلفة الإجمالية وتكلفة الصيانة خاصة والعكس صحيح. ونظراً لكبير حجم الشركة وتعدد المواقع التابعة لها ومركزية إدارة الموارد، لذلك كان من الصعوبة بمكان حصر كل جوانب التكلفة المتعلقة بالإمكانات المصروفة للصيانة، لهذا اقتصرنا الدراسة على تطبيق المؤشرات التقنية، والتي سبق وأن تناولها بالتفصيل. وبيّن جدول (4.3) تفاصيل المؤشرات التقنية المعتمدة لقياس أداء الصيانة في شبكة التوزيع الخطوط الهوائية جهد 11kv بمدينة مصراتة.

جدول (4.3): تفاصيل المؤشرات التقنية المعتمدة لقياس أداء الصيانة

رمز المؤشر	مؤشرات قياس الأداء	الصيغ الرياضية للمؤشرات
T <sub>1</sub>	مؤشر الفاقد الزمني	زمن التشغيل المخطط - زمن التشغيل الفعلي
T <sub>2</sub>	مؤشر متوسط الزمن بين الأعطال	زمن التشغيل الفعلي / عدد الأعطال
T <sub>3</sub>	مؤشر متوسط زمن الإصلاح	الزمن المستغل في إصلاح الأعطال / عدد تدخلات الصيانة الإصلاحية
T <sub>4-1</sub>	مؤشر الإتاحة	MTBF/MTBF+MTTR
T <sub>4-2</sub>		زمن التشغيل الفعلي / زمن التشغيل المخطط
T <sub>5</sub>	مؤشر نسبة الزمن المستغرق بالصيانة	إجمالي الزمن المستغرق في الصيانة / إجمالي الزمن المخصص للصيانة
T <sub>6</sub>	مؤشر نسبة أزمدة الصيانة الإصلاحية	زمن الصيانة الطارئة / إجمالي الزمن المستغرق بالصيانة
T <sub>7</sub>	مؤشر نسبة أزمدة الصيانة الوقائية	زمن الصيانة الوقائية / إجمالي الزمن المستغرق بالصيانة
T <sub>8</sub>	مؤشر مقدار الزمن المستفاد لعدد مرات الصيانة الكلية	زمن التشغيل الفعلي / عدد مرات الصيانة الكلية
T <sub>9</sub>	مؤشر مقدار الزمن المستفاد بين مناسبات الصيانة الوقائية	زمن التشغيل الفعلي / عدد مرات الصيانة الوقائية
T <sub>10</sub>	مؤشر قياس الصيانة الوقائية مقارنة بالمخطط وفق الجدولة	حجم غير المنفذ من الصيانة الوقائية / حجم الصيانة الوقائية المجدولة
T <sub>11</sub>	مؤشر نسبة كثافة الأعمال المخطط لها	أوامر العمل المتعلقة بالصيانة الوقائية / إجمالي عدد أوامر العمل الصادرة
T <sub>12</sub>	معدل الفشل أو الإخفاق	$\lambda = 1/MTBF$

[المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على الدراسات السابقة]



## الفصل الرابع

### الحالة الدراسية

إن العنصر الأهم لمراقبة الأداء هو الحصول على قدر كبير من البيانات المتاحة والمفيدة، بحيث يمكن استخدامها لتقييم أداء الصيانة. تحتاج المؤسسة الخدمية الباحثة عن تحسين سُمعتها لدى زبائنها إلى التحسين المستمر في أداء وظيفة الصيانة، باعتبارها نظاماً له أثر كبير على فعالية وكفاءة نظامها الخدمي، ويتحقق هذا التحسين انطلاقاً من قياس أداء الصيانة عن طريق ما يعرف بمؤشرات الأداء. بالنسبة للشبكات الكهربائية يركز تقييم الأداء على تحديد نسبة الانقطاعات، ومعدل تكرارها ومدتها، ونسبة الإتاحة والتي ترتبط بتحسين أداء مؤشري درجة الوثوقية وقابلية الصيانة.

#### 1.4 نبذة عن الشركة العامة للكهرباء

قطاع الكهرباء كانت تُديره مؤسستان تابعتان للدولة. واحدة بالمنطقة الشرقية والثانية في المنطقة الغربية قبل أن يتم دمجها لتتولى الشركة العامة للكهرباء مهام ومسؤولية قطاع الكهرباء. أنشئت الشركة العامة للكهرباء بموجب القانون رقم 17 لعام 1984م، تتولى تنفيذ المشاريع المتعلقة بمحطات إنتاج الطاقة، ومحطات التحويل والتوزيع ومراكز التحكم الكهربائية، وشبكات نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية، وما يتعلق بكل ما ذكر من مهام الإدارة والتشغيل والصيانة [43]. تقوم الشركة بتقديم الخدمات للمستهلكين في مجال الكهرباء مقابل الرسوم المقررة، كما تخطط الشركة بشكل مستمر لتطوير قدراتها وإمكانياتها في مجال إنتاج الطاقة وتطوير شبكات النقل والتوزيع [44]. تتبع الشركة العامة للكهرباء عدد من الإدارات العامة تختص كلا منها بمهام ومسؤوليات معينة والتي من بينهما الإدارة العامة للتوزيع، حيث تهتم بإدارة وتشغيل وصيانة وتطوير الشبكات الكهربائية. تتبع الإدارة العامة للتوزيع عدد من الإدارات الرئيسية في عدة مناطق بليبيا من بينها إدارة توزيع الوسطى بمدينة مصراتة.

#### 1.1.4 إدارة توزيع الوسطى

وهي تختص بتشغيل وصيانة وتطوير شبكات التوزيع الكهربائية جهد  $(11, 0.4)kv$ ، ومتابعة التركيبات والإضافات الجديدة على الشبكة العامة، وتنفيذ المشروعات وإعداد الدراسات والخطط المستقبلية لمواكبة النمو في الأحمال وتلبية الطلب المتزايد على الطاقة الكهربائية. يتم ذلك بالتنسيق مع الإدارات المختصة بالإدارة العامة للتوزيع بطرابلس. تقوم إدارة توزيع الوسطى بالمهام المكلفة بها عن طريق الدوائر والأقسام التابعة لها، والشكل (1) بالملحق (أ) يبين الهيكل التنظيمي لإدارة توزيع الوسطى.

#### 2.1.4 دائرة تخطيط الصيانة

تعتبر من أهم الدوائر الرئيسية بإدارة توزيع الوسطى، كما يبينه الشكل (1) بالملحق (أ) الخاص بالهيكل التنظيمي لإدارة توزيع الوسطى. وقد تم تناولها في هذا الجانب دون سواها من الدوائر المركزية الأخرى باعتبارها تختص بمتابعة أعمال الصيانة التي يتم تنفيذها في شبكة التوزيع الكهربائية جهد  $(11, 0.4)kv$ ، وفق خطط الصيانة المعتمدة من قبل الإدارة العامة للتوزيع. حيث يتولى قسم تخطيط صيانة جهد  $11kv$  بدائرة تخطيط الصيانة إعداد الجدولة الزمنية لخطط الصيانة المقترحة من قبل دوائر التوزيع قبل أن يتم اعتمادها، وبما يتفق مع المعدلات المستهدفة من الصيانة التي تم تحديدها من قبل الإدارة العامة للتوزيع، ومتابعة تنفيذ الصيانة من خلال التقارير الواردة من دوائر التوزيع باعتبارها الجهات المسؤولة عن تنفيذ الصيانة. بناءً على خطط التفريش المبرمجة يتم الكشف على عينات عشوائية من الصيانة للتأكد منها، حيث يجري التفريش عادة على 5% من المستهدف النصف سنوي [43]. كما تتولى دائرة تخطيط الصيانة مهام متابعة أعمال الصيانة التنبؤية، وتهدف أساساً للحفاظ على معدات الشبكة الكهربائية من خلال الاستقصاء بواسطة استخدام بعض الأجهزة مثل الكاميرا الحرارية للكشف عن الحالات المحتملة لحدوث الأعطال، وذلك لتفادي أو التقليل من المشاكل الناتجة عن الأعطال الفجائية أو غير المتوقعة، [المصدر: الباحث].

#### 3.1.4 دائرة التوزيع

وهي تتبع إدارة توزيع الوسطى، وتقع ضمن نطاقها الجغرافي ثلاثة دوائر توزيع بمدينة مصراته، وهي دائرة توزيع (شرق مصراته، وسط مصراته، غرب مصراته). الشكل (2) بالملحق (أ) يبين الهيكل التنظيمي لدائرة التوزيع. تضم دائرة التوزيع عدد من الأقسام الفنية يؤدي كل منها المهام المناطة به. وعموماً تُعنى دائرة التوزيع بمسؤوليات عدة تتركز على تقديم الخدمات المتعلقة بتوزيع الطاقة الكهربائية للمستهلكين في النطاق الجغرافي الخاضع لمسؤوليتها، وهي المسؤولة أيضاً عن عمليات تشغيل وصيانة الشبكة الكهربائية جهد  $(11, 0.4)kv$ ، كما تقوم بإعداد الخطط المطلوبة لتطوير الشبكة القائمة ومواكبة نمو الأحمال ومعالجة الاختناقات. وفي كل الأحوال يتم ذلك بالتنسيق بين الأقسام الفنية من خلال دائرة التوزيع التي تتبعها كل حسب مهامها وبين الدائرة المعنية بتلك المهام داخل مقر إدارة توزيع الوسطى، [المصدر: الباحث].

#### 2.4 صيانة الخطوط الهوائية جهد 11kv

تُصنف الأعطال التي تحدث للمعدات إلى أعطال متعلقة بالزمن وأعطال غير متوقعة. قبل التطرق لعمليات الصيانة في الخطوط الهوائية ينبغي توضيح بعض التعريفات المتداولة بين التقسيمات الفنية التي تُعنى بمهام الصيانة بالشركة العامة للكهرباء [45]:

(أ) تصريح العمل: هو نموذج يُحرر ويوقع من قبل المخول، ويسلم لرئيس الفرقة المسؤول عن العمل.  
(ب) الكشف: هو الفحص بالنظر لنتبع أي عيوب أو أعطال تكون ظاهرة للفاحص بالعين المجردة. ويعتبر النشاط الأساسي لاكتشاف العيوب والأعطال ويجب تنفيذه دورياً.

(ج) الفحص التفصيلي: وهو يشتمل على الفحص بالنظر إضافة إلى استخدام العدد وأجهزة الاختبار عند الضرورة لتحديد العيوب الخفية مثل الإرتخاء في ربط نهايات الكوابل وغيرها.

تتطلب طبيعة المهام المنوطة بالشركة إبقاء عمليات التشغيل لكافة مكونات النظام الكهربائي واستقرارها طيلة 24 ساعة، وهذا بدوره يلقي على أقسام التشغيل والصيانة مهام ومسؤوليات هامة لضمان سلامة كافة معدات النظام وجعلها في وثوقية تامة، من خلال تنفيذ برامج الصيانة لتفادي حدوث الأعطال. إن الهدف الرئيسي من الصيانة: هو الاحتفاظ بالمعدة لتعمل بفعالية وأمان حسب المواصفات المصممة من أجلها. تشمل الصيانة الوقائية على فحص المعدات والتعديل والضبط والتنظيف والاختبارات واستبدال الأجزاء المعطوبة كالمصهرات والعوازل، وللحفاظ على المعدات بحالة جيدة وحفاظاً على استمراريتها في الخدمة يتم إجراء الكشف الدوري لمعدات الشبكة الكهربائية والتي من بينها شبكة الخطوط الهوائية جهد 11kv، والإشراف عليها من قبل أطقم مؤهلة قبل إجراء الصيانة الوقائية، [المصدر: الباحث].

#### 1.2.4 الكشف على الخطوط الهوائية جهد 11kv

الغرض من الكشف هو محاولة اكتشاف المشاكل قبل حدوثها ومعالجتها من قبل فنيي الصيانة، ومراقبة خطوط التوزيع الهوائية من مسؤولية جميع العاملين بالأقسام الفنية بالشركة، ويقوم بإجراء عمليات الكشف فنيي فرق الصيانة بنقاط التشغيل والصيانة التابعين لأقسام التشغيل بدوائر التوزيع، كما تقع مسؤولية إجراء جولات الفحص التفصيلي على أقسام الصيانة بدائرة التوزيع أثناء إجراء الصيانة الوقائية. ويبين جدول(1.4) أنواع بنود الكشف على الخطوط الهوائية، ويشمل الآتي [45]:

(أ) الكشف الاعتيادي: يعني أن يقوم الأشخاص المسؤولين عن الكشف بالفحص، وذلك بالنظر لمعدات التوزيع بشكل دوري، وفي فترات محددة والغرض منه تحسس المشاكل قبل حدوثها.

(ب) الكشف الخاص: يُنجز عند فحص معدات شبكة التوزيع التي تتعرض للأعطال بسبب تأثرها بالظروف الجوية أو الظروف غير الاعتيادية، وكذلك عند التفتيش على أي صيانة تم إنجازها.

(ج) كشف تحديد الأعطال: يُنجز على الخط الهوائي ومعداته، لتحديد سبب الفصل ومكان العطل.

د) كشف السلامة: يُنجز على أجزاء أو نقاط معينة فقط من الشبكة الكهربائية والتي تحتاج إلى مراقبة خلال فترات أقرب من فترات الفحص الاعتيادي، والهدف منه الحفاظ على السلامة العامة وسلامة المعدات من التغيرات المحيطة والغير متوقعة كأعمال الحفر وغيرها.

هـ) الكشف الإشرافي: يقوم به رئيس قسم الصيانة لنطاق الشبكة الكهربائية المسؤول عنها، حيث يفحص نقاط الضعف بالمعدات للوقوف على حالتها وتقييم الصيانة. هذا الكشف يُساعد رئيس قسم الصيانة على إدارة معدات الشبكة الكهربائية بكفاءة.

جدول (1.4): أنواع بنود الكشف على الخطوط الهوائية [45]

نقاط الكشف	المعدات المستهدفة	نوع الكشف
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ الكشف على كل المعدات.</li> <li>▪ إصلاح العيوب المكتشفة إذا أمكن</li> </ul>	كل المعدات (الخطوط الهوائية والكوابل الأرضية)	الكشف الاعتيادي
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ المعدات التي تتأثر بتغيرات الطقس</li> <li>▪ كل المعدات المتعلقة بتغذية المواقع الخاصة بالمناسبات الدينية والوطنية</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ المعدات التي تتعرض للأعطال</li> <li>▪ المعدات التي تغذي مواقع خاصة</li> </ul>	الكشف الخاص
النقاط التي يتم التعامل معها لإصلاح العطل وإرجاع التغذية	جزء من الشبكة المتأثر بالانقطاع أو نقطة العطل إن كانت معروفة	كشف تحديد الأعطال
مراقبة التغيرات المستحدثة بالمحيط القريب من المعدات الكهربائية مثل (بناء، امتداد لمباني قائمة، إنشاء طرق، التماس أشجار، احتمال حدوث انهيار لعمود نتيجة ضعف الأرض، احتمال إعطاب كوابل أرضية نتيجة حفريات)	معدات شبكة التوزيع ذات الجهد العالي المركبة في (المناطق التي يخطط فيها لإنشاءات جديدة، مناطق بها أشجار قد تصل لخطوط الجهد العالي، مناطق بها أعمال حفر بالقرب من الكوابل الأرضية)	كشف السلامة
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ نتائج تصحيح أوضاع أو صيانة أعطال</li> <li>▪ مسح شامل للمعدات في نطاق المسؤولية</li> <li>▪ سلامة المعدات التي تتقاطع مع مرافق أخرى مثل الطرق وخطوط الاتصالات</li> </ul>	جزء من الشبكة في نطاق المسؤولية	الكشف الإشرافي

#### 2.2.4 الفحص التفصيلي على الخطوط الهوائية جهد 11kv

حفاظاً على وثوقه أداء شبكة التوزيع الكهربائية، تقوم أقسام الصيانة بإجراء عمليات الفحص التفصيلي لأجزاء من الشبكة الكهربائية أثناء إجراء الصيانة الوقائية، وتستهدف بالأخص الخطوط الهوائية جهد 11kv والمعدات المركبة عليها، باعتبارها أكثر عرضة لمشاكل الظروف الطبيعية والمؤثرات الخارجية التي تسبب في زيادة حدوث الانقطاعات الفجائية. يبين جدول (2.4) تفاصيل

بنود الفحص التفصيلي للخطوط الهوائية جهد 11kv، والتي ينبغي تتبعها أثناء تنفيذ الصيانة الدورية

أو الوقائية، ومعالجة العيوب التي يتم اكتشافها لزيادة كفاءة أداء الخط الهوائي [45].

جدول (2.4): أنواع بنود الفحص التفصيلي للخطوط الهوائية [45]

بنود الفحص	نقاط الفحص	مكونات الخطوط الهوائية
1	الأعمدة الخشبية كسر، تشققات بالعمود، أثار احتراق أعلى العمود، ميل العمود، إرتخاء في القواعد أخطار، المرور بمنازل أو عقارات، أرض رخوة مركب عليها الخط	
2	الأعمدة الخرسانية كسر، إنحناء أو ميل، تشوهات ميكانيكية، تصدعات أفقية، إرتخاء في القواعد أخطار، المرور بمنازل أو عقارات خاصة، أرض رخوة مركب عليها الخط	
3	حامل العوازل حديد حامل العوازل: التني، الصدأ، التوصيل بالأرضي سيوف الزاوية: التني، إرتخاء البراغي	
4	العوازل الكسر، التصدع، أثار التفريغ، التلوث، الانحناء أو الميل، التآرجح، الاحتراق، إرتخاء السلك الرابط للموصل على العازل، إرتخاء أو تني مسمار العازل	
5	الموصل الكسر أو تشعث بعض شعيرات الموصل، نقاط محترقة، إرتخاء الموصل، ربط غير جيد للموصل على العازل	
6	التأريض موصل الأرضي غير موجود أو مقطوع بالكامل أو بعض من شعيراته، نقاط ربط صدئة أو مرتخية، صدأ أو تلف بقضيب التأريض	
7	الشدادات سلك شداد مقطوع، شداد غير مركب بالشكل الصحيح، سلك الشداد قريب جداً من الموصلات أو المعدات المشحونة	

### 3.2.4 الكوادر الفنية القائمة بأعمال الصيانة للخطوط الهوائية

الصيانة بالشركة تتولها أقسام الصيانة ومكاتب الصيانة السريعة التابعة لإقسام التشغيل بدوائر

التوزيع. يبلغ عدد فنيي الصيانة 51 فني موزعين على مكاتب صيانة الخطوط والصيانة السريعة،

وهم يمثلون نسبة حوالي 19% من إجمالي العاملين بدوائر التوزيع الثلاثة [46]. يبين جدول (3.4)

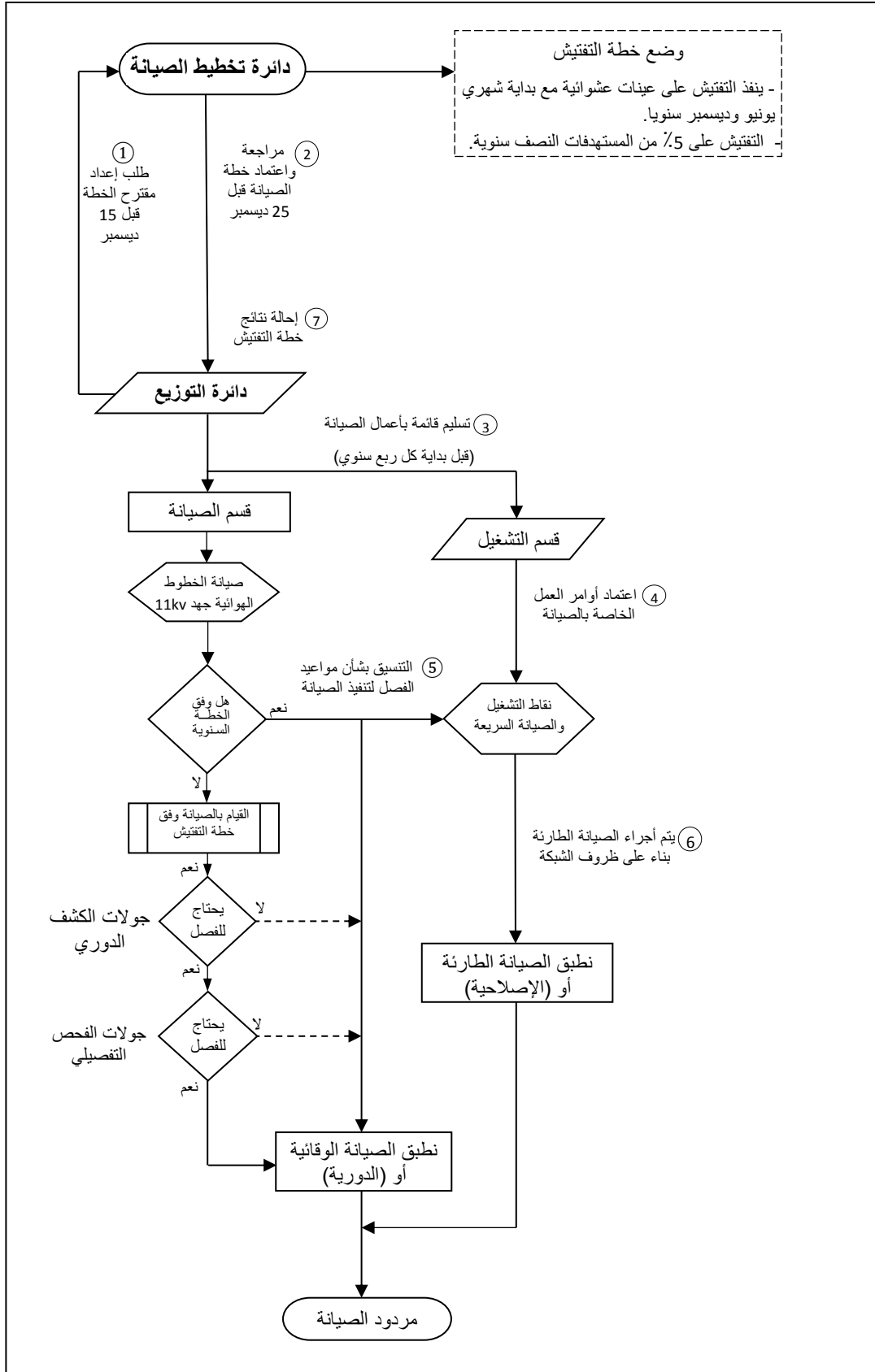
عدد فنيي الصيانة الموجودين والعدد المعياري المطلوب.

جدول (3.4): الكوادر الفنية القائمة بالصيانة للخطوط الهوائية [45، 46، 47]

دوائر التوزيع	مكاتب صيانة الخطوط الهوائية		مكاتب التشغيل والصيانة السريعة	
	عدد المكاتب	عدد الفنيين الموجودين	عدد الفنيين في جميع المكاتب	العدد المطلوب لكل مكتب ما بين 10-20 (المعياري)
شرق مصراتة	1	3	14	30 - 60
وسط مصراتة	1	6	13	10 - 20
غرب مصراتة	1	6	9	30 - 60

#### 4.2.4 تخطيط وإجراء الصيانة الوقائية

قبل بداية كل عام، يتم عادة التجهيز لإعداد الخطة السنوية للصيانة، بحيث يقوم مهندسي مكاتب الصيانة بأقسام الصيانة بدوائر التوزيع كل حسب تخصصهم بوضع مقترح يشمل جميع الأعمال المستهدفة بالصيانة من واقع درايتهم بمشاكل الشبكة الكهربائية الواقعة تحت إشرافهم، ومن خلال اطلاعهم على تقارير الفصولات والصيانة المنفذة في السابق ونسبة الإنجاز. وذلك لتحديد نوعية الصيانة المطلوبة ودرجة الاحتياج لها، ليتم برمجتها ضمن الخطة السنوية للصيانة وفق جدول زمنية تضمن توزيع جميع أعمال الصيانة المطلوبة خلال السنة، وتشمل جميع مكونات شبكة التوزيع الواقعة في النطاق الإشرافي لدائرة التوزيع المعنية (الخطوط الهوائية والمحطات الأرضية). على أن تحال للاعتماد من قبل دائرة تخطيط الصيانة إلى الإدارة العامة للتوزيع بطرابلس 15 ديسمبر. تتولي دائرة تخطيط الصيانة مراجعة الخطط المقترحة للصيانة واعتمادها ومن تم متابعة تنفيذها. بحيث يقوم قسم تخطيط صيانة جهد 11kv بمراجعة الخطط المقترحة للصيانة المحالة من دوائر التوزيع، من حيث تقيدها بالنسب المقررة للمستهدفات المخططة، ومراعاة الوضع التشغيلي القائم للشبكة العامة وضمان عدم تأثره بالحلقات المفصولة أثناء الصيانة وتحديد المواعيد المناسبة. بمجرد اعتماد الخطة السنوية تحال إلى دوائر التوزيع المعنية بتنفيذ عمليات الصيانة عن طريق أقسام ومكاتب الصيانة التابعة لها كل في مجال عمله، ووفق المستهدفات المبرمجة بالخطة السنوية وتوزيع الأعمال خلال السنة. يتم التنسيق بين أقسام التشغيل والصيانة بدوائر التوزيع فيما يتعلق بعمليات الفصل لغرض إجراء الصيانة وتحديد المواعيد المناسبة لذلك، على أن يتم إحالة قائمة بأعمال الصيانة المزمع تنفيذها إلى قسم التشغيل قبل بداية كل ربع سنة، حتى يتسنى لمهندسي القسم دراستها، وتحديد الوضع التشغيلي الملائم للشبكة الكهربائية أثناء تنفيذ أعمال الصيانة، [المصدر: الباحث]. شكل (1.4) يوضح عملية تخطيط ومتابعة الصيانة.

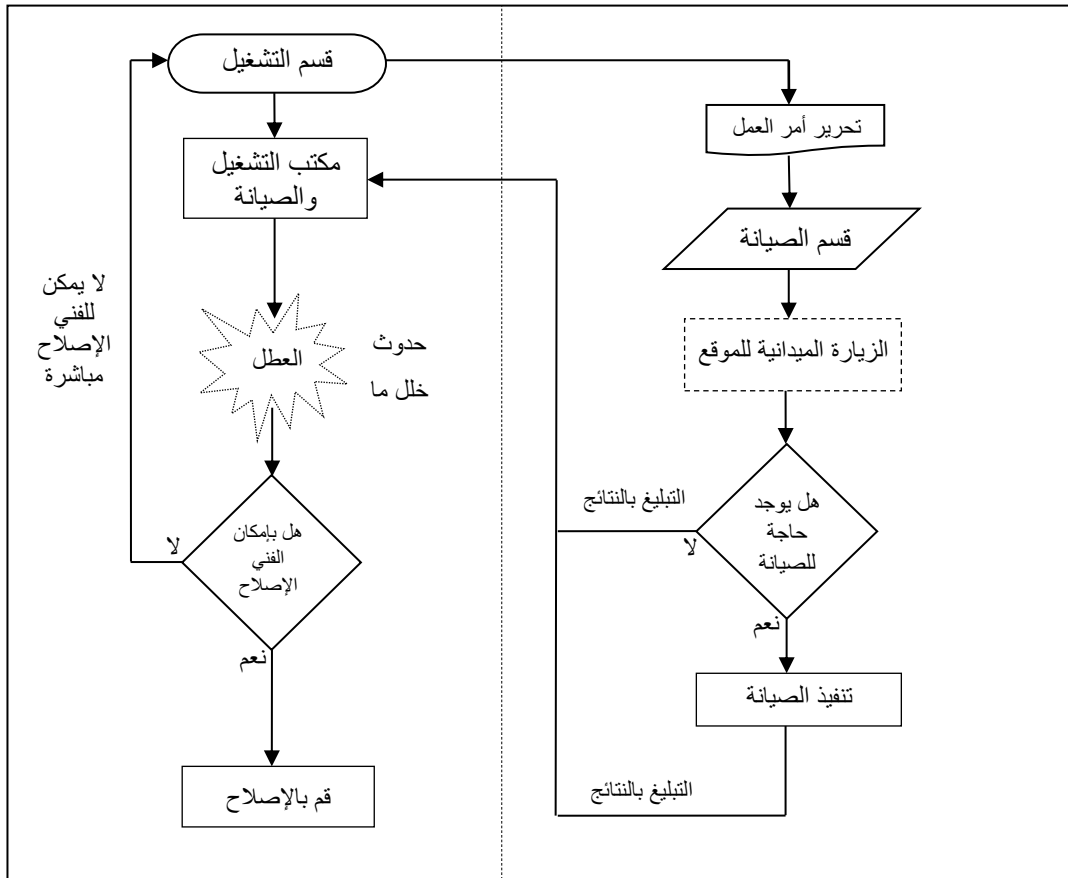


شكل (1.4): عملية تخطيط وتطبيق ومتابعة الصيانة [المصدر: الباحث]



#### 5.2.4 الكشف عن الأعطال الفجائية وإصلاحها

يوضح شكل (2.4) عملية كشف الأعطال الطارئة وإصلاحها. تبدأ إجراءات آلية الصيانة الطارئة بداية من مكاتب التشغيل والصيانة السريعة التابعة لقسم التشغيل في دائرة التوزيع، وذلك بتلقي البلاغات عن إنقطاع التيار الكهربائي في أي موقع أو مكان يقع ضمن النطاق الجغرافي لمسؤولية كل مكتب تشغيل. يتم تسجيلها في السجل المعد عن بلاغات الأعطال، وعادة ما يتم التبليغ من قبل المواطنين مباشرة أو عن طريق الاتصال بالهاتف، ويكلف فنيي فرقة الصيانة بنقطة التشغيل والصيانة السريعة المعنية بالخروج إلى موقع العطل للكشف عليه. يحدد فني الصيانة بناءً على الكشف الذي قام به ما إذا كان بإمكانه القيام بإصلاح العطل مباشرة أو يحتاج لتدخل قسم الصيانة لإجراء الصيانة المطلوبة. يتم التنسيق بين قسمي التشغيل والصيانة بخصوص إجراء الصيانة وتحضير أمر العمل بناءً على نموذج طلب التدخل [45].



شكل (2.4): عملية كشف الأعطال الطارئة وإصلاحها [45]

يتضمن أمر العمل عادة بنود تتعلق بتفاصيل العمل وتشمل (نوعية العمل، الموقع، القائمين بالعمل، مصدر التغذية). يتبع قسم الصيانة عدة مكاتب موضحة بالملحق (أ) في شكل (2)، ويتولى رئيس قسم الصيانة تكليف المكتب المعني بتنفيذ الصيانة. تقوم فرقة الصيانة بزيارة الموقع لمعاينة العطل، وبناءً عليه تحدد نوع وطريقة الأجراء المتخذ. تم يقوم مشرف فرقة الصيانة بإعداد تقرير مفصل بذلك، ويُسلمه لرئيس قسم الصيانة والذي بدوره يتولى إحاطة رئيس قسم التشغيل بالنتائج [45].

#### 3.4 تطبيق مؤشرات القياس لتقييم أداء الصيانة بالخطوط الهوائية جهد 11kv

عادة هناك نوعان أساسيان من الصيانة يطبقان على شبكات التوزيع الكهربائية هما الصيانة الوقائية أو الدورية والصيانة الإصلاحية أو الطارئة. الصيانة الطارئة هي الصيانة التي تجرى على معدة تعرضت لعطل لغرض ترجيعها للخدمة في حالة تشغيلية تمكنها من أداء وظيفتها، وباعتبارها صيانة غير مخطط لها فقد تكون مكلفة، كما أن العطل قد يحتاج وقت طويل لإصلاحه. الصيانة الوقائية هي صيانة تجرى في فترات زمنية مجدولة، والغرض منها التقليل من فرص الانقطاعات غير المتوقعة، وتجدر الصيانة الوقائية بناءً على الزمن الذي أمضته المعدة في الخدمة وعدد مرات العطل. ومن مزايا الصيانة الوقائية أنها معروفة مسبقاً، وبالإمكان التخطيط لها وتقدير ميزانيتها، والعمل على توفير مواردها. وعندما تُنفذ الصيانة الوقائية بشكل جيد فإن فرص حدوث مُعظم الأعطال المتوقعة تتضاءل، ويقل حجم الانقطاعات وتتنخفض التكلفة إجمالاً، كما أنها تمنح المسؤولين الثقة في المعدات.

استناداً على الدراسات النظرية والتطبيقية المتعلقة بقياس أداء الصيانة والمطروحة في الفصل الأول، حاول الباحث تكوين نموذج يتكون من مجموعة مؤشرات سعى من خلال تطبيقها على بيانات

الصيانة المنفذة بالخطوط الهوائية جهد 11kv الواقعة بنطاق إدارة توزيع الوسطى بالشركة العامة للكهرباء بمدينة مصراتة إلى إيجاد صورة واضحة عن أداء الصيانة بها. تحقيقاً لذلك طرح الباحث في هذا الجانب جزئيين لمسار الحالة الدراسية. يتناول الجزء الأول طريقة تجميع وتحليل البيانات، وفي الجزء الثاني إظهار ما خلصت إليه الدراسة من نتائج مع إعطاء تفسيرات لها.

#### 1.3.4 تجميع البيانات

ضمن الدراسة المعروضة، اتبعنا منهجاً مبنياً على الدراسات السابقة التي شملها الفصل الأول من أجل بناء هيكل عام لقياس الأداء يتناسب مع البيانات التي تم تجميعها للدراسة وذلك من خلال الآتي:

أ. موقع الدراسة

أجريت الدراسة على شبكة الخطوط الهوائية جهد 11kv بمدينة مصراتة، وهي ضمن النطاق الجغرافي لمهام ومسؤولية إدارة توزيع الوسطى بمصراتة من حيث إدارتها وتشغيلها وصيانتها، ويبين شكل (1) بالملحق (أ) الهيكل التنظيمي لإدارة توزيع الوسطى، كما يبين شكل (2) بالملحق (أ) الهيكل التنظيمي لدائرة توزيع الكهرباء. ولتحقيق هذه الدراسة تطلب الأمر عدة زيارات إلى غرفة التشغيل الرئيسية وبعض التقسيمات الفنية المعنية أساساً بعمليات الصيانة في إدارة توزيع الوسطى.

#### ب. تحديد البيانات المطلوبة وطريقة جمعها

استغرق تجميع البيانات المتعلقة بالدراسة مدة زمنية حوالي شهرين تقريباً، خلال شهري فبراير ومارس 2014، كما أن معظم المعلومات والبيانات لم تكن جاهزة بل تطلب الأمر فترة زمنية لتسجيلها وفرزها، وكانت من عدة مصادر، والحدود الزمنية للدراسة طويلة نوعاً ما. تم تجميع البيانات من واقع السجلات اليومية للأحداث بالشبكة الكهربائية جهد 11kv ومنظومة تسجيل البيانات الخاصة بالانقطاعات والفصولات. أما فيما يتعلق ببيانات الصيانة فقد كانت من واقع الخطط السنوية للصيانة

لعامي (2013، 2014)، والتقارير الشهرية والربع سنوية الواردة من أقسام الصيانة خلال عامي (2013، 2014)، وأرشيف دائرة تخطيط الصيانة. كما تم تجميع بعض البيانات المتعلقة بتعريف الخطوط الهوائية من واقع منظومة رصد بيانات الشبكة العامة بدائرة التخطيط والدراسات، ومن خلال الاطلاع على السجلات المتعلقة بأوامر العمل الصادرة خلال عام 2014 فقد تم فرز جميع أوامر العمل لتحديد العدد المتعلق منها بأعمال الإصلاح والصيانة الوقائية. إضافة إلى إجراء عدة مقابلات مباشرة مع مسؤولي ومهندسي أقسام الصيانة في دوائر التوزيع بشأن آلية العمل المُتبعة في الصيانة ومتابعتها.

### ج. معلومات عن الدراسة

- شملت الدراسة عدد 113 خط هوائي جهد 11kv تقع ضمن نطاق إدارة توزيع الوسطى بمدينة مصراتة، وبطول 1001.4 كم، وهي تشكل ما نسبته 97.2% من إجمالي أطوال الخطوط الهوائية بشبكة التوزيع الكهربائية جهد 11kv بنطاق مدينة مصراتة.
- تشكل الخطوط الهوائية المجدولة للصيانة في عامي 2013، 2014 إجمالي طول يبلغ 759.2 كم لعدد 92 خط أي ما نسبته 76% من إجمالي أطوال الخطوط الهوائية التي شملتها الدراسة، فيما يبلغ إجمالي الطول المخطط منه للصيانة 697.5 كم أي بنسبة 92% من إجمالي أطوال الخطوط الهوائية المجدولة للصيانة خلال عامي 2013، 2014.
- تشكل الخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها في عامي 2013، 2014 إجمالي طول يبلغ 242.2 كم لعدد 21 خط أي بنسبة 24% من إجمالي أطوال الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة.
- الخطة السنوية للصيانة الوقائية لعام 2014 تضم عدد 58 خط هوائي وبطول مخطط للصيانة بلغ 457.45 كم. فيما تضم الخطة السنوية للصيانة الوقائية لعام 2013 عدد 58 خط وبطول مخطط للصيانة بلغ 402.75 كم، بما فيها الخطوط المصانة مرتين وفق الخطتين.

▪ تضم الخطوط الهوائية المصانة مرتين خلال عامي 2013، 2014 عدد 24 خط هوائي. في عام 2014 بلغ الطول المخطط منها للصيانة 142.3 كم، أي بنسبة 31% من إجمالي الطول المخطط للصيانة خلال عام 2014، وفي عام 2013 بلغ الطول المخطط منها للصيانة 162.7 كم، أي بنسبة 40.3% من إجمالي الطول المخطط للصيانة خلال عام 2013.

▪ وفق المستهدفات المعتمدة للصيانة لدى الشركة العامة للكهرباء فإن نسبة 50% فقط من أطوال الخطوط الهوائية تُجدول بخطط الصيانة سنوياً، بناءً على المراسلة بالملحق (د). هذا يعزز أهمية الدراسة كونها تُعد تقييماً لأداء الصيانة المنفذة بالخطوط الهوائية لأكثر من عامين، باعتبار أن الخطط المبرمجة للصيانة هي نفسها وتكرر في العامين مرة واحدة.

#### د. تصنيف المعطيات المجمعة

بعد تجهيز البيانات المتعلقة بالدراسة قام الباحث بفرزها وترتيبها باستخدام برنامج Microsoft Excel ثم إدراجها في جداول مستتبطة تضم (10) جداول رُوعي فيها إدراج كافة بيانات الخطوط وفق ترتيبها في خطط الصيانة، وتفصيلها وفق ما هو مبين في جدول (4.4 أ). نظراً لكثرة البيانات المُدرجة بالجدول فقد تم وضع باقي الجداول بالملحق (ب)، وترتيبها تبعاً يبدأ من (4.4 ب) إلى (4.4 ي) الموضحة بالملحق (ب)، وتم تصنيف البيانات المُدرجة بالجدول إلى ثلاث مجموعات ليتم الربط بينها عند تطبيق المؤشرات. المجموعة الأولى: تتعلق ببيانات خطط الصيانة الوقائية المعنية وهي تشتمل على بيانات (الخط الهوائي، حجم الصيانة المخطط لها، الحجم المنفذ من الصيانة). المجموعة الثانية: تتعلق بإجمالي الانقطاعات والفصولات المُسجلة عام 2014 بشبكة التوزيع الهوائية جهد 11kv، وهي تشمل في المُجمل (العدد، المدة الزمنية) الخاصة بالفصولات المخطط لها، والانقطاعات الناتجة عن الأعطال. المجموعة الثالثة: تتعلق بإجمالي عدد أوامر العمل الصادرة وما يتعلق بها (إصلاح الأعطال والصيانة الوقائية)، وبيانها مفصلة كما هي موضحة بالجدول المذكورة.

جدول (4.4 أ): تفاصيل البيانات التي تم تجميعها عن الخطوط الهوائية جهد 11kv المُدرجة بالخطة السنوية للصيانة عام 2014

ت	دائرة التوزيع	أطول الخطوط الهوائية km	الخطة السنوية للصيانة الوقائية 2014										أوامر العمل											
			بيانات الخط الهوائي			المخطط للصيانة		الصيانة المنفذة		الصادرة بالكامل	إصلاح الأعطال	الصيانة الوقائية	الربع سنوي											
			اسم الخط الهوائي	طول الخط km	من الخط km	لكل ربع سنوي km	من الخط km	لكل ربع سنوي km																
الجدولة الزمنية	الرقم	الرقم	الرقم	الرقم	الرقم	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد														
1	شرق مصراتة	254.7	الربع الأول	أنديشة	5.5	5	5	17.55	45.7	1641	67	629	1641	67	629	1641	5:14	3	5:05	3	8:24	2	1	
2				النقل الثقيل	13	10	7										2:10	1	3	2:25	1	2	2	
3				الشركة الأهلية	2	2	1										6:30	2	3:25	4	7:00	5	1	3
4				معسكر الحامية	7	4.7	0										9:12	5	6:05	8	23:05	9	2	4
5				السكبرات	3.3	3.3	3.3										3:10	1	10:15	12	31:10	11	3	2
6				العبدلي	14	14	0										3:48	4	11:03	2	0:00	0	1	4
7				الاشغال	3.7	3.7	0										1:40	3	2:20	3	0:00	0	1	2
8				التحلية	5	3	1.25										0:00	0	0:55	2	1:14	1	2	3
9				شركة الاستثمار	2.65	2.5	2.5										1:19	2	2:06	1	2:06	1	4	1
10				الحي الصناعي	3.5	3.5	0										4:35	3	2:50	2	2:50	2	2	2
11				كرزاز	10.5	9	5.25										7:15	6	3:50	1	3:50	1	1	4
12				الجيل الجديد	4	3.7	3.7										1:10	2	7:55	2	7:55	2	2	3
13				السويب	7	7	0										6:13	4	9:42	2	9:42	2	4	1
14				راس الماجن	4.3	4.3	4										1:50	1	0:56	1	0:56	1	1	4
15				جامع الشؤرى	25	20	20										3:40	3	5:15	7	5:15	7	2	3
					4:38	5	6:07	8	6:07	8	3	4												
					1:20	1	3:06	4	3:06	4	4	1												
					0:00	0	1:50	2	1:50	2	2	2												
					3:20	2	1:50	2	1:50	2	2	2												
					8:30	4	3:10	5	3:10	5	3	3												
					0:00	0	1:42	1	1:42	1	4	1												
					0:00	0	8:54	5	17:00	4	2	2												
					8:54	5	17:00	4	17:00	4	2	2												
					18:15	4	27:05	4	27:05	4	3	3												
					2:45	1	9:42	2	9:42	2	4	1												
					2:50	2	1:04	3	1:04	3	2	2												
					1:56	3	2:47	4	2:47	4	3	3												
					1:17	2	3:50	1	3:50	1	1	4												
					1:32	3	7:55	2	7:55	2	2	2												
					0:00	0	24:18	5	24:18	5	3	3												
					2:40	4	6:15	1	6:15	1	4	1												
					1:20	2	19:06	4	19:06	4	2	2												
					5:54	2	26:54	6	26:54	6	3	3												
					4:45	3	13:15	4	13:15	4	4	4												
					1:27	1	0:00	0	0:00	0	1	1												
					0:00	0	5:38	2	5:38	2	2	2												
					0:00	0	5:55	3	5:55	3	3	3												
					6:21	3	2:51	2	2:51	2	1	1												
					3:52	3	3:15	4	3:15	4	3	3												
					11:39	12	2:45	5	2:45	5	4	4												
					7:00	6	1:43	2	1:43	2	1	1												
					4:40	3	5:15	4	5:15	4	3	3												
					5:38	2	1:17	1	1:17	1	4	4												
					3:15	3	0:54	1	0:54	1	1	1												
					6:00	6	1:59	3	1:59	3	3	3												
					5:35	4	1:06	2	1:06	2	4	4												
					3:25	2	1:06	2	1:06	2	4	4												

[المصدر: من إعداد الباحث من واقع البيانات التي تم تجميعها]

بقية الجداول التابعة لجدول (4.4 أ) في الملحق (ب)

لتنسيق وتحديد معطيات الدراسة رأى الباحث اعتماد نسق معين، يتم فيه ربط بيانات الخطوط المتحصل عليها من واقع خطط الصيانة المطبقة عامي 2013، 2014 مع البيانات المتحصل عليها من واقع الانقطاعات والفصولات لشبكة التوزيع الهوائية جهد 11kv المشمولة بالدراسة. حيث تم إدراج كل الخطوط الهوائية التي تم صيانتها وعددها 92 خط هوائي وفق الترتيب والتوزيع الزمني المعتمد بالخطة السنوية للصيانة ويقابلها تسجيل بيانات (عدد وزمن) الانقطاعات والفصولات المسجلة أمام كل خط هوائي. كما هو مبين بجدول (4.4 أ) والجدول التابعة له بالملحق (ب) من جدول (4.4 ب) إلى جدول (4.4 ح). وفي النهاية تم إدراج بقية الخطوط الهوائية التي شملتها الدراسة وهي الخطوط التي لم يتم صيانتها خلال عامي 2013، 2014 بنفس النسق السابق كما هو مبين في الجدولين (4.4 ط)، (4.4 ي). تم تصميم جداول البيانات بحيث تحوي نمط التقسيم الجغرافي المعتمد بالشركة بمسمى دوائر توزيع (شرق، وسط، غرب) مصراثة ليتم تحديد أطوال الخطوط الهوائية الواقعة بنطاق المسؤولية الفنية لكل دائرة توزيع. بعدها تم إدراج بيانات الخطة السنوية للصيانة الوقائية المعنية وهي تشمل بيانات عن (الربع السنوي، واسم وطول الخط الهوائي والطول المخطط منه للصيانة والطول المنفذ من الصيانة). كما تم فرز أوامر العمل الصادرة بالكامل من خلال الاطلاع على السجل الخاص بها لتحديد ما يتعلق منها بأعمال الإصلاح والصيانة الوقائية وإدراجهما. وكما ذكرنا سابقاً فقد تم إدراج جميع الانقطاعات والفصولات التي سُجلت خلال عام 2014 لجميع الخطوط الهوائية جهد 11kv المشمولة بالدراسة، وهي تشمل البيانات المتعلقة بإنقطاعات الأعطال (الانتقائية، تدخلات الصيانة الطارئة)، والفصولات المخطط لها (الصيانة الوقائية، التركيبات الجديدة والمعالجات، طرح الأحمال، الفقد في التغذية الكهربائية).

بعد الانتهاء من رصد وتجميع البيانات وفرزها وتصنيفها ثم تسجيلها ضمن المجموعات الثلاثة المنوه عنها في جدول (4.4 أ)، والجدول التابعة له من (4.4 ب) إلى (4.4 ي) بالملحق (ب). ولأجل

تنظيم هذا الكم من البيانات وإظهارها بنسق يُتيح للباحث سهولة التعامل معها كمجاميع، لذلك رأى الباحث تجميعها كأرباع سنوية (دون الإخلال بالترتيب الزمني لمواعيد الصيانة بالخطة، ويتم مقابلها خلال نفس الفترة الزمنية تسجيل كل الانقطاعات والفصولات التي حدثت لمجموعة الخطوط الهوائية المبرمجة ضمن الربع السنوي). لذلك تم تجميع الانقطاعات والفصولات المُسجلة خلال كل ربع سنوي بجميع الخطوط الهوائية جهد 11kv المشمولة بالدراسة وتوزيعها بما يوافق التوزيع المُعتمد بخطط الصيانة في كل ربع سنوي، مع التقيد بنفس تصنيف البيانات الموجودة في جدول (4.4 أ) مع إضافة عمودين يخص إحداهما إجمالي انقطاعات الأعطال والثاني يتعلق بإجمالي الفصولات المخطط لها، كما هو مبين بجدول (5.4). من خلال الجدول نلاحظ أنه تم إدراج البيانات الخاصة بالخطوط الهوائية وفق خطة الصيانة لعام 2014 ويقابلها التوزيع الزمني للانقطاعات والفصولات خلال أرباع السنة، وهكذا بنفس النسق في جدول (6.4) تم إدراج بيانات الخطوط الهوائية، وفق خطة الصيانة لعام 2013 ويقابلها التوزيع الزمني للانقطاعات والفصولات خلال أرباع السنة. أما جدول (7.4) فيتعلق ببيانات كافة الخطوط الهوائية المدرجة بخطط الصيانة لعامي (2013، 2014)، ويقابلها التوزيع الزمني للانقطاعات والفصولات خلال أرباع السنة، فيما يُبين جدول (8.4) بيانات الخطوط الهوائية التي لم يتم إدراجها ضمن خطط الصيانة لعامي 2013، 2014. ويُبين جدول (9.4) بيانات الخطوط الهوائية المدرجة مرتين بخطط الصيانة عامي (2013، 2014)، وأخيراً يتعلق جدول (10.4) ببيانات جميع الخطوط الهوائية التي شملتها الدراسة.

نظراً لكثرة البيانات كما أسلفنا سابقاً، فقد تم التعامل مع بيانات الجداول كمجاميع أرباع سنوية وسنوية لإظهار النتائج بيانياً، وسهولة المقارنة بينها. إلا أنه في نفس الوقت بالإمكان الاستدلال بالبيانات الأصلية المدرجة بالجداول من (4.4 أ) إلى (4.4 ي)، لتحديد الخطوط الهوائية المعنية بمواطن الضعف والقوة التي يُظهرها الشكل البياني المقصود.



جدول (5.4): البيانات المتعلقة بالخطوط الهوائية وفق خطة الصيانة لعام 2014 ويقابلها التوزيع الزمني للانقطاعات والفصولات خلال أرباع السنة

ت	دائرة التوزيع	أطول الخطوط الهوائية km	الخطة السنوية للصيانة 2014				أوامر العمل			توزيع الفصولات والانقطاعات المسجلة بشبكة الخطوط الهوائية جهد 11 ك.ف خلال سنة 2014																
			الربع سنوي	أطوال الخطوط km	المخطط للصيانة km	الصيانة المنفذة km	الصادرة بالكامل	إصلاح الأعطال	الصيانة الوقائية	توزيع الفصولات الناتجة عن الأعطال				توزيع الفصولات المخطط لها												
										العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد					
1	مركز فشم	254.7	1	53.5	45.7	17.55	67	629	1641	1	32	71:26	60	98:43	92	170:09	6	14:54	95	270:39	198	345:33	210	657:21	531	1324:35
			2	67	173:07	82				110:13	149	283:20	8	14:22												
			3	80	180:41	114				141:40	194	322:21	4	8:39												
			4	59	122:59	113				154:42	172	277:41	10	13:07												
2	مركز صفا	27.1	1	7.55	5.05	3.78	60	201	490	1	7	12:13	10	23:58	17	36:11	2	5:58	17	48:33	90	46:56	50	198:26	168	313:36
			2	13	18:29	14				16:20	27	34:49	3	6:21												
			3	17	27:37	18				28:10	35	55:47	3	3:27												
			4	10	28:16	24				35:56	34	64:12	3	3:55												
3	مركز باب الوعر	230.3	1	53	49.8	49.8	47	357	1588	1	30	59:19	63	64:26	93	123:45	3	8:00	71	171:51	53	90:57	89	188:00	229	496:08
			2	33	69:53	67				62:42	100	132:35	4	14:40												
			3	38	79:13	55				44:36	93	123:49	6	16:36												
			4	49	82:17	77				67:18	126	149:35	3	6:04												

جدول (6.4): البيانات المتعلقة بالخطوط الهوائية وفق خطة الصيانة لعام 2013 ويقابلها التوزيع الزمني للانقطاعات والفصولات خلال أرباع السنة

ت	دائرة التوزيع	أطول الخطوط الهوائية km	الخطة السنوية للصيانة 2013				أوامر العمل			توزيع الفصولات والانقطاعات المسجلة بشبكة الخطوط الهوائية جهد 11 ك.ف خلال سنة 2014																
			الربع سنوي	أطوال الخطوط km	المخطط للصيانة km	الصيانة المنفذة km	الصادرة بالكامل	إصلاح الأعطال	الصيانة الوقائية	توزيع الفصولات الناتجة عن الأعطال				توزيع الفصولات المخطط لها												
										العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد					
1	مركز فشم	187	1	35.9	34	29	15	514	1641	1	29	72:13	67	103:06	96	175:19	0	0:00	58	160:28	199	337:43	200	592:49	463	1103:57
			2	38	96:32	71				100:28	109	197:00	1	4:22												
			3	48	113:29	83				117:24	131	230:53	0	0:00												
			4	54	97:49	81				115:40	135	213:29	5	8:35												
2	مركز صفا	22.2	1	5.4	5.2	4.5	25	132	490	1	4	4:48	4	3:03	8	7:51	1	4:28	9	8:52	76	56:48	48	176:12	137	250:07
			2	11	10:22	9				11:15	20	21:37	1	0:30												
			3	14	12:01	13				14:22	27	26:23	1	1:22												
			4	8	11:03	17				17:56	25	28:59	1	1:55												
3	مركز باب الوعر	208.25	1	41.3	41.1	32.6	47	465	1588	1	48	78:34	96	96:42	144	175:16	4	10:12	83	189:36	194	438:00	333	650:59	626	1320:31
			2	66	102:20	103				111:18	169	213:38	9	22:17												
			3	61	117:59	68				74:43	129	192:42	2	7:28												
			4	39	61:13	74				76:40	113	137:53	1	1:59												

جدول (7.4): البيانات المتعلقة بجميع الخطوط الهوائية المُدرجة بخط الصيانة خلال عامي 2013، 2014 ويقابلها التوزيع الزمني للانقطاعات والفصولات خلال أرباع السنة

ت	دائرة التوزيع	أطول الخطوط الهوائية km	الخطة السنوية للصيانة 2014-2013												أوامر العمل			توزيع الفصولات والانقطاعات المسجلة بشبكة الخطوط الهوائية جهد 11 ك.ف خلال سنة 2014								
			الربع سنوي	أطوال الخطوط km	المخطط للصيانة km	الصيانة المنفذة km	الصادرة بالكامل	إصلاح الأعطال	الصيانة الوقائية	توزيع الفصولات الناتجة عن الأعطال				إجمالي إنقطاعات الأعطال				توزيع الفصولات المخطط لها								
										العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)			
																								تدخلات الصيانة الطارئة	الإنتقائية	الصيانة الوقائية
1	شرق مصر	307.8	1	56.1	47.7	19.55	1641	831	70	1	42	95:34	90	146:57	132	242:31	6	14:54	120	347:34	292	503:00	324	986:44	765	1892:42
			2	86.75	79.4	51.15	1641	831	70	2	74	189:00	112	150:26	186	339:26	9	18:44	120	347:34	292	503:00	324	986:44	765	1892:42
			3	116.8	94.6	27.25	1641	831	70	3	93	208:36	139	182:44	232	391:20	2	4:09	120	347:34	292	503:00	324	986:44	765	1892:42
			4	48.15	43.2	13.7	1641	831	70	4	78	151:58	147	203:31	225	355:29	12	17:37	120	347:34	292	503:00	324	986:44	765	1892:42
2	وسط مصر	28.9	1	7.55	5.05	3.78	490	214	63	1	7	12:13	10	23:58	17	36:11	2	5:58	17	47:43	102	70:36	61	233:54	191	371:54
			2	8.45	6.35	3.65	490	214	63	2	13	18:29	15	19:20	28	37:49	3	6:21	17	47:43	102	70:36	61	233:54	191	371:54
			3	6.15	6.15	1.5	490	214	63	3	17	28:04	18	28:10	35	56:14	3	3:27	17	47:43	102	70:36	61	233:54	191	371:54
			4	6.75	6.75	4	490	214	63	4	13	31:13	27	38:21	40	69:34	3	3:55	17	47:43	102	70:36	61	233:54	191	371:54
3	غرب مصر	422.5	1	94.3	90.9	82.4	1588	737	91	1	77	136:56	147	151:24	224	288:20	7	18:12	141	331:58	235	527:44	403	790:37	810	1734:26
			2	123.5	118.2	80.72	1588	737	91	2	98	170:53	144	155:05	242	325:58	13	36:57	141	331:58	235	527:44	403	790:37	810	1734:26
			3	122.2	117.8	88.9	1588	737	91	3	99	197:12	113	113:53	212	311:05	8	24:04	141	331:58	235	527:44	403	790:37	810	1734:26
			4	82.5	81.4	54.5	1588	737	91	4	85	138:06	137	135:32	222	273:38	3	4:54	141	331:58	235	527:44	403	790:37	810	1734:26

جدول (8.4): البيانات المتعلقة بالخطوط الهوائية التي لم يتم إدراجها ضمن خطط الصيانة لعامي 2013، 2014 ويقابلها التوزيع الزمني للانقطاعات والفصولات خلال أرباع السنة

ت	دائرة التوزيع	أطول الخطوط الهوائية km	الخطوط الهوائية التي لم تُدرج بخط الصيانة 2014، 2013												أوامر العمل			توزيع الفصولات والانقطاعات المسجلة بشبكة الخطوط الهوائية جهد 11 ك.ف خلال سنة 2014									
			الربع سنوي	أطوال الخطوط km	المخطط للصيانة km	الصيانة المنفذة km	الصادرة بالكامل	إصلاح الأعطال	الصيانة الوقائية	توزيع الفصولات الناتجة عن الأعطال				إجمالي إنقطاعات الأعطال				توزيع الفصولات المخطط لها									
										العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)						
																						تدخلات الصيانة الطارئة	الإنتقائية	الصيانة الوقائية	التركيبات والمعالجات	طرح الأحمال	فقد في التغذية
1	شرق مصر	118.05	1	118.05	0	0	0	1641	251	0	1	21	40:38	32	45:38	53	86:16	0	0:00	40	120:17	136	245:43	109	329:10	285	695:10
			2	118.05	0	0	0	1641	251	0	2	29	35:33	41	60:29	70	96:02	0	0:00	40	120:17	136	245:43	109	329:10	285	695:10
			3	118.05	0	0	0	1641	251	0	3	24	34:28	39	44:19	63	78:47	0	0:00	40	120:17	136	245:43	109	329:10	285	695:10
			4	118.05	0	0	0	1641	251	0	4	22	40:08	35	45:14	57	85:22	0	0:00	40	120:17	136	245:43	109	329:10	285	695:10
2	غرب مصر	124.15	1	124.15	0	0	1588	225	0	1	37	80:29	40	69:45	77	150:14	0	0:00	46	85:34	56	134:53	89	184:27	191	404:54	
			2	124.15	0	0	1588	225	0	2	15	35:41	47	80:52	62	116:33	0	0:00	46	85:34	56	134:53	89	184:27	191	404:54	
			3	124.15	0	0	1588	225	0	3	18	49:27	47	75:24	65	124:51	0	0:00	46	85:34	56	134:53	89	184:27	191	404:54	
			4	124.15	0	0	1588	225	0	4	31	54:41	31	45:05	62	99:46	0	0:00	46	85:34	56	134:53	89	184:27	191	404:54	

جدول (9.4): البيانات المتعلقة بالخطوط الهوائية المدرجة مرتين بخطط الصيانة عامي 2013، 2014 ويقابلها التوزيع الزمني للانقطاعات والفصولات خلال أرباع السنة

ت	دائرة التوزيع	أطول الخطوط الهوائية km	توزيع الفصولات والانقطاعات المسجلة بشبكة الخطوط الهوائية جهد 11 ك.ف خلال سنة 2014												أوامر العمل			الخطوط الهوائية المدرجة مرتين للصيانة 2013، 2014					
			توزيع الفصولات المخطط لها						توزيع الفصولات الناتجة عن الأعطال						الصيانة الوقائية	إصلاح الأعطال	الصادرة بالكامل	الصيانة المنفذة km	المخطط للصيانة km	أطوال الخطوط km	الربع سنوي		
			فقد في التغذية		طرح الأحمال		التركيبات والمعالجات		الصيانة الوقائية		إجمالي إنقطاعات الأعطال		تدخلات الصيانة الطارئة									الإنتقائية	
العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد		
1	شرق مصراتة	133.9	1	26	24	4.55	1	19	48:05	37	54:52	56	102:57	0	0:00	33	83:33	105	180:16	86	263:26	229	535:50
			2	43.9	38.2	23.7	2	31	80:39	41	60:15	72	140:54	0	0:00	33	83:33	105	180:16	86	263:26	229	535:50
			3	53	38	10	3	35	85:34	58	76:20	93	161:54	2	4:30	33	83:33	105	180:16	86	263:26	229	535:50
			4	11	9.7	1.7	4	35	68:50	47	66:51	82	135:41	3	4:05	33	83:33	105	180:16	86	263:26	229	535:50
2	وسط مصراتة	20.4	1	6.5	4	2.73	1	4	4:48	4	3:03	8	7:51	1	4:28	9	9:42	64	33:08	37	140:44	114	191:49
			2	4.25	3.25	0.55	2	11	10:22	8	8:15	19	18:37	1	0:30	9	9:42	64	33:08	37	140:44	114	191:49
			3	5.55	5.55	0.9	3	14	11:34	13	14:22	27	25:56	1	1:22	9	9:42	64	33:08	37	140:44	114	191:49
			4	4.1	4.1	1.35	4	5	8:06	14	15:31	19	23:37	1	1:55	9	9:42	64	33:08	37	140:44	114	191:49
3	غرب مصراتة	16.05	1	0	0	0	1	1	0:57	12	9:44	13	10:41	0	0:00	13	29:29	12	1:13	19	48:22	45	82:13
			2	0	0	0	2	1	1:20	26	18:55	27	20:15	0	0:00	13	29:29	12	1:13	19	48:22	45	82:13
			3	0	0	0	3	0	0:00	10	5:26	10	5:26	0	0:00	13	29:29	12	1:13	19	48:22	45	82:13
			4	16.05	15.5	6.1	4	3	5:24	14	8:26	17	13:50	1	3:09	13	29:29	12	1:13	19	48:22	45	82:13

جدول (10.4): البيانات المتعلقة بجميع الخطوط الهوائية التي شملتها الدراسة ويقابلها التوزيع الزمني للانقطاعات والفصولات خلال أرباع السنة

ت	دائرة التوزيع	جميع الخطوط الهوائية المنظورة بالدراسة	أطوال الخطوط الهوائية بالكامل km	توزيع الفصولات والانقطاعات المسجلة بشبكة الخطوط الهوائية جهد 11 ك.ف خلال سنة 2014												أوامر العمل					
				توزيع الفصولات المخطط لها						توزيع الفصولات الناتجة عن الأعطال						الصيانة الوقائية	إصلاح الأعطال	الصادرة بالكامل			
				فقد في التغذية		طرح الأحمال		التركيبات والمعالجات		الصيانة الوقائية		إجمالي إنقطاعات الأعطال		تدخلات الصيانة الطارئة					الإنتقائية		
العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد
1	شرق مصراتة	425.85	1641	1	63	136:12	122	192:35	185	328:47	6	14:54	160	467:51	428	748:43	433	1315:54	1050	2587:52	
				2	103	224:33	153	210:55	256	435:28	9	18:44	160	467:51	428	748:43	433	1315:54	1050	2587:52	
				3	117	243:04	178	227:03	295	470:07	2	4:09	160	467:51	428	748:43	433	1315:54	1050	2587:52	
				4	100	192:06	182	248:45	282	440:51	12	17:37	160	467:51	428	748:43	433	1315:54	1050	2587:52	
2	وسط مصراتة	28.9	490	1	7	12:13	10	23:58	17	36:11	2	5:58	17	47:43	102	70:36	61	233:54	191	371:54	
				2	13	18:29	15	19:20	28	37:49	3	6:21	17	47:43	102	70:36	61	233:54	191	371:54	
				3	17	28:04	18	28:10	35	56:14	3	3:27	17	47:43	102	70:36	61	233:54	191	371:54	
				4	13	31:13	27	38:21	40	69:34	3	3:55	17	47:43	102	70:36	61	233:54	191	371:54	
3	غرب مصراتة	546.65	1588	1	114	217:25	187	221:09	301	438:34	7	18:12	187	417:32	291	662:37	492	975:04	1001	2139:20	
				2	113	206:34	191	235:57	304	442:31	13	36:57	187	417:32	291	662:37	492	975:04	1001	2139:20	
				3	117	246:39	160	189:17	277	435:56	8	24:04	187	417:32	291	662:37	492	975:04	1001	2139:20	
				4	116	192:47	168	180:37	284	373:24	3	4:54	187	417:32	291	662:37	492	975:04	1001	2139:20	

#### 2.3.4 بناء الجداول الخاصة بتطبيق مؤشرات قياس الأداء

بعد الانتهاء من تجهيز كافة البيانات الأساسية المتعلقة بالحالة الدراسية، وبناء هيكل عام للمؤشرات المنتقاة لتقييم أداء الصيانة في شبكة التوزيع الهوائية جهد 11kv بمدينة مصراتة، وإجراء دراسة مستفيضة للمؤشرات المعتمدة من حيث النوع والاستفادة المتوقعة منها ومدى توافقها مع معطيات الحالة الدراسية. بناءً على ذلك فقد تم استنباط جداول تحليل البيانات لتحتوي كل البيانات المطلوبة لتطبيق مؤشرات القياس، وباستخدام برنامج Microsoft Excel تم إسقاط بيانات الحالة الدراسية على تلك المؤشرات وتحليل نتائج القياس. تضم الجداول الإلكترونية تفصيلاً لكافة البيانات المطلوبة لتطبيق وتحليل مؤشرات الأداء، وتشمل توزيع الخطوط الهوائية وفق ترتيبها بالجدولة الزمنية لمستهدفات الصيانة في كل ربع سنوي بالترتيب بداية من الخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال عامي (2013، 2014)، ثم يليها الخطوط التي لم يتم إدراجها ضمن خطط الصيانة لعامي 2013، 2014. كذلك تضم بيانات عن حجم الصيانة المتعلقة بالمخطط والمنفذ وغير المنفذ، كما تشتمل على بيانات أوامر العمل في كل دائرة توزيع التي تشمل الآتي: عدد أوامر العمل الصادرة بالكامل، عدد أوامر العمل المتعلقة بإصلاح الأعطال والصيانة الوقائية، كما تضم الفصولات المتعلقة بالصيانة بنوعها الوقائية والطارئة. إضافة إلى ما سبق فإن الجداول الإلكترونية تضم المعطيات التي تم احتسابها من واقع البيانات التي تم تجميعها في جدول (4.4أ) والجداول التابعة له بالملحق (ب)، وهي تشمل معدل توزيع الانقطاعات المتكررة وحجم الصيانة والزمن المستغرق فعلياً في الصيانة، أيضاً تشتمل على بيانات تم تحديدها من واقع الزمن الكلي للتشغيل وتخص زمن التشغيل المخطط وزمن التشغيل الفعلي. كما تشتمل الجداول الإلكترونية على مجموعة المؤشرات المنتقاة للتطبيق وعددها (12) مؤشر، وقد تم شرحها كاملة وتصنيفها في الفصل الثالث.

جدول (11.4 أ): تفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية جهد 11KV التي تم صيانتها خلال عام 2014

ت	دائرة توزيع الكهرباء	خط الهوائي	خطال الربع سنوي	الخطة السنوية للصيانة 2014			أوامر العمل				الفصول المتعلقة بالصيانة				إجمالي الزمن المستغل في الصيانة	إجمالي الزمن المخطط لها	إجمالي الفصول المخطط لها	إجمالي التشغيل الكلي	إجمالي الزمن التشغيل المستغل في الصيانة	إجمالي الفصول المخطط لها	إجمالي الزمن التشغيل المستغل في الصيانة	تحليل مؤشرات الأداء		تكرار العطل	احتمال الفشل λ								
				المخطط للصيانة	المنفذة	غير المنفذ	بالكامل	لإصلاح الأعطال	لصيانة الوقائية	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	T11								T12	T13			T14	T15	T16	T17	T18	T19	T10	T11
				km	km	km	عدد	عدد	عدد	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	%								%	ساعة			ساعة	%	%	%	%	%	%	%
1		أنديشة		5	5	0																42	86.38	13.62	393:27	2885:23	0	6.10					
2		النقل الثقيل		10	7	3																42	75.24	24.76	328:28	4270:06	30	14.33					
3		الشركة الأهلية		2	1	1																42	71.12	28.88	788:38	8675:07	50	2.77					
4		معسكر الحامية		4.7	0	4.7																23.15	100	0	#DIV/0!	2169:58	100	1.66					
5		السكورات		3.3	3.3	0																23.15	100	0	#DIV/0!	579:07	0	4.97					
6		العبدلي		14	0	14																34.55	100	0	#DIV/0!	865:17	0	8.04					
7		الأشغال		3.7	0	3.7																34.55	100	0	#DIV/0!	1448:18	0	3.87					
8		التحلية		3	1.25	1.75																34.55	100	0	#DIV/0!	861:57	0	5.57					
9		شركة الأستعمار		2.5	2.5	0																25.28	100	0	#DIV/0!	1243:03	46.83	3.59					
10		الحي الصناعي		3.5	0	3.5																25.28	100	0	#DIV/0!	962:00	0	4.99					
11		كورزاز		9	5.25	3.75																25.28	94.70	5.30	392:29	8634:49	41.67	9.73					
12		العيل الجديد		3.7	3.7	0																25.28	100	0	#DIV/0!	1742:19	0	1.38					
13		النسويب		7	0	7																50.55	100	0	#DIV/0!	361:31	0	9.68					
14		رأس الماغن		4.3	4	0.3																50.55	54.69	45.31	1086:37	2897:40	6.98	3.31					
15		جامع الشورى		20	20	0																50.55	100	0	#DIV/0!	579:09	0	5.80					
16		الصناعات الجلدية		10.7	5.7	5																19.14	36.89	63.11	2885:20	4328:00	46.73	1.94					
17		البريقة		4	4	0																19.14	100	0	#DIV/0!	779:54	0	6.99					
18		المصبرة RE106		7	5	2																18.65	75.17	24.83	791:42	8708:45	28.57	3.31					
19		المزارع		13	10	3																18.65	74.93	25.07	720:44	4324:25	23.08	3.05					
20		بني والصيد الحدي		25	0	25																40.66	100	0	#DIV/0!	157:39	0	22.27					
21		الكلية		0.5	0.5	0																45.85	96.80	3.20	509:24	8660:02	0	9.42					
22		شعبية الكرايم		15	0	15																45.85	100	0	#DIV/0!	865:29	0	6.10					

بقية الجداول التابعة لجدول (11.4 أ) في الملحق (ج)

[ المصدر: الباحث ]

وكما هو موضح في جدول (11.4 أ) والجداول التابعة له في الملحق (ج) يمكن توضيح تفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء لجميع الخطوط الهوائية التي شملتها الدراسة. وترتيبها يبدأ من جدول (11.4 أ) الذي يبين تفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية التي تم صيانتها عام 2014، وبقيّة الحسابات التابعة لجدول (11.4 أ) موضحة بالملحق (ج). من جدول (11.4 ب) إلى جدول (11.4 و) تتعلق ببقية تفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال عامي 2013، 2014. في نهاية الملحق (ج) تم إدراج جدول (11.4 ز) الخاص بتفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها خلال عامي 2013، 2014.

#### 3.3.4 تحليل البيانات والمؤشرات

تناول هذا الجانب تحليل البيانات والمؤشرات في جزئين. الجزء الأول يتعلق بتحليل البيانات المجمعة، واستنباط مؤشرات إضافية من واقع معطيات الدراسة. أما الجزء الثاني فيتعلق بتحليل مؤشرات الأداء.

##### أولاً: تحليل البيانات

تم تحليل البيانات التي تم تجميعها في جدول (4.4 أ)، ومن خلاله تم تجميعها كمجاميع في أربع سنوية كما هي موضحة بالجدول (5.4 - 10.4)، ونستعرضها كما يلي:

##### أ) الانقطاعات والفصولات المخطط لها

إن كثرة الانقطاعات تؤثر سلباً على أداء شبكة الخطوط الهوائية جهد 11kv، من حيث استقرارية النظام التشغيلي الذي يتطلب استمرارية العمل طيلة 24 ساعة يومياً، وباعتبارها مدة مفقودة من الزمن المخطط للتشغيل. كما أن التباين في حجم الانقطاعات يعطي بيان عن حالة أداء المعدات خاصة وأن الخطوط الهوائية هي من أكثر المغذيات عرضة للظروف الطبيعية علاوة على الظروف التشغيلية.

من خلال بيانات جدول (5.4) المتعلقة بإجمالي الانقطاعات والفصولات في الخطوط الهوائية المصانة خلال عام 2014 حسب الأرباع السنوية، وكما هو موضح بالشكل (3.4) فقد أظهر توزيع الانقطاعات وجود تباين في معدل الأعطال بالخطوط الهوائية التي تم صانتها عام 2014 كما يلي:

**دائرة توزيع شرق مصراتة:** أعلى معدل لتكرار الأعطال كان في الربع الثالث بعدد 194 مرة وبزمن قدره (322 ساعة و 21 دقيقة)، وسُجل أدنى معدل لتكرار الأعطال في الربع الأول بعدد 92 مرة وبزمن قدره (170 ساعة و 09 دقائق). وبالرجوع إلى بيانات جدول (4.4 أ) يلاحظ أن أكثر الانقطاعات خلال نفس الربع السنوي سُجل لخط النقل الثقيل بعدد 23 مرة ولمدة زمنية بلغت (41 ساعة و 25 دقيقة).

**دائرة توزيع وسط مصراتة:** أعلى معدل لتكرار الأعطال سُجل خلال الربع الثالث بعدد 35 مرة وبزمن قدره (55 ساعة و 47 دقيقة)، بينما سُجل أدنى معدل في الربع الأول بعدد 17 مرة وبزمن انقطاع بلغ (36 ساعة و 11 دقيقة). بالرجوع إلى بيانات جدول (4.4 أ) نلاحظ أن خط مصيف الصناعة سُجل له أكثر انقطاع في الربع الثالث بعدد 7 مرات وبزمن قدره (05 ساعات و 20 دقيقة).

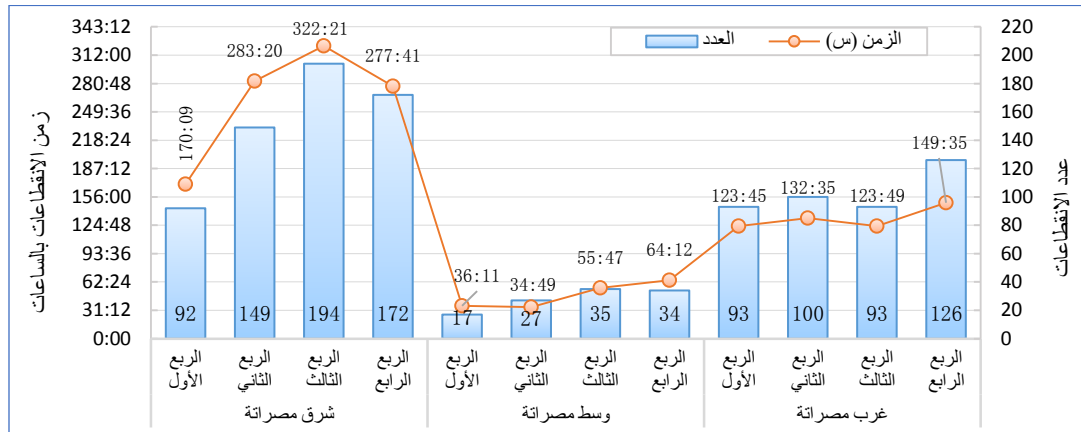
**دائرة توزيع غرب مصراتة:** كان أعلى معدل لتكرار الأعطال في الربع الرابع بعدد 126 مرة وبزمن قدرة (149 ساعة و 35 دقيقة)، في حين سُجل أدنى معدل للأعطال في الربعين الأول والثالث بعدد 93 مرة لكل منهما وبمدد زمنية على الترتيب (123 ساعة و 45 دقيقة)، (123 ساعة و 49 دقيقة). ووفق بيانات جدول (4.4 أ) نلاحظ أن خط السكت سُجل له أكثر عدد انقطاعات خلال نفس الربع السنوي بعدد 26 مرة ولمدة زمنية بلغت (42 ساعة و 20 دقيقة).

ومن خلال بيانات جدول (6.4)، وكما هو مبين بالشكل (4.4) يتضح من خلال توزيع الانقطاعات وجود تباين في معدل تكرار الأعطال بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها في عام 2013، وفق الآتي:

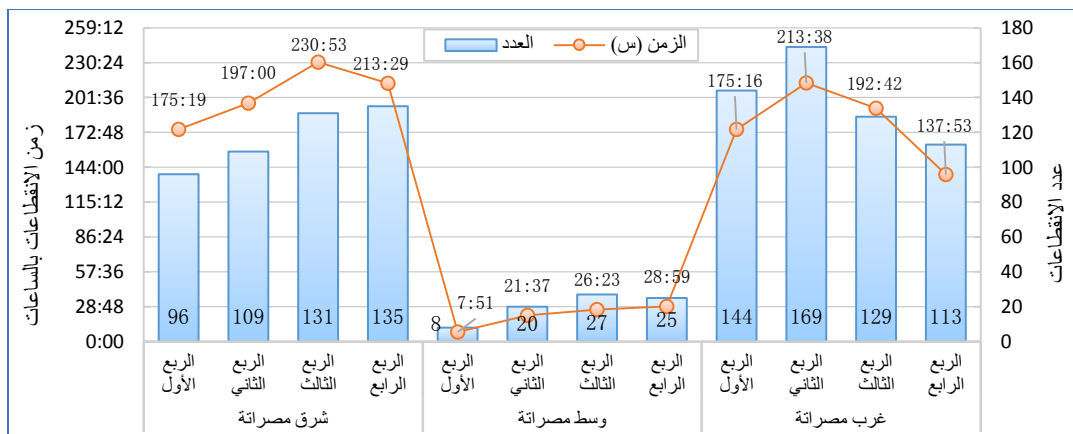
**دائرة توزيع شرق مصراتة:** كان أعلى معدل لتكرار الأعطال في الربع الرابع بعدد 135 مرة وبزمن قدره (213 ساعة و 29 دقيقة)، وأدنى معدل لتكرار الأعطال خلال الربع الأول بعدد 96 مرة وبزمن

قدره (175 ساعة و19 دقيقة). بالرجوع إلى جدول (4.4 أ) يمكننا تحديد الخطوط المعنية بأكبر معدل إنقطاع في الربع الرابع والتي من بينها خط بيم بعدد 23 مرة وبزمن قدره (44 ساعة و05 دقائق). دائرة توزيع وسط مصراته: كان أعلى معدل لتكرار الأعطال في الربع الثالث بعدد 27 مرة ولمدة زمنية بلغت (26 ساعة و23 دقيقة). في حين سُجل أدنى معدل لتكرار الأعطال في الربع الأول بعدد 8 مرات وبزمن انقطاع بلغ (07 ساعات و51 دقيقة).

دائرة توزيع غرب مصراته: أعلى معدل لتكرار الأعطال كان خلال الربع الثاني بعدد 169 مرة ولمدة زمنية بلغت (213 ساعة و38 دقيقة). بينما سُجل أدنى معدل في الربع الرابع بعدد 113 مرة ولزمن قدره (137 ساعة و53 دقيقة). وبالرجوع إلى جدول (4.4 أ)، نجد أن خط الأغنام سُجل به أكثر انقطاعات من بين الخطوط المبرمجة في الربع الثاني بعدد 26 مرة وبزمن قدره (22 ساعة و58 دقيقة).



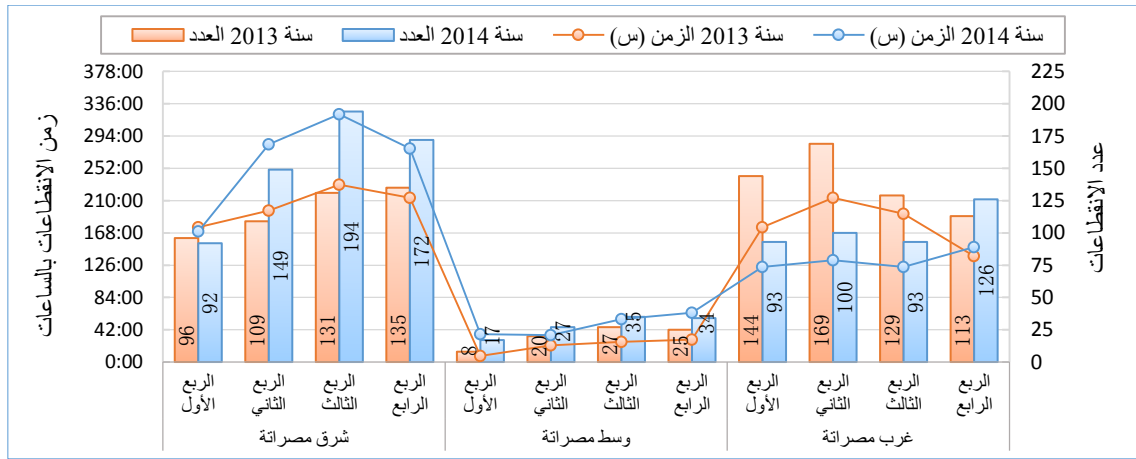
شكل (3.4): توزيع إنقطاعات الأعطال بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال عام 2014



شكل (4.4): توزيع إنقطاعات الأعطال بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال عام 2013



في المُجمَل يمكن ملاحظة التباين الموجود في معدل توزيع الانقطاعات بين الخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال عامي 2013، 2014 كما هو موضح في شكل (5.4). ومن خلال الشكل يتضح بأن أعلى معدل أعطال سُجل بالخطوط الهوائية المصانة في عام 2014 في الربع الثالث بدائرة توزيع شرق مصراتة بعدد 194 مرة ولمدة زمنية بلغت (322 ساعة و21 دقيقة). في حين سُجل أدنى معدل للأعطال في الربع الأول بالخطوط الهوائية المصانة في عام 2013 بدائرة توزيع وسط مصراتة بعدد 8 مرات ويزمن قدره (07 ساعات و51 دقيقة). حيث يلاحظ بوضوح حجم التباين في معدل الأعطال سواء من خلال إجمالي الخطوط المصانة بالكامل أو بكل دائرة أو بكل ربع سنوي.

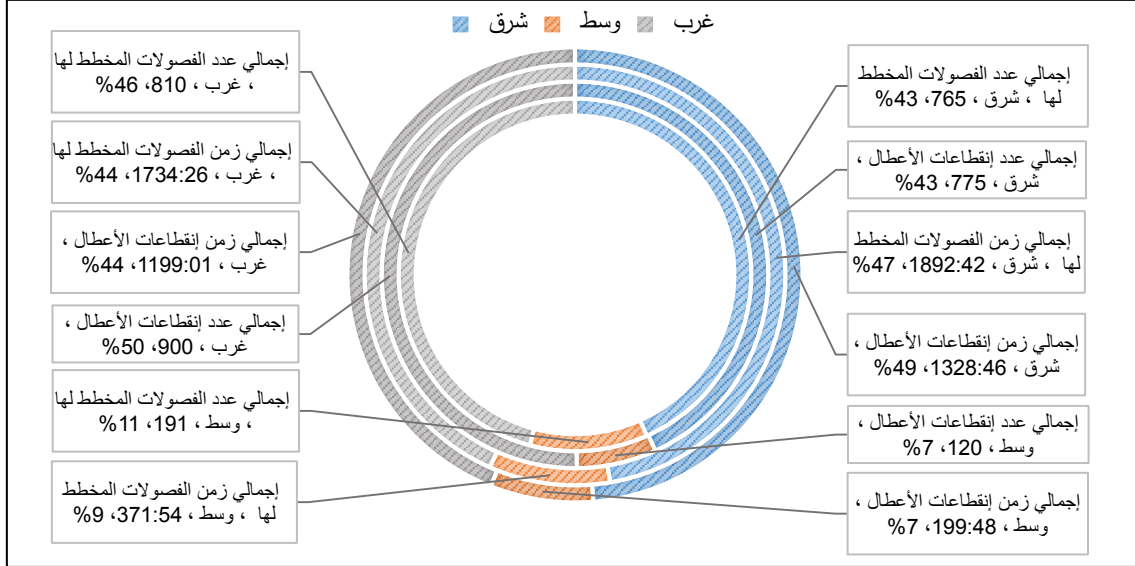


شكل (5.4): معدل التغير في انقطاعات الأعطال بين الخطوط الهوائية التي تم صيانتها عامي 2013، 2014

وحسب بيانات جدول (7.4) يمكن تحديد النسب المئوية لإجمالي انقطاعات الأعطال والفصولات المخطط لها بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال عامي 2013، 2014 في كل دائرة توزيع من الإجمالي المُسجل لهما كما هو مبين بالشكل (6.4). حيث نجد أن أكبر نسبة لزمن الأعطال سُجل بدائرة توزيع شرق مصراتة بنسبة 49%، وأن أعلى نسبة لعدد الأعطال سُجل بدائرة توزيع غرب مصراتة بنسبة 50%. في حين كانت نسبة أزمنة الأعطال بدائرة توزيع غرب مصراتة 44%، وكان نسبة عدد الأعطال بدائرة توزيع شرق مصراتة 43%. بينما سُجلت أدنى نسبة لعدد وزمن الأعطال بدائرة توزيع وسط مصراتة 7% لكل منها. ومن خلال تتبع حجم الإنقطاع لكافة الخطوط الهوائية

وفق بيانات جدول (4.4 أ) والجداول التابعة له بالملحق (ب) يتضح أن سبب التفاوت في معدل

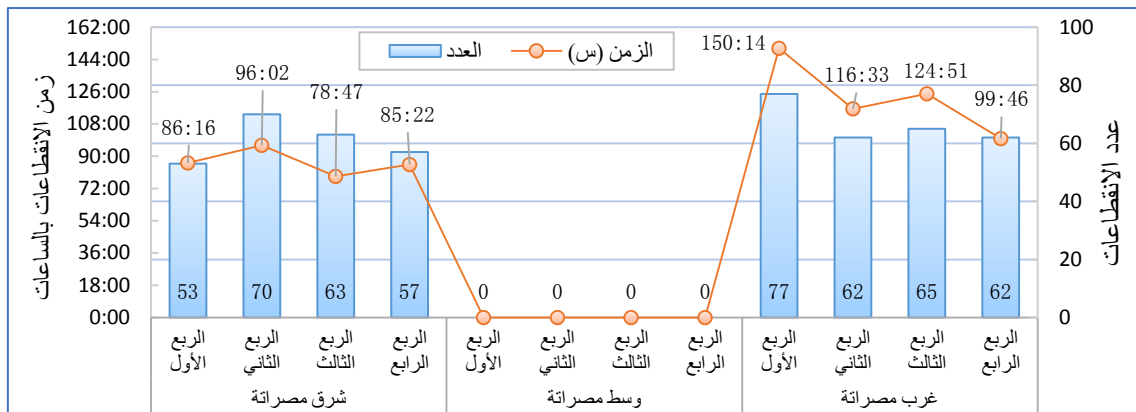
الأعطال يرتبط بمرود الصيانة التي تم تنفيذها بكل خط هوائي.



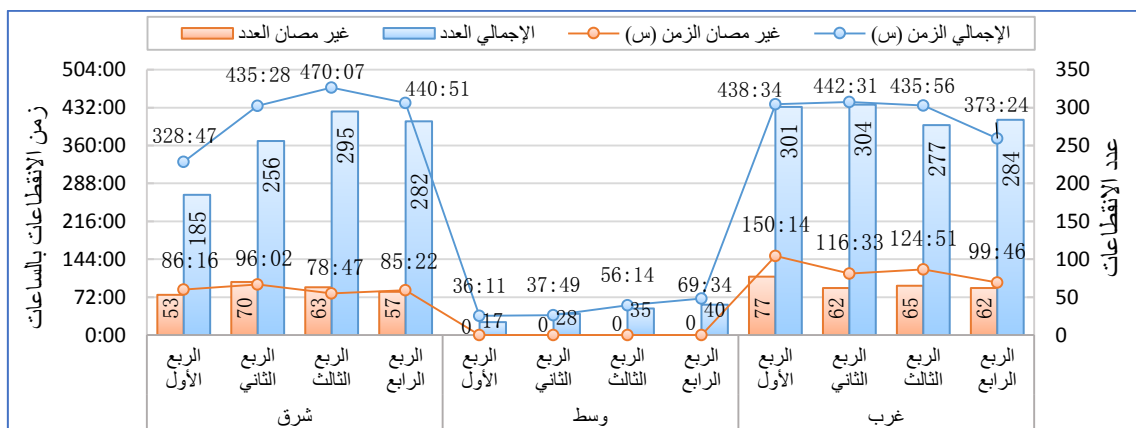
شكل (6.4): معدل إجمالي الانقطاعات والفصولات بالخطوط الهوائية المصانة خلال عامي 2013، 2014

تشكل الخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها خلال عامي 2013، 2014 نسبة حوالي 24% من إجمالي الخطوط التي شملتها الدراسة. إن الهدف من تصنيفها على حدى هو لتحديد معدل انقطاعات الأعطال فيها ومقارنته بإجمالي الانقطاعات في باقي الخطوط الهوائية (هل لاستبعادها من مستهدف الصيانة أثر على معدل الانقطاعات). من خلال بيانات جدول (8.4) المتعلقة بالخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها في عامي 2013، 2014 وكما هو مبين بالشكل (7.4)، فإنه وفق التوزيع الزمني لحجم الانقطاعات نجد أن أعلى معدل للأعطال سُجل بدائرة توزيع غرب مصراتة تحديداً خلال الربع الأول بعدد 77 مرة ولمدة زمنية بلغت (150 ساعة و14 دقيقة). بينما كان أعلى معدل في دائرة توزيع شرق مصراتة خلال الربع الثاني بعدد 70 مرة وبزمن قدره (96 ساعة و02 دقائق). كما يلاحظ أن توزيع معدل الانقطاع بالخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها يكاد يكون ثابت في جميع الأرباع السنوية. ومن خلال بيانات الجدولين (8.4) و(10.4)، وكما هو مبين في شكل (8.4) الذي يوضح مقارنة بين حجم الانقطاعات في الخطوط الهوائية التي لم يتم

صيانتها مع إجمالي الانقطاعات المُسجلة لجميع الخطوط الهوائية خلال عام 2014 نجد أن نسبة عدد الأعطال المُسجلة للخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها بدائرتي توزيع شرق وغرب مصراتة تشكل تقريباً نسبة الربع من إجمالي عدد الأعطال المُسجلة لجميع الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة، وهذا ما يوافق تقريباً النسبة التي تشكلها أطوال الخطوط التي لم يتم صيانتها من إجمالي أطوال الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة. مما يدل على ضعف مردود الصيانة بالخطوط المصانة.



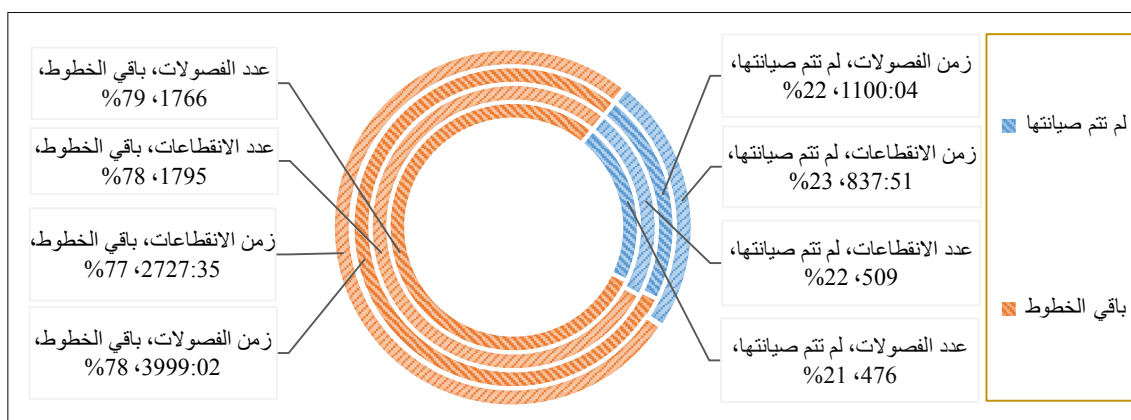
شكل (7.4): توزيع انقطاعات الأعطال في الخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها



شكل (8.4): مقارنة حجم الانقطاع في الخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها مع إجمالي الانقطاعات خلال عام 2014

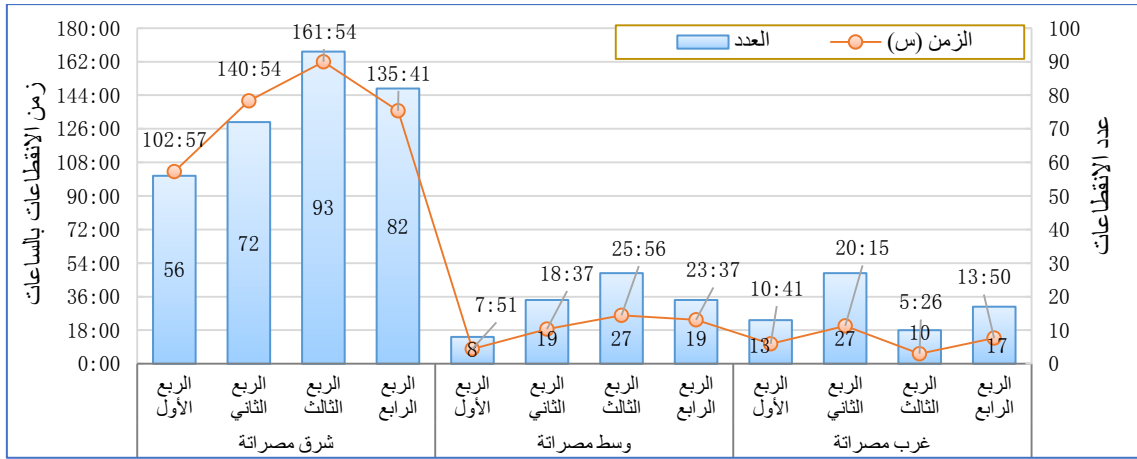
وبالنظر إلى الشكل (9.4) الذي يحدد نسبة الانقطاعات والفصولات بالخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها مقارنة مع باقي الخطوط. نجد أن نسبة عدد الأعطال في الخطوط التي لم يتم صيانتها تشكل 22% فيما تشكل باقي الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة نسبة 78%. أما نسبة أزمئة الأعطال فتشكل 23% فيما تشكل باقي الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة نسبة حوالي 77%.

وبالتالي يتضح أن لا أثر لفاعلية الصيانة (نسبة أطول الخطوط التي لم يتم صيانتها من إجمالي الخطوط 24% ونسبة انقطاعات الأعطال بالخطوط التي لم يتم صيانتها حوالي 22% أي تقريباً متساوية). كما أنه يدل على أن استبعاد الخطوط المعنية من مستهدفات خطط الصيانة الوقائية لعامي 2013، 2014 لا مبرر له.



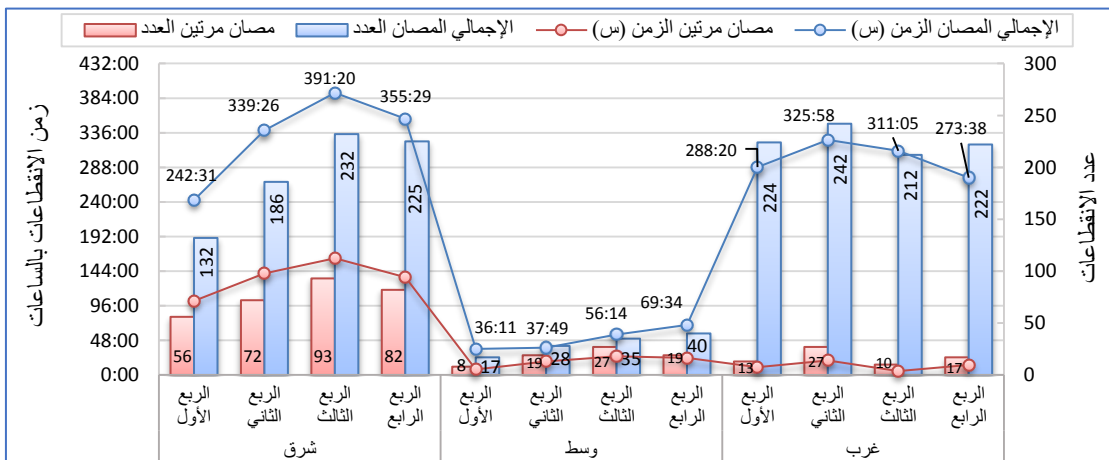
شكل (9.4): مقارنة نسبة الانقطاعات والفصولات بالخطوط التي لم يتم صيانتها مع باقي الخطوط الهوائية

تُشكل أطوال الخطوط الهوائية المصانة مرتين في عامي 2013، 2014 نسبة حوالي 20% من إجمالي الطول المستهدف للصيانة لعامي 2013، 2014. من هنا فإن الغرض من تصنيفها على حدٍ بالدراسة كان لتحديد معدل انقطاعات الأعطال بها، ومقارنته بإجمالي الانقطاعات في باقي الخطوط الهوائية (لمعرفة هل لتكرار الصيانة مرتين لنفس المستهدف أثر على معدل الانقطاعات). من خلال بيانات جدول (9.4) المتعلقة بالخطوط الهوائية المصانة مرتين خلال عامي 2013، 2014 وكما هو مبين بالشكل (10.4)، فإنه يتضح وفق توزيع حجم الانقطاعات وجود تباين كبير في معدل الأعطال. نجد أن أعلى معدل أعطال بالخطوط المصانة مرتين سُجل بدائرة توزيع شرق مصراتة تحديداً في الربع الأول بعدد 93 مرة وبزمن قدره (161 ساعة و54 دقيقة). بينما كان أعلى معدل للأعطال بدائرة توزيع غرب مصراتة في الربع الثاني بعدد 27 مرة وبزمن قدره (20 ساعة و15 دقيقة)، وفي دائرة توزيع وسط مصراتة نجد أن أعلى معدل للأعطال في الربع الثالث بعدد 27 مرة وبزمن قدره (25 ساعة و56 دقيقة).



شكل (10.4): توزيع معدل انقطاعات الأعطال في الخطوط الهوائية المصانة مرتين خلال عامي 2013، 2014

نظراً لاختلاف حجم أطوال الخطوط الهوائية المصانة مرتين بين دوائر التوزيع الثلاثة مقارنة بإجمالي أطوال الخطوط الهوائية المصانة في كل دائرة توزيع. لذا فإنه لتقييم مردود الصيانة التي أنجزت مرتين بشكل أدق لابد من تحديد نسبة الانقطاعات المُسجلة بالخطوط الهوائية المصانة مرتين بالنسبة إلى إجمالي الانقطاعات المُسجلة لجميع الخطوط الهوائية التي تم صيانتها بكل دائرة بالكامل مع مراعاة حجم أطوال الخطوط المصانة مرتين مقارنة بإجمالي أطوال الخطوط الهوائية المصانة بالكامل. وفق بيانات الجدولين (7.4)، (9.4)، وكما هو موضح في الشكل (11.4) الذي يبين حجم الانقطاعات بالخطوط الهوائية المصانة مرتين مقارنة بإجمالي الانقطاعات المُسجلة لجميع الخطوط الهوائية المصانة بالكامل.



شكل (11.4): توزيع معدل الانقطاعات بالخطوط المصانة مرتين مقارنة بإجمالي الانقطاعات في الخطوط المصانة بالكامل

نجد من خلال الشكل (11.4) أن نسبة انقطاعات الأعطال في الخطوط المصانة مرتين تشكل حوالي 24.7% من إجمالي انقطاعات الأعطال في الخطوط الهوائية التي تم صيانتها. حيث سُجلت بدائرة توزيع شرق مصراتة أكبر نسبة منها 68%. ثم تليها دائرة توزيع وسط مصراتة بنسبة 16.4%، وأخيراً دائرة توزيع غرب مصراتة 15.1%. ويمكن تحديد نسبة الانقطاع بشكل أدق بكل دائرة توزيع حسب ما هو مبين في جدول (12.4).

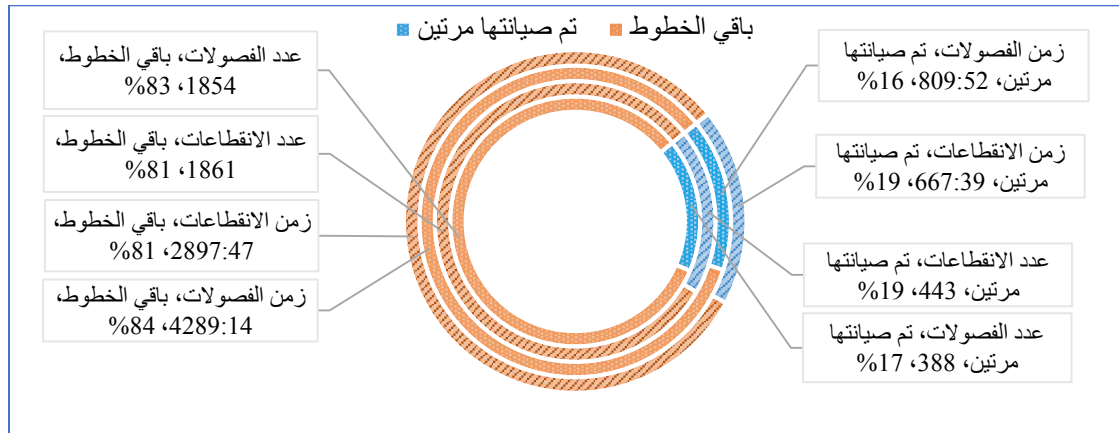
جدول (12.4): نسبة الأعطال في الخطوط المصانة مرتين بالنسبة إلى إجمالي أعطال الخطوط المصانة وفق أطوالها

دائرة التوزيع	إجمالي أطوال الخطوط المخططة للصيانة كم	أطوال الخطوط المخططة للصيانة مرتين كم	نسبة الخطوط المصانة مرتين مقارنة بإجمالي المصان (%)	إجمالي الانقطاعات بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها	إجمالي الانقطاعات بالخطوط المصانة مرتين	نسبة الانقطاعات بالخطوط المصانة مرتين من الإجمالي (%)
شرق مصراتة	264.9	109.9	41.48	775	303	39
وسط مصراتة	24.3	16.9	69.5	120	73	60.83
غرب مصراتة	408.3	15.5	3.8	900	67	7.44

يلاحظ من بيانات جدول (12.4) أن أكبر نسبة إنقطاعات سُجلت مقارنة بأطوال الخطوط كانت بدائرة توزيع غرب مصراتة (نسبة الانقطاعات 7.44%)، ونسبة أطوال الخطوط المصانة مرتين من إجمالي أطوال الخطوط 3.8%). أما أقل نسبة انقطاعات مقارنة بأطوال الخطوط فكانت بدائرة توزيع وسط مصراتة (نسبة الانقطاعات 60.8%)، ونسبة الخطوط المصانة مرتين من الإجمالي 69.5%.

وفي المُجمل عند مقارنة معدل انقطاعات الأعطال بالخطوط المصانة مرتين مع معدل انقطاعات الأعطال المُسجلة لجميع الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة كما موضح في شكل (12.4)، نجد أن نسبة عدد وزمن الأعطال بالخطوط الهوائية المصانة مرتين تشكل 19% لكل منهما. مع العلم بأن إجمالي أطوال الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة 1001.4 كم، وأن أطوال الخطوط الهوائية المصانة مرتين بلغ 142.3 كم، وبالتالي فإن نسبة أطوال الخطوط المصانة مرتين لا تتعدى 14.2% من

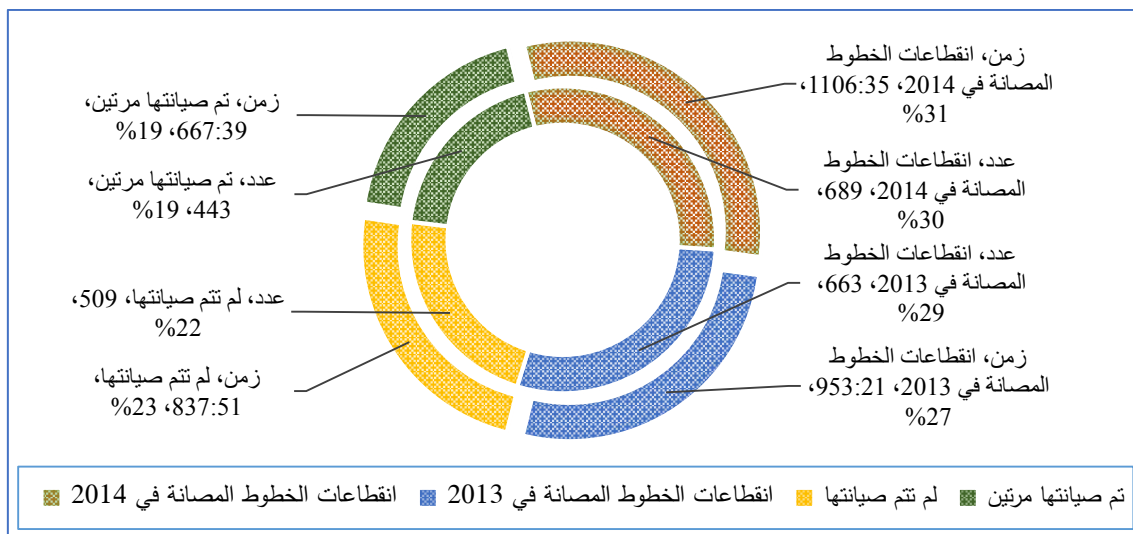
إجمالي أطوال الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة. مما يؤثر إلى ضعف مردود الصيانة، على الرغم من أن الخطوط المعنية قد تم صيانتها لعامين متتاليين.



شكل (12.4): مقارنة نسب انقطاعات الأعطال والفصولات المُسجلة بالخطوط المصانة مرتين مع باقي الخطوط الهوائية

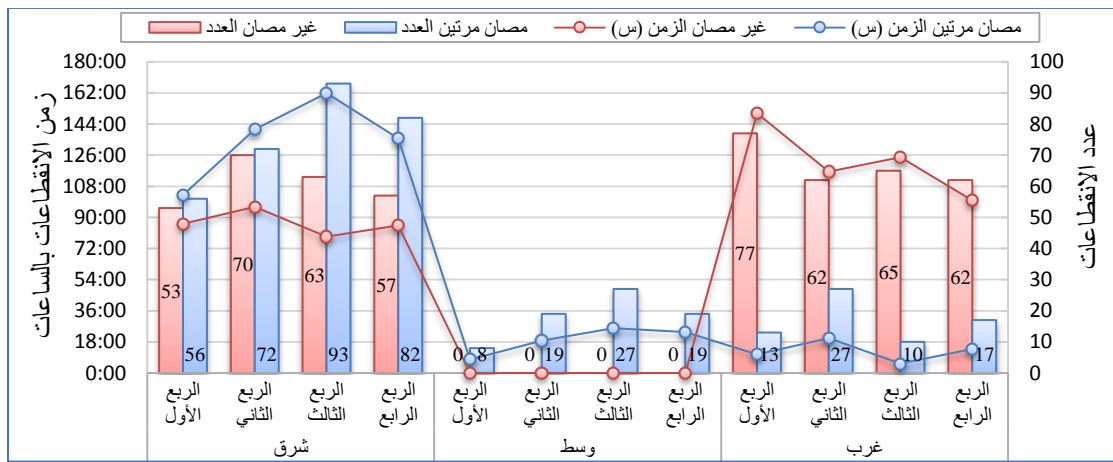
يوضح الشكل (13.4) توزيع نسب الانقطاعات المُسجلة لجميع الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة حسب تصنيفات الخطوط الهوائية، وكانت كما يلي:

- الخطوط الهوائية المصانة في عام 2013 كانت نسبة عدد الأعطال 29% ونسبة زمن الأعطال 27%.
- الخطوط الهوائية المصانة في عام 2014 كانت نسبة عدد الأعطال 30% ونسبة زمن الأعطال 31%.
- الخطوط الهوائية التي تم صيانتها مرتين كانت نسبة عدد الأعطال 19% ونسبة زمن الأعطال 19%.
- الخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها كانت نسبة عدد الأعطال 22% ونسبة زمن الأعطال 23%.



شكل (13.4): توزيع نسب الانقطاعات المُسجلة لجميع الخطوط المشمولة بالدراسة حسب تصنيفات الخطوط الهوائية

ولبيان مردود الصيانة نجد من خلال المقارنة بين حجم الانقطاعات في الخطوط المصانة مرتين مع حجم الانقطاعات في الخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها كما هو موضح في شكل (14.4) أن معدل الأعطال بالخطوط المصانة مرتين أعلى من معدل الأعطال بالخطوط التي لم يتم صيانتها بدائرة توزيع شرق مصراتة. مع العلم بأن أطوال الخطوط الهوائية المصانة مرتين بلغ 109.9 كم، وأن أطوال الخطوط التي لم يتم صيانتها هو 118.05 كم. أما بدائرة توزيع غرب مصراتة فإن الشكل يوضح العكس تماماً، ولكن عند مقارنة أطوال الخطوط المصانة مرتين مع أطوال الخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها بدائرة توزيع غرب مصراتة نجد أنها تشكل نسبة 21.48% ويفهم من ذلك أنه عند مقارنة حجم الانقطاعات في الخطوط المصانة مرتين مع حجم الانقطاعات في الخطوط التي لم يتم صيانتها نجد أن نسبتها 23.4% وبالتالي فإن معدل الانقطاعات بالخطوط المصانة مرتين أكبر مقارنة بأطوال الخطوط الهوائية.



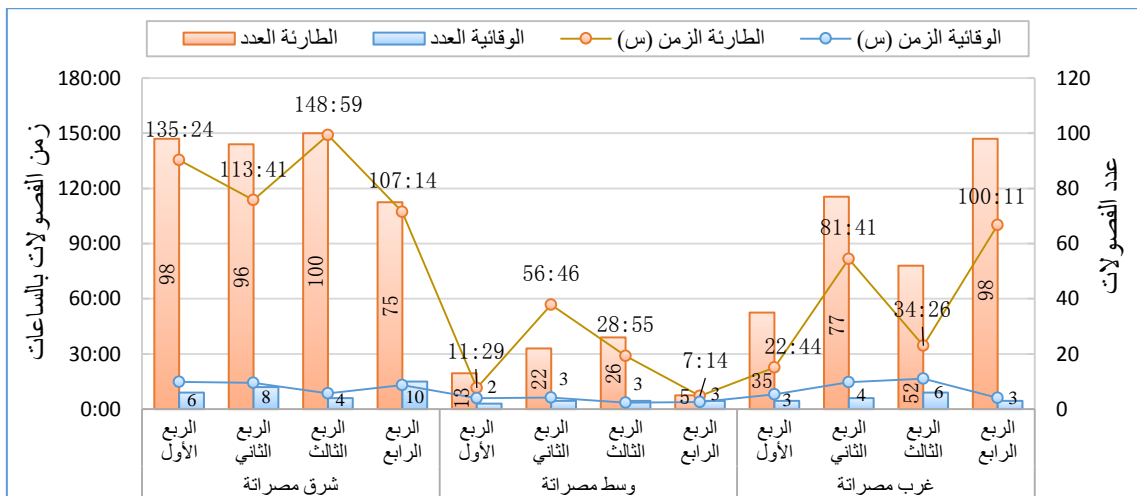
شكل (14.4): مقارنة بين حجم الانقطاع في الخطوط المصانة مرتين مع الخطوط التي لم يتم صيانتها

## ب. فصولات الصيانة الوقائية والطائرة

يقصد بالفصولات قطع التيار الكهربائي عن الشبكة الكهربائية، وذلك لغرض التطوير أو لإجراء الصيانة أو للمعالجات التي تتم على الشبكة الكهربائية القائمة. الصيانة الوقائية: هي صيانة مخطط لها وفق جدول زمنية، والهدف منها العمل على استقرار النظام التشغيلي من خلال المحافظة

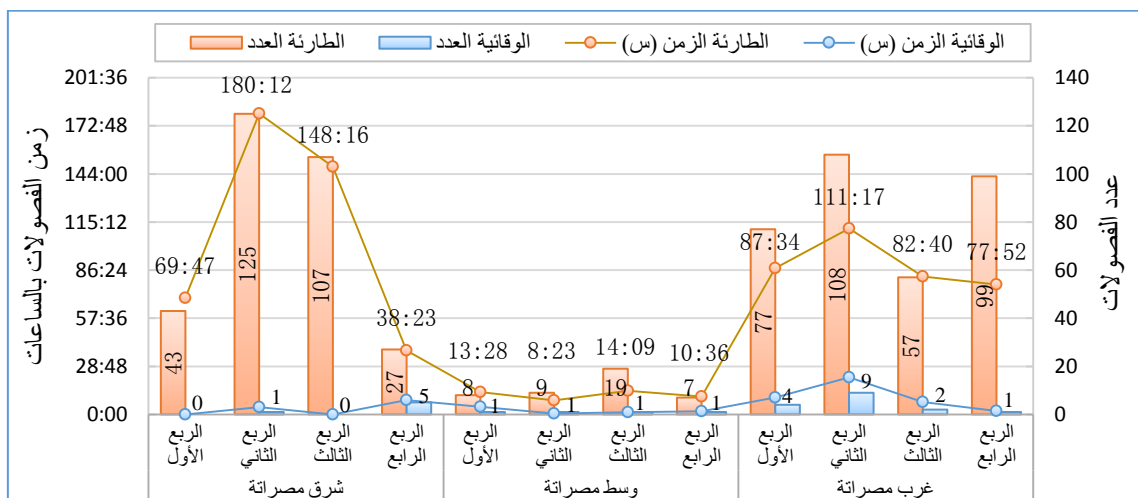


على حالة وأداء المعدات وجعلها في جهورية ووثوقية تامة، أما الصيانة الطارئة فتتعلق بأعمال الإصلاح وتجرى بعد حدوث الأعطال لإعادة المعدة إلى الوضع التشغيلي. من خلال بيانات جدول (5.4)، وكما هو موضح في شكل (15.4) الذي يبين حجم فصولات الصيانة بنوعها الوقائية والطارئة في الخطوط الهوائية التي تم صيانتها في عام 2014، حيث يلاحظ إرتفاع عدد وزمن فصولات الصيانة الطارئة مقارنة بالصيانة الوقائية. نجد أن نسبة فصولات الصيانة الوقائية بالخطوط التي تم صيانتها في عام 2014 لا تتعدى 7.3% من إجمالي فصولات الصيانة. بينما وصلت نسبة فصولات الصيانة الطارئة إلى 92.7% من إجمالي فصولات الصيانة. سُجلت أعلى نسبة لفصولات الصيانة الطارئة بدائرة توزيع شرق مصراتة 52.9%، وفي دائرة توزيع غرب مصراتة كانت نسبة فصولات الصيانة الطارئة 37.6%. في المقابل سُجلت أدنى نسبة لفصولات الصيانة الطارئة بدائرة توزيع وسط مصراتة 9.5% من إجمالي فصولات الصيانة. من المهم الإشارة هنا إلى أن جميع فصولات الصيانة قد تم تسجيلها في عام 2014، وبالتالي من المفترض أن ترتبط معظم الفصولات المُسجلة بأعمال الصيانة الوقائية بناءً على خطة الصيانة لعام 2014. من خلال الشكل (15.4) يتضح العكس تماماً حيث نجد أن جُل فصولات الصيانة ركزت على الصيانة الطارئة، وأهملت في المقابل إجراء الصيانة الوقائية، ولم يتم الإلتزام بجدولة الصيانة.



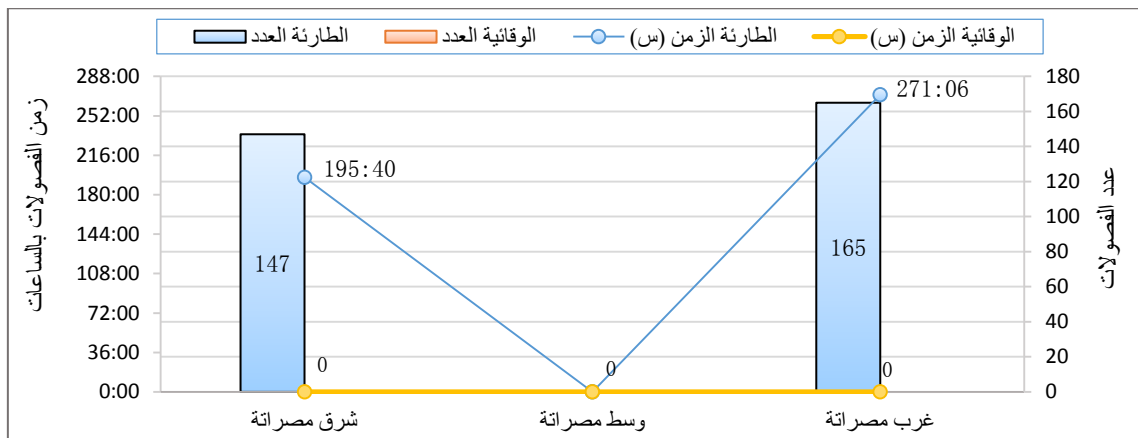
شكل (15.4): مقارنة بين فصولات الصيانة الطارئة والوقائية للخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال عام 2014

من خلال بيانات جدول (6.4)، وكما هو موضح في شكل (16.4) الذي يبين حجم فصولات الصيانة بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال عام 2013، يلاحظ هنا أيضاً ارتفاع عدد وزمن فصولات الصيانة الطارئة مقارنة مع فصولات الصيانة الوقائية. ومن خلال الشكل نجد أن نسبة فصولات الصيانة الوقائية بالخطوط التي تم صيانتها عام 2013 لا تتعدى 3.65% من إجمالي فصولات الصيانة. بينما وصلت نسبة فصولات الصيانة الطارئة إلى 96.35% من إجمالي فصولات الصيانة. سُجّلت أعلى نسبة لفصولات الصيانة الطارئة بدائرة توزيع غرب مصراتة 49.7%، وفي دائرة توزيع شرق مصراتة كانت نسبة فصولات الصيانة الطارئة 44.4%. في المقابل كانت أدنى نسبة لفصولات الصيانة الطارئة بدائرة توزيع وسط مصراتة 6.3% من إجمالي فصولات الصيانة. من المهم هنا الإشارة لملاحظة وهي بما أن فصولات الصيانة قد تم تسجيلها خلال عام 2014، لذلك فهي تعتبر بمثابة تقييم لمدى فاعلية الصيانة الوقائية التي تم تنفيذها بناءً على خطة الصيانة في عام 2013. من خلال الشكل (16.4) يلاحظ أن معظم الفصولات المُسجلة للصيانة تتعلق بأعمال الصيانة الإصلاحية أو الطارئة بعد حدوث الأعطال. مما يؤشر إلى ضعف مردود الصيانة الوقائية التي تم تنفيذها عام 2013، وبالتالي وجود مسببات للأعطال أدت إلى حدوث الانقطاعات. هذه الانقطاعات يختلف معدلها بين دوائر التوزيع.



شكل (16.4): مقارنة بين فصولات الصيانة الطارئة والوقائية للخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال عام 2013

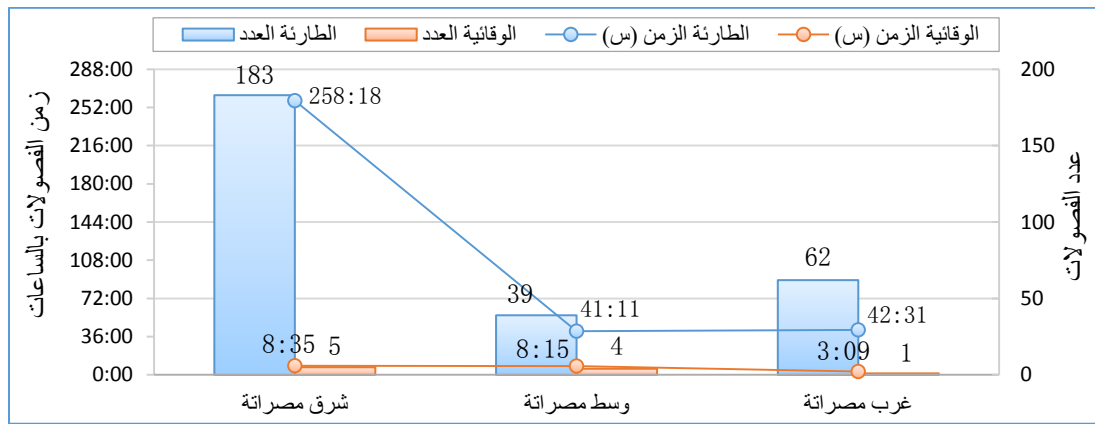
ومن خلال بيانات جدول (8.4)، وكما هو موضح في شكل (17.4) الذي يبين حجم فصولات الصيانة بالخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها خلال عامي 2013، 2014 بدائرتي توزيع شرق وغرب مصراتة، وطبيعي أن يتم التركيز على إجراء الصيانة الإصلاحية للخطوط الهوائية المعنية لعدم إدراجها ضمن خطط الصيانة الوقائية لعامي 2013، 2014. من خلال شكل (17.4) نجد أن أكبر حجم لفصولات الصيانة الطارئة كان بدائرة توزيع غرب مصراتة بعدد 165 مرة وبزمن قدره (271 ساعة و06 دقائق)، وفي دائرة توزيع شرق مصراتة بعدد 147 مرة وبزمن قدره (195 ساعة و40 دقيقة).



شكل (17.4): حجم فصولات الصيانة بالخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها عامي 2013، 2014

وحسب ما تم توضيحه بالشكل (9.4) نجد أن عدد الانقطاعات في الخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها (غير المدرجة بخطط الصيانة) تشكل نسبة 22% من إجمالي الانقطاعات في الخطوط التي شملتها الدراسة، وبالتالي فإن استبعادها من مستهدفات خطط الصيانة الوقائية لا مبرر له. كما أنه يؤشر إلى ضعف التخطيط لعمليات الصيانة وعدم تحديد الاحتياجات الفعلية من الصيانة. ومن خلال بيانات جدول (9.4)، وكما هو موضح في الشكل (18.4) الذي يبين حجم فصولات الصيانة الوقائية والطارئة التي تم إجراؤها للخطوط الهوائية المصانة مرتين وفق خطط الصيانة الوقائية لعامي 2013، 2014 حسب دوائر التوزيع. نجد أن أعلى نسبة لفصولات الصيانة الوقائية سُجلت بدائرة توزيع وسط مصراتة بنسبة 9.3% وهي نسبة متدنية جداً مقارنةً بإجمالي فصولات

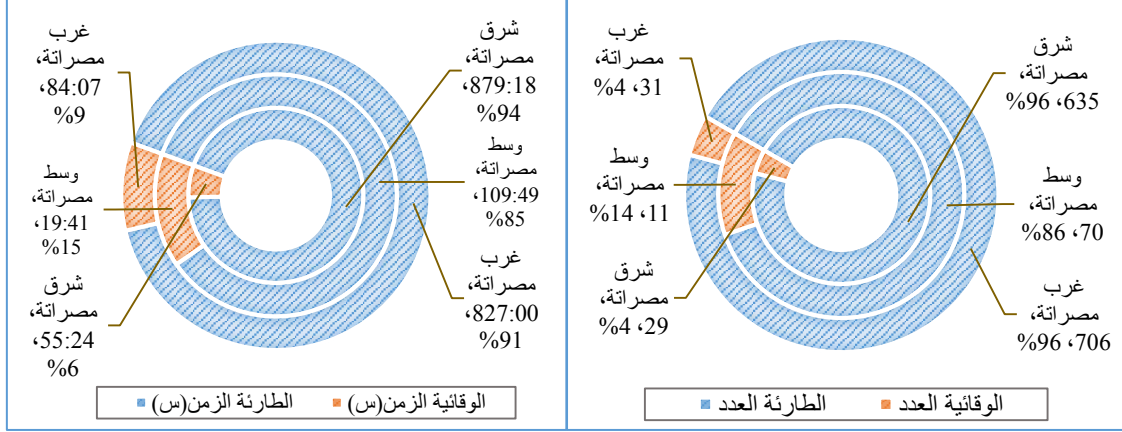
الصيانة في الدائرة. وعلى العكس تماماً نجد أن أعلى نسبة لفصولات الصيانة الطارئة سُجلت بدائرة توزيع شرق مصراتة بنسبة 97.3% من إجمالي فصولات الصيانة بالدائرة. يشير هذا التذني إلى سببين: السبب الأول عدم التقيد بتنفيذ مستهدف الصيانة الوقائية، وقد تم ملاحظه ذلك من خلال حجم فصولات الصيانة المرتبط مُعظمه بأعمال الصيانة الطارئة أو الإصلاحية للأعطال. والسبب الثاني ضعف فاعلية مردود الصيانة المنفذة بدليل كثرة الانقطاعات الناتجة عن الأعطال بالخطوط الهوائية المصانة مرتين والتي تشكل نسبة 19% من إجمالي عدد الأعطال في كل الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة، وهذا ما يتوافق مع بيانات نسب الانقطاع خلال عام 2014 المبينة بالشكل (12.4). مع العلم بأن أطوال الخطوط الهوائية المصانة مرتين تشكل نسبة 20% بدون تكرار من إجمالي المستهدفات المخططة للصيانة لعامي (2013، 2014)، كما أنها تشكل نسبة 14.2% بدون تكرار من إجمالي الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة.



شكل (18.4): مقارنة بين فصولات الصيانة الوقائية والطارئة للخطوط الهوائية المصانة مرتين عامي 2013، 2014

من خلال بيانات جدول (10.4)، وكما هو مبين بالشكلين (19.4)، (20.4) فقد أمكن تحديد النسب المئوية لفصولات الصيانة (الوقائية والطارئة) لكافة الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة حسب دوائر التوزيع. وجد أن أعلى نسبة لعدد فصولات الصيانة الوقائية سُجلت بدائرة توزيع وسط مصراتة وتشكل 14% من إجمالي فصولات الصيانة بنوعيتها بالدائرة. في المقابل كانت أعلى نسبة لعدد فصولات الصيانة الطارئة بدائرتي توزيع شرق وغرب مصراتة حوالي 96% لكل منهما من إجمالي

فصولات الصيانة في كل دائرة. كما أن أعلى نسبة تشكلها أزمدة فصولات الصيانة الطارئة بالنسبة لإجمالي فصولات الصيانة كان بدائرة توزيع شرق مصراتة 94%.

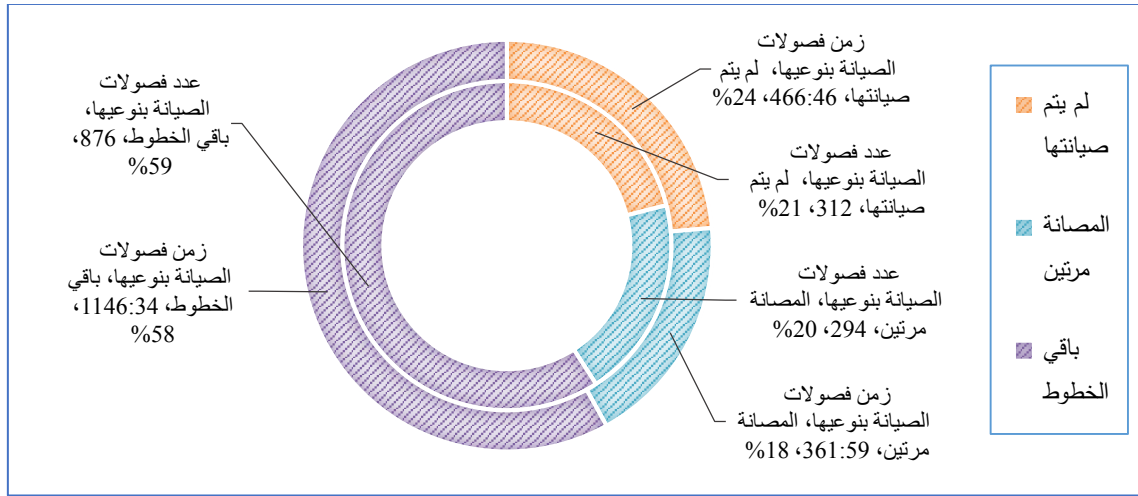


شكل (20.4): معدل زمن فصولات الصيانة الوقائية والطارئة حسب دوائر التوزيع

شكل (19.4): معدل عدد فصولات الصيانة الوقائية والطارئة حسب دوائر التوزيع

من المهم الإشارة هنا إلى أنه من خلال الشكلين (19.4)، (20.4) يُمكن التأكيد على الأسباب السابقة وراء تدني مردود الصيانة، والتي تتمثل في عدم التخطيط الجيد للاحتياجات من الصيانة بدليل أن نسبة الأعطال في الخطوط التي لم يتم صيانتها تشكل نسبة 22% من إجمالي الأعطال لكافة الخطوط المشمولة بالدراسة مع أنها تشكل نسبة 24% من إجمالي أطوال الخطوط التي شملتها الدراسة. كذلك عدم التقيد بتنفيذ مستهدفات خطط الصيانة بدليل أن أفضل أداء سُجل في دائرة توزيع وسط مصراتة لا يتعدى معدل فصولات الصيانة الوقائية بها أكثر من 14% من إجمالي فصولات الصيانة بنوعها في الدائرة. أيضا عدم فاعلية أداء الصيانة بدليل أن نسبة الأعطال في الخطوط المصانة مرتين خلال عام 2014 تشكل 19% من إجمالي الأعطال في جميع الخطوط المشمولة بالدراسة. مع العلم بأن أطوال الخطوط المصانة مرتين تشكل نسبة 14.2% من إجمالي أطوال الخطوط المشمولة بالدراسة. إضافة إلى وجود مبالغة في تقديرات الأزمنة المخصصة للصيانة بحيث أنها لم تُراعي التفاوت في أطوال الخطوط الهوائية بين دوائر التوزيع الثلاثة. ومن خلال المؤشر T<sub>5</sub> سيتم تحديد الأزمنة الفعلية المستغرقة في عمليات الصيانة بنوعها.

من خلال الشكل (21.4) يُمكن توزيع النسب المئوية لإجمالي فصولات الصيانة بنوعيتها الوقائية والطارئة (عدد وزمن) حسب تصنيفات الخطوط الهوائية. حيث نجد أن نسبة عدد فصولات الصيانة بنوعيتها في الخطوط التي تم صيانتها مرتين هي 20٪، بينما كانت نسبتها في الخطوط التي لم يتم صيانتها 21٪. أما في باقي الخطوط فإن نسبة عدد فصولات الصيانة بنوعيتها 59٪. نلاحظ من الشكل أن حجم فصولات الصيانة تكاد تكون متقاربة بين الخطوط المصانة مرتين والخطوط التي لم يتم صيانتها، وأن معظم أعمال الصيانة ركزت على إجراء الصيانة الإصلاحية للأعطال. وبالرجوع إلى بيانات الشكل (13.4) يتبين بأن نسبة عدد انقطاعات الأعطال بالخطوط المصانة مرتين والخطوط التي لم يتم صيانتها تكاد تكون متقاربة أيضاً وهي على التوالي 19٪، 22٪، مما يؤشر إلى ضعف فاعلية الصيانة، ويؤكد على عدم التخطيط الجيد للاحتياج الفعلي من الصيانة.

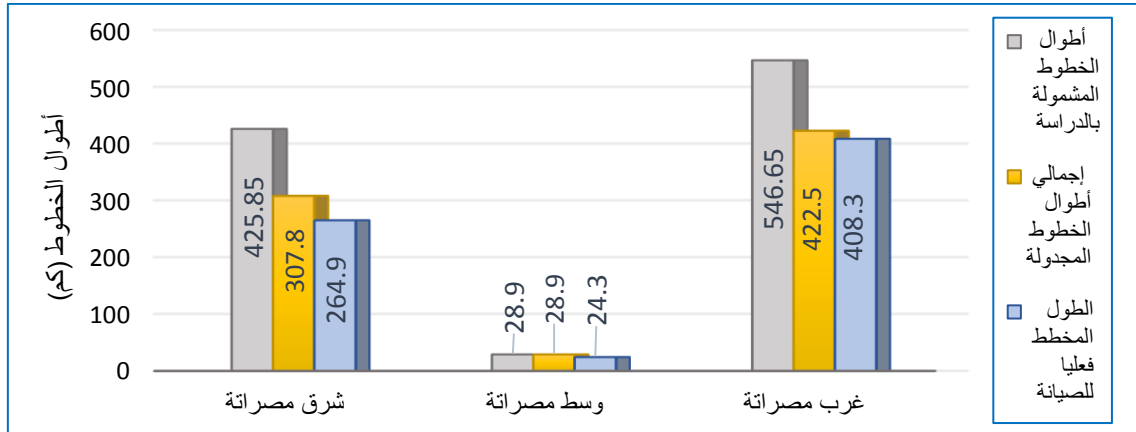


شكل (21.4): معدل توزيع إجمالي فصولات الصيانة بنوعيتها الوقائية والطارئة حسب تصنيفات الخطوط الهوائية

### ج. المنفذ وغير المنفذ

حجم الصيانة المنفذ: هو ناتج من مقارنة بين ما تم أنجازه فعلياً من أعمال الصيانة والمخطط للصيانة. أما حجم الصيانة غير المنفذ فهو ناتج من الفرق بين المنفذ فعلياً والمخطط له. أما بالنسبة لبيانات حجم الصيانة (المنفذ وغير المنفذ) فقد تم تجميعها من واقع التقارير (الشهرية والربع

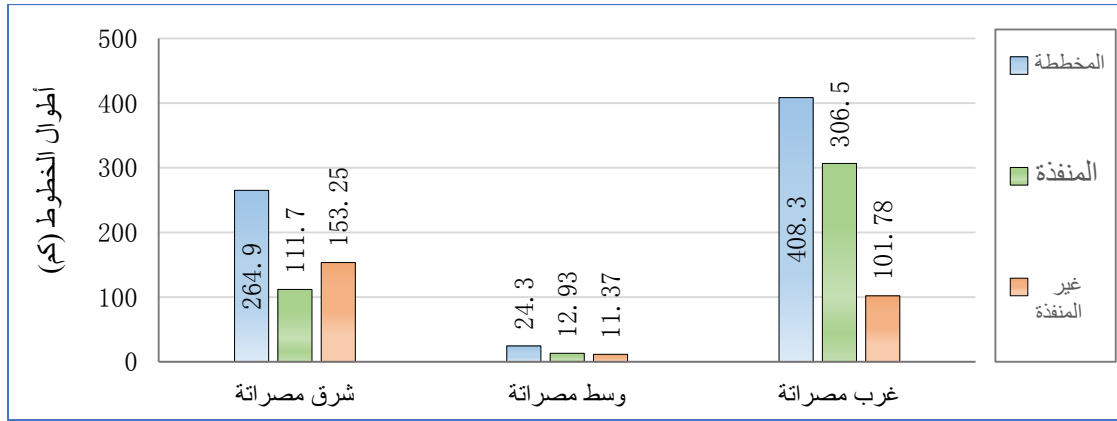
سنوية) الخاصة بأعمال الصيانة الوقائية المنفذة، وخطط الصيانة المطبقة حينها. يتعلق هذا التقييم بالخطوط الهوائية المدرجة ضمن خطط الصيانة. لذا وجب بيانها من بين إجمالي الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة، ومن خلال الشكل (22.4)، نجد أن:



شكل (22.4): أطوال الخطوط الهوائية التي شملتها الدراسة والأطوال المستهدفة بخطط الصيانة 2013، 2014

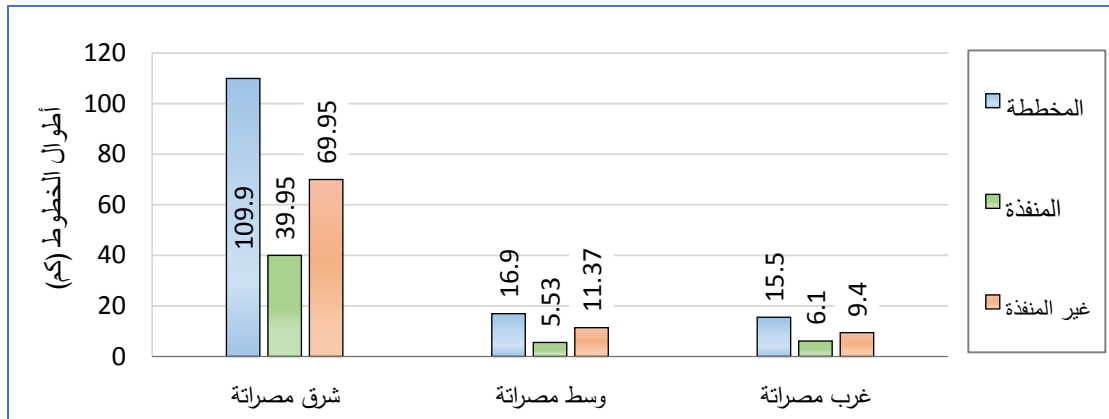
- أطوال الخطوط الهوائية التي شملتها الدراسة بلغ 1001.4 كم.
- إجمالي أطوال الخطوط الهوائية المجدولة خلال 2013، 2014 بلغ 759.2 كم.
- الطول المخطط فعلياً للصيانة بلغ 697.5 كم.

من خلال بيانات جدول (7.4) وكما هو موضح في شكل (23.4)، الذي يوضح مستهدفات الصيانة والحجم المنفذ وغير المنفذ من الصيانة لجميع الخطوط الهوائية التي تم صيانتها عامي 2013، 2014. يتضح أن أكبر نسبة للتقيد والالتزام بتنفيذ مستهدف الصيانة كانت بدائرة توزيع غرب مصراتة بنسبة 75%، وتليها دائرة توزيع وسط مصراتة بنسبة 53%، وأخيراً دائرة توزيع شرق مصراتة بنسبة 42%. وعند الرجوع إلى بيانات جدول (4.4 أ) والجداول التابعة له بالملحق (ب) يلاحظ مدى التفاوت في حجم تنفيذ الصيانة للخطوط الهوائية. هذا التفاوت يؤشر إلى وجود مبالغة في تقديرات مُدد الصيانة. حيث يلاحظ أحياناً عدم تناسب المُدد الزمنية ومواعيد إجراء الصيانة مع احتياجات كل خط للصيانة بالنظر إلى حجم الانقطاعات المُسجلة، كما يؤكد على عدم الإلتزام بتنفيذ مستهدف الصيانة.



شكل (23.4): الحجم المنفذ وغير المنفذ من الصيانة المخططة للخطوط وفق تقارير الصيانة لعامي 2013، 2014

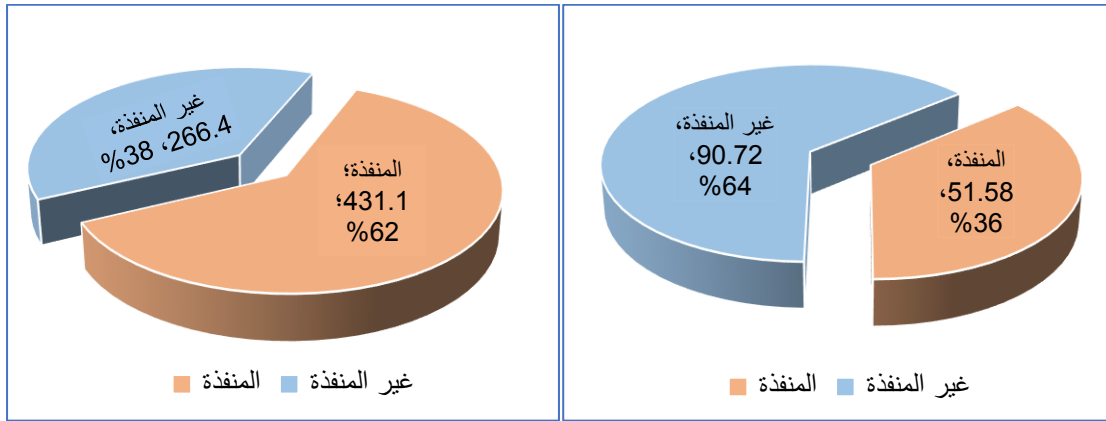
من خلال بيانات جدول (9.4) الخاصة بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها مرتين خلال عامي 2013، 2014 وكما هو موضح بالشكل (24.4) فإنه يتضح من خلال نسب أداء الصيانة مدى التباين في تنفيذ مستهدفات الصيانة. مما يؤكد على وجود مبالغة في تقدير مخططات الصيانة. كما نجد أن نسبة غير المنفذ (العجز) من الصيانة أكبر من نسبة الصيانة المنفذة في كل دوائر التوزيع. مما يدل على عدم الإلتزام بتنفيذ مخططات الصيانة. هذا لا يعني فقط أنه نتيجة لتدني أداء الصيانة بل أحياناً بسبب ضعف إدارة عمليات الصيانة، ويمكن ملاحظة ذلك من خلال الرجوع إلى بيانات الشكل (18.4) الذي يُحدد حجم فصولات الصيانة بنوعها للخطوط الهوائية المصانة مرتين حيث نجد أن معظم التركيز في فصولات الصيانة يعتمد على الصيانة الطارئة. على الرغم من أن الخطوط المعنية مبرمجة للصيانة مرتين.



شكل (24.4): حجم الصيانة (المنفذ وغير المنفذ) بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها لمرتين عامي 2013، 2014



ويبين الشكل (25.4) نسبة المنفذ وغير المنفذ من إجمالي الطول المخطط للصيانة ويتعلق بالخطوط الهوائية المصانة مرتين خلال عامي 2013، 2014. يتضح من الشكل أن حجم الصيانة المنفذة لا يتعدى 36% من المخطط. كما يظهر شكل (26.4) نسبة المنفذ من الصيانة وغير المنفذ من إجمالي مستهدفات الصيانة المخطط لها عامي 2013، 2014. يلاحظ من الشكل أن الحجم المنفذ من الصيانة لجميع الخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال عامي 2013، 2014 لا يتعدى نسبة 62% من المخطط.



شكل (26.4): نسبة أداء الصيانة المنفذة وغير المنفذة من أطوال الخطوط الهوائية المدرجة للصيانة خلال عامي 2013، 2014

شكل (25.4): نسبة أداء الصيانة المنفذة وغير المنفذة من أطوال الخطوط الهوائية المدرجة مرتين للصيانة

## ثانياً: تحليل مؤشرات الأداء

رأى الباحث إبراز ما توصل إليه من نتائج تحليل مؤشرات قياس الأداء وفق جدول (11.4 أ) والجداول التابعة له بالملحق (ج)، ومن خلاله تم إعداد جداول مجاميع (الأرباع السنوية والسنوية)، وهي تشمل على جدول (13.4) ويتعلق بتفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال الأرباع السنوية لعام 2014، وجدول (14.4) يتعلق بتفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية التي تم صيانتها بالكامل في عام 2014. أما جدول (15.4) فيتعلق بتفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال الأرباع السنوية لعام 2013، وجدول (16.4) يتعلق بتفاصيل احتساب

بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية التي تم صيانتها بالكامل في عام 2013. في حين يتعلق جدول (17.4) بتفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء لجميع الخطوط الهوائية التي تم صيانتها وفق الأرباع السنوية المُجمعة لعامي 2013، 2014، و جدول (18.4) يتعلق بتفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية التي تم صيانتها بالكامل مُجمعةً لعامي 2013، 2014. بينما جدول (19.4) يتعلق بتفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها خلال عامي 2013، 2014، و جدول (20.4) يتعلق بتفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية التي تم صيانتها مرتين في عامي 2013، 2014. وأخيراً يتعلق جدول (21.4) بتفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء لكافة الخطوط الهوائية التي شملتها الدراسة. وقد سبق وأن تم تناول الهيكل العام للمؤشرات التي تم تطبيقها على الحالة الدراسية بالتفصيل ضمن الباب الثالث. من المهم هنا الإشارة إلى أن جميع تلك المؤشرات وعددها (12) مؤشر قد تم تطبيقها على معطيات كل خط هوائي بشكل منفصل كما هو موضح في جدول (11.4 أ) والجداول التابعة له بالملحق (ج).

جدول (13.4): تفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال الأرباع السنوية لعام 2014

ت	دائرة التوزيع	تحليل مؤشرات الأداء												زمن التشغيل الفعلي	إجمالي إنقطاعات الأعطال	زمن المخطط التشغيل	إجمالي الفصولات المخطط لها	إجمالي الزمن الكلي للتشغيل	إجمالي الزمن المستغل في الصيانة	الزمن المخصص للصيانة	الفصولات المتعلقة بالصيانة		أوامر العمل			التوزيع وفق الخطة السنوية للصيانة 2014					أطوال الخطوط الهوائية km	دائرة التوزيع					
		الصيانة الوقائية (الدورية)	الصيانة الإصلاحية (الطارئة)	للصيانة	للصيانة	للصيانة	بالتكامل	غير المنفذ من الصيانة	الصيانة المنفذة	المخطط للصيانة	خلال الربع سنوي																										
احتمال الفشل λ	معدل تكرار العطل	TII	TIO	T9	T8	T7 PM	T6 CM	T5	T4-2	T4-1	T3 MTTR	T2 MTBF	T1	ساعة	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد		
5.91	2.05	49:06	9.63	38.33	61.60	1341:26	77:23	9.91	90.09	33.55	96.40	97.16	1:22	47:20	300:43	8048:39	300:43	170	8349:22	386:38	136	8736:00	150:18	448:00	14:54	6	135:24	98	67	629	1641	28.15	17.55	45.7	1	254.7	1
5.27	2.1	49:14			36.40	1013:45	77:58	11.22	88.78	28.14	96.32	97.56	1:11	47:25	310:13	8110:07	310:13	171	8420:20	315:40	140	8736:00	128:03	455:00	14:22	8	113:41	96				23.55	41.15	64.7	2		
8.83	2.2	53:53			74.38	2060:34	79:15	5.49	94.51	34.12	96.79	97.22	1:29	52:10	273:43	8242:19	273:43	158	8516:02	219:58	100	8736:00	157:38	462:00	8:39	4	148:59	100				45	15.5	60.5	3		
2.99	3.2	77:09			68.29	816:28	96:03	10.90	89.10	26.45	97.97	98.14	1:25	75:36	168:52	8164:49	168:52	108	8333:41	402:19	155	8736:00	120:21	455:00	13:07	10	107:14	75				29.5	13.7	43.2	4		
3.22	10.3	247:59	22.99	41.02	25.15	4317:22	575:38	34.19	65.81	3.90	99.48	99.64	0:53	246:42	44:55	8634:44	44:55	35	8679:39	56:21	54	8736:00	17:27	448:00	5:58	2	11:29	13	60	201	490	1.27	3.78	5.05	1	27.1	2
2.91	8.6	205:12			42.52	2838:01	340:33	10.06	89.94	13.87	98.79	98.74	2:34	202:42	104:22	8514:04	104:22	42	8618:26	117:34	64	8736:00	63:07	455:00	6:21	3	56:46	22				2.7	3.65	6.35	2		
2.14	11.7	279:37			75.61	2878:01	297:43	10.66	89.34	7.01	99.60	99.60	1:06	278:31	34:28	8634:04	34:28	31	8668:32	67:28	30	8736:00	32:22	462:00	3:27	3	28:55	26				4.65	1.5	6.15	3		
0.46	72.2	1732:45			55.56	2885:31	1082:04	35.13	64.87	2.45	99.92	99.92	1:26	1731:18	7:14	8656:33	7:14	5	8663:47	72:13	20	8736:00	11:09	455:00	3:55	3	7:14	5				2.75	2.2	4.95	4		
11.64	8.6	207:00	11.63	22.48	0	2885:42	227:49	26.03	73.97	6.86	99.57	99.69	0:38	206:07	36:59	8657:08	36:59	42	8694:07	41:53	22	8736:00	30:44	448:00	8:00	3	22:44	35	47	357	1588	0	49.8	49.8	1	230.3	3
12.48	2.7	64:12			35.46	2103:54	103:53	15.22	84.78	21.18	97.80	98.34	1:03	62:48	189:11	8415:36	189:11	134	8604:47	131:13	54	8736:00	96:21	455:00	14:40	4	81:41	77				22.18	40.37	62.55	2		
8.89	3.7	89:48			39.60	1414:03	146:16	32.53	67.47	11.05	98.40	99.26	0:39	88:22	137:51	8484:21	137:51	96	8622:12	113:48	45	8736:00	51:02	462:00	16:36	6	34:26	52				23.6	36	59.6	3		
7.77	2.5	60:54			55.01	2787:01	82:46	5.71	94.29	23.35	98.06	98.32	1:01	59:43	165:43	8361:03	165:43	140	8526:46	209:14	108	8736:00	106:15	455:00	6:04	3	100:11	98				26.9	22	48.9	4		

جدول (14.4): تفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال عام 2014

ت	دائرة التوزيع	تحليل مؤشرات الأداء												زمن التشغيل الفعلي	إجمالي إنقطاعات الأعطال	زمن المخطط التشغيل	إجمالي الفصولات المخطط لها	إجمالي الزمن الكلي للتشغيل	إجمالي الزمن المستغل في الصيانة	الزمن المخصص للصيانة	الفصولات المتعلقة بالصيانة		أوامر العمل			التوزيع وفق الخطة السنوية للصيانة 2014					أطوال الخطوط الهوائية km	دائرة التوزيع									
		الصيانة الوقائية (الدورية)	الصيانة الإصلاحية (الطارئة)	للصيانة	للصيانة	للصيانة	بالتكامل	غير المنفذ من الصيانة	الصيانة المنفذة	المخطط للصيانة	خلال الربع سنوي																														
احتمال الفشل λ	معدل تكرار العطل	TII	TIO	T9	T8	T7 PM	T6 CM	T5	T4-2	T4-1	T3 MTTR	T2 MTBF	T1	ساعة	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد						
5.75	0.5	12:12	9.63	38.33	58.94	227:04	16:00	9.17	90.83	30.57	85.79	88.44	1:22	10:28	1053:31	6357:54	1053:31	607	7411:25	1324:35	531	8736:00	556:20	1820:00	51:02	28	505:18	369	67	629	1641	126.2	87.9	214.1	شرق مصراتة	1					
2.18	3.1	74:32	22.99	41.02	50.53	748:18	106:54	15.86	84.14	6.82	97.73	97.87	1:34	72:50	190:59	8231:25	190:59	113	8422:24	313:36	168	8736:00	124:05	1820:00	19:41	11	104:24	66				60	201	490			11.37	11.13	22.5	وسط مصراتة	2
10.19	0.8	19:59	11.63	22.48	32.91	481:53	27:44	15.94	84.06	15.62	93.57	95.35	0:54	18:42	529:44	7710:08	529:44	412	8239:52	496:08	229	8736:00	284:22	1820:00	45:20	16	239:02	262				47	357	1588			72.68	148.2	220.9		

جدول (15.4): تفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال الأرباع السنوية لعام 2013

ت	دائرة التوزيع	التوزيع وفق الخطة السنوية للصيانة 2013										أوامر العمل			فصولات الصيانة					تحليل مؤشرات الأداء																																		
		أطوال الخطوط الهوائية km	خلال الربع سنوي	المحطة للصيانة المنفذة km	الصيانة المنفذة km	غير منفذ من الصيانة km	بالكامل الصادر	إصلاح الأعطال	الصيانة الوقائية	الصيانة الإصلاحية (الطارئة)	الوقائية	الوقتية	الزمن المخصص للصيانة	الزمن المستغل في الصيانة	الزمن الكلي للتشغيل	إجمالي الفصولات المخطط لها	زمن التشغيل المخطط	إجمالي إنقطاعات الأعطال	زمن التشغيل الفعلي	T1	T2 MTBF	T3 MTTR	T4-1	T4-2	T5	T6 CM	T7 PM	T8	T9	T10	T11	معدل تكرار العطل	احتمال الفشل λ																					
عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	يوم	%																					
1	بغداد	187	1	2	3	4	15	514	1641	5	29	34	1	28	28	56	2	43.25	11.75	55	3	23.3	13.5	36.8	4	14.71	#DIV/0!	197:29	0	100	15.58	98.47	98.83	1:37	136:57	131:43	8491:53	131:43	62	8623:36	112:24	43	8736:00	69:47	448:00	0:00	0	69:47	43					
			2	50	8199:22	65:04				2.37	97.63	40.56	96.41	96.88	1:26	44:48	304:57	8199:22	304:57	183	8504:19	231:41	107	8736:00	184:34	455:00	4:22	1	180:12	125	78.64	#DIV/0!	73:06	0	100	32.09	96.01	96.94	1:23	43:56	325:19	7821:57	325:19	178	8147:16	588:44	235	8736:00	148:16	462:00	0:00	0	148:16	107
			3	63.32	1702:02	265:56				18.28	81.72	10.32	99.36	99.20	1:25	177:17	54:42	8510:10	54:42	48	8564:52	171:08	78	8736:00	46:58	455:00	8:35	5	38:23	27	63.32	1702:02	265:56	18.28	81.72	10.32	99.36	99.20	1:25	177:17	54:42	8510:10	54:42	48	8564:52	171:08	78	8736:00	46:58	455:00	8:35	5	38:23	27
			4	13.46	8668:47	963:11				24.91	75.09	4.00	99.71	99.75	1:41	666:49	25:32	8668:47	25:32	13	8694:19	41:41	22	8736:00	17:56	448:00	4:28	1	13:28	8	13.46	8668:47	963:11	24.91	75.09	4.00	99.71	99.75	1:41	666:49	25:32	8668:47	25:32	13	8694:19	41:41	22	8736:00	17:56	448:00	4:28	1	13:28	8
2	بغداد	22.2	1	2	3	4	25	132	490	0.7	4.5	5.2	1	1.5	4.5	6	2	2.7	3.7	6.4	3	0.45	3.95	4.4	4	13.46	8668:47	963:11	24.91	75.09	4.00	99.71	99.75	1:41	666:49	25:32	8668:47	25:32	13	8694:19	41:41	22	8736:00	17:56	448:00	4:28	1	13:28	8					
			2	25	8690:07	869:00				5.63	94.37	1.95	99.80	99.75	0:55	377:49	17:10	8690:07	17:10	23	8707:17	28:43	37	8736:00	8:53	455:00	0:30	1	8:23	9	13.46	8668:47	963:11	24.91	75.09	4.00	99.71	99.75	1:41	666:49	25:32	8668:47	25:32	13	8694:19	41:41	22	8736:00	17:56	448:00	4:28	1	13:28	8
			3	42.19	8634:27	431:43				8.81	91.19	3.36	99.69	99.72	0:44	261:39	27:08	8634:27	27:08	33	8661:35	74:25	33	8736:00	15:31	462:00	1:22	1	14:09	19	42.19	8634:27	431:43	8.81	91.19	3.36	99.69	99.72	0:44	261:39	27:08	8634:27	27:08	33	8661:35	74:25	33	8736:00	15:31	462:00	1:22	1	14:09	19
			4	10.23	8615:42	1076:57				15.31	84.69	2.75	99.83	99.81	1:30	783:14	15:00	8615:42	15:00	11	8630:42	105:18	45	8736:00	12:31	455:00	1:55	1	10:36	7	10.23	8615:42	1076:57	15.31	84.69	2.75	99.83	99.81	1:30	783:14	15:00	8615:42	15:00	11	8630:42	105:18	45	8736:00	12:31	455:00	1:55	1	10:36	7
3	بغداد	208.3	1	2	3	4	47	465	1588	8.5	32.6	41.1	1	15.3	45.85	61.15	2	5.3	52.9	58.2	3	0	38.5	38.5	4	20.68	2045:38	101:01	10.43	89.57	21.82	97.49	98.01	1:08	56:02	210:15	8182:32	210:15	146	8392:47	343:13	153	8736:00	97:46	448:00	10:12	4	87:34	77					
			2	25.02	912:01	70:09				16.68	83.32	29.36	97.56	98.12	1:01	53:38	205:03	8208:14	205:03	153	8413:17	322:43	149	8736:00	133:34	455:00	22:17	9	111:17	108	25.02	912:01	70:09	16.68	83.32	29.36	97.56	98.12	1:01	53:38	205:03	8208:14	205:03	153	8413:17	322:43	149	8736:00	133:34	455:00	22:17	9	111:17	108
			3	9.11	4078:39	138:15				8.28	91.72	19.51	97.77	97.88	1:27	66:51	185:46	8157:18	185:46	122	8343:04	392:56	189	8736:00	90:08	462:00	7:28	2	82:40	57	9.11	4078:39	138:15	8.28	91.72	19.51	97.77	97.88	1:27	66:51	185:46	8157:18	185:46	122	8343:04	392:56	189	8736:00	90:08	462:00	7:28	2	82:40	57
			4	0	8355:56	83:33				2.48	97.52	17.55	98.60	98.75	0:47	62:21	118:25	8355:56	118:25	134	8474:21	261:39	135	8736:00	79:51	455:00	1:59	1	77:52	99	0	8355:56	83:33	2.48	97.52	17.55	98.60	98.75	0:47	62:21	118:25	8355:56	118:25	134	8474:21	261:39	135	8736:00	79:51	455:00	1:59	1	77:52	99

جدول (16.4): تفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال عام 2013

ت	دائرة توزيع الكهرباء	التوزيع وفق الخطة السنوية للصيانة 2013										أوامر العمل			فصولات الصيانة					تحليل مؤشرات الأداء																																		
		أطوال الخطوط الهوائية km	المحطة للصيانة المنفذة km	الصيانة المنفذة km	غير منفذ من الصيانة km	بالكامل الصادر	إصلاح الأعطال	الصيانة الوقائية	الصيانة الإصلاحية (الطارئة)	الوقائية	الوقتية	الزمن المخصص للصيانة	الزمن المستغل في الصيانة	الزمن الكلي للتشغيل	إجمالي الفصولات المخطط لها	زمن التشغيل المخطط	إجمالي إنقطاعات الأعطال	زمن التشغيل الفعلي	T1	T2 MTBF	T3 MTTR	T4-1	T4-2	T5	T6 CM	T7 PM	T8	T9	T10	T11	معدل تكرار العطل	احتمال الفشل λ																						
عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	يوم	%																						
1	شرق مصراتة	181.8	82.25	99.55	1641	514	15	302	436:38	6	12:57	1820:00	449:35	8736:00	463	1103:57	7632:03	471	8736:00	449:35	1820:00	8:15	4	46:36	43	6.05	0.7	16:12	2.84	31.32	54.76	1135:53	22:07	2.88	97.12	24.70	89.30	90.92	1:26	14:28	816:41	6815:22	816:41	471	7632:03	1103:57	463	8736:00	449:35	1820:00	8:15	4	46:36	43
2	وسط مصراتة	22	16.65	5.35	490	132	25	43	46:36	4	8:15	1820:00	54:51	8736:00	137	250:07	8485:53	80	8485:53	54:51	1820:00	8:15	4	46:36	43	2.15	4.4	106:04	15.92	26.94	24.32	2100:15	178:44	15.04	84.96	3.01	99.00	98.98	1:05	105:00	84:50	8401:03	84:50	80	8485:53	250:07	137	8736:00	54:51	1820:00	8:15	4	46:36	43
3	غرب مصراتة	199	169.9	29.1	1588	465	47	341	359:23	16	41:56	1820:00	401:19	8736:00	626	1320:31	7415:29	555	8736:00	401:19	1820:00	41:56	16	359:23	341	7.44	0.56	13:21	9.18	29.28	14.63	418:30	18:45	10.45	89.55	22.05	90.30	91.97	1:03	12:03	719:29	6696:00	719:29	555	7415:29	1320:31	626	8736:00	401:19	1820:00	41:56	16	359:23	341

جدول (17.4): تفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء لجميع الخطوط الهوائية التي تم صيانتها وفق الأرباح السنوية المجمع لعامي 2013، 2014

ت	دائرة التوزيع	أطوال الخطوط الهوائية km	توزيع وقطبي الصيانة 2013 و 2014	أوامر العمل			فصولات الصيانة		تحليل مؤشرات الأداء																												
				إصلاح الأعطال	الصيانة الوقائية	الصادرة بالكامل	الغير منفذ من الصيانة	الصيانة المنفذة	المحطة الصيانة	الخطوط الهوائية km	T11	T10	T9	T8	T7 PM	T6 CM	T5	T4-2	T4-1	T3 MTTR	T2 MTBF	T1	الزمن التشغيل الفعلي	إجمالي إنقطاعات الأعطال	الزمن المخطط التشغيل	إجمالي الفصولات المخطط لها	الزمن الكلي للتشغيل	الزمن المستغل في الصيانة	الزمن المخصص للصيانة	العدد (الزمن (س))	العدد (الزمن (س))	العدد (الزمن (س))	العدد (الزمن (س))				
				عدد	عدد	عدد	km	km	km	%	%	ساعة	ساعة	%	%	%	%	%	%	%	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	العدد	العدد	العدد	العدد	ساعة	ساعة	ساعة	العدد	العدد	العدد		
1	مصراتة	307.8		1641	831	70	101	28.15	19.55	47.7	1	7.77	50.64	59.01	1336:16	74:55	9.76	90.24	34.09	96.36	97.14	1:21	46:20	303:08	8017:41	303:08	173	8320:49	415:11	148	8736:00	152:43	448:00	14:54	6	137:49	101
								28.25	51.15	79.4	2			35.58	872:47	51:40	9.27	90.73	44.43	94.73	96.23	1:16	32:43	436:36	7855:07	436:36	240	8291:43	444:17	197	8736:00	202:09	455:00	18:44	9	183:25	143
								67.35	27.25	94.6	3			71.19	1920:58	44:24	3.28	96.72	57.10	94.82	95.25	1:30	30:15	420:10	7683:55	420:10	254	8104:05	631:55	266	8736:00	263:49	462:00	8:39	4	255:10	169
								29.5	13.7	43.2	4			68.29	816:28	96:03	10.90	89.10	26.45	97.97	98.14	1:25	75:36	168:52	8164:49	168:52	108	8333:41	402:19	155	8736:00	120:21	455:00	13:07	10	107:14	75
2	مصراتة	28.9		490	214	63	13	1.27	3.78	5.05	1	22.74	43.67	25.15	4317:22	575:38	34.19	65.81	3.90	99.48	99.64	0:53	246:42	44:55	8634:44	44:55	35	8679:39	56:21	54	8736:00	17:27	448:00	5:58	2	11:29	13
								2.7	3.65	6.35	2			42.52	2838:01	340:33	10.06	89.94	13.87	98.79	98.74	2:34	202:42	104:22	42	8618:26	117:34	64	8736:00	63:07	455:00	6:21	3	56:46	22		
								4.65	1.5	6.15	3			75.61	2878:01	297:43	10.66	89.34	7.01	99.60	99.60	1:06	278:31	34:28	31	8668:32	67:28	30	8736:00	32:22	462:00	3:27	3	28:55	26		
								2.75	4	6.75	4			40.74	2862:32	715:38	23.64	76.36	3.64	99.81	99.80	1:24	715:38	16:03	12	8603:39	132:21	43	8736:00	16:34	455:00	3:55	3	12:39	9		
3	مصراتة	422.5		1588	737	91	112	8.5	82.4	90.9	1	10.99	46.41	9.35	1157:40	68:05	14.16	85.84	28.68	97.04	97.77	0:59	43:06	247:14	8103:40	247:14	188	8350:54	385:06	175	8736:00	128:30	448:00	18:12	7	110:18	112
								37.48	80.72	118.2	2			31.71	663:15	46:49	16.67	83.33	44.58	95.62	96.66	1:04	30:58	364:50	7959:11	364:50	257	8324:01	411:59	188	8736:00	202:49	455:00	33:48	12	169:01	158
								28.9	88.9	117.8	3			24.53	988:12	67:34	17.05	82.95	30.56	96.07	97.12	1:04	36:15	323:37	7905:39	323:37	218	8229:16	506:44	234	8736:00	141:10	462:00	24:04	8	117:06	109
								26.9	54.5	81.4	4			33.05	2010:30	48:26	4.81	95.19	36.82	96.83	97.18	0:59	33:55	263:20	8042:03	263:20	237	8305:23	430:37	213	8736:00	167:32	455:00	8:03	4	159:29	162

جدول (18.4): تفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء لجميع الخطوط الهوائية التي تم صيانتها عامي 2013، 2014

ت	دائرة التوزيع	أطوال الخطوط الهوائية km	توزيع وقطبي الصيانة 2013 و 2014	أوامر العمل			فصولات الصيانة		تحليل مؤشرات الأداء																																							
				إصلاح الأعطال	الصيانة الوقائية	الصادرة بالكامل	الغير منفذ من الصيانة	الصيانة المنفذة	المحطة الصيانة	الخطوط الهوائية km	T11	T10	T9	T8	T7 PM	T6 CM	T5	T4-2	T4-1	T3 MTTR	T2 MTBF	T1	الزمن التشغيل الفعلي	إجمالي إنقطاعات الأعطال	الزمن المخطط التشغيل	إجمالي الفصولات المخطط لها	الزمن الكلي للتشغيل	الزمن المستغل في الصيانة	الزمن المخصص للصيانة	العدد (الزمن (س))	العدد (الزمن (س))	العدد (الزمن (س))	العدد (الزمن (س))															
				عدد	عدد	عدد	km	km	km	%	%	ساعة	ساعة	%	%	%	%	%	%	%	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	العدد	العدد	العدد	العدد	ساعة	ساعة	ساعة	العدد	العدد	العدد													
1	شرق مصراتة			1641	831	70	488	55:24	29	683:38	488	7.77	50.64	57.85	190:07	10:39	7.50	92.50	40.61	80.58	83.55	1:24	7:06	1328:46	5513:32	1328:46	775	6842:18	1893:42	766	8736:00	739:02	1820:00	55:24	29	683:38	488											
								19:41	11	109:49	70			63	214	490	11.37	12.93	24.3	3.34	2.90	69:41	22.74	43.67	46.79	742:02	100:46	15.20	84.80	7.12	97.61	97.75	1:34	68:01	199:48	8162:28	199:48	120	8362:16	373:44	191	8736:00	129:30	1820:00	19:41	11	109:49	70
								84:07	31	555:54	541			91	737	1588	101.8	306.5	408.3	8.25	0.32	7:46	10.99	46.41	24.93	187:10	10:08	13.14	86.86	35.17	82.88	86.25	1:01	6:26	1199:01	5802:33	1199:01	900	7001:34	1734:26	810	8736:00	640:01	1820:00	84:07	31	555:54	541
2	وسط مصراتة			490	214	63	24.3	28.9	88.9	117.8	3	22.74	43.67	46.79	742:02	100:46	15.20	84.80	7.12	97.61	97.75	1:34	68:01	199:48	8162:28	199:48	120	8362:16	373:44	191	8736:00	129:30	1820:00	19:41	11	109:49	70											
								19:41	11	109:49	70			63	214	490	11.37	12.93	24.3	3.34	2.90	69:41	22.74	43.67	46.79	742:02	100:46	15.20	84.80	7.12	97.61	97.75	1:34	68:01	199:48	8162:28	199:48	120	8362:16	373:44	191	8736:00	129:30	1820:00	19:41	11	109:49	70
								84:07	31	555:54	541			91	737	1588	101.8	306.5	408.3	8.25	0.32	7:46	10.99	46.41	24.93	187:10	10:08	13.14	86.86	35.17	82.88	86.25	1:01	6:26	1199:01	5802:33	1199:01	900	7001:34	1734:26	810	8736:00	640:01	1820:00	84:07	31	555:54	541
3	غرب مصراتة			1588	737	91	408.3	26.9	54.5	81.4	4	10.99	46.41	24.93	187:10	10:08	13.14	86.86	35.17	82.88	86.25	1:01	6:26	1199:01	5802:33	1199:01	900	7001:34	1734:26	810	8736:00	640:01	1820:00	84:07	31	555:54	541											
								19:41	11	109:49	70			63	214	490	11.37	12.93	24.3	3.34	2.90	69:41	22.74	43.67	46.79	742:02	100:46	15.20	84.80	7.12	97.61	97.75	1:34	68:01	199:48	8162:28	199:48	120	8362:16	373:44	191	8736:00	129:30	1820:00	19:41	11	109:49	70
								84:07	31	555:54	541			91	737	1588	101.8	306.5	408.3	8.25	0.32	7:46	10.99	46.41	24.93	187:10	10:08	13.14	86.86	35.17	82.88	86.25	1:01	6:26	1199:01	5802:33	1199:01	900	7001:34	1734:26	810	8736:00	640:01	1820:00	84:07	31	555:54	541

جدول (19.4): تفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها خلال عامي 2013، 2014

ت	تحليل مؤشرات الأداء																									الخطوط التي لم تُدرج للصيانة في سنتي 2013 و 2014								
	احتمال الفشل $\lambda$	معدل تكرار العطل		TII	TIO	T9	T8	T7 PM	T6 CM	T5	T4-2	T4-1	T3 MTTR	T2 MTBF	T1	زمن التشغيل الفعلي	إجمالي إنقطاعات الأعطال	زمن المخطط التشغيل	إجمالي الفصولات المخطط لها	الزمن الكلي للتشغيل	الزمن المستغل في الصيانة	الزمن المخصص للصيانة	فصولات الصيانة		أوامر العمل			أطوال الخطوط الهوائية	دائرة التوزيع					
		يوم	ساعة																				%	%	ساعة	ساعة	%			%	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة
1	4.49	1.4	33:05	0	15.30	0	#DIV/0!	52:20	0	100	0	95.69	95.97	1:19	31:39	346:27	7694:23	346:27	243	8040:50	695:10	285	8736:00	195:40	0	0:00	0	195:40	147	0	251	1641	118.05	شرق مصراتة
2	12.50	1.3	31:19	0	14.17	0	#DIV/0!	47:30	0	100	0	94.10	94.72	1:38	29:28	491:24	7839:42	491:24	266	8331:06	404:54	191	8736:00	271:06	0	0:00	0	271:06	165	0	225	1588	124.15	غرب مصراتة

جدول (20.4): تفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية التي تم صيانتها مرتين خلال عامي 2013، 2014

ت	تحليل مؤشرات الأداء																									الخطوط التي أدرجت مرتين للصيانة في 2013 و 2014											
	احتمال الفشل $\lambda$	معدل تكرار العطل		TII	TIO	T9	T8	T7 PM	T6 CM	T5	T4-2	T4-1	T3 MTTR	T2 MTBF	T1	زمن التشغيل الفعلي	إجمالي إنقطاعات الأعطال	زمن المخطط التشغيل	إجمالي الفصولات المخطط لها	الزمن الكلي للتشغيل	الزمن المستغل في الصيانة	الزمن المخصص للصيانة	فصولات الصيانة		أوامر العمل			أطوال الخطوط الهوائية	دائرة التوزيع								
		يوم	ساعة																				%	%	ساعة	ساعة	%			%	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	العدد	الزمن (س)	العدد
1	6.49	1.1	27:03	3.70	19.01	63.65	1531:44	40:44	3.22	96.78	31.07	93.40	94.71	1:24	25:16	541:26	7658:44	541:26	303	8200:10	535:50	229	8736:00	266:53	859:03	8:35	5	258:18	183	12	312	1641	69.95	39.95	109.9	134	شرق مصراتة
2	2.24	4.9	117:02	15.60	24.29	67.28	2117:02	196:56	16.69	83.31	3.62	99.11	99.10	1:03	116:00	76:01	8468:10	76:01	73	8544:11	191:49	114	8736:00	49:26	1365:13	8:15	4	41:11	39	22	119	490	11.37	5.53	16.9	20.4	وسط مصراتة
3	9.27	5.4	129:09	3.41	5.35	60.65	8603:35	136:33	6.90	93.10	31.49	99.42	99.47	0:41	128:24	50:12	8603:35	50:12	67	8653:47	82:13	45	8736:00	45:40	145:00	3:09	1	42:31	62	3	85	1588	9.4	6.1	15.5	16.1	غرب مصراتة

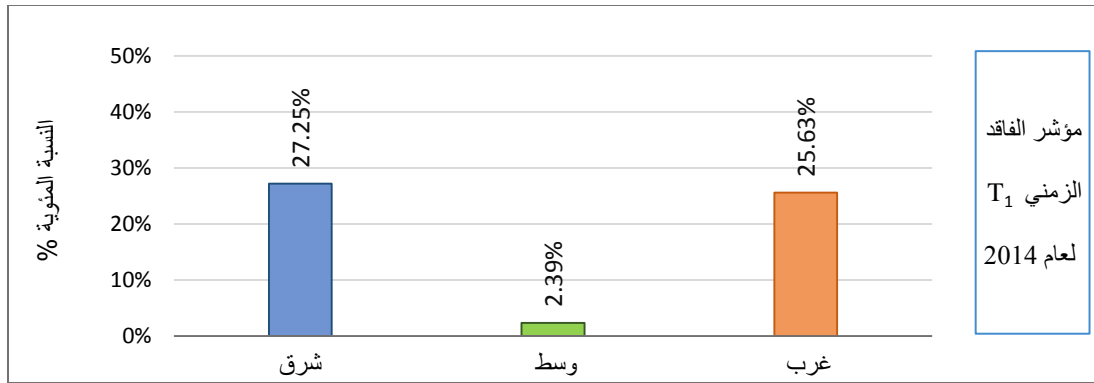
بيانات حجم الصيانة بالخطوط المصانة مرتين وفق خطة وتقارير الصيانة 2014

جدول (21.4): تفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء لكافة الخطوط الهوائية التي شملتها الدراسة

ت	تحليل مؤشرات الأداء																									جميع الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة 2014									
	احتمال الفشل $\lambda$	معدل تكرار العطل		TII	TIO	T9	T8	T7 PM	T6 CM	T5	T4-2	T4-1	T3 MTTR	T2 MTBF	T1	زمن التشغيل الفعلي	إجمالي إنقطاعات الأعطال	زمن المخطط التشغيل	إجمالي الفصولات المخطط لها	الزمن الكلي للتشغيل	الزمن المستغل في الصيانة	الزمن المخصص للصيانة	فصولات الصيانة		أوامر العمل			أطوال الخطوط المشمولة بالدراسة التي تم صيانتها	دائرة التوزيع						
		يوم	ساعة																				%	%	ساعة	ساعة	%			%	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	العدد
1	4.79	0.25	6:02	6.08	65.94	0	154:14	6:44	5.93	94.07	51.36	72.75	76.04	1:23	4:23	1675:13	4472:55	1675:13	1018	6148:08	2587:52	1050	8736:00	934:42	1820:00	55:24	29	879:18	635	70	1082	1641	307.8	425.85	شرق مصراتة
2	2.02	2.9	69:42	22.74	43.67	0	742:12	100:47	15.20	84.80	7.12	97.61	97.75	1:34	68:02	199:48	8164:18	199:48	120	8364:06	371:54	191	8736:00	129:30	1820:00	19:41	11	109:49	70	63	214	490	28.9	28.9	وسط مصراتة
3	8.79	0.24	5:39	8.64	60.58	0	158:15	6:39	9.23	90.77	50.06	74.37	78.22	1:10	4:12	1690:25	4906:15	1690:25	1166	6596:40	2139:20	1001	8736:00	911:07	1820:00	84:07	31	827:00	706	91	962	1588	422.5	546.65	غرب مصراتة

## أ. مؤشّر الفاقد الزمني $T_1$

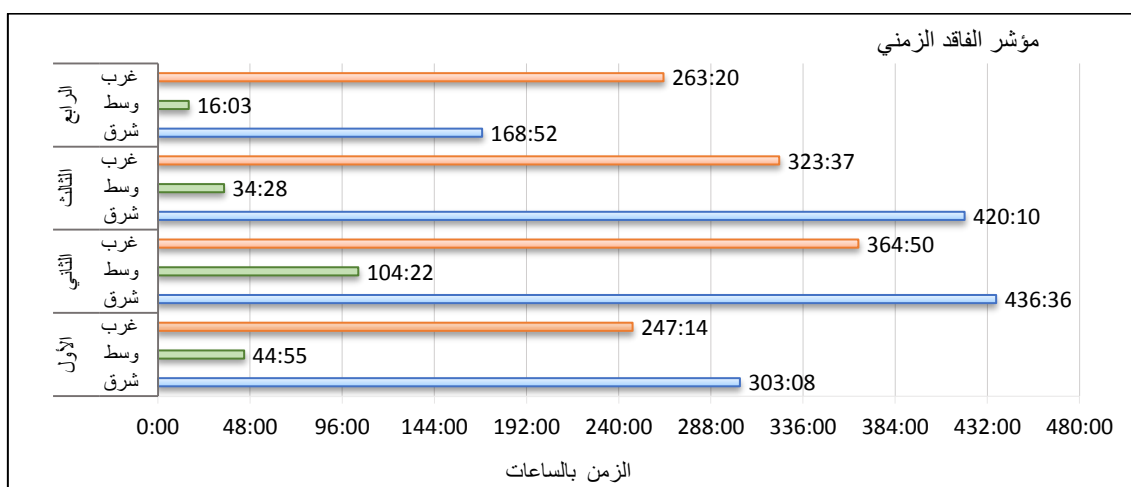
الفاقد الزمني هو الوقت الضائع من زمن التشغيل المخطط له، ويتوقف على فترة مدة بقاء العطل، فكلما طال زمن العطل يزداد الفاقد الزمني. وفق بيانات جدول (21.4) ومن خلال شكل (27.4) يُمكن بيان القيم الإجمالية للمؤشّر  $T_1$  بجميع الخطوط الهوائية التي شملتها الدراسة. نجد أن أعلى نسبة فاقد زمني من بين الأزمنة المخططة للتشغيل بكل دائرة سُجل بدائرة توزيع شرق مصراتة بنسبة 27.25% وتليها دائرة توزيع غرب مصراتة بنسبة 25.63%، في حين كان بدائرة توزيع وسط مصراتة أقل فاقد زمني بنسبة 2.39%. من خلال ما تم مناقشته مع رؤساء أقسام الصيانة أثناء الزيارات الميدانية يمكن تفسير هذا التباين من خلال نقطتين. النقطة الأولى تتمثل في الاختلاف بين دوائر التوزيع في أطوال الخطوط الهوائية الواقعة في نطاق كل دائرة. أما النقطة الثانية فهي قلة عدد فنيي الصيانة التابعين لأقسام الصيانة بكل دوائر التوزيع، ويظهر تأثير ذلك واضحاً من خلال حجم الانقطاعات بالخطوط الهوائية وهي نتاج لعمليات الصيانة التي تم تنفيذها، وبالتالي نتيجة لقلة فنيي الصيانة كان تركيز كل أقسام الصيانة على إجراء الصيانة الطارئة.



شكل (27.4): القيم الإجمالية لمؤشّر الفاقد الزمني  $T_1$  لكل الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة حسب دوائر التوزيع

من خلال بيانات جدول (17.4)، وكما هو موضح بالشكل (28.4) الذي يبين القيم المعطاة للمؤشّر  $T_1$  بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها بكل دائرة حسب الأرباع السنوية. يلاحظ أن أكبر فاقد زمني بين دوائر التوزيع سُجل تحديداً بالربع السنوي الثاني في دائرة توزيع شرق مصراتة بنسبة 32% من

إجمالي الفاقد الزمني بالخطوط المصانة بالدائرة. بينما سُجلت بدائرة توزيع وسط مصراتة أدنى قيم المؤشر  $T_1$  تحديداً بالربع السنوي الرابع بنسبة 8.03% من إجمالي الفاقد الزمني بالخطوط المصانة بالدائرة. يدل التباين في معدل الفاقد الزمني على تفاوت مردود الصيانة بين دوائر التوزيع، ويظهر تأثيره بانخفاض ساعات التشغيل مما يؤثر على إستقرار الشبكة الكهربائية. وبالرجوع إلى بيانات جدول (11.4 أ) والجداول التابعة له بالملحق (ج) يُمكن تحديد الخطوط المعنية بزيادة الفاقد الزمني بكل دائرة، ومن خلال متابعة عدد مرات ونوع الصيانة المنفذة ومعدل الأعطال يُقيم مردود الأداء.

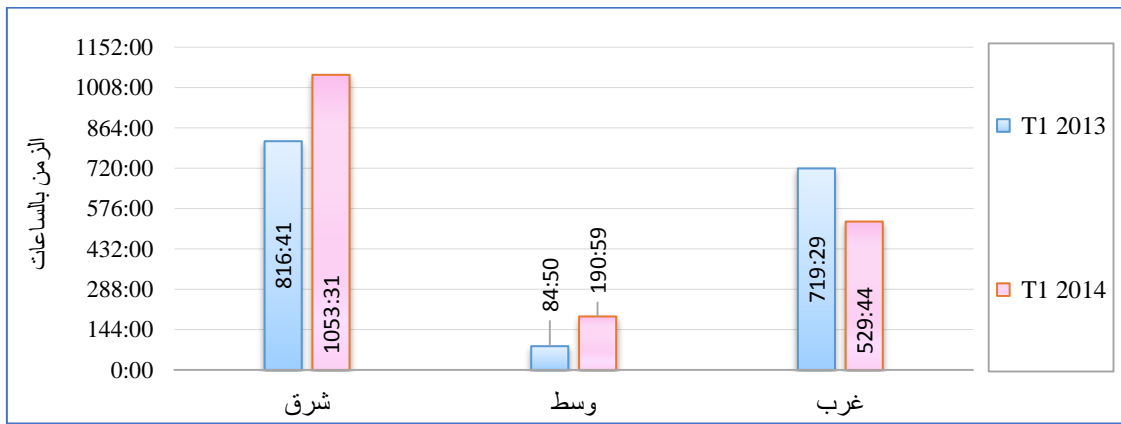


شكل (28.4): نتائج مؤشر الفاقد الزمني  $T_1$  بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها حسب الأرباع السنوية لكل دائرة

ويمكن مقارنة القيم الإجمالية للمؤشر  $T_1$  بين الخطوط الهوائية التي تم صيانتها عامي 2013، 2014 حسب دوائر التوزيع وفق بيانات الجدولين (14.4)، (16.4)، كما هو موضح بشكل (29.4). من خلال الشكل يلاحظ إرتفاع قيمة المؤشر  $T_1$  في عام 2014 بدائرتي توزيع شرق ووسط مصراتة مقارنة مع عام 2013. هذا يشير إلى ضعف فاعلية مردود الصيانة وإن كان بنسب متفاوتة ترتبط بحجم شبكة الخطوط الهوائية، والإمكانات. بينما يلاحظ تحسن في فاعلية الصيانة بدائرة توزيع غرب مصراتة من خلال إنخفاض قيمة المؤشر  $T_1$  في عام 2014 عن عام 2013، ونجد كذلك أن أكبر فاقد زمني سُجل للخطوط الهوائية التي تم صيانتها كان بدائرة توزيع شرق مصراتة لعامين على التوالي. من المهم هنا متابعة معدل الاختلاف بين قيم المؤشر  $T_1$  خلال العامين، ولمعرفة مدى التحسن أو



ضعف فاعلية الصيانة ينبغي تتبع الفترة الزمنية المرتبطة بإرتفاع أو إنخفاض قيم المؤشر  $T_1$  من خلال (عدد وزمن) الأعطال في الخطوط الهوائية التي تم صيانتها عامي 2013، 2014 وفق الشكلين (3.4)، (4.4)، ومن ثم يمكن تحديد نقاط القوة والخلل، ومعرفة عدد مرات ونوع الصيانة المنفذة والزمن المستغرق فيها من خلال الشكلين (15.4)، (16.4). بالرجوع إلى بيانات جدول (11.4 أ) والجداول التابعة له بالملحق (ج) يُمكن تحديد الخطوط الهوائية المعنية بتسجيل أكبر فاقد زمني بكل دائرة لمعالجة الأسباب.

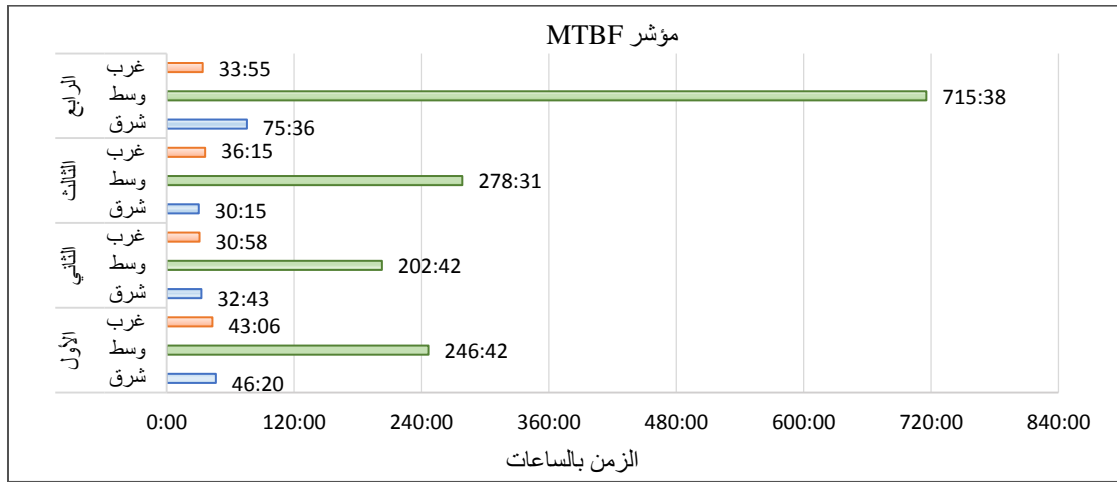


شكل (29.4): مقارنة بين القيم الإجمالية للمؤشر  $T_1$  وتعلق بالخطوط المصانة عامي 2013، 2014 حسب دوائر التوزيع

### ب. مؤشر متوسط الزمن بين الأعطال $T_2$ (MTBF)

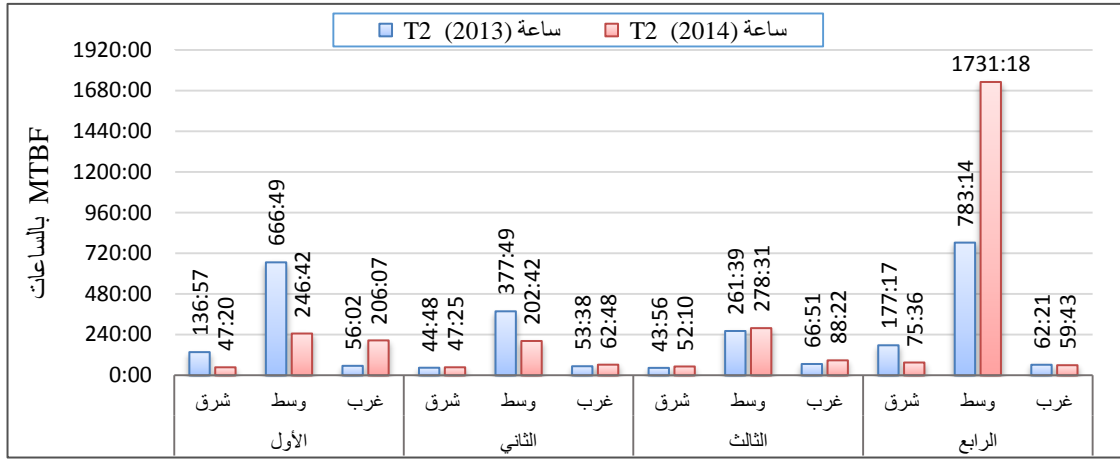
يُسمى أيضا بمؤشر الوثوقية، وهي مقدرة المعدات على الاستمرار في أداء الوظائف المناطة بها، وإرتفاع قيمة MTBF يعني أن وثوقية المعدة عالية [9]. وفق بيانات جدول (17.4) وكما هو مبين بالشكل (30.4) يلاحظ وجود تباين بين قيم المؤشر  $T_2$  لكافة الخطوط الهوائية التي تم صيانتها حسب الأرباع السنوية بكل دوائر التوزيع، وكان أفضل أداء (أعلى قيم المؤشر) إجمالاً لعام 2014 بدائرة توزيع وسط مصراتة في كل أرباع السنة، وتحديداً في الربع الرابع بزمن قدره (715 ساعة و38 دقيقة). بينما كان أدنى قيم المؤشر في الربع الثالث بدائرة توزيع شرق مصراتة بزمن قدره (30 ساعة و15 دقيقة). تُبين القيم المعطاة للمؤشر  $T_2$  أنه كلما كان متوسط الفترة الزمنية للتشغيل بين عطل وأخر طويلة كلما كانت الوثوقية عالية أيضا. وفق بيانات جدول (17.4) يلاحظ التباين بين نسب

الوثوقية المعطاة للخطوط التي تم صيانتها حسب الأرباع السنوية، وهي تُعبر عن نسبة زمن التشغيل الفعلي مقارنة بزمن التشغيل المخطط حيث تراوحت نسب الوثوقية في دائرة توزيع شرق مصراتة ما بين (86.02% - 94.82%)، وفي دائرة توزيع وسط مصراتة ما بين (98.79% - 99.81%)، وبدائرة توزيع غرب مصراتة ما بين (95.62% - 97.04%). وعند مقارنة هذه النسب مع نسب الوثوقية العالية في دراسة (رياض وهاب)[6]، وهي ما بين (97% - 99%). نجد أن نسب الوثوقية بدائرة توزيع وسط مصراتة أفضل من تلك الواردة بدراسة [6].



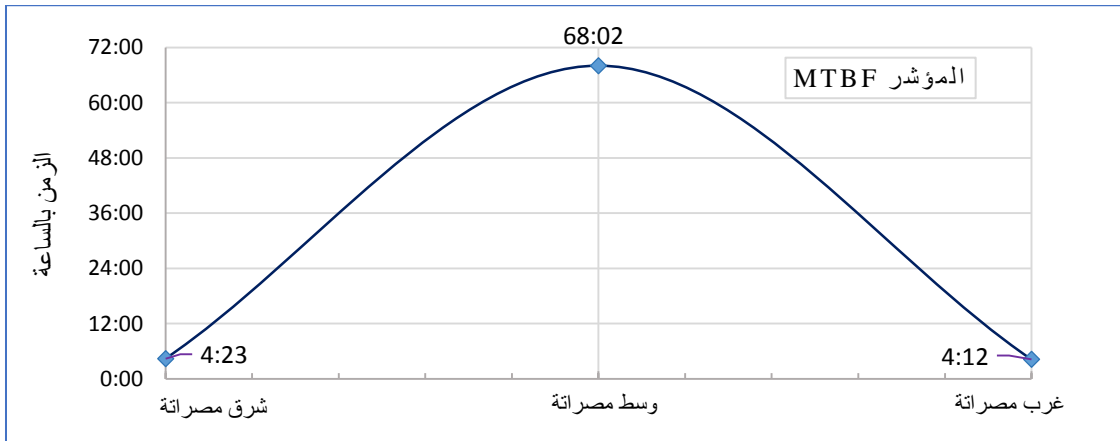
شكل (30.4): قيم مؤشر متوسط الزمن بين الأعطال  $T_2$  لكافة الخطوط الهوائية التي تم صيانتها حسب الأرباع السنوية

وفق بيانات الجدولين (13.4)، (15.4) وكما هو مبين في شكل (31.4) الذي يوضح مقارنة بين القيم الإجمالية لمؤشر متوسط الزمن بين الأعطال في الخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال عامي 2013، 2014 حسب الأرباع السنوية لكل دائرة توزيع. يلاحظ أن أعلى أداء للمؤشر  $T_2$  خلال عامين متتاليين إجمالاً كان بدائرة توزيع وسط مصراتة في كل الأرباع السنوية، وكان أعلاها تحديداً خلال الربع الرابع لعامي 2013، 2014 حيث أعطى المؤشر أفضل أداء (أكبر قيمة لمتوسط المدة الزمنية للتشغيل بين كل عطل وآخر) وكان على التوالي بزمن قدره (783 ساعة و14 دقيقة)، (1731 ساعة و18 دقيقة). في حين كان أدنى أداء خلال عامي 2013، 2014 في الربع السنوي الثاني حيث سجل المؤشر على التوالي القيم (44 ساعة و48 دقيقة)، (47 ساعة و25 دقيقة).



شكل (31.4): مقارنة بين قيم المؤشر  $T_2$  للخطوط المصانة عامي 2013، 2014 حسب الأرباع السنوية لكل دائرة

وفق بيانات جدول (21.4) وكما هو مبين في شكل (32.4) فإنه يتضح من خلال القيم الإجمالية للمؤشر  $T_2$  معدل التباين الكبير بين القيم المعطاة لمؤشر متوسط الزمن بين الأعطال لكافة الخطوط الهوائية التي شملتها الدراسة حسب دوائر التوزيع. من خلال الشكل يلاحظ أن أفضل أداء للمؤشر  $T_2$  سُجل بدائرة توزيع وسط مصراتة بزمن قدره (68 ساعة ودقيقتين)، وأدنى أداء سُجل على التوالي بدائرتي شرق وغرب مصراتة بأزمنة قدرها (4 ساعات و 12 دقيقة)، (4 ساعات و 23 دقيقة).



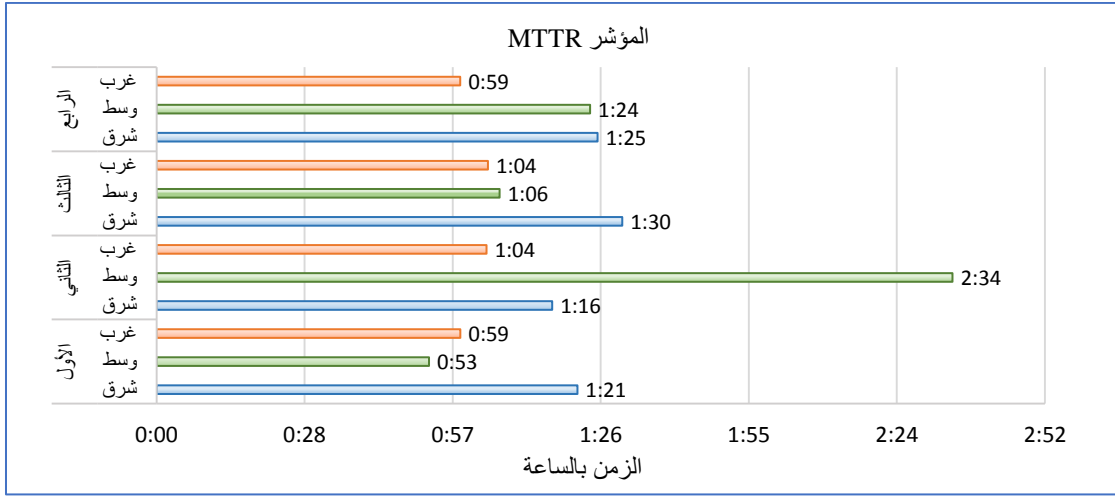
شكل (32.4): مؤشر متوسط الزمن بين الأعطال  $T_2$  في جميع الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة حسب دوائر التوزيع

هنا تتضح فاعلية أداء الصيانة من خلال زيادة متوسط الزمن بين الأعطال، حيث سُجل أفضل أداء للمؤشر  $T_2$  بالخطوط الهوائية الواقعة بنطاق دائرة توزيع وسط مصراتة بخلاف مردود الأداء بالخطوط الهوائية بدائرتي شرق وغرب مصراتة. من المهم هنا الإشارة إلى أن النسبة المئوية للإتاحية

بالخطوط الهوائية تتحسن مع زيادة قيمة المؤشر  $T_2$ ، ويمكن إعطاء تفسير لأسباب التفاوت بين نتائج المؤشر  $T_2$  وهي تتعلق باختلاف حجم أطوال الخطوط الهوائية بين دوائر التوزيع الثلاثة، وبالتالي فإن حجم الأعطال بالخطوط الهوائية يختلف من دائرة إلى أخرى، لهذا نجد أن أفضل أداء للمؤشر وإن ارتبط كذلك بمردود الصيانة قد سُجل بدائرة توزيع وسط مصراتة. هناك أيضاً أسباب أخرى تم رصدها من خلال الزيارات الميدانية إلى أقسام الصيانة وهي تتعلق بقلة عدد فنيي صيانة الخطوط الهوائية مقارنة بحجم الأعمال المناطة بهم، وقد أثر ذلك على عدم الإلتزام بتنفيذ خطط الصيانة الوقائية مما أدى إلى زيادة حجم الأعطال. لهذا كان التركيز على الصيانة الإصلاحية أو الطارئة في معظم عمليات الصيانة. هذا السبب يعزز نتيجة المؤشر باعتبار أن دائرة توزيع وسط مصراتة سُجل بها أقل معدل لحدوث الأعطال. كما أن عدم وجود منظومة للتنسيق بشأن إجراءات العمل وربط الأقسام الفنية بدوائر التوزيع مع الدوائر المركزية المعنية بنفس المهام في نطاق إدارة توزيع الوسطى أثر سلباً على تنفيذ المهام وسرعة الإجراء، بما فيها أعمال الصيانة الوقائية وهي تتلخص أساساً في صعوبة الإلتزام بمواعيد محددة لإجراء الصيانة خاصة إذا تزامن موعدها مع وجود عدد كبير من الأعطال تحتاج للصيانة. وفي ظل هذه الحالة يكون من الصعب الجزم بأوقات محددة لعمليات الفصل للصيانة المبرمجة، فقد يتم تأجيل أو إلغاء برنامج الصيانة الوقائية خاصة وأنها مرتبطة بوجود الفنيين، ومدى توفر المواد اللازمة للصيانة، وتجهيزها حين الحاجة إليها. وبسبب عدم وجود آلية للتنسيق وربط البيانات كما أسلفنا سابقاً فإن برامج المتابعة من قبل دائرة تخطيط الصيانة تكون غير منتظمة وإن اقتصر في معظمها على تقارير الصيانة الواردة، وهو ماتعززه أيضاً دراسة [48].

### ج. مؤشر متوسط زمن الإصلاح $T_3$ (MTTR)

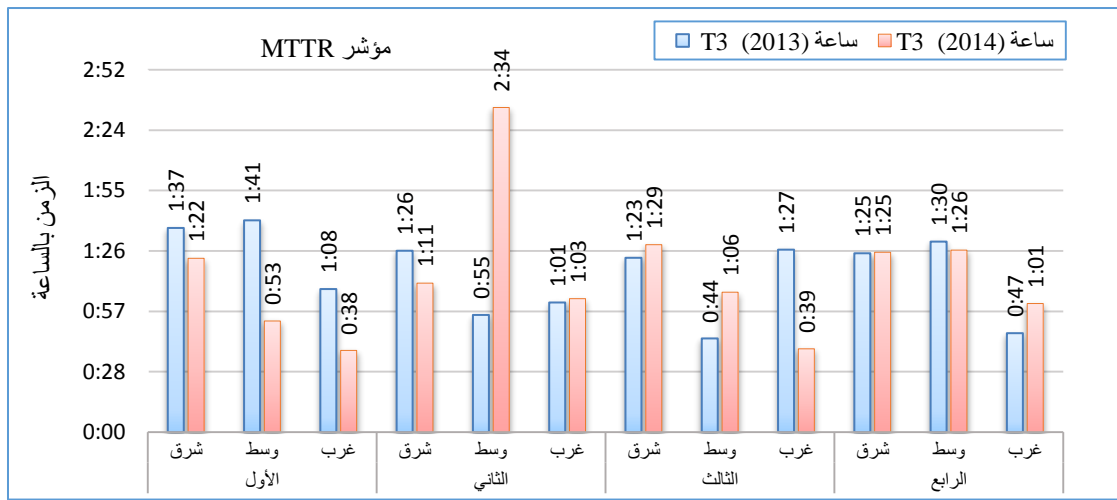
يُسمى أيضاً مؤشر قابلية الصيانة، وهو يُعبر عن متوسط الأوقات المستغلة في إصلاح الأعطال بالخطوط الهوائية بعد حدوث الأعطال. من المهم الإشارة هنا إلى أن مؤشر قابلية الصيانة يتحسن بإنخفاض متوسط زمن الإصلاح. وفق بيانات جدول (17.4)، وكما هو موضح بالشكل (33.4) الذي يبين القيم الإجمالية للمؤشر  $T_3$  لكافة الخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال عامي 2013، 2014 حسب الأرباع السنوية بكل دوائر التوزيع. نجد أن أفضل أداء للمؤشر  $T_3$  (أقل القيم) خلال الربع الثاني والثالث والرابع كان بدائرة توزيع غرب مصراتة بأزمته قدرها (ساعة و 04 دقائق)، (ساعة و 04 دقائق)، (59 دقيقة). بينما سُجل في الربع الأول أفضل أداء للمؤشر بدائرة توزيع وسط مصراتة بزمن قدره (53 دقيقة).



شكل (33.4): مؤشر متوسط زمن الإصلاح  $T_3$  في الخطوط الهوائية التي تم صيانتها بالكامل حسب الأرباع السنوية

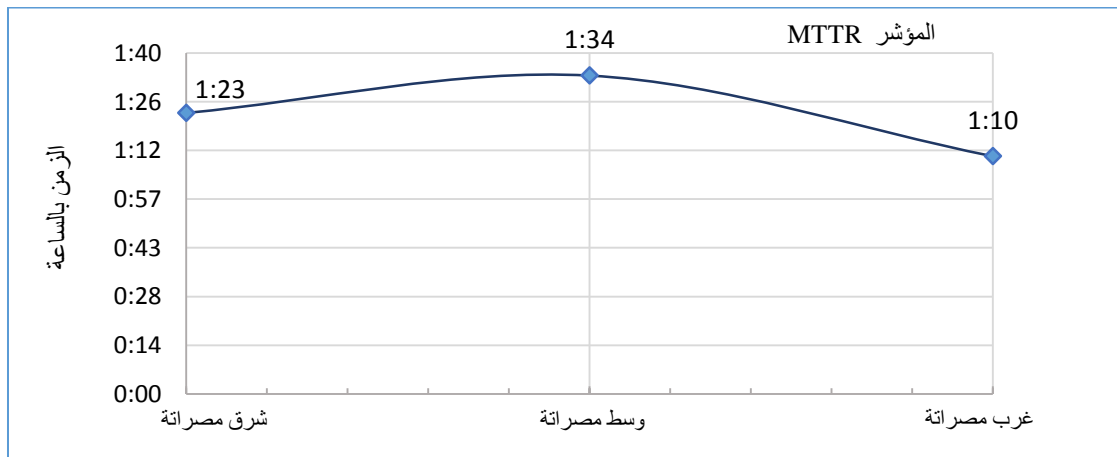
وفق بيانات الجدولين (13.4)، (15.4) وكما هو مبين بالشكل (34.4) الذي يوضح مقارنة بين القيم الإجمالية للمؤشر  $T_3$  للخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال عامي 2013، 2014 حسب الأرباع السنوية لكل دائرة توزيع. نجد أن أفضل أداء للمؤشر خلال عام 2014 كان إجمالاً بدائرة توزيع غرب مصراتة لجميع الأرباع السنوية وسُجل على التوالي الأزمنة (38 دقيقة)، (ساعة و 3 دقائق)، (39 دقيقة)، (ساعة و دقيقة). كذلك يلاحظ أن أفضل أداء للمؤشر في عام 2013 كان بدائرة توزيع

غرب مصراتة تحديداً خلال الربعين الأول والرابع وسُجل على التوالي الأزمنة (ساعة و 8 دقائق)، (47 دقيقة)، بينما كان أفضل أداء للمؤشر خلال الربعين الثاني والثالث بدائرة توزيع وسط مصراتة وسُجل على التوالي الأزمنة (55 دقيقة)، (44 دقيقة). هذا المؤشر يتأثر بمجموعة من العوامل منها طبيعة وحجم عمليات الصيانة، ومدى توفر المواد اللازمة ومستلزمات الإصلاح حين الحاجة إليها، وتوفر أفراد الصيانة بالكم والنوع.



شكل (34.4): مقارنة بين قيم المؤشر T<sub>3</sub> بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها عامي 2013، 2014 حسب الأرباع السنوية

وفق بيانات جدول (21.4)، وكما هو مبين في شكل (35.4) الذي يوضح القيم الإجمالية لمؤشر متوسط زمن إصلاح الأعطال T<sub>3</sub> لكافة الخطوط الهوائية التي شملتها الدراسة حسب دوائر التوزيع، ومنه يتضح مدى التباين بين القيم المعطاة لمؤشر قابلية الصيانة وإن كان بسيط جداً.



شكل (35.4): مؤشر متوسط زمن إصلاح الأعطال T<sub>3</sub> لجميع الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة حسب دوائر التوزيع

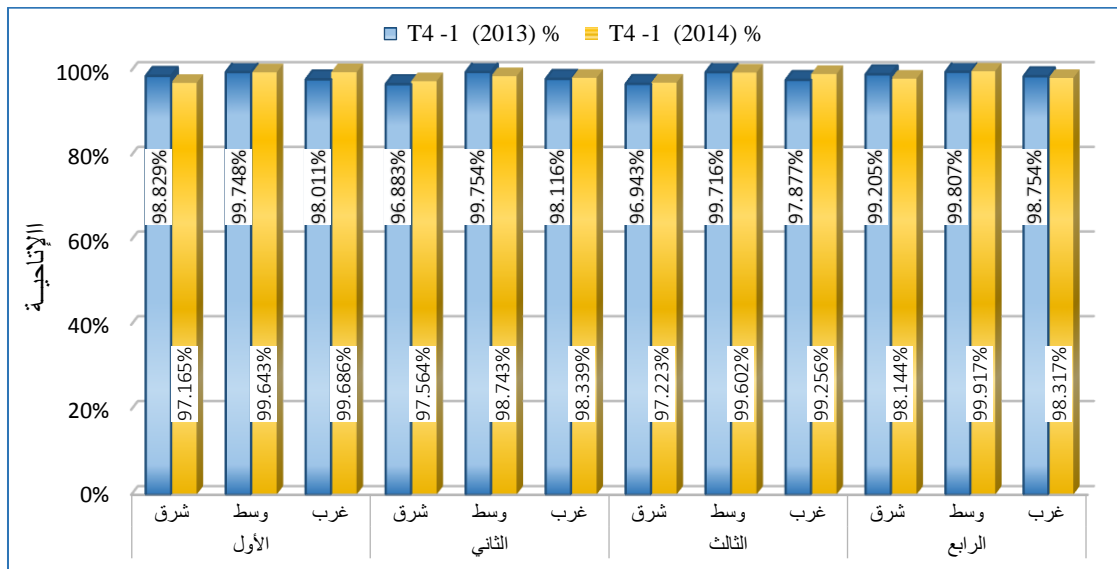
من خلال الشكل (35.4) نجد أن أفضل أداء للمؤشر  $T_3$  سُجل بدائرة توزيع غرب مصراتة بمتوسط زمن إصلاح بلغ (ساعة و10 دقائق)، بينما كان أقل أداء للمؤشر بدائرة توزيع وسط مصراتة بزمن قدره (ساعة و34 دقيقة). هذا التقييم يتعلق بالصيانة الإصلاحية أو الطارئة ويُعنى بزمن بقاء العطل وسرعة الاستجابة لإصلاح الأعطال.

من المهم الإشارة هنا إلى أن مؤشر قابلية الصيانة يتحسن بإنخفاض متوسط زمن الإصلاح [40]. ويتضح من خلال الشكل أن قيم المؤشر  $T_3$  متقاربة بين دوائر التوزيع الثلاثة على الرغم من وجود نفس الأسباب المنوه عنها في المؤشر  $T_2$ ، وهذا ما يدل على كفاءة فرق الصيانة فيما يتعلق بسرعة الاستجابة لإصلاح الأعطال. هذه الأعطال يتفاوت زمن بقاءها وفقاً لطبيعة كل عطل، ويمكن الرجوع إلى بيانات جدول (11.4 أ) والجداول التابعة له بالملحق (ج) لمعرفة متوسط زمن إصلاح الأعطال الخاص بكل خط هوائي. ولكن هذا لا يعنى فاعلية أداء الصيانة بدليل وجود تفاوت كبير بين قيم المؤشر  $T_2$  كما أسلفنا سابقاً. في حين ترتبط فاعلية الصيانة بتطبيق برامج الصيانة الوقائية.

#### د. مؤشري الإتاحة $T_{4-1}$ ، $T_{4-2}$

يُعنى المؤشر بتحديد النسبة المئوية من الوقت لجهوزية النظام التشغيلي للخطوط الهوائية جهد 11kv. وفق بيانات الجدولين (13.4)، (15.4) وكما هو مبين بالشكل (36.4) يتضح من خلال المقارنة بين قيم مؤشر الإتاحة  $T_{4-1}$  لكافة الخطوط الهوائية التي تم صيانتها حسب الأرباع السنوية لعامي 2013، 2014 وجود تباين بين نسب الإتاحة المعطاة للأرباع السنوية في كل دائرة توزيع. حيث نجد أن أفضل نسب سُجلت للإتاحة خلال عامين بين دوائر التوزيع كانت لدائرة توزيع وسط مصراتة، وتحديداً في الربع السنوي الرابع من 99.807% في عام 2013 إلى 99.917% في عام 2014. فيما لوحظ تراجع نسبتها خلال الأرباع السنوية الثلاثة الأولى في عام 2014 عن عام 2013. وعند مقارنة هذه القيم بتلك الواردة في شكل (3.3) اعتبرت من ضمن الأعمال المقبولة عدا

في الربع الثاني. أما بدائرة توزيع شرق مصراتة فكانت أعلى نسب الإتاحية في الربع السنوي الرابع على الرغم من تراجع نسبتها من 99.205% في عام 2013 إلى 98.144% في عام 2014. وعند مقارنة هذه القيم بتلك الواردة في شكل (3.3) اعتبرت من الأعمال غير المقبولة بسبب إنخفاضها. بينما سُجلت في بقية الأرباع السنوية أدنى نسب الإتاحية بين دوائر التوزيع. في حين سُجلت أعلى نسب الإتاحية بدائرة توزيع غرب مصراتة في الربع السنوي الأول من 98.011% خلال عام 2013 إلى 99.686% في عام 2014. وعند مقارنة نسب الإتاحية خلال الربعين الأول والثالث مع تلك الواردة في شكل (3.3) اعتبرت من ضمن الأعمال المقبولة نتيجة تحسنها. بينما يلاحظ في الربعين الثاني والرابع إنخفاض نسب الإتاحية المعطاة في عام 2014 عن عام 2013 لذلك اعتبرت النسب المئوية للإتاحية غير مقبولة.



شكل (36.4): قيم مؤشر الإتاحية T<sub>4-1</sub> للخطوط الهوائية التي تم صيانتها عامي 2013، 2014 حسب الأرباع السنوية لكل دائرة

تتطلب أنظمة الإتاحية العالية أن تكون النسبة المئوية للإتاحية بها عادة أكثر من 99% [41]. أن أنظمة التشغيل في الشبكات الكهربائية من الأنظمة التي تتطلب إتاحة عالية جداً لضمان تشغيل الشبكة الكهربائية بثوثوقية واستقراره. ولكي يتحقق ذلك يجب أن تكون كل من الوثوقية وقابلية الصيانة عاليتين لضمان إيصال الطاقة الكهربائية إلى مراكز الأحمال بأعلى كفاءة. من خلال



بيانات جدول (17.4) يُمكن مقارنة الفاقد الزمني لنسب الإتاحة المعطاة للمؤشر T4-1 بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها عامي 2013، 2014 مع زمن التوقف المقابل لنسب الإتاحة ضمن جدول (3.3). جدول (22.4) يبين زمن التوقف في الخطوط الهوائية بشبكة التوزيع الكهربائية مقابل نسب الإتاحة.

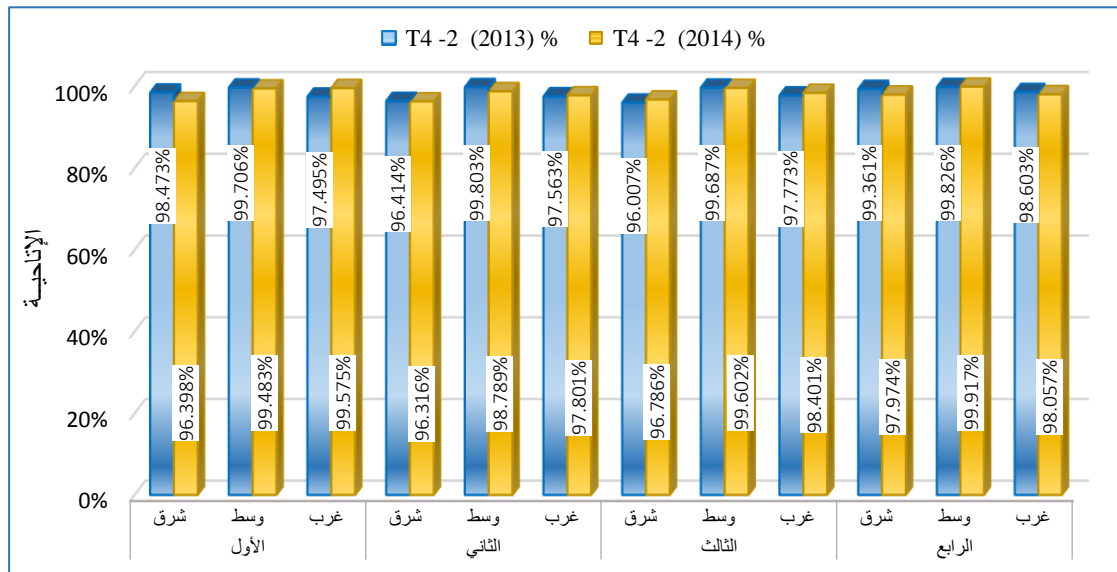
جدول (22.4): النسب المئوية للإتاحة وفق المؤشر T4-1 بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها عامي 2013، 2014

التوقف الزمني وفق بيانات جدول (3.3) (المعياري) ساعة/ سنوياً	الخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال عامي 2013، 2014			
	الفاقد الزمني وفق بيانات جدول (16.4) ساعة/ سنوياً	نسب الإتاحة %	الربع السنوي	دائرة التوزيع
263:02 - 175:12	303:08	97.14	الأول	شرق مصراتة
263:02	436:36	96.23	الثاني	
438	420:10	95.25	الثالث	
175:12 - 87:36	168:52	98.14	الرابع	
17:32	44:55	99.64	الأول	وسط مصراتة
87:36	104:22	98.74	الثاني	
17:32	34:28	99.60	الثالث	
17:32	16:03	99.80	الرابع	
175:12	247:14	97.77	الأول	غرب مصراتة
263:02	364:50	96.66	الثاني	
263:02 - 175:12	323:37	97.12	الثالث	
263:02 - 175:12	263:20	97.18	الرابع	

من خلال جدول (22.4) يلاحظ وجود تباين كبير وتدني في نسب الإتاحة تحديداً بدائرتي توزيع شرق وغرب مصراتة حيث نجد أنها لا تزيد عن 98.14% بدائرة توزيع شرق مصراتة. بينما لا تزيد نسبتها عن 97.77% بدائرة توزيع غرب مصراتة، وهي نسب متدنية جداً وتؤثر على جهورية النظام التشغيلي بالأخذ في الاعتبار كمية الوقت الضائع المقابل لنسب الإتاحة المماثلة في جدول (3.3). لذا ينبغي على الشركة الوصول إلى نسبة الإتاحة 99.80% لكل الخطوط الهوائية، وهي أعلى نسبة محققة للإتاحة بدائرة توزيع وسط مصراتة، ومن ثم الحفاظ عليها كمستوى مطلوب للإتاحة

لضمان حالة الاستقرار وزيادة وثوقية أداء الشبكة الكهربائية بما يتوافق مع متطلبات أنظمة الإتاحة العالية. يعني ذلك أنه كلما كانت الإتاحة أكثر تسعات تكون أفضل لأنها ترتبط بأقل زمن للتوقف.

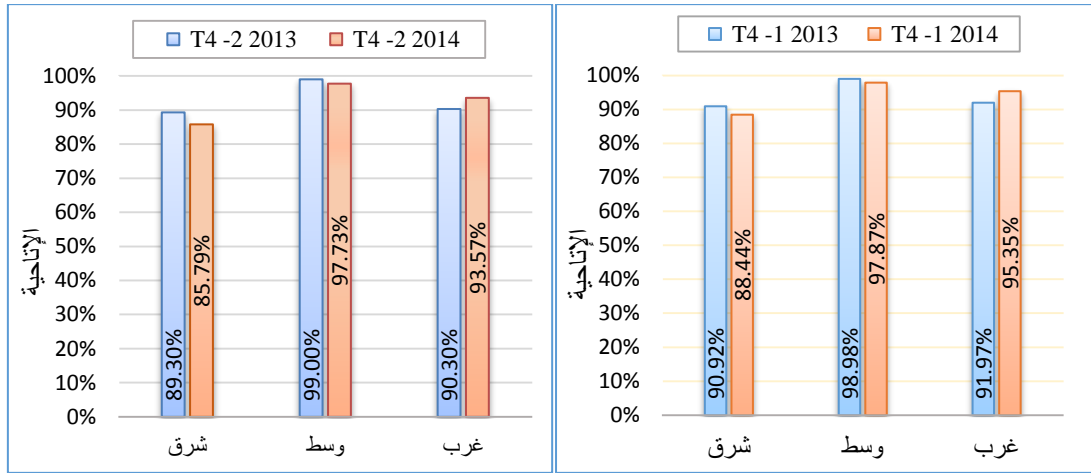
وفق بيانات الجدولين (13.4)، (15.4) وكما هو مبين في شكل (37.4) يتضح من خلال المقارنة بين قيم مؤشر الإتاحة T4-2 لكافة الخطوط الهوائية التي تم صيانتها حسب الأرباع السنوية لعامي 2013، 2014 وجود تباين بين نسب الإتاحة المعطاة للأرباع السنوية في كل دائرة توزيع. حيث نجد أن أفضل نسب سُجلت للإتاحة خلال عامين بين دوائر التوزيع كانت بدائرة توزيع وسط مصراتة، وتحديداً في الربع السنوي الرابع من 99.826% في عام 2013 إلى 99.917% في عام 2014. فيما لوحظ تراجع نسبتها في الأرباع السنوية الثلاثة الأولى خلال عام 2014 عن عام 2013. وعند مقارنة هذه القيم بتلك الواردة في شكل (3.3) اعتبرت نسبتها ضمن الأعمال المقبولة عدا في الربع الثاني. بينما سُجلت في دائرة توزيع شرق مصراتة أدنى نسب الإتاحة بين دوائر التوزيع، وكان أفضلها في الربع السنوي الرابع على الرغم من تراجعها بنسبة كبيرة من 99.361% في عام 2013 إلى 97.974% في عام 2014. لذلك اعتُبرت من ضمن الأعمال غير المقبولة.



شكل (37.4): قيم مؤشر الإتاحة T4-2 للخطوط الهوائية التي تم صيانتها عامي 2013، 2014 حسب الأرباع السنوية لكل دائرة

وفي دائرة توزيع غرب مصراتة سُجلت أعلى نسب الإتاحة في الربع السنوي الأول من 97.495% في عام 2013 إلى 99.575% في عام 2014، وعند مقارنة هذه القيم بتلك الواردة في شكل (3.3) اعتبرت نسبتها نتيجة تحسنها من ضمن الأعمال المقبولة. أما في بقية الأرباع السنوية وهي الثاني والثالث والرابع فقد كانت نسب الإتاحة للمؤشر T<sub>4-2</sub> غير مقبولة.

من واقع البيانات الإجمالية للجدولين (14.4)، (16.4) يُمكن بشكل عام بيان النسبة المئوية لمؤشر الإتاحة T<sub>4-1</sub> لكافة الخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال عامي 2013، 2014 كما هو موضح بالشكل (38.4). من خلال الشكل يلاحظ أن أعلى نسب للإتاحة بين دوائر التوزيع سُجلت بدائرة توزيع وسط مصراتة بنسبة 97.87% في عام 2014. كما يلاحظ أيضا إنخفاض نسب الإتاحة بدائرة توزيع شرق مصراتة خلال عام 2014 مقارنة بعام 2013، في حين سجل مؤشر الإتاحة إرتفاعاً بدائرة توزيع غرب مصراتة حيث ارتفعت نسبته من 91.97% عام 2013 إلى 95.35% عام 2014. وبالتالي فإن نتائج هذا المؤشر تُشير إلى تدني فاعلية الصيانة. ومن واقع بيانات الجدولين (14.4)، (16.4) وكما هو موضح في شكل (39.4) الذي يبين القيم المعطاة لمؤشر الإتاحة T<sub>4-2</sub> للخطوط الهوائية التي تم صيانتها عامي 2013، 2014. يتضح أن أعلى نسبة للإتاحة سُجلت بدائرة توزيع وسط مصراتة بنسبة 97.73% عام 2014. كما يلاحظ أيضا إنخفاض نسبة الإتاحة بدائرة توزيع شرق مصراتة في عام 2014 عن عام 2013. في حين سجل مؤشر الإتاحة إرتفاعاً بدائرة توزيع غرب مصراتة من 90.30% في عام 2013 إلى 93.57% في عام 2014. وعند مقارنة القيم المعطاة للمؤشرين T<sub>4-1</sub>، T<sub>4-2</sub> بتلك الواردة في شكل (3.3) اعتبرت من ضمن الأعمال غير المقبولة بسبب إنخفاضها.

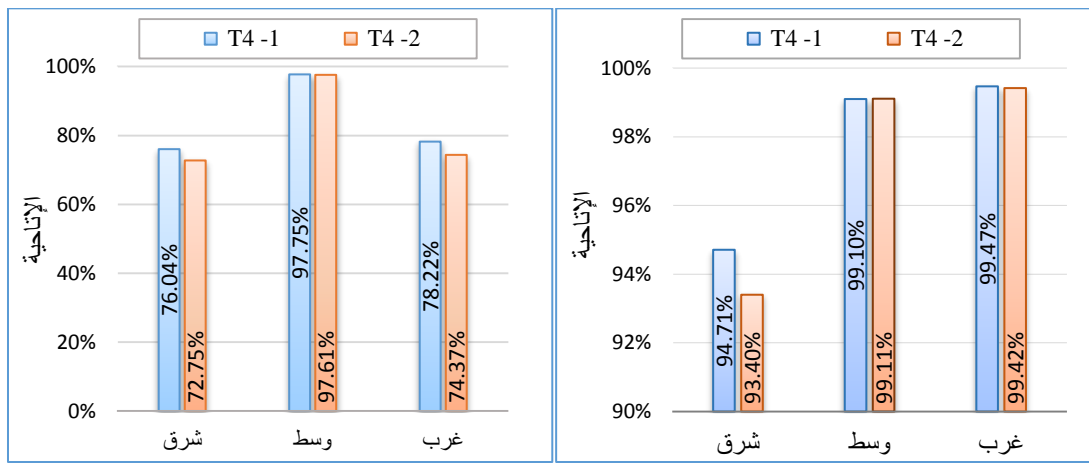


شكل (39.4): القيم الإجمالية لمؤشر الإتاحة T<sub>4-2</sub> بالخطوط الهوائية المصانة عامي 2013، 2014 حسب دوائر التوزيع

شكل (38.4): القيم الإجمالية لمؤشر الإتاحة T<sub>4-1</sub> بالخطوط الهوائية المصانة عامي 2013، 2014 حسب دوائر التوزيع

من المهم الإشارة هنا أنه حسب بيانات شكل (3.3) فإن مؤشر الإتاحة يتحسن بزيادة متوسط الزمن بين الأعطال MTBF، وأن مؤشر قابلية الصيانة يتحسن مع انخفاض متوسط زمن الإصلاح MTTR. وبالتالي فإن هذه القيم تؤكد النتائج المتحصل عليها من المؤشر T<sub>2</sub> كما هو موضح بالشكل (32.4)، حيث أظهرت بأن أفضل أداء لمؤشر متوسط الزمن بين الأعطال كان بدائرة توزيع وسط مصراتة، وهو يرتبط بأفضل نسبة مئوية من الوقت لجهوزية النظام التشغيلي كما هو موضح بالشكل (37.4). وتؤكد هذه القيم أيضاً النتائج المتحصل عليها من المؤشر T<sub>3</sub> الموضح بالشكل (35.4)، حيث أظهرت بأن أفضل أداء للمؤشر T<sub>3</sub> سجل بدائرة توزيع غرب مصراتة، وهو ما يتعلق بالتحسن في مؤشر قابلية الصيانة (إنخفاض المدة الزمنية لبقاء العطل وسرعة الإصلاح) وانعكاسه في المقابل على قيم مؤشر الإتاحة بدائرة توزيع غرب مصراتة الموضح بالشكل (38.4)، حيث سجل المؤشر T<sub>4-1</sub> ارتفاعاً من 91.97% في عام 2013 إلى 95.35% في عام 2014. وعند مقارنة نتائج مؤشري T<sub>4-1</sub>، T<sub>4-2</sub> كما هو مبين بالشكلين (38.4)، (39.4) مع تلك الواردة بالشكل (3.3) يمكن ملاحظة إنخفاضها، حيث اعتبرت نسبها من ضمن الأعمال غير المقبولة.

وفق بيانات جدول (20.4)، وكما هو موضح في شكل (40.4) الذي يبين مقارنة بين نسب الإتاحية للمؤشرين T<sub>4-1</sub>، T<sub>4-2</sub> المُسجلة للخطوط الهوائية التي تم صيانتها مرتين في عامي 2013، 2014. نجد أن أعلى نسب إتاحية للمؤشرين سُجل بدائرتي توزيع وسط وغرب مصراتة. بينما سُجلت بدائرة توزيع شرق مصراتة أقل نسب الإتاحية بين دوائر التوزيع مع وجود تباين بينهما. ومع مراعاة الاختلاف في حجم أطوال الخطوط الهوائية المصانة مرتين بين دوائر التوزيع عند تقييم مردود الأداء فإنه يتضح من خلال نتائج المؤشرين ضعف فاعلية الصيانة.



شكل (41.4): نتائج مؤشري الإتاحية T<sub>4-1</sub>، T<sub>4-2</sub> لجميع الخطوط الهوائية التي شملتها الدراسة حسب دوائر التوزيع

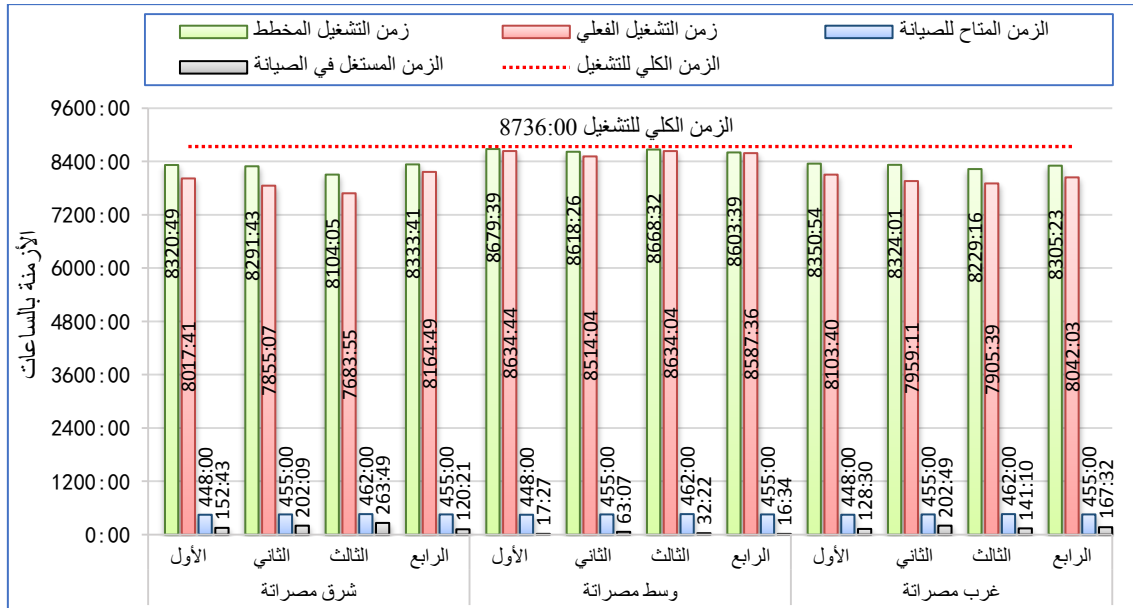
شكل (40.4): مقارنة بين نتائج مؤشري الإتاحية T<sub>4-1</sub>، T<sub>4-2</sub> بالخطوط المصانة مرتين حسب دوائر التوزيع

وفق بيانات جدول (21.4) وكما هو موضح في شكل (41.4) الذي يبين النسب المئوية المعطاة لمؤشري الإتاحية T<sub>4-1</sub>، T<sub>4-2</sub> لجميع الخطوط الهوائية التي شملتها الدراسة. يلاحظ من خلال الشكل تدني نسب الإتاحية للمؤشرين، وعند مقارنتها مع نسب الإتاحية المعطاة للخطوط الهوائية التي تم صيانتها في عامي 2013، 2014 وفق بيانات جدول (18.4) يتضح مدى الاختلاف بينهما. هذا الاختلاف تبين أنه يتعلق بنسب الإتاحية المعنية بالخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها، وباعتبارها محسوبة من ضمن الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة، وتشكل نسبتها 24% من الإجمالي لذا يظهر تأثيرها واضحاً في تدني النسب المئوية للإتاحية المعطاة للخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة.

مع العلم بأن نسب الإتاحة المعطاة للخطوط الهوائية التي تم صيانتها بدوائر توزيع شرق وسط وغرب مصراتة وفق بيانات جدول (18.4) سُجل للمؤشر  $T_{4-1}$  على التوالي القيم (83.55٪، 97.75٪، 86.25٪) كما سُجلت للمؤشر  $T_{4-2}$  على التوالي القيم (80.58٪، 97.61٪، 82.88٪). وهو ما يعني ضعف مردود الصيانة، وعدم التخطيط الجيد للمستهدف من الصيانة. وبالرجوع إلى بيانات جدول (11.4) والجداول التابعة له بالملحق (ج) يُمكن معرفة الخطوط الهوائية المعنية بتدني أداء الصيانة.

#### هـ. مؤشر الزمن الفعلي المستغرق في الصيانة مقارنة بإجمالي الوقت المخصص للصيانة ( $T_5$ )

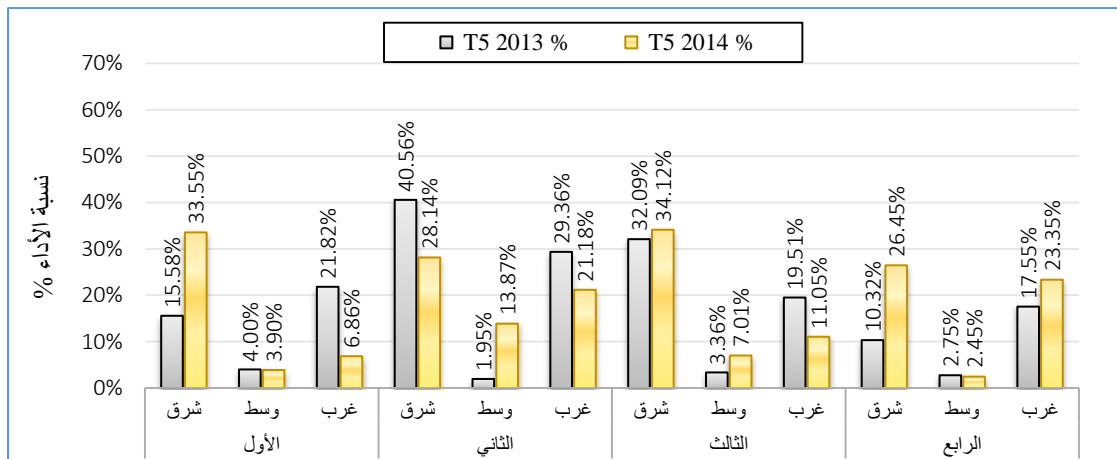
يُعبّر الوقت المخصص للصيانة عن الحد الذي يُمكن أن تُنفذ فيه عمليات الصيانة الوقائية والطارئة. يهدف المؤشر إلى تحديد نسبة الزمن المستغل في الصيانة من إجمالي الوقت المتاح للصيانة، ومن المهم جداً أن تكون جُل أعمال الصيانة المنفذة من ضمن المستهدفات المجدولة. وفق بيانات جدول (17.4)، وكما هو موضح بالشكل (42.4) الذي يبين توزيع الأزمنة المرتبطة بصيانة الخطوط الهوائية المجدولة ضمن خطط الصيانة لعامي 2013، 2014 حسب دوائر التوزيع. نجد أن أفضل أداء سُجل من خلال أعلى زمن للتشغيل الفعلي بالنسبة للزمن المخطط للتشغيل وأقل زمن مفقود بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها بدائرة توزيع وسط مصراتة ثم تليها دائرتي توزيع شرق وغرب مصراتة. كما يلاحظ من الشكل إنخفاض الأزمنة المستغلة فعلياً في الصيانة مقارنةً بالأزمنة المتاحة للصيانة في جميع دوائر التوزيع، وهو ما يدل على عدم الإلتزام بإجراء الصيانة الوقائية. إضافة إلى ذلك يلاحظ أن النسبة تتخفف أحياناً لتصل إلى 3.5٪ مما يؤشر إلى وجود مبالغة في تقديرات أزمنة الصيانة خاصة في دائرة توزيع وسط مصراتة، وعدم مراعاة أطوال الخطوط الهوائية وأولويات الاحتياج الفعلي من الصيانة.



شكل (42.4): توزيع الأزمنة المرتبطة بالصيانة للخطوط الهوائية المجدولة بخطط الصيانة لعامي 2013، 2014

وفق بيانات الجدولين (13.4)، (15.4)، وكما هو موضح بالشكل (43.4) الذي يبين مقارنة بين قيم المؤشر  $T_5$  لتحديد نسبة الزمن الفعلي المستغرق في الصيانة للخطوط الهوائية التي تم صيانتها عامي 2013، 2014 حسب الأرباع السنوية. يلاحظ من الشكل تدني نسب الأداء في جميع دوائر التوزيع مع وجود تباين بين قيم المؤشر  $T_5$ ، ولا شك أنها تتعلق بالأزمنة الفعلية المرتبطة بمدى احتياج الخطوط الهوائية من الصيانة، باعتبار أن أغلب الفصولات المسجلة للصيانة كما أسلفنا ركزت على إجراء الصيانة الطارئة أو الإصلاحية. بالرجوع إلى بيانات الشكلين (15.4)، (16.4) يُمكن معرفة الفترات الزمنية المرتبطة بتدني الأداء، ومن خلال بيانات جدول (4.4 أ) والجدول التابعة له بالملاحق (ب) يُمكن تحديد الخطوط المعنية بضعف مردود الصيانة، ومن ثم يمكن معرفة عدد مرات وأزمنة فصولات الصيانة الوقائية والطارئة والحجم المنفذ ومردود الأداء التشغيلي للخطوط. ولتقييم مردود الأداء وفق نسب الإتاحة المعطاة بدائرة توزيع وسط مصراتة باعتبارها أعلى النسب المسجلة بين دوائر التوزيع نجد أن نسب الإتاحة وفق نتائج المؤشر  $T_{4-2}$  للخطوط الهوائية التي تم صيانتها تراوحت ما بين (97.73%، 99%)، بينما سُجلت نسب الإتاحة لكافة الخطوط المشمولة بالدراسة وفق نتائج المؤشرين  $T_{4-1}$ ،  $T_{4-2}$  على التوالي (97.61%، 97.75%).

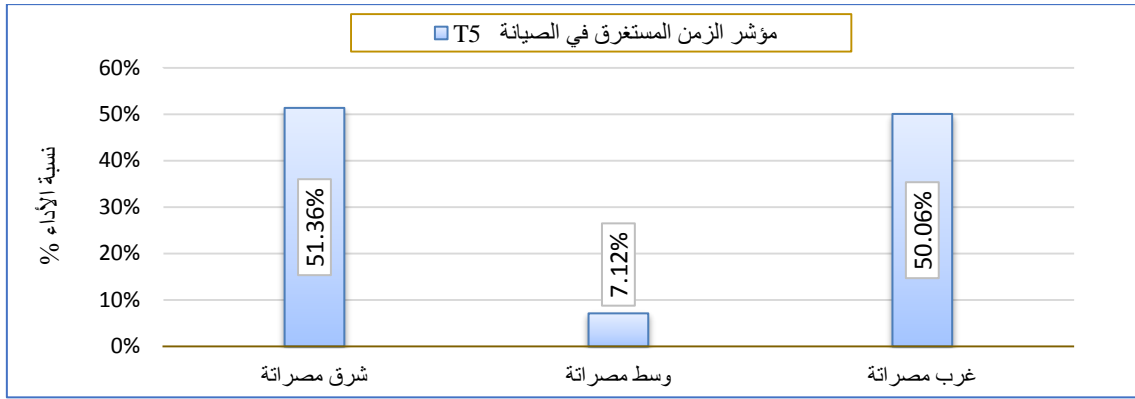
وعند مقارنة هذه النسب بتلك الواردة في شكل (3.3) اعتبرت نسبتها ضمن الأعمال غير المقبولة. وبالتالي فإن أفضلية الأداء المعطاة للمؤشر T5 بدائرتي توزيع شرق وغرب مصراتة مقارنة بدائرة توزيع وسط مصراتة غير واقعية، وتدل على عدم فاعلية الصيانة بدليل أن معظم الأوقات المستغلة بالصيانة ترتبط بأعمال الصيانة الطارئة. كما تدل على عدم التخطيط الجيد للاحتياج الفعلي للصيانة. أيضاً تُشير نسب الأداء بدائرة توزيع وسط مصراتة إلى وجود مبالغة في تقديرات أزمدة الصيانة.



شكل (43.4): مقارنة بين قيم المؤشر T5 لعامي 2013، 2014 حسب الأرباع السنوية لكل دوائر التوزيع

من خلال بيانات جدول (21.4)، وكما هو موضح في شكل (44.4) بلغ إجمالي الزمن المستغل في صيانة الخطوط الهوائية بدائرة توزيع شرق مصراتة (934 ساعة و 42 دقيقة) أي ما يعادل 51.36% من إجمالي الوقت المتاح، وبالتالي فإن الزمن غير المستغل يُمثل 48.64%. وفي دائرة توزيع وسط مصراتة بلغ إجمالي الزمن المستغل في صيانة الخطوط الهوائية (129 ساعة و 30 دقيقة) أي ما يعادل 7.12% من إجمالي الوقت المتاح، مع وجود زمن غير مستغل يُمثل 92.88%. في حين نجد أن إجمالي الزمن المستغل في صيانة الخطوط الهوائية بدائرة توزيع غرب مصراتة بلغ (911 ساعة و 07 دقيقة) أي ما يعادل 50.06% من إجمالي الوقت المتاح، مع وجود زمن غير مستغل يُمثل 49.94%. مما يؤشر إلى عدم تحديد الاحتياج الفعلي من الصيانة. إضافة إلى وجود مبالغة في تقديرات أزمدة الصيانة خاصة بدائرة توزيع وسط مصراتة مما ينعكس سلباً على أداء المؤشر.

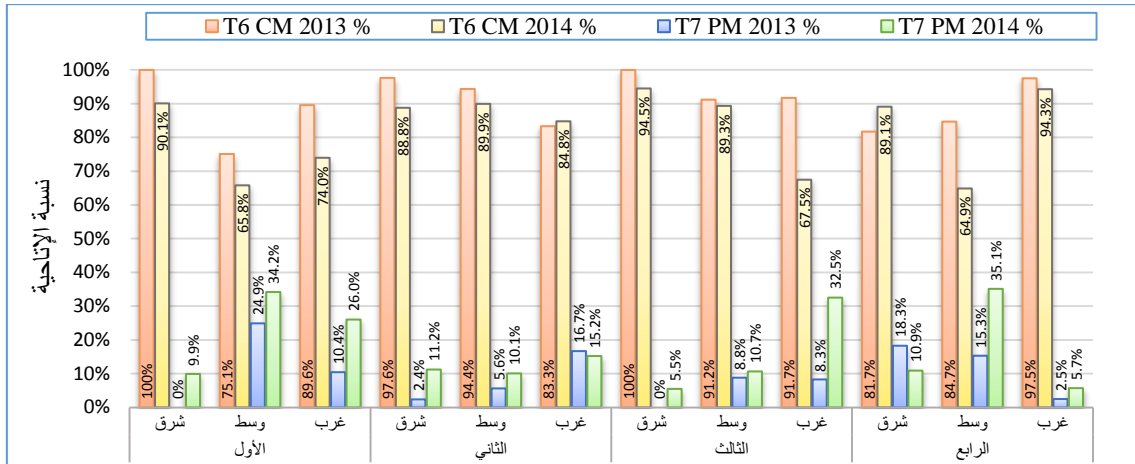




شكل (44.4): القيم الإجمالية للمؤشر T<sub>5</sub> لكافة الخطوط المشمولة بالدراسة حسب دوائر التوزيع

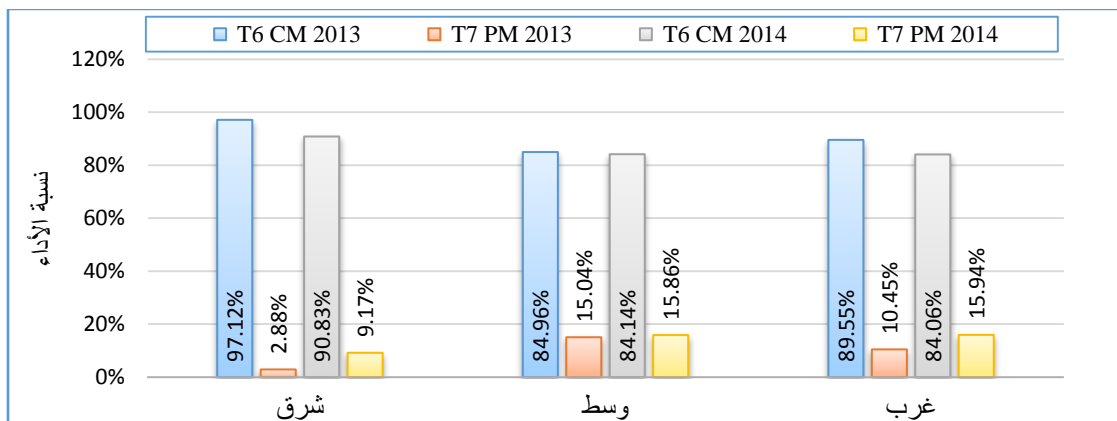
### و. مؤشري أزمنة الصيانة الإصلاحية (T<sub>6</sub>) والوقائية (T<sub>7</sub>)

وفق بيانات الجدولين (13.4)، (15.4)، وكما هو موضح بالشكل (45.4) الذي يوضح مقارنة بين قيم مؤشري الصيانة الوقائية والطارئة بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها عامي 2013، 2014 حسب الأرباع السنوية. يلاحظ من الشكل إنخفاض أزمنة الصيانة الوقائية مع إرتفاع أزمنة الصيانة الطارئة في كل دوائر التوزيع، حيث سُجلت أعلى أزمنة للصيانة الوقائية بدائرة توزيع وسط مصراتة تحديداً خلال الربعين الأول والرابع بنسب مئوية على التوالي 34.19%، 35.13% من إجمالي نسبة الزمن المستغرق بالصيانة في كل ربع سنوي. إنخفاض أزمنة الصيانة الوقائية يدل على أن معظم عمليات الصيانة المنفذة ركزت على الصيانة الإصلاحية نتيجةً لكثرة الأعطال، ويظهر تأثير ذلك في إرتفاع قيم المؤشر T<sub>6</sub> وإن تفاوت حجمها بين دوائر التوزيع، وهو ما يؤكد على احتياج الخطوط الهوائية لإجراء الصيانة المبرمجة. كما يدل على عدم الإلتزام بمخططات الصيانة، وهي إما بسبب عدم تحديد الاحتياجات الفعلية لحاجة الصيانة، بدليل أن نسبة أزمنة الأعطال في الخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها تشكل 23% من إجمالي أزمنة الأعطال، أو بسبب عدم توفر إمكانيات إجراء الصيانة حين الحاجة إليها كمنقص العاملين، أو بسبب عدم وجود آلية لتنسيق إجراءات العمل لسرعة الإجراء. بالرجوع إلى بيانات الشكلين (16.4)، (17.4) يُمكن معرفة عدد مرات وأزمنة فصولات أعمال الصيانة الوقائية والطارئة.



شكل (45.4): مقارنة بين قيم مؤشري الصيانة الطارئة T<sub>6</sub> والوقائية T<sub>7</sub> لعامي 2013، 2014 حسب الأرباع السنوية

من خلال البيانات الإجمالية للجدولين (14.4)، (16.4) يُمكن بيان القيم الإجمالية لمؤشري الصيانة الوقائية والطارئة لعامي 2013، 2014 حسب دوائر التوزيع، كما هو موضح بالشكل (46.4). يلاحظ من خلال الشكل إنخفاض أزمنا الصيانة الوقائية بدوائر التوزيع الثلاثة، حيث سُجل بدائرتي توزيع وسط وغرب مصراتة أعلى نسبة لأزمنا الصيانة الوقائية وهما على التوالي 15.04%، 10.45% للخطوط المصانة في عام 2013. في حين كانت نسبتهما 15.86%، 15.94% للخطوط المصانة في عام 2014. بينما سُجل أطول زمن لأعمال الصيانة الطارئة بدائرة توزيع شرق مصراتة ونسبتهما من إجمالي الزمن المستغرق في الصيانة بالدائرة على التوالي 90.83%، 97.12%. وهذا يؤشر إلى ضعف أداء الصيانة وإن تفاوت مردود الأداء بين الخطوط الهوائية. لذلك فإن أغلب أعمال الصيانة ركزت على الصيانة الطارئة نتيجةً لوجود الأعطال لأسباب تم التطرق لها في السابق.



شكل (46.4): القيم الإجمالية لمؤشري الصيانة الوقائية T<sub>7</sub> والطارئة T<sub>6</sub> حسب دوائر التوزيع

### ز. مؤشر مقدار الزمن المستفاد منه لعدد مرات الصيانة الكلية (T<sub>8</sub>)

يهدف المؤشر T<sub>8</sub> إلى تحديد مقدار الزمن المستفاد لعدد مرات الصيانة بنوعيهما الوقائية والطارئة، وكقيمة متوسطة فإنه يُعطي فترة الصيانة مقاسه بزمان التشغيل الفعلي، ويعتمد ذلك على فاعلية الصيانة التي تم إجراؤها شرط أن يكون لها مردود إيجابي على قيم المؤشر T<sub>2</sub> من خلال زيادة متوسط الزمن بين الأعطال MTBF. وكما أسلفنا سابقاً فإنه كلما زاد متوسط الزمن التشغيلي بين الأعطال دل ذلك على المردود الإيجابي لعمليات الصيانة، ويمكن من خلال المؤشر T<sub>9</sub> معرفة نوع الصيانة المعنية بتحسين أو تدني أداء المؤشر T<sub>2</sub> بأي خط هوائي. وبالتالي يتضح مدى الارتباط بين المؤشرين T<sub>2</sub> و T<sub>8</sub> فكلما كان الإلتزام في إجراء الصيانة وفق الجداول الزمنية للاحتياج الفعلي من الصيانة انعكس مردودها إيجاباً من خلال إنخفاض عدد الأعطال والعكس صحيح. من المهم الإشارة هنا أنه لكي تكون عملية التقييم صحيحة يجب أن تقود العلاقة المترابطة بين المؤشرين T<sub>2</sub> و T<sub>8</sub> إلى نتائج تقييم متوافقة وواقعية (إيجابية أو سلبية)، ويجب أن لا تكون نتائج مظلمة، بمعنى أن إرتفاع قيمة المؤشر T<sub>8</sub> قد يفهم منها أن فاعلية الأداء عالية ولكن لا ينعكس مردودها على قيم المؤشر T<sub>2</sub> أي بدون فاعلية. وتظهر بوضوح نتائج التقييم للمؤشر T<sub>8</sub> المتعلقة بأي خط هوائي من خلال جدول (11.4 أ) والجداول التابعة له بالملحق (ج) حيث يلاحظ الآتي:

بالنسبة لدائرة توزيع شرق مصراتة: نجد من خلال نتائج المؤشر T<sub>8</sub> المتعلقة بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها عام 2014 أن أفضل مردود لأداء الصيانة سُجل للخط الهوائي (صور سعود) الذي تم صيانته خلال الربع الرابع، وفي الخطوط الهوائية التي تم صيانتها عام 2013 نجد أن أفضل مردود لأداء الصيانة في الخط الهوائي (مصنع الورق) الذي تم صيانته خلال الربع الثالث، وتظهر فاعلية الأداء في جُل مؤشرات التقييم من خلال ملاحظة إنخفاض الفاقد الزمني، واتساع المدة الزمنية لتكرار حدوث العطل، وقلة عدد الأعطال. أيضاً نجد أن أدنى مردود لأداء الصيانة قد

سُجل بالخط الهوائي (ببم والصيد البحري) وهو من ضمن الخطوط الهوائية التي تم صيانتها عام 2014 خلال الربع الثالث، بينما سُجل أدنى أداء في الخطوط الهوائية التي تم صيانتها عام 2013 بالخط الهوائي (المواصلات) الذي تم صيانته خلال الربع الثاني، ويمكن ملاحظة انعكاس ضعف أداء الصيانة في جُل مؤشرات التقييم على الرغم من وجود فصولات مُسجلة لأعمال الصيانة. بالنسبة لدائرة توزيع وسط مصراتة: نلاحظ من خلال نتائج المؤشر T8 للخطوط الهوائية التي تم صيانتها عام 2014 أن أفضل مردود لأداء الصيانة قد سُجل للخط الهوائي (قدح) الذي تم صيانته خلال الربع الرابع، وفي الخطوط الهوائية التي تم صيانتها عام 2013 نجد أن أفضل مردود لأداء الصيانة بالخط الهوائي (يدر) الذي تم صيانته خلال الربع الرابع، وتظهر فاعلية الأداء في جُل مؤشرات التقييم من خلال ملاحظة قلة عدد الأعطال، إنخفاض الفاقد الزمني، واتساع المدة الزمنية لمعدل تكرار حدوث العطل، ونسبة الصيانة الوقائية. أيضا نجد أن أدنى مردود لأداء الصيانة في الخطوط الهوائية التي تم صيانتها عام 2014 كان بالخط الهوائي (أنباك الجزيرة) الذي تم صيانته خلال الربع الثاني، بينما سُجل أدنى أداء في الخطوط الهوائية التي تم صيانتها عام 2013 بالخط الهوائي (مصيف الصناعة) المصان خلال الربع الثاني، ويمكن ملاحظة انعكاس مردود الصيانة على جُل مؤشرات التقييم على الرغم من وجود فصولات للصيانة.

بالنسبة لدائرة توزيع غرب مصراتة: نلاحظ من خلال نتائج المؤشر T8 للخطوط الهوائية التي تم صيانتها عام 2014 أن أفضل مردود لأداء الصيانة قد سُجل بالخط الهوائي (التسويق الزراعي) الذي تم صيانته خلال الربع الرابع، وفي الخطوط الهوائية التي تم صيانتها عام 2013 نجد أن أفضل مردود لأداء الصيانة كان بالخط الهوائي (احميده) الذي تم صيانته خلال الربع الأول، وتظهر فاعلية الأداء في جُل مؤشرات التقييم من خلال ملاحظة قلة عدد الأعطال، إنخفاض الفاقد الزمني، واتساع المدة الزمنية لمعدل تكرار حدوث العطل. أيضاً نلاحظ أن أدنى مردود لأداء

الصيانة في الخطوط الهوائية التي تم صيانتها عام 2014 كان بالخط الهوائي (السكت) الذي تم صيانتها خلال الربع الثاني، بينما سُجل أدنى أداء في الخطوط الهوائية التي تم صيانتها عام 2013 بالخط الهوائي (الخروبة) الذي تم صيانتها خلال الربع الأول، ويُمكن ملاحظة انعكاس مردود الصيانة في جُل مؤشرات التقييم على الرغم من وجود فصولات للصيانة.

### ح. مؤشر مقدار الزمن المستفاد بين مناسبات الصيانة الوقائية (T<sub>9</sub>)

تكمن أوجه الاختلاف بين المؤشرين T<sub>8</sub> و T<sub>9</sub> فقط في أن المؤشر T<sub>9</sub> يهدف إلى تحديد متوسط الزمن التشغيلي بين مناسبات الصيانة الوقائية. ويفترض أن تكون للمؤشر قيمة عالية لأنها تعكس مردود فاعلية الصيانة الوقائية، وهي صيانة مخطط لها مسبقاً. من المهم الإشارة هنا إلى أن الاعتماد على القيمة الاقتصادية المثلّي لهذا المؤشر (تقليل تكلفة الصيانة)، قد أدى إلى زيادة الأعطال بسبب إهمال الصيانة الوقائية والاستعاضة عنها بالصيانة الإصلاحية وقت حدوث الأعطال حيث بلغت نسبتها 100% في بعض الخطوط الهوائية. وتظهر بوضوح نتائج التقييم للمؤشر T<sub>9</sub> المتعلقة بأي خط من خلال بيانات جدول (11.4 أ) والجداول التابعة له بالملحق (ج) حيث يلاحظ الآتي:

بالنسبة لدائرة توزيع شرق مصراتة: نجد من خلال نتائج المؤشر T<sub>9</sub> المتعلقة بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها عام 2014 أن أفضل مردود لأداء الصيانة سُجل لخط (القلتا) المصان خلال الربع الرابع، وفي الخطوط الهوائية التي تم صيانتها عام 2013 نجد أن أفضل مردود لأداء الصيانة في الخط الهوائي (صور سعود) المصان في الربع الرابع، وتظهر فاعلية الأداء في جُل مؤشرات التقييم. بالنسبة لدائرة توزيع وسط مصراتة: نلاحظ من خلال نتائج المؤشر T<sub>9</sub> للخطوط الهوائية التي تم صيانتها عام 2014 أن أفضل مردود لأداء الصيانة قد سُجل بالخط الهوائي (قدح) الذي تم صيانتها خلال الربع الرابع، وفي الخطوط الهوائية التي تم صيانتها عام 2013 نجد أن أفضل مردود لأداء

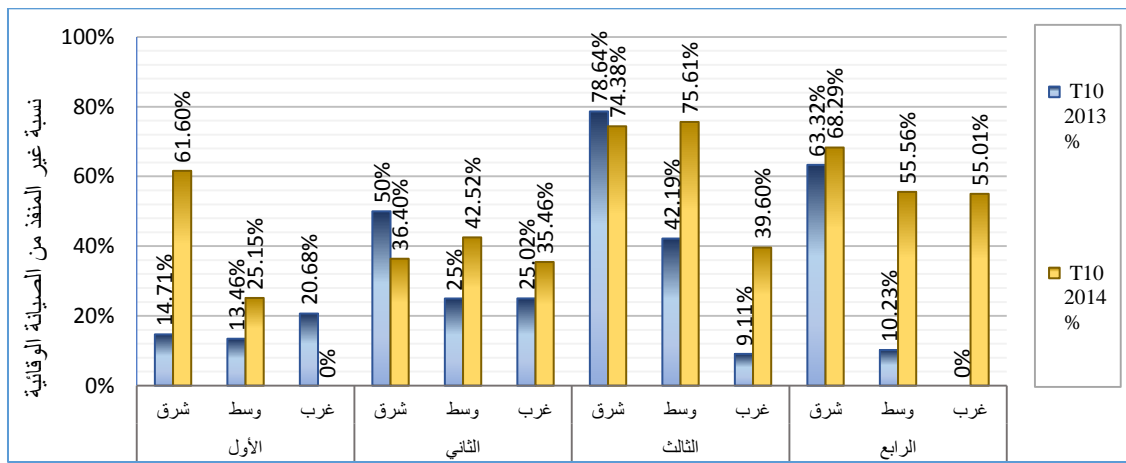
الصيانة في الخط الهوائي (يدر) الذي تم صيانته خلال الربع الرابع، وتظهر فاعلية الأداء في جُل مؤشرات التقييم ومنها إنخفاض عدد الأعطال والفاقد الزمني، ونسبة الصيانة.

بالنسبة لدائرة توزيع غرب مصراتة: نلاحظ من خلال نتائج المؤشر T9 للخطوط الهوائية التي تم صيانتها عام 2014 أن أفضل مردود لأداء الصيانة قد سُجل للخط الهوائي (طريق المطار) الذي تم صيانته خلال الربع الثالث، وفي الخطوط الهوائية التي تم صيانتها عام 2013 نجد أن أفضل مردود لأداء الصيانة بالخط الهوائي (البريد) الذي تم صيانته خلال الربع الأول، وتظهر فاعلية الأداء في معظم مؤشرات التقييم ومنها إنخفاض عدد الأعطال والفاقد الزمني.

#### ط. مؤشر قياس الصيانة الوقائية مقارنة بالمخطط وفق الجدولة الزمنية (T<sub>10</sub>)

يعمل المؤشر على قياس الصيانة الوقائية مقارنة بما تم إدراجه بالجدولة الزمنية، وبالتالي يُعطي تقييماً لمدى كفاءة ومهارة فرق الصيانة. من خلال الزيارات الميدانية لأقسام الصيانة تم ملاحظة العديد من معوقات الأداء، وهي كما أسلفنا سابقاً تتمثل في نقص عدد فنيي صيانة الخطوط الهوائية التابعين لفرق الصيانة، وعوامل أخرى تتعلق بظروف التنسيق للعمل والتي ينتج عنها أحياناً تأخير أو إلغاء لمهام الصيانة المجدولة نظراً لطبيعة إدارة عمليات الصيانة للشبكة الكهربائية والتي تتطلب مهامها التنسيق مع عدة جهات قبل إجرائها. وفق بيانات الجدولين (13.4)، (15.4)، وكما هو موضح بالشكل (47.4) يلاحظ من خلال المقارنة بين القيم المؤشر T<sub>10</sub> لعامي 2013، 2014 أن أفضل أداء (أقل نسبة غير المنفذ من الصيانة) سُجل بدائرة توزيع غرب مصراتة بكل الأرباع السنوية وتحديداً في الربع الأول بنسبة لا تتجاوز 21% عام 2013، ونسبة 0% عام 2014 من إجمالي المستهدف المبرمج خلال الربع الأول بالدائرة. بينما سُجل أدنى أداء بدائرة شرق مصراتة في كل الأرباع السنوية وتحديداً في الربع الثالث بنسبة عجز في الصيانة الوقائية تجاوزت 78%. خلال عام 2013، وبنسبة تجاوزت 74% خلال عام 2014. من المهم الإشارة هنا إلى أنه من خلال

المقارنة بين بيانات الشكلين (45.4)، (47.4) نلاحظ أن نتائج الأداء أحياناً بين المؤشرين  $T_{10}$ ،  $T_7$  غير متوافقة، فبينما سُجل للمؤشر  $T_{10}$  في الربع الأول مثلاً نسبة أداء 100% لحجم الصيانة المنفذ بدائرة توزيع غرب مصراتة نجد في المقابل وفق المؤشر  $T_7$  خلال نفس الفترة الزمنية (الربع الأول) أن نسبة أزمنة الصيانة الوقائية ضئيلة جداً، وعلى العكس تماماً نجد أن نسبة أزمنة الصيانة الطارئة عالية جداً خلال نفس الفترة الزمنية. مما يشير إلى تناقض بيانات تقارير حجم الصيانة مع بيانات الفصولات الفعلية للصيانة.



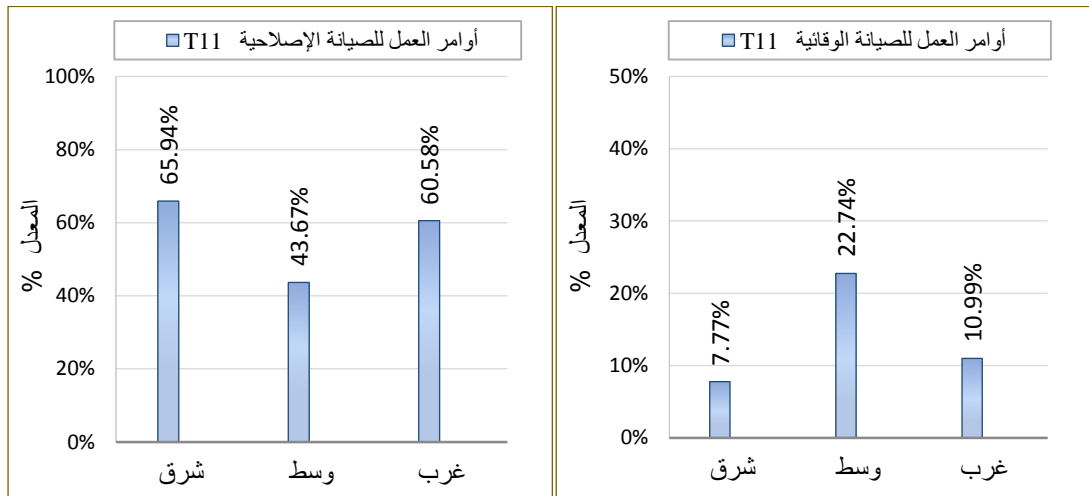
شكل (47.4): مقارنة بين قيم المؤشر  $T_{10}$  حسب الأرباع السنوية لعامي 2013، 2014 لتقييم الالتزام بالجدولة الزمنية

وفق البيانات الإجمالية للجدولين (14.4)، (16.4) يلاحظ مدى التفاوت بين القيم الإجمالية للمؤشر  $T_{10}$  لعامي 2013، 2014. حيث سُجل أفضل أداء للمؤشر  $T_{10}$  خلال العامين بدائرة توزيع غرب مصراتة، ولم يتجاوز العجز في أداء الصيانة الوقائية نسبة 15% في عام 2013 ونسبة 33% في عام 2014، وعلى العكس تماماً نجد أن أدنى أداء للمؤشر  $T_{10}$  بدائرة توزيع شرق مصراتة حيث بلغ العجز في أداء الصيانة الوقائية نسبة 54.76% في عام 2013 ونسبة 59% في عام 2014.

### ي. مؤشر نسبة كثافة الأعمال المخططة ( $T_{11}$ )

المؤشر يستخدم لتقييم فعالية برامج الصيانة، من حيث تحديد نسبة أوامر العمل المخططة للصيانة الوقائية مقارنة بإجمالي أوامر العمل الصادرة، فكلما كانت قيمة المؤشر عالية يدل ذلك على أن

معظم أوامر العمل الخاصة بالصيانة قد شُملت في برامج الصيانة الوقائية. وفق البيانات الإجمالية في جدول (18.4)، أمكن توضيح القيم الناتجة للمؤشر T11 والتي تبين نسبة أوامر العمل الخاصة بأعمال الصيانة الوقائية من إجمالي أوامر العمل الصادرة لأعمال الصيانة بكل دائرة، كما هو موضح في شكل (48.4). نجد أن أفضل أداء للمؤشر سُجل بدائرة توزيع وسط مصراتة بنسبة 22.74%، وفي المقابل نجد أن أدنى أداء للمؤشر سُجل لدائرة توزيع شرق مصراتة بنسبة 7.77%. هذه النسب منخفضة جداً إذا ما قورنت بالمعيار المُحدد في دراسة (بن دحمان) 95% [9]. في المقابل نلاحظ وفق بيانات جدول (21.4)، وكما هو موضح في شكل (49.4) إرتفاع نسبة أوامر العمل المتعلقة بإصلاح الأعطال، وهي نسبة مأخوذة من إجمالي أوامر العمل الصادرة بالكامل في كل دائرة توزيع على حدٍ، وهي تضم أعمال الصيانة بنوعيتها (الوقائية والطارئة)، والتركيبات الجديدة والمعالجات التي تُنجز على الشبكة الكهربائية. حيث نجد أن أعلى معدل بدائرة توزيع شرق مصراتة 66% من إجمالي أوامر العمل الصادرة بالكامل في الدائرة. من المهم الإشارة هنا إلى أن جميع أوامر العمل الصادرة تتعلق فعلاً بأعمال تم إنجازها بالشبكة الكهربائية باعتبارها تكون في أغلب الأحيان مقترنة بعمليات الفصل للشبكة الكهربائية.



شكل (49.4) نسبة أوامر العمل الخاصة بإصلاح الأعطال مقارنة بإجمالي أوامر العمل الصادرة بالكامل

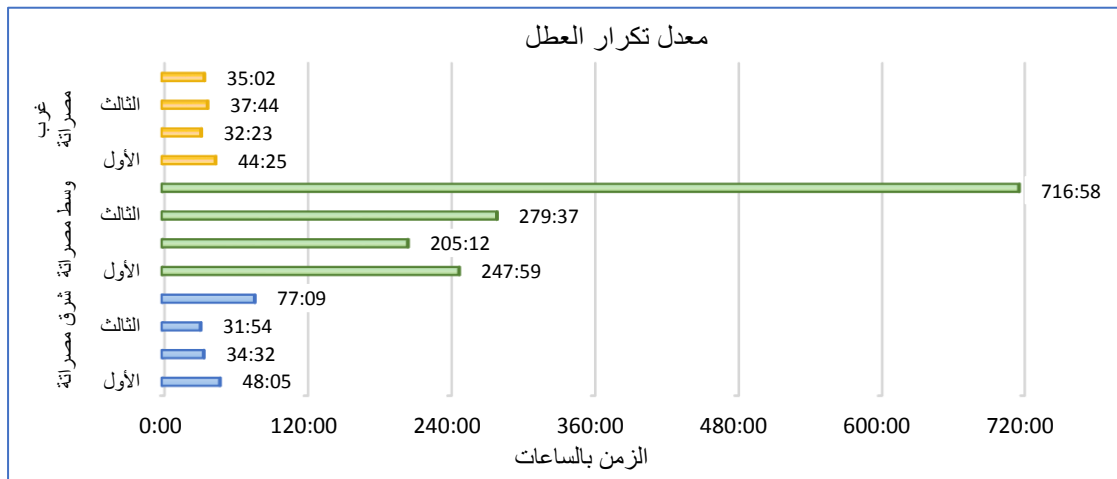
شكل (48.4) نسبة أوامر العمل الخاصة بالصيانة الوقائية مقارنة بإجمالي أوامر العمل المتعلقة بالصيانة



لذا فإن تدني قيم المؤشر  $T_{II}$  لا تعنى فقط أنه نتيجةً لتدني مردود أداء الصيانة بل أحياناً بسبب ضعف الإدارة، وقد سبق الإشارة إلى أنه من بين معوقات أداء الصيانة هو عدم وجود منظومة تعمل على تنسيق إجراءات العمل، إضافة إلى وجود أسباب أخرى قد ينتج عنها تأخير أو إلغاء لمواعيد الصيانة المحددة منها توفر الإمكانيات، ومراعاة الظروف التشغيلية في الشبكة الكهربائية.

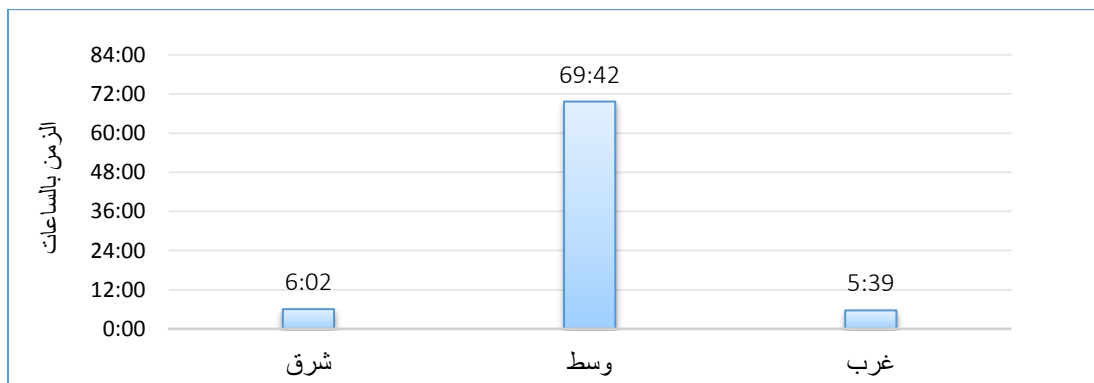
#### ك. معدل تكرار الأعطال بالخطوط الهوائية (معياري الشركة)

المؤشر تستخدمه الشركة العامة للكهرباء ضمن التقارير الخاصة بدائرة التشغيل كمعيار لمعرفة الخطوط الهوائية كثيرة الفصل (تحديد الخطوط الهوائية التي فصلت أكثر من ثلاث مرات شهرياً). لذلك رأى الباحث إمكانية تطبيق هذا المعيار من خلال الاستفادة من البيانات التي تم تجميعها لكافة الخطوط الهوائية التي شملتها الدراسة لتحديد المدة الزمنية لتكرار الأعطال بالخطوط الهوائية، ويعتمد ذلك على حالة وجاهزية الأداء التشغيلي بها. وفق بيانات جدول (17.4)، وكما هو موضح في الشكل (50.4) الذي يبين زمن تكرار الأعطال بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال عامي 2013، 2014 حسب الأرباع السنوية. يلاحظ من الشكل أن أفضل أداء سُجل للخطوط الهوائية التي تم صيانتها بدائرة توزيع وسط مصراتة في كل الأرباع السنوية من خلال تسجيل أطول مدد زمنية لاستقرار الحالة التشغيلية للخطوط تحديداً في الربع الرابع بزمناً قدره (716 ساعة و 58 دقيقة)



شكل (50.4): زمن تكرار الأعطال المُسجل عام 2014 لكافة الخطوط الهوائية التي تم صيانتها حسب دوائر التوزيع

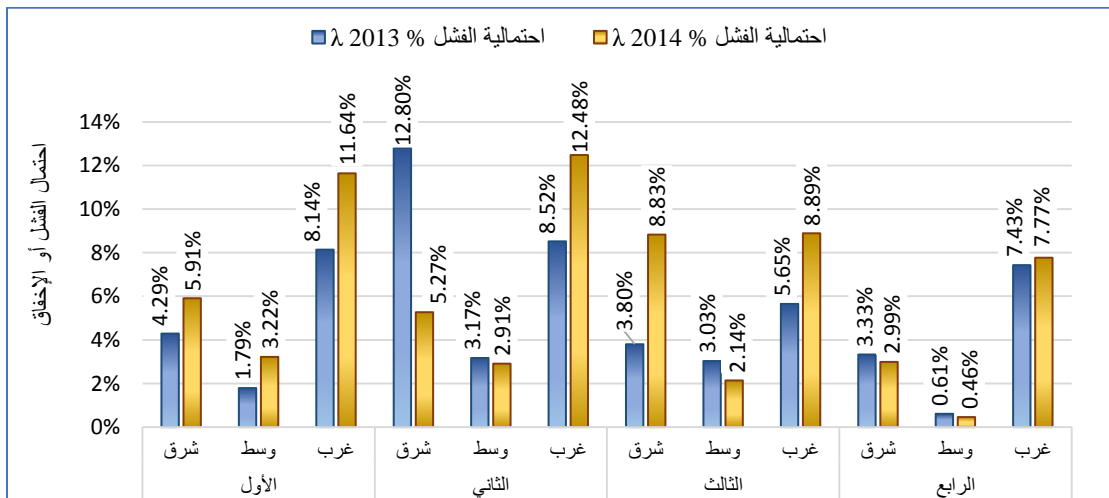
بمعنى أن العطل يتكرر تقريباً كل 29 يوم ونصف أي (مرة واحدة شهرياً) لمجموع الخطوط المصانة خلال نفس الربع السنوي. بينما سُجل أقل أداء للخطوط المصانة بدائرتي شرق وغرب مصراتة حيث كان أدناه تحديداً في الربع الثالث بدائرة توزيع شرق مصراتة بزمن قدره (31 ساعة و54 دقيقة) بمعنى أن العطل يتكرر تقريباً بتلك الخطوط كل (يوم و7 ساعات) أي 22 مرة شهرياً. بالرجوع إلى بيانات جدول (11.4 أ) والجداول التابعة له بالملحق (ج) يمكن معرفة زمن تكرار العطل لكل خط هوائي، وبالتالي أمكن تحديد الخطوط المعنية بالانقطاعات لأكثر من ثلاث مرات شهرياً. وفق البيانات الإجمالية في جدول (21.4) يُمكن توضيح معدل أزمدة تكرار الأعطال (ساعة/يوم) لكافة الخطوط الهوائية التي شملتها بالدراسة في كل دائرة توزيع. يلاحظ بوضوح من خلال شكل (51.4) التفاوت الكبير لمعدل تكرار الأعطال، وهو يُعبر عن المدة الزمنية لاستقرار الحالة التشغيلية للخطوط الهوائية حتى حدوث العطل. حيث سُجل أفضل أداء (أقل زمن لتكرار العطل) لدائرة توزيع وسط مصراتة، ويُمثل تقريباً كل 3 أيام. في حين سُجل أكبر معدل لتكرار الأعطال بالخطوط الهوائية التابعة لدائرة توزيع غرب مصراتة ولم تتجاوز مدة استقرار الحالة التشغيلية حتى حدوث العطل (5 ساعات و39 دقيقة). وهو لا يختلف كثيراً عن معدل تكرار الأعطال للخطوط الهوائية الواقعة بنطاق دائرة توزيع شرق مصراتة. مع العلم بأن دائرة توزيع وسط مصراتة بها أقل أطوال الخطوط الهوائية لشبكة التوزيع الكهربائية جهد 11kv.



شكل (51.4): مؤشر تكرار العطل لجميع الخطوط الهوائية التي شملتها الدراسة حسب دوائر التوزيع

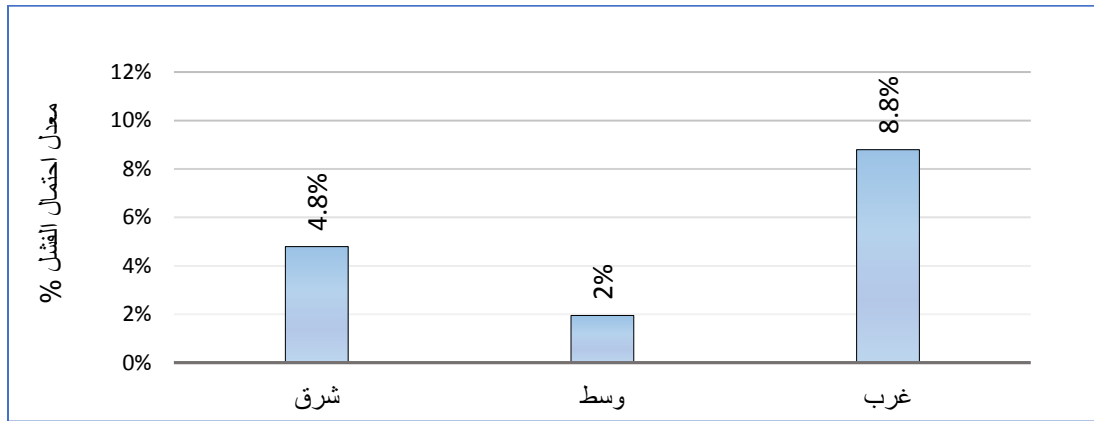
## ل. احتمالية الفشل (الإخفاق)

ويُعرف بأنه مقلوب متوسط الزمن بين الأعطال، ويرمز له بالرمز ( $\lambda$ )، وتُعد نسبة احتمالية حدوث الفشل من أهم المؤشرات لتحليل وثوقية المعدة، حيث تُحدد نسبة الإخفاق احتمال عطل المعدات التي مضى على تشغيلها مدة معينة في أي لحظة. وفق بيانات الجدولين (13.4)، (15.4) ومن خلال مقارنة القيم الإجمالية للمؤشر حسب الأرباع السنوية لعامي 2013، 2014. يلاحظ من خلال شكل (52.4) أن أعلى نسبة سُجلت للمؤشر بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها عام 2013 كانت في الربع الثاني بدائرة توزيع شرق مصراتة، وفي الخطوط الهوائية التي تم صيانتها عام 2014 سُجلت أعلى نسبة مئوية لمؤشر احتمالية الفشل خلال الربع الثاني بدائرة توزيع غرب مصراتة. بينما سُجلت أدنى نسبة مئوية لمؤشر احتمالية الإخفاق (وهي الأفضل) بدائرة توزيع وسط مصراتة في الربع السنوي الرابع خلال عامين 2013، 2014. من المهم الإشارة هنا إلى أن أي نسبة مئوية للمؤشر تشير إلى معدل احتمالية الإخفاق أو الفشل لمجموعة الخطوط الهوائية المصانة في الربع السنوي، ولمعرفة باقي الخطوط الهوائية المعنية بتسجيل أعلى نسبة لاحتمال الفشل أو الإخفاق يمكن الرجوع إلى بيانات جدول (11.4 أ) والجدول التابعة له بالملحق (ج).



شكل (52.4): مقارنة نسب احتمالية الإخفاق بين الخطوط المصانة عامي 2013، 2014 حسب الأرباع السنوية

ولتحديد معدل الإخفاق لجميع الخطوط الهوائية التي شملتها الدراسة، تم مقارنة القيم الإجمالية للمؤشر حسب دوائر التوزيع وفق بيانات الجدول (21.4)، يلاحظ من خلال شكل (53.4) أن أعلى نسبة مئوية لمؤشر احتمالية الفشل سُجلت للخطوط الهوائية الواقعة في نطاق دائرة توزيع غرب مصراتة بمعدل 8.8%. ومن خلال متابعة النسب المعطاة للمؤشر لجميع الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة وجد أنها تتعلق بالخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها بدائرة توزيع غرب مصراتة، ويمكن ملاحظة ذلك بوضوح من خلال بيانات جدول (19.4). هذا يؤكد بأن استبعاد الخطوط المعنية من الخطط المبرمجة للصيانة الوقائية لا مبرر له، وينبغي العمل على تحديد الاحتياج الفعلي من الصيانة. ومن خلال الشكل أيضا يلاحظ أن أدنى نسبة مئوية لمؤشر احتمالية الفشل سُجلت بالخطوط الهوائية الواقعة في النطاق الجغرافي لدائرة توزيع وسط مصراتة بنسبة 2%. وفي المُجمل يتضح من خلال النسب المئوية المعطاة لمؤشر إحصائية الإخفاق بكل خط هوائي الحاجة إلى التركيز على أداء الصيانة لزيادة معدل جاهزية الأداء التشغيلي للخطوط الهوائية.



شكل (53.4): قيم مؤشر احتمالية الإخفاق للخطوط التي شملتها الدراسة حسب دوائر التوزيع

## الفصل الخامس

### الاستنتاجات والتوصيات

#### 1.5 الاستنتاجات

من خلال الدراسة تبين أنه لا توجد هناك معايير واضحة المعالم بالشركة لقياس أداء الصيانة، وكل ما هنالك تقديرات آنية غير متناسقة. اعتمدت الدراسة على مجموعة مؤشرات منتقاة من دراسات سابقة لتقييم أداء الصيانة في شبكة التوزيع الهوائية جهد 11kv، وتم تقييم الأداء بناء على معايير تم تحديدها وفق طبيعة المهام المقاسة حتى تكون أساساً للمقارنة بالنسبة للأداء الفعلي. خلصت الدراسة إلى الاستنتاجات الآتية:

1. أظهرت بيانات فصولات الصيانة أن نسبة فصولات الصيانة الوقائية بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها في عام 2014 لا تتعدى 7.3% من إجمالي الفصولات. بينما وصلت نسبة فصولات الصيانة الطارئة إلى 92.7%. وأن نسبة فصولات الصيانة الوقائية بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها عام 2013 أيضاً لا تتعدى 3.65%. في المقابل وصلت نسبة فصولات الصيانة الطارئة إلى 96.35%. يدل ذلك على عدم الإلتزام بتنفيذ خطط الصيانة الوقائية. كما يشير إلى ضعف مردود الصيانة بدليل أن معظم فصولات الصيانة ركزت على أعمال الصيانة الطارئة أو الإصلاحية المرتبطة بحدوث الأعطال.
2. النسبة الإجمالية لحجم الصيانة المنفذة بالخطوط الهوائية لعامي 2013، 2014 لا تتعدى 62% من إجمالي المخطط حسب الجدولة الزمنية لجميع الدوائر. وأن أعلى نسبة أداء من إجمالي المخطط سُجل بدائرة توزيع غرب مصراتة بنسبة 44%. مما يؤشر إلى وجود مبالغة في تقديرات مخطط الصيانة خاصة بدائرة توزيع وسط مصراتة، أو بسبب سوء التنسيق مما أدى إلى تدني الأداء.

3. إن انقطاعات الأعطال بالخطوط الهوائية المصانة مرتين تشكل نسبة 24.7% من إجمالي انقطاعات الأعطال في الخطوط الهوائية التي تم صيانتها. كما أنها تشكل نسبة 19% من إجمالي انقطاعات الأعطال في جميع الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة. مع العلم بأن أطوال الخطوط المصانة مرتين تشكل نسبة 20% من إجمالي أطوال الخطوط التي تم صيانتها، وأن نسبة أطوالها أيضا لا تتعدى 14.2% من إجمالي أطوال الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة. مما يدل على ضعف مردود أداء الصيانة إذا أخذ بالاعتبار أن الخطوط المعنية قد تم صيانتها لعامين متتاليين.

4. أظهرت بيانات فصولات الصيانة للخطوط الهوائية المصانة مرتين أن أعلى نسبة لفصولات الصيانة الوقائية بين دوائر التوزيع لم تتجاوز 9.3% في دائرة توزيع وسط مصراتة وهي نسبة متدنية جداً، وعلى العكس تماماً بلغت أعلى نسبة لفصولات الصيانة الطارئة بالخطوط الهوائية المصانة مرتين 97.3% بدائرة توزيع شرق مصراتة. يشير هذا التذني إلى سببين: السبب الأول عدم التقيد فعلياً بتنفيذ الصيانة الوقائية بدليل أن معظم فصولات الصيانة ترتبط بأعمال الصيانة الطارئة أو الإصلاحية للأعطال. والسبب الثاني ضعف فاعلية مردود الصيانة المنفذة بدليل أن حجم الأعطال بالخطوط المصانة مرتين يشكل 19% من إجمالي الأعطال.

5. وجد أن حجم أداء الصيانة للخطوط الهوائية المصانة مرتين لا يتعدى 36% من إجمالي الطول المخطط منها للصيانة في عام 2014. هذا لا يعني فقط عدم الإلتزام بتنفيذ مخططات الصيانة بل يؤشر أحياناً إلى ضعف إدارة عمليات الصيانة لسببين: السبب الأول أن الخطوط المعنية تُدرج للمرة الثانية بخطط الصيانة ولم يتم الإلتزام بإجراء الصيانة. والسبب الثاني أن فصولات الصيانة الوقائية لم تتجاوز أعلاها نسبة 9.3%.

6. أظهرت بيانات حجم الانقطاع أن نسبة عدد الأعطال بالخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها وصلت إلى نسبة 22%، وبلغ زمن الأعطال نسبة 23%. هذه القيم تشكل تقريباً نسبة الربع من إجمالي الأعطال في جميع الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة. مما يؤشر إلى ضعف مردود الصيانة بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها عامي 2013، 2014 إذا أخذ في الاعتبار المقارنة بين نسب الأعطال. مع العلم بأن أطوال الخطوط التي لم يتم صيانتها تشكل نسبة 24% من إجمالي أطوال الخطوط الهوائية المشمولة بالدراسة. مما يدل على عدم تحديد الاحتياج الفعلي من الصيانة، وأن استبعاد الخطوط المعنية من مستهدف الصيانة في عامي 2013، 2014 لا مبرر له وإنه بسبب ضعف التخطيط لعمليات الصيانة.
7. من خلال مقارنة نسبة الانقطاعات بالخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها مع نسبة الانقطاعات بالخطوط الهوائية المصانة مرتين كما هو موضح في شكل (13.4) يتضح أن مردود أداء الصيانة تقريباً متساوي، على الرغم من الاختلاف في نسب أطوال الخطوط.
8. يشكل الفاقد الزمني بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال عامي 2013، 2014 نسبة 76.5% من إجمالي الفاقد الزمني لجميع الخطوط التي شملتها الدراسة. بينما تشكل نسبته في الخطوط الهوائية التي لم يتم صيانتها 23.5%. أعلى نسبة للفاقد الزمني كانت بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها بدائرة توزيع شرق مصراتة 48.7%. بينما كانت أدنى نسبة في دائرة توزيع وسط مصراتة 7.3%. يدل التباين في قيم المؤشر  $T_2$  بين دوائر التوزيع على تفاوت مردود الصيانة، ويظهر تأثيره سلباً في انخفاض ساعات التشغيل ويؤثر على حالة الاستقرار بالشبكة الكهربائية خاصة بدائرتي توزيع شرق وغرب مصراتة.
9. قلة عدد الفنيين في مكاتب صيانة الخطوط الهوائية مقارنة بحجم الأعمال المناطة بهم، وقد أثر ذلك على عدم الإلتزام بتنفيذ خطط الصيانة الوقائية مما أدى إلى زيادة حجم الأعطال.

- لهذا كان التركيز على الصيانة الإصلاحية أو الطارئة في معظم أعمال الصيانة. هذا السبب يعزز نتيجة المؤشر  $T_2$  باعتبار أن دائرة توزيع وسط مصراتة سُجل بها أقل معدل للأعطال.
10. عدم وجود منظومة للتنسيق بشأن إجراءات العمل بين أقسام الصيانة في دوائر التوزيع، ومع دائرتي التشغيل وتخطيط الصيانة بإدارة توزيع الوسطى أثر سلباً على سرعة الإجراء والتنسيق عند تنفيذ المهام، وهي تتلخص أساساً في صعوبة الإلتزام بمواعيد محددة لإجراء الصيانة خاصة إذا تزامن موعدها مع وجود عدد كبير من الأعطال تحتاج للصيانة.
11. بسبب عدم وجود آلية للتنسيق وربط البيانات فإن برامج المتابعة من قبل دائرة تخطيط الصيانة تكون غير منتظمة وإن اقتصر في معظمها على تقارير الصيانة الواردة.
12. وجد أن درجة وثوقية الخطوط الهوائية التي تم صيانتها عامي 2013، 2014 متباينة بين دوائر التوزيع الثلاثة، ويوضح المؤشر  $T_2$  أن درجة الوثوقية تزداد بانخفاض عدد مرات حدوث الأعطال، أي زيادة الفترة الزمنية للتشغيل بين كل عطل وآخر. تراوحت نسب الوثوقية بدائرة توزيع شرق مصراتة ما بين (86.02% - 94.82%)، وفي دائرة توزيع وسط مصراتة ما بين (98.79% - 99.81%)، وبدائرة توزيع غرب مصراتة ما بين (95.62% - 97.04%).
13. وجد أن أفضل أداء لمؤشر متوسط زمن الإصلاح بدائرة توزيع غرب مصراتة بزمن قدره (ساعة و 10 دقائق)، بينما كان أدنى أداء بدائرة توزيع وسط مصراتة بزمن قدره (ساعة و 34 دقيقة). وفي المُجمل تشير نتائج المؤشر  $T_3$  إلى كفاءة أفراد فرق الصيانة فيما يتعلق بسرعة الاستجابة في إصلاح الأعطال. على الرغم من تفاوت حجم الشبكة الهوائية بين دوائر التوزيع، والذي بسببه يظهر التباين الواضح في نتائج المؤشر  $T_2$  الذي يرتبط بعدد مرات حدوث الأعطال. هذه الأعطال يتفاوت زمن بقاءها وفقاً لطبيعة كل خط.



14. أظهرت نتائج مؤشر الإتاحة  $T_{4-1}$  للخطوط الهوائية التي تم صيانتها خلال عامي 2013،

2014 تباين في قيم المؤشر بين دوائر التوزيع، ولأن مؤشر الإتاحة  $T_{4-1}$  يعتمد أو يتأثر

بشكل مباشر بمؤشري الوثوقية وقابلية الصيانة لذلك يلاحظ أن أفضل إتاحة بالخطوط

الهوائية التي تم صيانتها بدائرة توزيع وسط مصراتة بنسبة 97.75% بينما كانت نسب

الإتاحة بدائرتي توزيع شرق وغرب مصراتة على التوالي 83.55%، 86.25% وهي نسب

متدنية جداً، حتى بالنسبة للمؤشر  $T_{4-2}$  نجد أن نسب الإتاحة متدنية أيضاً ولا تتعدى نسبتها

97.61% بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها بدائرة توزيع وسط مصراتة بينما كانت نسب

الإتاحة بدائرتي توزيع شرق وغرب مصراتة على التوالي 80.58%، 82.88%.

15. عبرت نتائج المؤشر  $T_5$  على وجود فجوة بين الزمن المتاح والزمن المستغل في صيانة

الخطوط الهوائية ونسبها متباينة بين دوائر التوزيع، حيث بلغت 48.64% بدائرة توزيع شرق

مصراتة، وفي دائرة توزيع وسط مصراتة بلغت فجوة الأداء 92.88%. بينما بلغت 49.94%

بدائرة توزيع غرب مصراتة. مما يدل على وجود مبالغة في تقديرات أزمنة الصيانة خاصة

بدائرة توزيع وسط مصراتة وعدم مراعاة التفاوت في أطوال الخطوط بين دوائر التوزيع. كما

يؤشر إلى عدم تحديد الاحتياج الفعلي من الصيانة.

16. عبرت نتائج المؤشرين  $T_6$ ،  $T_7$  على عدم التوزيع الفعال للزمن المستغرق بين أعمال

الصيانة الوقائية وأعمال الصيانة الطارئة، حيث كان معظم التركيز على إجراء الصيانة

الإصلاحية بنسب متباينة بين دوائر التوزيع. حيث لم تتجاوز نسبة الصيانة الوقائية بدائرة

توزيع شرق مصراتة 5.93%، بينما بلغت نسبة الصيانة الإصلاحية فيها 94.07%، وبدائرة

توزيع وسط مصراتة بلغت نسبة الصيانة الوقائية 15.20% وكانت نسبة الصيانة الإصلاحية

84.80%، وفي دائرة توزيع غرب مصراتة كانت نسبة الصيانة الوقائية 9.23% ووصلت نسبة

الصيانة الإصلاحية إلى 90.77%. يدل انخفاض أزمدة الصيانة الوقائية على عدم الإلتزام بتنفيذ مخططات الصيانة.

17. أظهرت نتائج المؤشر  $T_{10}$  بالخطوط الهوائية التي تم صيانتها عامي 2013، 2014 التفاوت في أداء حجم الصيانة بين دوائر التوزيع حيث سُجل أفضل أداء للمؤشر بدائرة توزيع غرب مصراتة، ولم يتجاوز العجز في أداء الصيانة الوقائية نسبة 15% في عام 2013 ونسبة 33% في عام 2014، وعلى العكس تماماً نجد أن أدنى أداء للمؤشر سُجل بدائرة توزيع شرق مصراتة حيث وصل العجز في أداء الصيانة الوقائية نسبة 54.76% في عام 2013 ونسبة 59% في عام 2014.

18. أظهر المؤشر  $T_{11}$  أن نسبة أوامر العمل الخاصة بالصيانة الوقائية لم تتعدى 9.02% من إجمالي أوامر العمل المتعلقة بأعمال الإصلاح والصيانة الوقائية. بينما وصلت نسبة أوامر العمل المتعلقة بعمليات إصلاح الأعطال إلى 90.98%. تدني قيم المؤشر  $T_{11}$  لا تعنى فقط أنه نتيجةً لتدني حجم الصيانة بل أحياناً بسبب عدم التنسيق الجيد لعمليات الصيانة.

19. أظهرت نتائج مؤشر تكرار الأعطال (معياري الشركة) الذي يُحدد الفترة الزمنية لاستقرار حالة التشغيل أن أفضل أداء للمؤشر سُجل بالخطوط الهوائية الواقعة بدائرة توزيع وسط مصراتة، ويمثل تقريباً 3 أيام. بينما لم يتجاوز زمن استقرار حالة التشغيل (5 ساعات و39 دقيقة) في الخطوط الهوائية التابعة لدائرة توزيع غرب مصراتة. وهو لا يختلف كثيراً عن زمن تكرار الأعطال بالخطوط الهوائية الواقعة بنطاق دائرة توزيع شرق مصراتة. من المهم الإشارة هنا أن نتائج المؤشر تكون أدق مع تطبيق هذا المعيار بكل خط على حدٍ.

## 2.5 التوصيات

بناءً على الاستنتاجات التي تم التوصل إليها في البحث، يمكن وضع التوصيات الآتية:

1. وضع مجموعة من مقاييس الأداء التي تدعم بوضوح رؤية وأهداف الشركة من شأنه أن يساعد إدارة الشركة على معرفة فجوات الأداء، ومن ثم العمل على معالجة نقاط الخلل.
2. تفعيل منظومة النظام الصناعي والمالي "IFS" Industrial and Financial System في إدارة أعمال الصيانة، وهي إحدى أنظمة تخطيط الموارد في المؤسسات، ويمكنها من إدارة أعمالها بشكل فعال عن طريق وسائل الاتصال الإلكترونية. بدأ استخدام نظام IFS فعلياً بالشركة العامة للكهرباء عام 2007 في الإدارات المالية والمخازن. يمكن أن يُتيح هذا النظام تبادل المعلومات والتنسيق بين أقسام الصيانة. على سبيل المثال بخصوص إصدار أمر العمل، وتاريخ تنفيذ الصيانة، ونوعية المعدات وطبيعة العمل، والمواد المستخدمة وأسماء القائمين بالعمل. كما يمكن أن يتيح أيضاً لدائرة تخطيط الصيانة سهولة متابعة تنفيذ أعمال الصيانة، وتبادل التقارير والملاحظات مع أقسام الصيانة المعنية.
3. الاعتماد في عملية تخطيط أعمال الصيانة على منهج يضمن تحديد الاحتياج الفعلي من الصيانة يركز على دراسة وتحليل الأعطال بناء على تقارير الانقطاعات، والقيام بجولات الكشف الدوري على الخطوط الهوائية لتحديد أولويات الصيانة.
4. ينبغي العمل على تكوين قاعدة بيانات تشمل كل الخطوط الهوائية، ويتم تحديثها مع أي مستجدات تطرأ على الخط تضم بالإضافة إلى بيانات عن الخط الهوائي بيانات عن الصيانة (تاريخ آخر صيانة وأسبابها، نوع الصيانة، حجم الصيانة، نتائج جولات الكشف). هذه البيانات من شأنها أن تساعد مهندسي تخطيط الصيانة في تقدير أزمان الصيانة قبل إعداد جدولة الصيانة.

5. وضع سياسة بناءه واضحة الأهداف لإدارة عمليات الصيانة تركز على الاهتمام بتطبيق الجدولة الزمنية لخطط الصيانة الدورية، لما لها من مردود على جوهزية الأداء التشغيلي.
6. كثافة عملية التكوين للمورد البشري العامل بالصيانة من شأنه أن يُتيح لمسؤولي الصيانة توزيع المهام وتقاسم فنيي الصيانة بين شبكتي التوزيع الكهربائية (11، 0.4)kv.
7. لتقليل الفاقد الزمني وتحقيق حالة الاستقرار في شبكة التوزيع الكهربائية يجب أن يكون الهدف هو إيجاد سبل لزيادة وثوقية المعدات وإطالة عمرها من خلال الصيانة الفعالة، ولتحقيق ذلك يجب الإبتعاد عن نمط رد فعل الصيانة التقليدي.
8. ينبغي على الشركة الوصول إلى نسبة الإتاحة 99.80% لكل الخطوط الهوائية، وهي أعلى نسبة محققة للإتاحة بالخطوط الهوائية المصانة تحديداً في الربع الرابع بدائرة توزيع وسط مصراتة، ومن ثم الحفاظ عليها كمستوى مطلوب للإتاحة لضمان حالة الاستقرار وزيادة وثوقية أداء الشبكة الكهربائية بما يتوافق مع متطلبات أنظمة الإتاحة العالية. بمعنى أنه كلما كانت الإتاحة أكثر تسعات تكون أفضل لأنها ترتبط بأقل زمن للتوقف.

### 3.5 الدراسات المستقبلية

بناء على هذه الدراسة يقترح الباحث مستقبلاً إجراء الدراسات التالية:

1. تقييم التكاليف المرتبطة بأداء الصيانة في الخطوط الهوائية جهد 11kv بإستخدام المؤشرات الاقتصادية لقياس أداء الصيانة نظراً لارتباط جانب التكلفة مع الأداء التشغيلي.
2. إمكانية تطبيق هذه الدراسة على شبكة التوزيع الجهد المنخفض 0.4kv.

## الملاحق

### ملحق (أ) الهياكل التنظيمية:

- الهيكل التنظيمي لإدارة توزيع الوسطى
- الهيكل التنظيمي لدائرة توزيع

### ملحق (ب) الجداول التابعة لجدول (4.4 أ) المتعلقة بتفاصيل البيانات التي تم تجميعها عن الخطوط

الهوائية جهد 11kv المُدرجة بالخطة السنوية للصيانة عام 2014، وتشمل الآتي:

- من جدول (4.4 ب) إلى جدول (4.4 د) تفاصيل البيانات التي تم تجميعها عن الخطوط الهوائية جهد 11kv المُدرجة بالخطة السنوية للصيانة عام 2014.
- من جدول (4.4 هـ) إلى جدول (4.4 ح) تفاصيل البيانات التي تم تجميعها عن الخطوط الهوائية جهد 11kv المُدرجة بالخطة السنوية للصيانة عام 2013.
- الجدولين (4.4 ط)، (4.4 ي) تفاصيل البيانات التي تم تجميعها عن الخطوط الهوائية جهد 11kv التي لم تُدرج بخطط الصيانة عامي 2013، 2014.

### ملحق (ج) الجداول التابعة لجدول (11.4 أ) المتعلقة بتفاصيل إحتساب بيانات التطبيق وتحليل

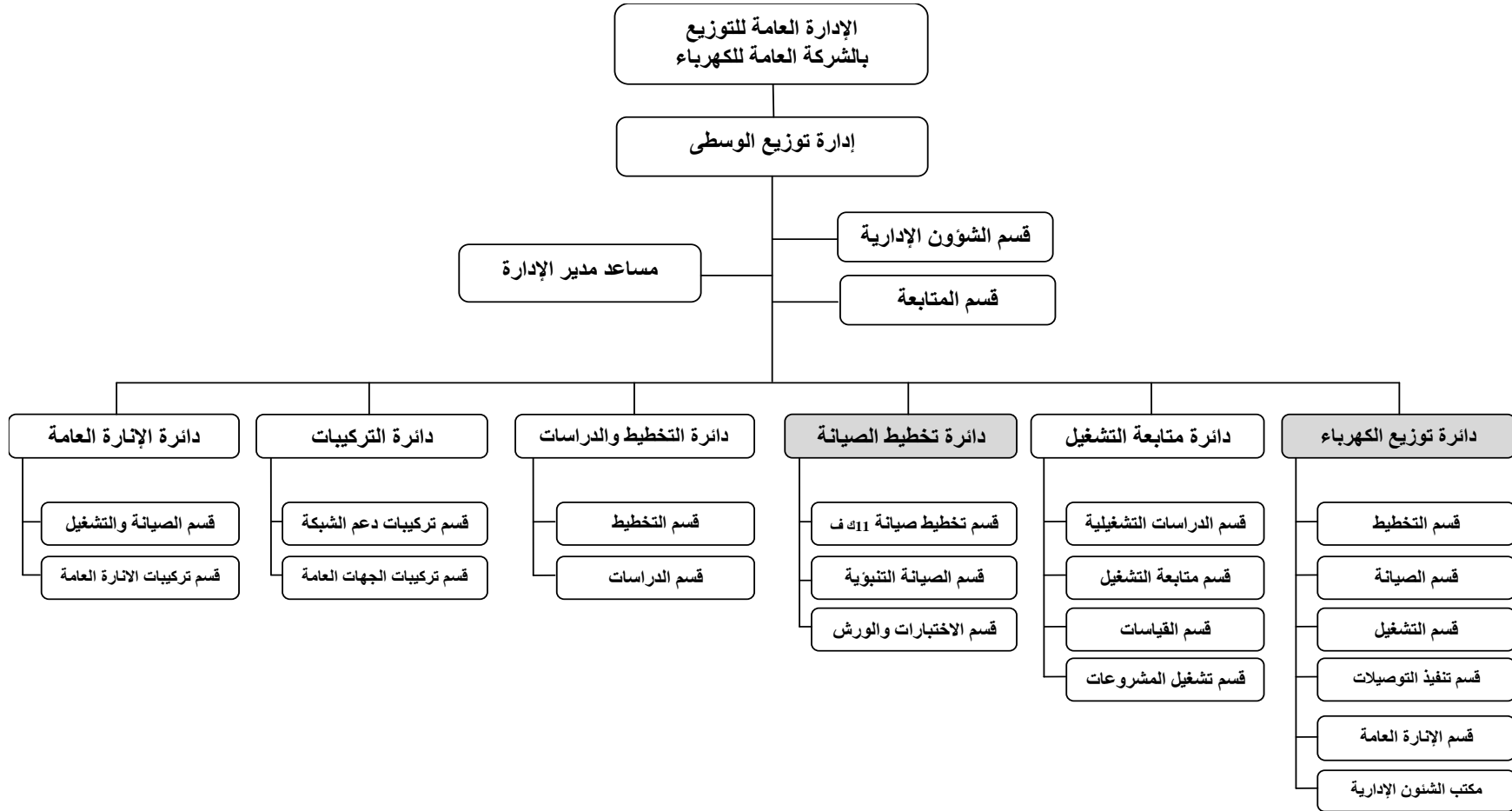
مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية جهد 11kv، التي تم صيانتها خلال عام 2014، وتشمل الآتي:

- الجدولين (11.4 ب)، (11.4 ج) تفاصيل إحتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية جهد 11kv، التي تم صيانتها خلال عام 2014.
- من جدول (11.4 د)، (11.4 و) تفاصيل إحتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية جهد 11kv، التي تم صيانتها خلال عام 2013.
- جدول (11.4 ز) تفاصيل إحتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية جهد 11kv، التي لم يتم صيانتها خلال عامي 2013، 2014.

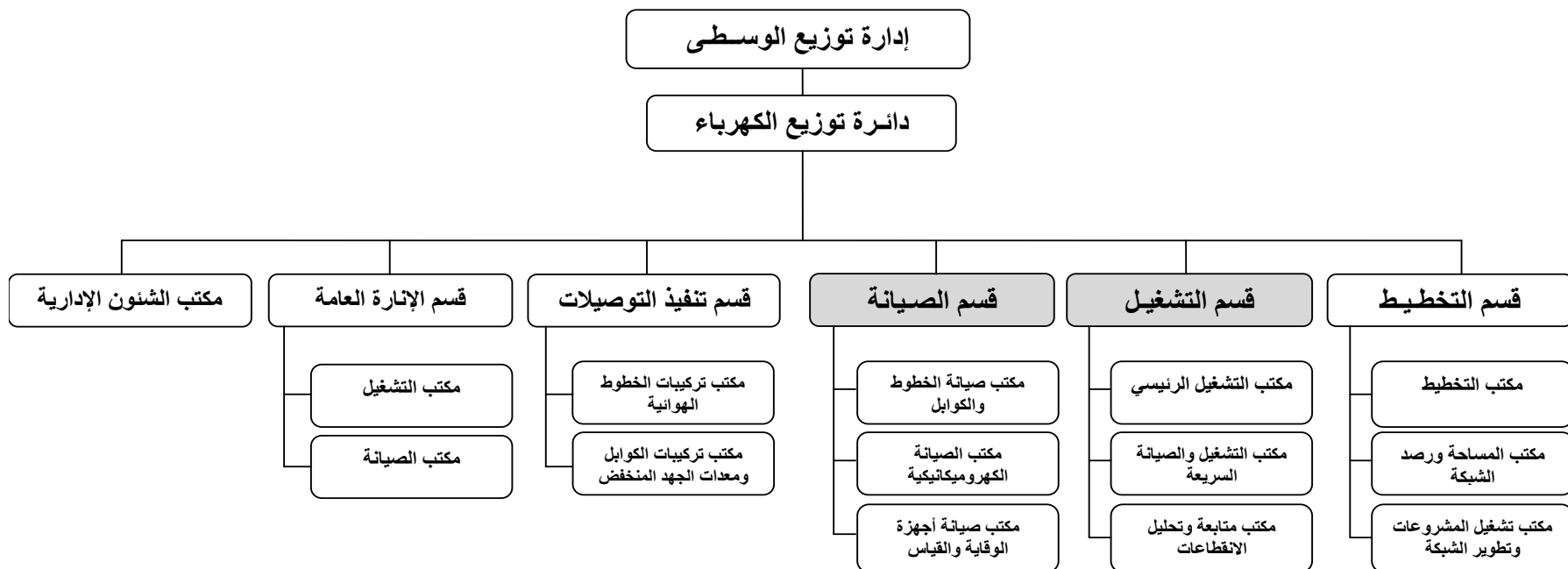
### ملحق (د) رسالة السيد مدير تخطيط الصيانة بشأن تحديد مستهدفات الصيانة للخطوط الهوائية

بنسبة 50%.

ملحق (أ)



شكل (1): الهيكل التنظيمي لإدارة توزيع الوسطى



الشكل (2): الهيكل التنظيمي لدائرة التوزيع

## ملحق (ب)

جدول (4.4 ب): تفاصيل البيانات التي تم تجميعها عن الخطوط الهوائية جهد 11kv المُدرجة بالخطة السنوية للصيانة 2014

ت	دائرة التوزيع	أطول الخطوط الهوائية km	الخطة السنوية للصيانة الوقائية 2014						أوامر العمل			توزيع الفصولات والانقطاعات المسجلة لشبكة الخطوط الهوائية جهد 11kv خلال سنة 2014																																																				
			بيانات الخط الهوائي		المخطط للصيانة		الصيانة المنفذة		الصادرة بالكامل	إصلاح الأعطال	الصيانة الوقائية	الربع سنوي	الإنقطاعات الناتجة عن الأعطال		توزيع الفصولات المخطط لها		فقد في التغذية																																															
			اسم الخط الهوائي	طول الخط km	من الخط km	لكل ربع سنوي km	من الخط km	لكل ربع سنوي km					العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)		العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)																																											
16	شرق مصراتة	254.7	الربيع الثاني	الصناعات الجلدية	10.7	10.7	5.7	1641	629	67	الربيع الثاني	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)																																									
17												الربيع الثالث	المعصرة RE106	7	7.5	0	60.5	15.5	67	629	67	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)																															
18																						الربيع الثالث	المزارع	13	18	0	60.5	15.5	67	629	67	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)																					
19																																الربيع الثالث	بهم والصيد البحري	25	35	0	60.5	15.5	67	629	67	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)											
20																																										الربيع الثالث	الكلية	0.5	0.65	0	60.5	15.5	67	629	67	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	
21																																																				الربيع الثالث	شعبية الكركاريم	15	19.85	0	60.5	15.5	67	629	67	العدد	الزمن (س)	العدد
22			الربيع الثالث	طمينة	13	14	0	43.2	13.7	67	629																																																			67	العدد	الزمن (س)
23												الربيع الثالث	خزان رأس السائح	1.5	1.5	1.5	43.2	13.7	67	629	67																																										العدد	الزمن (س)
24																						الربيع الثالث	المعدر	4.5	4.5	0	43.2	13.7	67	629	67																																العدد	الزمن (س)
25																																الربيع الثالث	القلتنا	2	2.4	2	43.2	13.7	67	629	67																						العدد	الزمن (س)
26																																										الربيع الثالث	الاسواك	4	5	0	43.2	13.7	67	629	67												العدد	الزمن (س)
27																																																				الربيع الثالث	الرعيضات SE22	3	4.25	3	43.2	13.7	67	629	67		العدد	الزمن (س)
28			الربيع الثالث	المعاقين	8	9.3	0	43.2	13.7	67	629																																																			67	العدد	الزمن (س)
29												الربيع الثالث	صور سعود	1.7	1.7	1.7	43.2	13.7	67	629	67																																										العدد	الزمن (س)
30																						الربيع الثالث	صور سعود	1.7	1.7	1.7	43.2	13.7	67	629	67																																العدد	الزمن (س)

[المصدر: من إعداد الباحث من واقع البيانات التي تم تجميعها]



جدول (4.4 ج): تفاصيل البيانات التي تم تجميعها عن الخطوط الهوائية جهد 11kv المدرجة بالخطة السنوية للصيانة 2014

توزيع الفصولات والانقطاعات المسجلة لشبكة الخطوط الهوائية جهد 11kv خلال سنة 2014												أوامر العمل			الخطة السنوية للصيانة الوقائية 2014						أطول الخطوط الهوائية km	دائرة التوزيع	ت	
توزيع الفصولات المخطط لها						الإنقطاعات الناتجة عن الأعطال						الرقب سنوي	الصيانة الوقائية	إصلاح الأعطال	الصادرة بالكامل	الصيانة المنفذة		المخطط للصيانة		بيانات الخط الهوائي				الجدولة الزمنية
فقد في التغذية		طرح الأحمال		التركيبات والمعالجات		الصيانة الوقائية		تدخلات الصيانة الطارئة		الإنقطاعية						لكل ربع سنوي	لكل من الخط	لكل ربع سنوي	لكل من الخط	طول الخط	أسم الخط الهوائي	الرقب سنوي	لكل من الخط	
العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	عدد	عدد	عدد	km	km	km	km	km	km	km			
4	13:55	7	10:59	1	4:14			3	1:04	1	5:16				3.2		3.2	3.2	أخضورة	الربع الرابع	شرق ممراة	31		
4	19:43	0	0:00	2	3:57			1	1:51						2.3		2.3	2.3	بدر	الربع الرابع	شرق ممراة	32		
6	0:23	12	5:39	1	0:45			2	3:44	2	0:40				1.33	5.05	2	3.5	مصيف الصناعة	الربع الأول	وسط ممراة	33		
4	15:40	12	5:39	0	0:00			2	1:55	1	8:07				1.05	5.05	1.05	1.05	حبريشة	الربع الأول		34		
4	15:40	12	5:39	1	0:58			3	4:28	2	4:28				1.4	5.05	2	3	الإذاعة SM50	الربع الأول		35		
4	15:40	12	5:39	1	0:07			1	4:28	1	2:35				0.55	6.35	1.5	2.5	التسويق المحلي	الربع الثاني		36		
4	15:40	12	5:39	6	7:52			2	0:00	0	1:25				0	6.35	1.75	1.75	الجزيرة	الربع الثاني		37		
0	0:00	12	5:39	5	33:01			3	19:20	4	7:25				0.8	6.35	0.8	1.9	أنياك الجزيرة	الربع الثاني		38		
4	20:41	1	1:15	0	0:00			2	2:30	1	3:48				2.3	6.35	2.3	2.3	المجمع الطبي	الربع الثاني		39		
0	0:00	0	0:00	2	4:00			4	1:35	2	4:05				0.6	6.15	0.6	0.6	طقيرة	الربع الثالث		40		
3	15:38	1	1:08	0	0:00			2	2:05	2	3:25				0	6.15	2.4	2.4	جمعية الوادي	الربع الثالث		41		
4	15:40	12	5:39	0	0:00			1	0:00	0	7:29				0	6.15	1.25	1.25	الفنون والصنائع	الربع الثالث		42		
4	20:41	1	1:15	0	0:00			4	0:55	1	1:00				0.9	6.15	1.9	1.9	السلخانة	الربع الثالث		43		
								5	3:02	4	1:57													
								2	1:19	2	2:36													
								5	2:58	5														

[المصدر: من إعداد الباحث من واقع البيانات التي تم تجميعها]

جدول (4.4د): تفاصيل البيانات التي تم تجميعها عن الخطوط الهوائية جهد 11kv المدرجة بالخطة السنوية للصيانة 2014

ت	دائرة التوزيع	أطول الخطوط الهوائية km	الخطة السنوية للصيانة الوقائية 2014							أوامر العمل			توزيع الفصولات والانقطاعات المسجلة لشبكة الخطوط الهوائية جهد 11kv خلال سنة 2014																																																																																								
			بيانات الخط الهوائي			المخطط للصيانة	الصيانة المنفذة	الصادرة بالكامل	إصلاح الأعطال	الصيانة الوقائية	الربع سنوي	الانقطاعات الناتجة عن الأعطال			توزيع الفصولات المخطط لها																																																																																						
			اسم الخط الهوائي	طول الخط km	من الخط km	لكل ربع سنوي km	لكل ربع سنوي km	عدد	عدد	عدد		الرقم	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد																																																																																			
44	وسط مصراتة		الربع الرابع	قدح	0.85	0.85	490	201	60	0	0	0	1	1	1	1																																																																																					
يدر				1.35	1.35	0				0	0	2	2	2	2	2																																																																																					
أنيك يدر				2.75	2.75	0				0	0	3	3	3	3	3																																																																																					
45	غرب مصراتة	230,3	الربع الثاني	السكت	29	29	1588	357	47	49,8	49,8	49,8	49,8	53	29	29																																																																																					
46																	الربع الأول	الفلوجة	8.55	8.55	2.82	30.4	59,6	36	10	13,7	13,7	6	6,55	5,9	5,9	13,8	13,8																																																																				
47																																		الربع الثالث	مزرعة السويحلي	2.82	2.82	3.75	10	48,9	22	0	6	6	0	6	0	0	0	0																																																			
48																																																			الربع الثالث	مركز التدريب	1.85	1.85	3.75	10	48,9	22	0	6	6	0	6	0	0	0	0																																		
49																																																																				الربع الثالث	طريق المطار	1.85	1.85	3.75	10	48,9	22	0	6	6	0	6	0	0	0	0																	
50																																																																																					الربع الثالث	مشتل الزهور	1.85	1.85	3.75	10	48,9	22	0	6	6	0	6	0	0	0	0
51																																																																																																					
52																	الربع الثالث	أنيك الخروبة	1.85	1.85	3.75	10	48,9	22	0	6	6	0	6	0	0	0	0																																																																				
53																																		الربع الثالث	الزاوية	1.85	1.85	3.75	10	48,9	22	0	6	6	0	6	0	0	0	0																																																			
54																																																			الربع الثالث	التسويق الزراعي	1.85	1.85	3.75	10	48,9	22	0	6	6	0	6	0	0	0	0																																		
55																																																																				الربع الثالث	النجم الساطع	1.85	1.85	3.75	10	48,9	22	0	6	6	0	6	0	0	0	0																	
56																																																																																					الربع الثالث	النجم الساطع	1.85	1.85	3.75	10	48,9	22	0	6	6	0	6	0	0	0	0
57																																																																																																					
58																	الربع الثالث	النجم الساطع	1.85	1.85	3.75	10	48,9	22	0	6	6	0	6	0	0	0	0																																																																				

[المصدر: من إعداد الباحث من واقع البيانات التي تم تجميعها]

جدول (4.4 هـ): تفاصيل البيانات التي تم تجميعها عن الخطوط الهوائية جهد 11kV المدرجة بالخطة السنوية للصيانة 2013

توزيع الفصولات والانقطاعات المسجلة لشبكة الخطوط الهوائية جهد 11kV خلال سنة 2014												أوامر العمل			الخطة السنوية للصيانة الوقائية 2013					أطول الخطوط الهوائية km	دائرة التوزيع	ت						
توزيع الفصولات المخطط لها						الانقطاعات الناتجة عن الأعطال						الصيانة الوقائية	إصلاح الأعطال	الصادرة بالكامل	الصيانة المنفذة		بيانات الخط الهوائي											
فقد في التغذية	طرح الأحمال		التركيبات والمعالجات		الصيانة الوقائية		تدخلات الصيانة الطارئة		الانتقائية		الربع سنوي				عدد	عدد	عدد	لكل ربع سنوي	من الخط	لكل ربع سنوي	من الخط	طول الخط	أسم الخط الهوائي	الجدولة الزمنية				
	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد	العدد		عدد	عدد	عدد											km	km	km	km
5:20	2	12:38	11	8:22	3	0:00	0	3:15	3	0:54	1	1				25		25	25	جامع الشؤري	الربع الأول	187	شرق مصرية	59				
								6:00	6		2																	
								5:35	4	1:59	3	3																
								3:25	2	1:06	2	4																
19:43	4	9:12	4	3:52	1	0:00	0	8:54	5	17:00	4	2				34		5	5	التحلية								
								18:15	4	27:05	4	3																
								2:45	1	9:42	2	4																
										0:00	0	1																
13:55	4	10:42	6	3:56	2	0:00	0	1:45	2		2									مقبرة الزروق								
								0:40	1		3																	
								4:35	3		4																	
15:38	3	0:08	1	8:58	2	0:00	0	7:15	6	2:50	2	2								السكبرات								
								1:10	2		3																	
								6:13	4	1:20	1	4																
55:06	22	19:57	7	6:19	5	0:00	0	31:36	19	23:15	8	1								بم والصيد البحري	الربع الثاني							
								9:20	7	16:20	7	2																
								16:15	15		3																	
								24:25	13	19:40	10	4																
5:58	4	16:44	13	26:44	9	4:22	1	13:15	12	8:49	4	1								المواصلات								
								4:33	6	5:09	2	2																
								8:12	8	14:02	7	3																
								9:13	7	10:16	4	4																
5:20	2	12:38	11	3:44	3	0:00	0	6:21	3	2:51	2	2								السويب	الربع الثالث							
								3:52	3		2																	
								11:39	12	3:15	4	3																
								7:00	6	2:43	5	4																
55:27	20	12:48	6	6:34	4	0:00	0	8:01	5	6:05	1	1								الاسكان الصناعي								
								11:12	1	1:10	1	2																
								13:06	1	11:08	3	3																
								2:12	3		4																	
								5:28	6		1																	
13:55	4	10:42	6	5:32	2	0:00	0	2:36	4		2									الزروق								
								4:22	7	1:48	2	3																
								7:05	3		4																	
56:21	22	12:48	6	0:00	0	0:00	0	2:34	2		1									قصر احمد								
								5:55	2	3:58	3	2																
								14:25	4		1																	
17:55	6	18:33	12	0:00	0	0:00	0	7:08	2	1:50	1	2								الدفاع الجوي								
								3:34	1		3																	
								13:01	4	1:09	2	4																
22:50	8	34:45	20	1:20	2	0:00	0													الإستراحة								
								3:05	2	3:40	1	4																
								1:32	3	3:50	1	1																
19:43	4	9:08	4	1:13	1	0:00	0	7:55	2		2									الحي الصناعي								
								2:40	4	24:18	5	3																
								1:20	2	6:15	1	4																
19:43	4	0:00	0	0:00	0	0:00	0			3:46	1	2								مصنع الورق								
											3																	
								0:52	2		4																	
19:43	4	0:00	0	7:53	2	0:00	0	3:20	2	1:50	2	2								الاشغال								
								8:30	4	3:10	5	3																
										1:42	1	4																

الخطوط الهوائية المصانة مرتين

[المصدر: من إعداد الباحث من واقع البيانات التي تم تجميعها]

جدول (4.4 و): تفاصيل البيانات التي تم تجميعها عن خطوط الهوائية جهد 11kv المدرجة بالخطة السنوية للصيانة 2013

ت	دائرة التوزيع	أطول خطوط الهوائية km	الخطة السنوية للصيانة الوقائية 2013											أوامر العمل				
			بيانات الخط الهوائي		المخطط للصيانة		الصيانة المنفذة		الصادرة بالكامل	إصلاح الأعطال	الصيانة الوقائية	الربع سنوي	الرقم	الوقت	الوقت	الوقت	الوقت	
			اسم الخط الهوائي	طول الخط km	من الخط km	لكل ربع سنوي km	من الخط km	لكل ربع سنوي km										عدد
توزيع الفصولات والانقطاعات المسجلة لشبكة خطوط الهوائية جهد 11kv خلال سنة 2014																		
توزيع الفصولات المخطط لها											الانقطاعات الناتجة عن الأعطال							
فقد في التغذية		طرح الأحمال		التركيبات والمعالجات		الصيانة الوقائية		تدخلات الصيانة الطارئة		الإنتقائية								
العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	
3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	
4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	
5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	
6	7	6	7	6	7	6	7	6	7	6	7	6	7	6	7	6	7	
7	8	7	8	7	8	7	8	7	8	7	8	7	8	7	8	7	8	
8	9	8	9	8	9	8	9	8	9	8	9	8	9	8	9	8	9	
9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	
10	11	10	11	10	11	10	11	10	11	10	11	10	11	10	11	10	11	
11	12	11	12	11	12	11	12	11	12	11	12	11	12	11	12	11	12	
12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	
13	14	13	14	13	14	13	14	13	14	13	14	13	14	13	14	13	14	
14	15	14	15	14	15	14	15	14	15	14	15	14	15	14	15	14	15	
15	16	15	16	15	16	15	16	15	16	15	16	15	16	15	16	15	16	
16	17	16	17	16	17	16	17	16	17	16	17	16	17	16	17	16	17	
17	18	17	18	17	18	17	18	17	18	17	18	17	18	17	18	17	18	
18	19	18	19	18	19	18	19	18	19	18	19	18	19	18	19	18	19	
19	20	19	20	19	20	19	20	19	20	19	20	19	20	19	20	19	20	
20	21	20	21	20	21	20	21	20	21	20	21	20	21	20	21	20	21	
21	22	21	22	21	22	21	22	21	22	21	22	21	22	21	22	21	22	
22	23	22	23	22	23	22	23	22	23	22	23	22	23	22	23	22	23	
23	24	23	24	23	24	23	24	23	24	23	24	23	24	23	24	23	24	
24	25	24	25	24	25	24	25	24	25	24	25	24	25	24	25	24	25	
25	26	25	26	25	26	25	26	25	26	25	26	25	26	25	26	25	26	
26	27	26	27	26	27	26	27	26	27	26	27	26	27	26	27	26	27	
27	28	27	28	27	28	27	28	27	28	27	28	27	28	27	28	27	28	
28	29	28	29	28	29	28	29	28	29	28	29	28	29	28	29	28	29	
29	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	30	
30	31	30	31	30	31	30	31	30	31	30	31	30	31	30	31	30	31	
31	32	31	32	31	32	31	32	31	32	31	32	31	32	31	32	31	32	
32	33	32	33	32	33	32	33	32	33	32	33	32	33	32	33	32	33	
33	34	33	34	33	34	33	34	33	34	33	34	33	34	33	34	33	34	
34	35	34	35	34	35	34	35	34	35	34	35	34	35	34	35	34	35	
35	36	35	36	35	36	35	36	35	36	35	36	35	36	35	36	35	36	
36	37	36	37	36	37	36	37	36	37	36	37	36	37	36	37	36	37	
37	38	37	38	37	38	37	38	37	38	37	38	37	38	37	38	37	38	
38	39	38	39	38	39	38	39	38	39	38	39	38	39	38	39	38	39	
39	40	39	40	39	40	39	40	39	40	39	40	39	40	39	40	39	40	
40	41	40	41	40	41	40	41	40	41	40	41	40	41	40	41	40	41	
41	42	41	42	41	42	41	42	41	42	41	42	41	42	41	42	41	42	
42	43	42	43	42	43	42	43	42	43	42	43	42	43	42	43	42	43	
43	44	43	44	43	44	43	44	43	44	43	44	43	44	43	44	43	44	
44	45	44	45	44	45	44	45	44	45	44	45	44	45	44	45	44	45	
45	46	45	46	45	46	45	46	45	46	45	46	45	46	45	46	45	46	
46	47	46	47	46	47	46	47	46	47	46	47	46	47	46	47	46	47	
47	48	47	48	47	48	47	48	47	48	47	48	47	48	47	48	47	48	
48	49	48	49	48	49	48	49	48	49	48	49	48	49	48	49	48	49	
49	50	49	50	49	50	49	50	49	50	49	50	49	50	49	50	49	50	

[المصدر: من إعداد الباحث من واقع البيانات التي تم تجميعها]

جدول (4.4 ز): تفاصيل البيانات التي تم تجميعها عن الخطوط الهوائية جهد 11kv المدرجة بالخطة السنوية للصيانة 2013

ت	دائرة التوزيع	أطول الخطوط الهوائية km	الخطة السنوية للصيانة الوقائية 2013										أوامر العمل			توزيع الفصولات والانقطاعات المسجلة لشبكة الخطوط الهوائية جهد 11kv خلال سنة 2014																											
			بيانات الخط الهوائي		المخطط للصيانة		الصيانة المنفذة		الصادرة بالكامل	إصلاح الأعطال	الصيانة الوقائية	الربع سنوي	الإنقطاعات الناتجة عن الأعطال		توزيع الفصولات المخطط لها		فقد في التغذية																										
			اسم الخط الهوائي	طول الخط km	من الخط km	لكل ربع سنوي km	من الخط km	لكل ربع سنوي km					العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)		العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)																						
	وسط ممرات	22.2	الربع الثالث	الجزيرة	1.75	1.75	0	6.4	3.7	490	132	25	1	2	1:25	2	1:26	2	1	4	5:39	12	7:52	6	0:00	0	0:35	2	4:33	5	2:27	3	4										
2													3	1:15	1	1:20	1	0:00	0	0:00	0	2:15	2	0:00	0	2:15	2	0:00	0	1:15	1	0:00	0	0:00	0	1:20	1	0:00	0	0:00	0		
3													4	1:15	1	0:00	0	1:22	1	3:02	4	1:57	2	1:19	2	2:36	2	1:19	2	0:00	0	1:15	1	0:00	0	1:19	2	2:36	2	1:19	2	2:36	2
4													5	1:15	1	0:00	0	1:22	1	3:02	4	1:57	2	1:19	2	2:36	2	1:19	2	0:00	0	1:15	1	0:00	0	1:19	2	2:36	2	1:19	2	2:36	2
5													6	1:15	1	0:00	0	1:22	1	3:02	4	1:57	2	1:19	2	2:36	2	1:19	2	0:00	0	1:15	1	0:00	0	1:19	2	2:36	2	1:19	2	2:36	2
6													7	1:15	1	0:00	0	1:22	1	3:02	4	1:57	2	1:19	2	2:36	2	1:19	2	0:00	0	1:15	1	0:00	0	1:19	2	2:36	2	1:19	2	2:36	2
7													8	1:15	1	0:00	0	1:22	1	3:02	4	1:57	2	1:19	2	2:36	2	1:19	2	0:00	0	1:15	1	0:00	0	1:19	2	2:36	2	1:19	2	2:36	2
			غرب ممرات	208.3	الربع الرابع	يدر	1.35	1.35	1	4.4	3.95	490	132	25	1	2	2:19	1	0:00	0	0:00	0	0:00	0	0:00	0	0:00	0	0:00	0	1:00	1	1:00	1	4								
3															4	0:55	1	0:00	0	0:00	0	0:00	0	0:00	0	0:00	0	1:57	1	1:00	1	0:00	0	0:00	0	0:00	0	1:57	1	1:00	1	4	
4															5	0:55	1	0:00	0	0:00	0	0:00	0	0:00	0	0:00	0	1:57	1	1:00	1	0:00	0	0:00	0	0:00	0	1:57	1	1:00	1	4	
5															6	0:55	1	0:00	0	0:00	0	0:00	0	0:00	0	0:00	0	1:57	1	1:00	1	0:00	0	0:00	0	0:00	0	1:57	1	1:00	1	4	
6															7	0:55	1	0:00	0	0:00	0	0:00	0	0:00	0	0:00	0	1:57	1	1:00	1	0:00	0	0:00	0	0:00	0	1:57	1	1:00	1	4	
					الربع الأول	208.3	الربع الأول	ذهب الثالث	21.5	21.7	13	41.1	32.6	1588	465	47	1	2	4:40	2	2:32	2	4	1	0:00	0	0:00	0	0:00	0	0:00	0	4:40	2	2:32	2	4						
3																	4	12:24	9	7:56	5	2	4	1	0:00	0	0:00	0	4:40	2	2:32	2	4	1	0:00	0	0:00	0	4:40	2	2:32	2	4
5	6	12:24															9	7:56	5	2	4	1	0:00	0	0:00	0	4:40	2	2:32	2	4	1	0:00	0	0:00	0	4:40	2	2:32	2	4		
7	8	12:24															9	7:56	5	2	4	1	0:00	0	0:00	0	4:40	2	2:32	2	4	1	0:00	0	0:00	0	4:40	2	2:32	2	4		
9	10	12:24															9	7:56	5	2	4	1	0:00	0	0:00	0	4:40	2	2:32	2	4	1	0:00	0	0:00	0	4:40	2	2:32	2	4		
	غرب ممرات	208.3	الربع الأول	الخروبة	5.8	5.8	5.8	41.1	32.6	1588	465	47	1	2	4:00	5	20:21	9	3	4	1	0:00	0	0:00	0	0:00	0	4:00	5	20:21	9	3											
3													4	20:06	16	9:24	5	4	1	0:00	0	0:00	0	0:00	0	4:00	5	20:21	9	3	4	1	0:00	0	0:00	0	4:00	5	20:21	9	3		
5													6	20:06	16	9:24	5	4	1	0:00	0	0:00	0	0:00	0	4:00	5	20:21	9	3	4	1	0:00	0	0:00	0	4:00	5	20:21	9	3		
7													8	20:06	16	9:24	5	4	1	0:00	0	0:00	0	0:00	0	4:00	5	20:21	9	3	4	1	0:00	0	0:00	0	4:00	5	20:21	9	3		
9													10	20:06	16	9:24	5	4	1	0:00	0	0:00	0	0:00	0	4:00	5	20:21	9	3	4	1	0:00	0	0:00	0	4:00	5	20:21	9	3		
	غرب ممرات	208.3	الربع الأول	البريد	3.5	3.5	3.5	41.1	32.6	1588	465	47	1	2	1:10	3	2:14	1	5	4	1	0:00	0	0:00	0	0:00	0	1:10	3	2:14	1	5											
3													4	3:30	1	0:30	1	2	3	4	1	0:00	0	0:00	0	3:30	1	0:30	1	2	3	4	1	0:00	0	0:00	0	3:30	1	0:30	1	2	
5													6	3:30	1	0:30	1	2	3	4	1	0:00	0	0:00	0	3:30	1	0:30	1	2	3	4	1	0:00	0	0:00	0	3:30	1	0:30	1	2	
7													8	3:30	1	0:30	1	2	3	4	1	0:00	0	0:00	0	3:30	1	0:30	1	2	3	4	1	0:00	0	0:00	0	3:30	1	0:30	1	2	
9													10	3:30	1	0:30	1	2	3	4	1	0:00	0	0:00	0	3:30	1	0:30	1	2	3	4	1	0:00	0	0:00	0	3:30	1	0:30	1	2	
	غرب ممرات	208.3	الربع الأول	مدرسة المجد	4.8	4.8	4.8	41.1	32.6	1588	465	47	1	2	9:04	3	7:25	7	3:10	2	1	0:00	0	0:00	0	0:00	0	9:04	3	7:25	7	3:10	2										
3													4	2:20	4	4:20	4	2	3	4	1	0:00	0	0:00	0	2:20	4	4:20	4	2	3	4	1	0:00	0	0:00	0	2:20	4	4:20	4	2	
5													6	4:12	5	10:24	6	3	4	1	0:00	0	0:00	0	4:12	5	10:24	6	3	4	1	0:00	0	0:00	0	4:12	5	10:24	6	3			
7													8	4:12	5	10:24	6	3	4	1	0:00	0	0:00	0	4:12	5	10:24	6	3	4	1	0:00	0	0:00	0	4:12	5	10:24	6	3			
9													10	4:12	5	10:24	6	3	4	1	0:00	0	0:00	0	4:12	5	10:24	6	3	4	1	0:00	0	0:00	0	4:12	5	10:24	6	3			

[المصدر: من إعداد الباحث من واقع البيانات التي تم تجميعها]

جدول (4.4 ح): تفاصيل البيانات التي تم تجميعها عن الخطوط الهوائية جهد 11kv المدرجة بالخطة السنوية للصيانة 2013

توزيع الفصولات والانقطاعات المسجلة لشبكة الخطوط الهوائية جهد 11kv خلال سنة 2014												أوامر العمل			الخطة السنوية للصيانة الوقائية 2013							أطول الخطوط الهوائية km	دائرة التوزيع	ت
توزيع الفصولات المخطط لها						الانقطاعات الناتجة عن الأعطال						الرقب سنوي	الصيانة الوقائية	إصلاح الأعطال	الصادرة بالكامل	الصيانة المنفذة		بيانات الخط الهوائي			الجدولة الزمنية			
فقد في التغذية		طرح الأحمال		التركيبات والمعالجات		الصيانة الوقائية		تدخلات الصيانة الطارئة		الانتقائية						لكل ربع سنوي	من الخط	لكل ربع سنوي	من الخط	طول الخط				
العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	عدد	عدد	عدد	km	km	km	km	km					
27	41:56	17	40:53	19	41:04	0	0:00	9	2:00	9	22:05	47	465	1588	45.85	14	61.15	23.8	23.8	الدافنية	الربع الثاني	208.3	غرب صحرائية	79
24	39:25	18	40:53	2	5:27	2	4:20	15	8:09	4	9:07	3	5:33	6.4	6.4	11.9	11.9	التنارة	80					
9	24:25	0	0:00	5	14:23	1	3:09	5	5:30	10	1:20	1	1:20	5.5	5.5	9.5	9.5	النجم الساطع	81					
10	27:45	0	0:00	0	0:00	1	2:58	5	14:12	2	2:20	2	2:20	12.5	12.5	14	14	سوق الجمعة	82					
9	24:15	0	0:00	0	0:00	5	11:50	3	5:56	9	4:55	2	4:55	7.45	7.45	7.45	7.45	سيدي امبارك	83					
7	11:08	11	25:29	2	2:06	1	5:03	3	3:02	6	5:22	2	5:22	10	10	13.5	15	الإذاعة 30 الزاوية	84					
25	39:35	18	43:18	4	10:58	1	2:25	4	9:08	7	9:38	4	9:38	8.2	8.2	10	11	الممثل	85					
24	39:25	17	40:53	4	9:44	0	0:00	2	4:06	2	7:15	4	7:15	11.9	11.9	11.9	11.9	الأمين	86					
24	39:25	17	40:53	6	8:14	0	0:00	3	5:00	3	1:31	3	1:31	7.5	7.5	7.5	7.5	المعصرة SW 12	87					
10	27:45	0	0:00	5	8:40	0	0:00	1	1:00	2	5:00	3	5:00	6.5	6.5	6.5	6.5	المؤتمر الفلاحى	88					
10	27:45	0	0:00	3	10:10	0	0:00	1	3:40	6	10:17	6	10:17	8.8	8.8	8.8	8.8	مزرعة الضمان	89					
10	23:57	12	1:13	8	15:06	0	0:00	7	4:14	16	0:57	1	0:57	6	6	6.55	6.55	أنياك الخروية	90					
24	39:25	17	40:53	0	0:00	0	0:00	1	16:08	4	2:15	4	2:15	5.2	5.2	5.2	5.45	أزريق	91					
4	14:53	0	0:00	2	3:17	1	1:59	5	13:52	18	9:06	8	9:06	12	12	12.3	12.3	الأغنام	92					
24	39:25	17	40:53	7	16:23	0	0:00	3	7:46	3	2:00	3	2:00	12.5	12.5	12.5	12.5	المعهد الزراعي	93					
9	24:15	0	0:00	0	0:00	0	0:00	5	4:07	7	1:09	1	1:09	2.8	2.8	2.8	2.8	الشركة التركيبية	94					

[المصدر: من إعداد الباحث من واقع البيانات التي تم تجميعها]

جدول (4.4 ط): تفاصيل البيانات التي تم تجميعها عن الخطوط الهوائية جهد 11kv التي لم تدرج بخطط الصيانة 2013، 2014

توزيع الفصولات والانقطاعات المسجلة لشبكة الخطوط الهوائية جهد 11kv خلال سنة 2014											أوامر العمل			الخطوط الهوائية التي لم تُدرج بخطط الصيانة 2013 و 2014					أطول الخطوط الهوائية km	دائرة التوزيع	ت						
توزيع الفصولات المخطط لها						الانقطاعات الناتجة عن الأعطال					الربيع سنوي	الصيانة الوقائية	إصلاح الأعطال	الصادرة بالكامل	الصيانة المنفذة		المخطط للصيانة					بيانات الخط الهوائي					
فقد في التغذية		طرح الأحمال		التركيبات والمعالجات		الصيانة الوقائية		تدخلات الصيانة الطارئة		الانتقائية					لكل ربع سنوي	من الخط	لكل ربع سنوي	من الخط	طول الخط	أسم الخط الهوائي	km	km					
العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	عدد	عدد	عدد	km	km	km	km	km	km							
3	15:38	2	1:37	2	5:01	0	0:00	1	2:00	2	1:33	1	0	0	0	1.65	راس السائح	1185	شرق مصر	93							
								5	16:22	2	0:57	2															
								3	8:38	1	1:10	1															
								1	2:20	1	1:10	1															
								1	1:00	1	0:00	0															
4	13:33	6	10:42	0	0:00	0	0:00	2	3:11	0	0:00	0				2.35	الهبارة										
								3	4:00	1	0:00	0															
								2	2:05	2	0:00	0															
4	13:55	6	10:42	0	0:00	0	0:00	2	1:29	0	0:00	0				2.2	الرملة										
								1	0:00	1	0:00	0															
								2	3:23	3	6:14	3															
4	19:43	0	0:00	3	12:18	0	0:00	1	2:10	1	1:40	1				3.5	الكرشيني										
								1	0:00	1	0:00	0															
								3	4:57	2	1:46	1															
9	24:15	1	1:20	1	3:51	0	0:00	2	3:15	1	2:14	1				4.55	الزراعة										
								1	1:45	3	5:00	3															
								1	0:43	1	0:00	0															
3	5:46	11	12:38	1	5:06	0	0:00	4	2:11	2	1:40	2				2.3	اقزير الغربي										
								3	1:49	3	1:40	2															
								1	0:27	1	0:00	0															
4	19:43	0	0:00	5	9:36	0	0:00	9	23:00	1	0:40	1				9.2	أبوروبيلة										
								6	10:52	2	0:00	0															
								4	2:08	4	8:36	4															
								12	16:29	1	0:00	0															
16	46:47	6	14:46	6	20:49	0	0:00	4	6:30	2	4:25	2				1.6	النسيم										
								1	1:06	1	12:35	5															
								1	3:18	1	2:03	1															
15	42:13	13	31:21	4	6:52	0	0:00	2	3:00	3	5:38	3				17.55	المجمع الصناعي										
								3	4:00	3	8:22	4															
								1	2:28	1	0:00	0															
								9	6:39	7	16:25	7															
1	1:16	2	2:40	11	28:16	0	0:00	4	2:05	3	7:15	3				22.95	الكراريم										
								5	4:03	4	8:45	4															
								12	9:14	5	13:10	5															
8	22:50	19	32:09	1	7:03	0	0:00	1	0:00	1	0:38	1				0.6	القبي										
								4	5:10	4	2:00	1															
								1	0:00	1	0:35	1															
8	22:50	19	32:09	1	9:50	0	0:00	2	1:33	6	4:30	6				8.1	بئر 5										
								2	3:25	5	3:25	5															
8	22:50	19	32:09	3	8:08	0	0:00	2	1:57	2	1:22	2				7	بئر 9										
								2	2:00	4	3:00	4															

[المصدر: من إعداد الباحث من واقع البيانات التي تم تجميعها]

جدول (4.4 ي): تفاصيل البيانات التي تم تجميعها عن الخطوط الهوائية جهد 11kv التي لم تدرج بخطط الصيانة 2013، 2014

توزيع الفصولات والانقطاعات المسجلة لشبكة الخطوط الهوائية جهد 11kv خلال سنة 2014											أوامر العمل			الخطوط الهوائية التي لم تُدرج بخطط الصيانة 2013 و 2014						أطول الخطوط الهوائية	دائرة التوزيع	ت	
توزيع الفصولات المخطط لها					الانقطاعات الناتجة عن الأعطال						الربيع سنوي	الصيانة الوقائية	إصلاح الأعطال	الصادرة بالكامل	الصيانة المنفذة		المخطط للصيانة		بيانات الخط الهوائي				
فقد في التغذية		طرح الأحمال		التركيبات والمعالجات		الصيانة الوقائية		تدخلات الصيانة الطارئة		الانتقائية					عدد	عدد	عدد	لكل ربع سنوي	من الخط	لكل ربع سنوي	من الخط	طول الخط	أسم الخط الهوائي
العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	العدد	الزمن (س)	عدد	عدد	عدد	km	km	km	km	km	km			
35:01	14	31:21	13	3:27	2	0:00	0	1:20	2	1	0	251	1641	0	0	0	0	18.85	الخردة	شركة مصراتة	106		
						1:16	2	4:36	6	2													
						0:30	1	3:00	4	3													
22:50	8	32:09	19	0:00	0	0:00	0	4:22	4	5:25	3	0	225	1588	0	0	0	0	15.65	الألبان	شركة مصراتة	107	
						7:20	6	7:35	4	2													
						10:50	11	1:06	1	4													
27:45	10	0:00	0	1:30	2	0:00	0	2:00	2	0:46	1	0	225	1588	0	0	0	0	6.3	قوز حمودة	شركة مصراتة	108	
						2:03	3	2:05	3	4													
						0:00	0	31:10	17	32:18	16												1
16:50	8	9:06	5	27:41	18	0:00	0	40:15	23	10:51	5	0	225	1588	0	0	0	0	41.3	التوسع	شركة مصراتة	109	
						36:35	21	16:42	6	3													
						20:34	13	22:13	13	4													
16:31	6	3:47	2	8:34	4	0:00	0	1:20	2	13:25	7	0	225	1588	0	0	0	0	5.1	مستوصف أزريق	شركة مصراتة	110	
						3:51	6	6:10	3	2													
						1:40	2	2:20	2	3													
40:06	25	43:46	18	11:47	7	0:00	0	14:05	10	2:40	3	0	225	1588	0	0	0	0	17.5	أبوروية	شركة مصراتة	111	
						11:00	5	8:16	6	0:52	1												3
						9:07	9	1:08	2	4													
49:00	25	43:46	18	4:14	1	0:00	0	0:46	1	0:00	0	0	225	1588	0	0	0	0	5.45	إزريق SW13	شركة مصراتة	112	
						1:00	1	0:00	0	3													
						0:00	0	21:10	9	32:06	11												1
34:15	15	34:28	13	31:48	14	0:00	0	25:00	12	17:54	6	0	225	1588	0	0	0	0	48.5	النهر الصناعي	شركة مصراتة	113	
						26:50	15	29:33	9	3													
						13:24	7	18:00	8	4													

[المصدر: من إعداد الباحث من واقع البيانات التي تم تجميعها]





جدول (11.4 ج): تفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية جهد 11KV التي تم صيانتها خلال عام 2014

ت	دائرة توزيع الكهرباء	الخطة السنوية للصيانة 2014		أوامر العمل			الفصول المتعلقة بالصيانة		إجمالي الزمن المستغل في الصيانة	إجمالي المخططات لها	إجمالي التشغيل المخطط	إجمالي إقطاعات الأعطال	تحليل مؤشرات الأداء																		
		المخطط للصيانة	الصيانة المنفذة	غير المنفذ من الصيانة	الصيانة الوقائية	لإصلاح الأعطال	للصيانة الوقائية	الطائرة (الصيانة الدورية)					الطائرة (الصيانة الدورية)	العدد	العدد	العدد	العدد	T1	T2	T3	T4-1	T4-2	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	تكرار العطل	احتمال الفشل λ
		km	km	km	(س)	(س)	(س)	(س)					ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة	ساعة
47	غرب صحرائة	الفلاحة	29	29	0	15	32	6	14	19	35	27	4	9.5	6.1	3.4	13.8	0	5.9	5.9	0	13.8	3.4	6.1	9.5	النجم	207:00	8.6	11.64		
48	غرب صحرائة	السكك	29	29	0	25	32	6	14	19	35	27	4	9.5	6.1	3.4	13.8	0	5.9	5.9	0	13.8	3.4	6.1	9.5	الزواوية	108:13	4.5	22.51		
49		مزرعة السويطلي	29	29	0	25	32	6	14	19	35	27	4	9.5	6.1	3.4	13.8	0	5.9	5.9	0	13.8	3.4	6.1	9.5	التسويق الزراعي	347:44	14.5	6.92		
50		راس الهجمة	25	25	0	25	32	6	14	19	35	27	4	9.5	6.1	3.4	13.8	0	5.9	5.9	0	13.8	3.4	6.1	9.5	النجم	300:51	12.5	8.02		
51		مركز التدريب	54	54	23.6	32	6	14	19	35	27	4	9.5	6.1	3.4	13.8	0	5.9	5.9	0	13.8	3.4	6.1	9.5	النجم	173:51	7.2	13.90			
52		طريق المطار	1.85	1.85	0	19	35	27	4	9.5	6.1	3.4	13.8	0	5.9	5.9	0	13.8	0	5.9	5.9	0	13.8	0	5.9	5.9	النجم	724:17	30.2	3.32	
53		مشتل الزهور	3.75	3.75	0	19	35	27	4	9.5	6.1	3.4	13.8	0	5.9	5.9	0	13.8	0	5.9	5.9	0	13.8	0	5.9	5.9	النجم	256:10	10.7	9.44	
54		مزرعة الدواجن	13.7	13.7	3.7	19	35	27	4	9.5	6.1	3.4	13.8	0	5.9	5.9	0	13.8	0	5.9	5.9	0	13.8	0	5.9	5.9	النجم	189:35	7.9	12.78	
55		انباك الخروبة	6	6	6	35	27	4	9.5	6.1	3.4	13.8	0	5.9	5.9	0	13.8	0	5.9	5.9	0	13.8	0	5.9	5.9	النجم	235:01	9.8	10.24		
56		الزاوية	5.9	5.9	0	13	13	4	9.5	6.1	3.4	13.8	0	5.9	5.9	0	13.8	0	5.9	5.9	0	13.8	0	5.9	5.9	النجم	432:02	18	5.57		
57		التسويق الزراعي	13.8	13.8	0	4	4	4	9.5	6.1	3.4	13.8	0	5.9	5.9	0	13.8	0	5.9	5.9	0	13.8	0	5.9	5.9	النجم	1245:30	51.9	1.93		
58		النجم	9.5	9.5	3.4	27	27	27	9.5	6.1	3.4	13.8	0	5.9	5.9	0	13.8	0	5.9	5.9	0	13.8	0	5.9	5.9	النجم	289:48	12.1	8.31		

[المصدر: الباحث]





جدول (11.4 و): تفاصيل احتساب بيانات التطبيق وتحليل مؤشرات الأداء للخطوط الهوائية جهد 11KV التي تم صيانتها خلال عام 2013

احتمال الفشل λ		تكرار العطل		تحليل مؤشرات الأداء													زمن التشغيل الفعلي	إجمالي إقطاعات الأعطال	زمن المخطط التشغيل	إجمالي المقطعات لها	الزمن التشغيل الكلي	إجمالي الزمن المستغل في الصيانة	الزمن المخصص للصيانة	الفصول المتعلقة بالصيانة		أوامر العمل			الخطة السنوية للصيانة 2013					خطال الربع سنوي	خطوط الهوائي	دائرة توزيع الكهرباء	ت	
				الوقائية	الصيانة الوقائية ( الدورية )	إصلاح الصيانة	بالكامل	غير المنفذ من الصيانة	المخططة للصيانة	خلال الربع سنوي	المخطط للصيانة	الوقت	العدد	العدد	العدد	العدد								العدد	العدد	العدد												
																											الساعات	الوقت (س)	عدد	عدد	عدد	عدد	عدد					عدد
4.17	24	576:29			0	#DIV/0!	1233:12	0	100	9.59	99.83	99.86	0:46	575:29	15:04	8632:24	15:04	15	8647:28	88:32	47	8736:00	5:27	56:49	0:00	0	5:27	7							المعصرة SW12	86		
8.33	12.1	289:59			0	#DIV/0!	617:35	0	100		99.39	99.23	2:14	288:12	53:20	8646:15	53:20	30	8699:35	36:25	15	8736:00	31:20		0:00	0	31:20	14							المؤتمر الفلاحي	87		
3.60	27.9	669:05			0	#DIV/0!	2168:07	0	100		99.71	99.79	1:23	667:06	25:35	8672:30	25:35	13	8698:05	37:55	13	8736:00	5:33		0:00	0	5:33	4							مزرعة الضمان	88		
10.24	9.8	235:01			0	#DIV/0!	247:51	0	100	23.58	99.76	99.77	0:31	234:27	20:48	8674:56	20:48	37	8695:44	40:16	30	8736:00	18:34	78:45	0:00	0	18:34	35							انباك الخروية			
2.50	40.1	961:44			0	#DIV/0!	1441:29	0	100	5.40	99.92	99.94	0:36	960:59	6:44	8648:58	6:44	9	8655:42	80:18	41	8736:00	3:41	68:15	0:00	0	3:41	6							إزريق	89		
15.25	6.6	158:28			0	360.687	240:27	4.99	95	27.04	99.32	99.32	1:04	157:23	59:22	8656:29	59:22	55	8715:51	20:09	7	8736:00	39:45	147:00	1:59	1	37:46	35							الأغنام	90		
5.57	18	431:57			0	#DIV/0!	662:49	0	100		99.74	99.78	0:55	430:50	22:36	8616:43	22:36	20	8639:19	96:41	48	8736:00	12:07		0:00	0	12:07	13							المعهد الزراعي	91		
3.59	27.9	670:08			0	#DIV/0!	870:17	0	100	11.09	99.90	99.91	0:34	669:26	8:55	8702:50	8:55	13	8711:45	24:15	9	8736:00	5:44		0:00	0	5:44	10							الشركة التركية	92		
				9.18		29.28																		47		465		1388								عرب مصراة		

[المصدر : الباحث]





- [1]. Eti, M.C., S. Ogaji, and S. Probert, Reliability of the Afam electric power generating station, Nigeria. Applied energy, 2004. 77(3): p. 309-315.
- [2]. غسان اللامي، دور جودة أداء الصيانة في إتاحة المكنان الإنتاجية، "دراسة حالة في شركة الصناعات الجلدية في بغداد"، كلية التقنية الادارية، جامعة بغداد، 2005.
- [3]. Parida, A., Study and analysis of maintenance performance indicators (MPIs) for LKAB: a case study. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 2007. 13(4): p. 325-337.
- [4]. Muchiri, P.N., et al., Empirical analysis of maintenance performance measurement in Belgian industries. International Journal of Production Research, 2009. 48(20): p. 5905-5924.
- [5]. Muchiri, P., et al., Development of maintenance function performance measurement framework and indicators. International Journal of Production Economics, 2010. 131(1): p. 295-302.
- [6]. رياض وهاب، قياس وتحليل مؤشرات أداء الصيانة في معمل ألبسة الأطفال في الموصل، مجلة القادسية للعلوم الإدارية والاقتصادية المجلد 13 عدد 4، جامعة الموصل، 2011.
- [7]. Oyedepo, S.O. and F.R. Olayiwola, A Study of Implementation of Preventive Maintenance Programme in Nigeria Power Industry–Egbin Thermal Power Plant, Case Study. Energy and power Engineering, 2011. 3(03): p. 207.
- [8]. Abdelfatah, M., M. El-Shimy, and H. Ismail, Reliability analysis of 220kV power transformers in Egypt. Ain Shams Engineering Journal, 2011. 2(3): p. 183-194.
- [9]. الجموعي بن دحمان، محاولة لقياس أداء الصيانة في المؤسسة البترولية، "دراسة حالة المديرية الجهوية للإنتاج/ حوض بركاوي/ سوناطراك"، رسالة ماجستير- جامعة قاصدي مرباح - ورقلة الجزائر، 2013.
- [10]. Elkhawad A. Elfaki, et al., Effect of Maintenance Cost on Trucks Performance and Reliability: A case study of ConCost Construction Company, 2013.
- [11]. على المهدي شتيوي، أثر أداء إدارة الصيانة على العملية الإنتاجية بمصنع الحديد الاسفنجي بالشركة الليبية للحديد والصلب، رسالة ماجستير غير منشورة، الأكاديمية الليبية فرع مصراتة، 2014.



- [12]. رامي الحديثي وحيدر علوان وفائز البياني، الاتجاهات الحديثة في إدارة الصيانة المبرمجة، دار وائل للنشر، الأردن، 2004.
- [13]. سامر مظهر قنطقجي، ترشيد عمليات الصيانة بالأساليب الكمية، 2005.
- [14]. غسان اللامي وأميرة البياتي، إدارة الإنتاج والعمليات، مرتكزات معرفية وكمية. دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان الأردن، 2008.
- [15]. سونيا محمد البكري، تخطيط ومراقبة الإنتاج. الدار الجامعية الاسكندرية، 1998.
- [16]. Keith Mobley, La Maintenance Predictive, Masson, Paris.1992.
- [17]. مصطفى بن حكومة، إدارة الصيانة. طرابلس دار الوليد للنشر والتوزيع والطباعة، 2012.
- [18]. سونيا محمد البكري، إدارة الجودة الشاملة، الدار الجامعية للنشر والتوزيع، الاسكندرية، 2003.
- [19]. منال السماك ورياض وهاب، نظام إدارة الجودة ISO.9000 في تحسين أداء وظيفة الصيانة "دراسة حالة الشركة العامة للأسمت الشمالية"، مجلة الإدارة والاقتصاد عدد 93. 2012.
- [20]. محمد مسن، التدبير الإقتصادي للمؤسسات. منشورات الساحل، الجزائر، 2001.
- [21]. عبد العزيز بن محمد التميمي، سعيد محمد درويش، دورة عمليات الصيانة، جامعة الملك سعود، قسم الهندسة الميكانيكية، 2002.
- [22]. الإدارة والهندسة الصناعية، مدونة تناقش مواضيع الإدارة والهندسة 2006، بتاريخ <https://samehar.wordpress.com> 2014/12/15.
- [23]. بوعنينة وهيبة، دور إدارة الصيانة في تخفيض تكاليف الإنتاج، "دراسة حالة مؤسسة نفثك NAFTEC"، رسالة ماجستير، جامعة 20 أوت سكيكدة/ الجزائر، 2007.
- [24]. صلاح الدين مصباح محمد، إدارة الصيانة وانعكاستها على إدارة الإنتاج في المشاريع الصناعية، "دراسة تطبيقية على المشاريع النفطية في ليبيا"، رسالة ماجستير غير منشورة، أكاديمية الدراسات العليا، 2009.
- [25]. Olivier Senechal, Maintenance Generale, Dunod, paris. 2002.
- [26]. Renaud Guignet, Management de la Maintenance, Dunod, paris. 2002.
- [27]. على الشراوي، تخطيط ورقابة الإنتاج. الدار الجامعية، الاسكندرية، 1993.
- [28]. Åhrén, T., Maintenance performance indicators (MPIs) for railway infrastructure identification and analysis for improvement. 2008.

- [29]. Parida, A., Development of a Multi-criteria Hierarchical Framework for Maintenance Performance Measurement, 2006, Doctoral Thesis. Division of Operation and Maintenance Engineering. Luleå University of Technology.
- [30]. ملتقى المهندسين العرب، الإدارة الحديثة لصيانة المرافق والمنشآت، بتاريخ 2014.11.4. <http://www.arab-eng.org/vb>
- [31]. Parmenter, D., Key performance indicators: developing, implementing, and using winning KPIs. 2009: John Wiley & Sons.
- [32]. Franceschini, F., M. Galetto, and D. Maisano, Management by measurement: Designing key indicators and performance measurement systems. 2007: Springer Science & Business Media.
- [33]. Ali Abdul Salam Alaswad, Evaluation of Electrical Power Plants Performance Using Key Performance Indicators - Academy of Graduate Studies. 2010.
- [34]. Alhouli, Y.M., Development of Ship Maintenance Performance Measurement Framework to Assess the Decision Making Process to Optimise in Ship Maintenance Planning. 2011.
- [35]. Kumar, U., et al., Maintenance performance metrics: a state-of-the-art review. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 2013. 19(3): p. 233-277.
- [36]. Bernspång, A. and Z. Kali, Measuring the performance of a preventive maintenance programme for heavy truck—from a life cycle profit perspective. 2011.
- [37]. زايدى عبدالسلام، ترشييد قرارات الصيانة باستخدام الأساليب الكمية، "حالة شركة إسمنت تبسة"- المركز الجامعي تبسة، 2011. <https://ar.scribd.com>
- [38]. Elísson, A., Performance Indicators for Maintenance in Geothermal Power Plants. 2013.
- [39]. مركز الإدارة والتنمية، الفاعلية الكلية للمعدات، بتاريخ 2015.02.18. <http://www.mdcegypt.com/Site-Arabic/Operations> .
- [40]. Zeng ,J., A case study on applying ITIL availability management best practice. Contemporary Management Research, 2008. 4(4).
- [41]. Information Technology. Intelligence Consulting. ITIC 2015- 2016 Global Server. Hardware, Server OS Reliability. Report.

- [42]. Vargas, E. and S. BluePrints, High availability fundamentals. Sun Blueprints series, 2000: p. 1-17.
- [43]. أمانة مؤتمر الشعب العام، قانون رقم (13) لعام 1984م لإنشاء الشركة العامة للكهرباء.
- [44]. قرار اللجنة الشعبية العامة رقم (112) لعام 1993م، بإعادة تنظيم الشركة العامة للكهرباء.
- [45]. Guide Inspection and Maintenance of Electrical Distribution Networks 11kv, 2007.
- [46]. الشركة العامة للكهرباء، إدارة توزيع الوسطى، الأرشيف بدائرة تخطيط الصيانة، 2014.
- [47]. الشركة العامة للكهرباء، الدليل الإرشادي لإدارة تقسيمات التشغيل، 2007.
- [48]. مصطفى أبوشحمة، إدارة العمليات والعلاقة بين الأقسام الفنية بالشركة العامة للكهرباء وأثرها على تحسين الجودة على خطوط التوزيع 11kv، رسالة ماجستير غير منشورة، الأكاديمية الليبية فرع مصراتة، 2014.