الصيانة الإنتاجية الشاملة كمدخل لتحسين الطاقة الإنتاجية لمحطات إنتاج الكهرباء (دراسة تطبيقية) *

د. مروة محمد عبد الغني
مدرس بقسم إدارة الإنتاج
أكاديمية السادات للعلوم الإدارية
جمهورية مصر العربية

الملخص:

تحظى الصيانة الإنتاجية الشاملة Total Productive Maintenance بأهمية بالغة في المنظمات الصناعية كفلسفة جديدة للتحسين المستمر، وكأحد أهم سبل الحفاظ على الموارد المادية والبشرية في صورة منتجة بصفة مستمرة. وتعتبر الطاقة الكهربائية أساس الصناعة الحديثة، فهي إحدى الصور المهمة للطاقة التي تستخدم في شتى المجالات ولا يمكن الاستغناء عنها في حياتنا اليومية. ومن هنا تنبع أهمية الصيانة الإنتاجية الشاملة كمدخل لتحسين الطاقة الإنتاجية لمحطات إنتاج الكهرباء.

وقد عالج البحث مشكلة انخفاض الطاقة الإنتاجية التشغيلية عن الطاقة الإنتاجية التصميمية لمحطات إنتاج الطاقة الكهربائية، حيث اقتصرت عينة البحث على أكبر محطتي إنتاج من حيث القدرة التصميمية بالقاهرة الكبرى واتبع البحث أسلوب الحصر الشامل على مستوى المديرين بالمستويات الإدارية العليا والوسطى والتنفيذية بمحطتي شمال القاهرة وغرب القاهرة.

وانتهى البحث إلى العديد من النتائج التي من أهمها ضعف برنامج الصيانة المطبق حاليًا بمحطات إنتاج الكهرباء محل البحث، مما يؤثر سلبًا على الطاقة الإنتاجية التشغيلية، ويسبب انخفاضها عن الطاقة الإنتاجية التصميمية، ويتسبب في اعتماد نظام الصيانة على سياسة رد الفعل، وليس سياسة البدء بالفعل. إضافة إلى نقص قطع الغيار الأصلية ومستلزمات الصيانة، وبالتالي عدم خروج المُعَدَّة في الوقت المناسب لإجراء أعمال الصيانة. وأوصى البحث بضرورة تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة، وذلك لزيادة القدرة الإنتاجية للنظام التشغيلي والحد من الانخفاض في الطاقة الإنتاجية التشغيلية عن الطاقة الإنتاجية التصميمية لمحطات الإنتاج محل البحث.

مقدمة:

تعد الصيانة الإنتاجية الشاملة من أنجح المداخل الإدارية التي بدأت في اليابان في الخمسينيات من القرن الماضي، ثم انتشرت في العالم خلال الأعوام العشرين الماضية.

وتستند فلسفة الصيانة الإنتاجية الشاملة إلى التحول من المدخل التقليدي الذي يركز على تصحيح العيوب والأخطاء التي تحدث إلى المدخل الاستباقي الذي يراقب ويصحح جذور المسببات ويمنع حدوث العيوب (Hart, 2010: 2). وقد ظهرت الصيانة الإنتاجية الشاملة TPM نتيجة للحاجة إلى دمج الصيانة مع عملية التصنيع، بحيث تصبح كل مكنة على

* تم تسلم البحث في مايو 2015، وقُبل للنشر في يوليو 2015.

خط الإنتاج قادرة وبشكل دائم على أداء مهامها المطلوبة بكفاءة وفاعلية، وبذلك يستبعد أي احتمال لحدوث أية أعطال أو توقف في العملية الإنتاجية، فهدف الصيانة الإنتاجية الشاملة هو تعظيم الفعالية الكلية للآلات والمعدات، من أجل تحقيق التكلفة المثلى لدورة حياة المعدات الإنتاجية (Kholkor, 2013: 3-49).

ونظرًا لأهمية الطاقة الإنتاجية الكهربائية وتأثيرها المباشر كعنصر رئيس في جميع مجالات الحياة، فضلت الباحثة أن يكون قطاع الكهرباء مجالاً لموضوع البحث، حيث يعتمد إنتاج الطاقة الكهربائية على نوعيات متفاوتة من الآلات، والأجهزة، والمعدات، والمرافق، والمباني، والموارد البشرية، وجميعها معرضة للتآكل والتلف والتوقف والتقادم، ومن هنا تنبع أهمية الصيانة الإنتاجية الشاملة كفلسفة جديدة للتحسين المستمر، وكأحد أهم سبل الحفاظ على الموارد المادية والبشرية في صورة منتجة وبصفة مستمرة.

وبناء على ما تقدم تم تقسيم البحث إلى أربعة محاور، اختص المحور الأول بعرض الإطار العام للبحث، وعرض المحور الثاني الإطار النظري للبحث، وتناول المحور الثالث الإطار التطبيقي للبحث، وأخيرًا عرض المحور الرابع النتائج والتوصيات التي توصل إليها البحث.

المحور الأول– الإطار العام للبحث:

يتناول المحور الأول عرضًا لمنهجية البحث، وذلك على النحو التالي:

أولاً– مشكلة البحث:

شهد استهلاك الطاقة الكهربائية في مصر ارتفاعًا كبيرًا نتيجة ارتفاع معدلات نمو الطلب بشكل ملاحظ في جميع القطاعات المستهلكة للطاقة الكهربائية وبصفة خاصة في القطاع المنزلي والتجاري (التقرير السنوي لمؤشرات استهلاك الطاقة الكهربائية 2012/ 2013: 15). وقد زاد الحمل الأقصى من 14,735 مليار ك. وس عام 2004/2003 إلى 27,000 مليار ك.وس عام 2013/2012 بنسبة زيادة قدرها 83%، وذلك كما هو موضح بجدول (1).

جدول رقم (1)

تطور الحمل الأقصى للطاقة الكهربائية في الفترة من (2004/2003–2013/2012)

السنوات	قيمة الحمل الأقصى (مليار ك.وس)
2004/2003	14,735
2005/2004	15,678
2006/2005	17,300
2007/2006	18,500
2008/2007	19,738
2009/2008	21,330
2010/2009	22,750
2011/2010	23,470
2012/2011	25,705
2013/2012	27,000

المصدر: مركز معلومات وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة. وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، ج.م.ع.
Site Address: http://www.moee.gov.eg/test-news/st-load.aspx

ويعد الحمل الأقصى أحد المؤشرات المهمة الهامة لتطور استهلاك الكهرباء، والتي لا يقابلها توسع مناظر في العرض المتاح، وذلك كما هو موضح بجدول (2).

جدول رقم (2)

تطور الطاقة الكهربائية المنتجة في الفترة من (2004/2003 – 2013/2012).

السنـوات	إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة (مليار ك.وس)
2004/2003	95,2
2005/2004	101,3
2006/2005	108,7
2007/2006	115,4
2008/2007	124
2009/2008	131
2010/2009	139
2011/2010	146,8
2012/2011	157,4
2013/2012	164,6

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على:

– التقرير السنوي لمؤشرات استهلاك الطاقة الكهربائية. (2013/2012). جهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك، الإدارة العامة لمركز المعلومات والتوثيق، جمهورية مصر العربية، ص21.

– التقرير السنوي للإحصاءات الكهربائية. (2013/2012). الشركة القابضة لكهرباء مصر، وزارة الكهرباء والطاقة، ج.م.ع، ص19.

ويتضح من الجدول رقم (2) أنه بالرغم من زيادة الطاقة الكهربائية المنتجة خلال الأعوام العشرة الماضية من 95.2 مليار ك.وس عام 2004/2003 إلى نحو 164.6 مليار ك.وس عام 2013/2012 بنسبة زيادة قدرها 73%، لكن نسبة الزيادة في الحمل الأقصى بلغ 83% خلال الفترة ذاتها، وبالتالي تكون نسبة الزيادة في الحمل الأقصى أكبر من نسبة الزيادة في الطاقة المنتجة، لذا فإن التطور في الطاقة الكهربائية المنتجة لن يعد قادرًا على مجابهة جميع متطلبات المستخدمين في القطاع المنزلي والقطاعات الاقتصادية الأخرى في ظل وصول خدمة الكهرباء لجميع الأسر المصرية بنسبة تربو على 99% من الأسر في مصر، وكذا ارتفاع عدد المشتركين من حوالي 18.3 مليون مشترك عام 2002/2001 إلى نحو 29.7 مليون مشترك عام 2013/2012 بنسبة زيادة قدرها 62.3%، فضلاً عن تنامي احتياجات القطاعات الإنتاجية – السلعية والخدمية – من الطاقة الكهربائية للوفاء بمستهدفات خططها التنموية (التقرير السنوي لمؤشرات استهلاك الطاقة الكهربائية، 2013/2012: 22).

ومن أهم الأعراض التي تشير لتلك المشكلة ما يلي:

1- عدم الانتظام في تلقي الطاقة الكهربائية، حيث تبين – من الدراسة الاستطلاعية – أن جميع المحولات والغلايات بمحطات إنتاج الكهرباء لم تعد تتحمل الضغط ودرجات الحرارة والرطوبة المرتفعة، مما تضطر غرفة الكنترول والتحكم في الطاقة لتخفيف الأحمال بقطع التيار الكهربائي عن أغلب القرى والمدن المصرية بمتوسطات من 4 – 5 ساعات.

2- زيادة عدد الشكاوى الواردة إلى جهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك خلال الربع الرابع من العام المالي 2013/2012 عن عددها خلال كل من الأرباع الأول والثاني والثالث بنسبة 12%، 27%، 18% على التوالي لكل

منهما، بسبب عدم قيام محطات الإنتاج بتوفير الطاقة الكهربائية اللازمة لسد حاجة المستهلكين (التقرير السنوي لحماية المستهلك، 2013: 13).

3- وصلت نسبة العجز(*) في الشبكة القومية للكهرباء إلى 7110 م. وعام 2014/2013، ومن المتوقع زيادة نسبة العجز نتيجة زيادة استهلاك الكهرباء وخروج بعض الوحدات كطلخا والتبين وعتاقة من الخدمة، إضافة لتأثير محطات أخرى كالنوبارية والجيزة وغيرها نتيجة تقادم الوحدات أو سوء مستوى العمرات أو الأعطال التي لا يمكن حلها أو نتيجة تأخر أعمال الصيانة(*) (عطا الله، 2014).

وتتمثل مشكلة البحث في:

انخفاض الطاقة الإنتاجية التشغيلية عن الطاقة الإنتاجية التصميمية لمحطات إنتاج الطاقة الكهربائية بما لا يلبي متطلبات زيادة الأحمال، وبالتالي عجز محطات الإنتاج عن تلبية احتياجات المواطنين من الكهرباء.

ثانيًا- فروض البحث:

يختبر البحث مجموعة الفروض التالية:

الفرض الأول:

توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين برنامج الصيانة المطبق وبين الطاقة الإنتاجية التشغيلية لمحطات إنتاج الكهرباء.

الفرض الثاني:

توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة وبين الطاقة الإنتاجية التشغيلية لمحطات إنتاج الكهرباء.

(*) عجزت محطات الإنتاج عن توفير الأحمال المطلوبة خلال شهر يونيو للعام 2014/2013 سوى يوم واحد فقط، أي أن عدد الأيام التي تجاوزت فيها الأحمال قدرات الإنتاج المتاحة بلغت 29 يومًا كاملة، مما يعني أن الشبكة وقفت عاجزة عن تحقيق نقطة التعادل لما يقرب من 96.7% لأول مرة منذ 120 عامًا. كما عجزت محطات الإنتاج عن توفير الحد الأدنى أو ما يسمى بنقطة التعادل بين الاستهلاك والإنتاج في أحد أيام شهر يوليو للعام 2014/2013 إلى 18 ساعة كاملة. يرجي الرجوع إلى:

- تقرير مرصد الكهرباء. (2014). جهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك، العدد (10)، ج.م.ع، ص1.
- تقرير مرصد الكهرباء. (2014). جهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك، العدد (11)، ج.م.ع، ص1.

(*) أبرمت وزارة الكهرباء مع عدد من الشركات المصنعة للتوربينات عقودًا يطلق عليها خبراء هندسة محطات الكهرباء "عقود اللونج ترم" وهي عقود لعمل صيانة وعمرات للتوربينات لفترات زمنية، ولتلك العقود مجموعة من العيوب أولها أن وزارة الكهرباء ملتزمة بتسلم قطع الغيار بسعر الشركة بالرغم من وجود قطع غيار مماثلة لبعض الأجزاء في السوق الدولي بسعر أرخص، وثانيها أن وزارة الكهرباء ملتزمة بتغير الأجزاء التي تحددها الشركة المصنعة بغض النظر عما إذا كانت تلك الأجزاء صالحة للعمل أم لا، كما أنه لا يحتوي على ضمان لما بعد العمرات، أي أنه في حالة تأخر مدة العمرة أو انهيار أحد الأجزاء بعد العمرة لا تكون الشركة المصنعة مسئولة عنها، وهذا ما حدث في محطة النوبارية (الوحدة الغازية) رقم 3. يرجي الرجوع إلى: محمد عطا الله. (2014)." انهيار شبكة الكهرباء في مصر... "، جريدة البوابة نيوز، المركز العربي للبحوث والدراسات.

ثالثًا– أهداف البحث:

يهدف هذا البحث – بالإضافة إلى اختبار فروضه – إلى:

1– التأصيل العلمي والأكاديمي لموضوع البحث مع توفير إطار نظري معرفي حول الصيانة الإنتاجية الشاملة.

2– التعرف على نظام الصيانة المطبق حاليًا بالعينة محل البحث، ومدى توافر الإمكانات اللازمة لتطويره.

3– دراسة اتجاهات زيادة الطاقة الإنتاجية التشغيلية.

4– دراسة فرص تطبيق الصيانة الإنتاجية الشاملة بالعينة محل البحث وآثار هذا التطبيق على الطاقة الإنتاجية التشغيلية.

رابعًا– أهمية البحث:

يمثل مفهوم الصيانة الإنتاجية الشاملة مفهومًا حديثًا، إذ توجد ندرة في المراجع العربية والأبحاث التي تناولته، لذا يمثل هذا البحث محاولة لإضافة أكاديمية من جانب الباحثة في هذا المجال، فالصيانة هي إحدى أهم الوظائف الفرعية التي لا غنى عنها بالمنظمة، وتلعب دورًا لا يقل أهمية عن الدور الذي تلعبه أية وظيفة أخرى، مثل التسويق، والتمويل، والإنتاج. وبما أن الطاقة الكهربائية تعتبر عصب الحضارة الحديثة وأحد طرفي معادلة التقدم والارتقاء الاقتصادي والاجتماعي، وتمثل عنصرًا هامًا من عناصر التنمية، وأحد أهم مصادر الطاقة المحركة لنظم الإنتاج على مختلف أنواعها، لذا تأتي أهمية الصيانة الإنتاجية الشاملة كأحد أهم سبل إنتاج القدر الكافي من الطاقة الكهربائية بالجودة المناسبة والسعر المناسب وتوافرها في كل الأوقات بما يضمن انخفاض الأعباء المعيشية للمواطنين، وزيادة كفاءة وفاعلية نظم الإنتاج المختلفة، وبالتالي زيادة قدرتها التنافسية وقدرتها على التصدير.

خامسًا– حدود البحث:

تتمثل حدود البحث فيما يلي:

1– الحدود الجغرافية:

لما كان قطاع الكهرباء، يعتبر قطاعًا هامًا وحيويًا، فضلت الباحثة أن يكون هذا القطاع مجالاً لموضوع البحث، حيث يقتصر البحث في التطبيق على محطات الإنتاج بالقاهرة الكبرى التابعة لشركة إنتاج كهرباء القاهرة، باعتبارها من كبريات الشركات المنتجة للطاقة الكهربائية، واقتصرت العينة على أكبر محطتي إنتاج من حيث القدرة التصميمية.

2– الحدود الزمنية:

حُددت حدود البحث الزمنية في خلال مدة قدرها عشر سنوات بحيث تكون مدة كافية للحكم على تطور الطاقة الإنتاجية التشغيلية للطاقة الكهربائية ومدى قدرتها على الوفاء الكامل بالطلب على تلك الطاقة من جانب المستخدمين، وذلك من عام 2004/2003 – 2013/2012.

سادسًا– الأبحاث السابقة:

يحتل موضوع الصيانة الإنتاجية الشاملة اهتمامًا واسعًا من الباحثين، حيث أولت دراسات عديدة – عربية وأجنبية – العناية بأهمية الصيانة الإنتاجية الشاملة، وتعددت وجهات نظر المتخصصين والباحثين في تناول هذا الموضوع. فقد عالج (الشمري، 2013: 159-187) مشكلة عدم الاهتمام الكافي بإدارة الصيانة، وهدف إلى تصميم قائمة فحص لتقييم الصيانة

الإنتاجية الشاملة تساهم في معرفة كفاءة وفاعلية أداء الصيانة في الشركة محل البحث. بينما تناول (عبد العال، 2011 ؛ مزريق، 2011) التأثير الإيجابي للصيانة الإنتاجية الشاملة على التدفق المستمر للإنتاج وفقًا للمواصفات التشغيلية الخالية من العيوب لمعالجة مشكلة الفاقد في الإنتاج الذي قد يتضاعف على مستوى المراكز الإنتاجية.

وقام (Lovernic et al., 2014) بتطبيق أسلوب التحليل الهرمي لاختيار وتقييم برنامج الصيانة المناسب في مصنع للصناعات الورقية، وتوصلوا من خلال إجراء تحليل الحساسية أن أنسب بديل هو نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة، وهذا ما أكده (Harwinder et al., 2014) من خلال تصنيف وتحليل عدد 148 دراسة سابقة، حيث توصل إلى أن تطبيق الصيانة الإنتاجية الشاملة يعمل على تحقيق وفورات في التكلفة ويدعم المركز التنافسي للمنظمات الصناعية. وقام (Cezar et al., 2014) بمقارنة مؤشرات الأداء الصناعي قبل تطبيق الصيانة الإنتاجية الشاملة وبعد التطبيق، وتوصل أيضًا إلى ضرورة التطبيق على جميع خطوط الإنتاج، لتحسين الأداء الصناعي، وزيادة القدرة التنافسية، وأوضح (Nagesh et al., 2013) من خلال إجراء تحليل إحصائي لقياس فعالية نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة، أن قياس الصيانة الإنتاجية الشاملة بشكل دائم ومستمر يمثل نشاطًا أساسيًا للتحقق من مدى صحة وسلامة الفعالية الكلية للمعدة. وقدم (Savsar, 2013) نموذج محاكاة للحصول على خط إنتاجي متعدد المراحل يتم تقييم إنتاجيته تحت ظروف تشغيل مختلفة وتقييم أثر تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة على رفع كفاءته الإنتاجية، حيث توصل إلى ضرورة تبني الصيانة الإنتاجية الشاملة، لما لها من أثر بالغ في الوصول بنسبة الإخفاقات في الخط الإنتاجي إلى صفر بالمائة. وهذا ما أكد عليه (Galar et al., 2013) من خلال توضيح العلاقة بين تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة والقيمة المضافة للمراكز الإنتاجية. كما أكد (Conding et al.,2013) أن الصيانة الإنتاجية الشاملة والتحسين المستمر يكمل بعضهما بعضًا، ويعملان على تحسين الأداء الابتكاري، وتوصل (Singh&Wakjira, 2012) إلى أن أهم عامل لنجاح تطبيق الصيانة الإنتاجية الشاملة هو دعم ومشاركة الإدارة العليا في التطبيق والذي يساهم بشكل استراتيجي نحو تحقيق تحسينات في الأداء.

ومن العرض السابق، تبين اختلاف هذا البحث عن الأبحاث السابقة، وذلك من حيث مجال التطبيق، وكذلك من حيث التركيز على القدرة الإنتاجية للنظام والمتمثلة في الطاقة الإنتاجية. فقد ركز البحث على أهمية الصيانة الإنتاجية الشاملة كمدخل لزيادة الطاقة الإنتاجية بمحطات إنتاج الكهرباء، وهذا ما يميز البحث عن غيره من الأبحاث السابقة.

سابعًا- منهجية البحث:

تتحدد منهجية البحث في النقاط التالية:

1- المنهج المستخدم:

اعتمدت الباحثة على استخدام المنهج الوصفي التحليلي في إتمام هذا البحث الذي يستند إلى حقيقة وجود ارتباط بين الإطار العلمي للبحث (الفكر النظري)، وبين الواقع العملي (المنهج التطبيقي).

2- أسلوب البحث:

أ- **أسلوب الدراسة النظرية:** اعتمد البحث في جانبه النظري على الكتابات العلمية، والاطلاع على الكتب، والمراجع، والبحوث، والنشرات، والتقارير السنوية المختلفة ومواقع الشبكة الدولية للمعلومات (الإنترنت)، ويتم في هذا الجزء التأصيل العلمي والأكاديمي لموضوع البحث.

ب– **أسلوب الدراسة الميدانية:** قامت الدراسة الميدانية بالتعرف على فرص تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة بمجتمع البحث، إضافة إلى اختبار فروض البحث من خلال البيانات التي تم الحصول عليها من عينة البحث عن طريق:

- **المقابلات الشخصية:** مع عدد من الخبراء ومهندسي محطات الإنتاج ومرصد الكهرباء، وكذا مهندسي غرفة الكنترول والتحكم في الطاقة التابع لوزارة الكهرباء والطاقة محل البحث، للتعرف على آرائهم فيما يخص قدرة محطات الإنتاج في الوصول إلى الطاقة الإنتاجية التصميمية وإمكانية تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة الذي يؤثر بدوره على الطاقة الإنتاجية لمحطات الإنتاج وقدرتها على توفير الأحمال المطلوبة.
- **قوائم الاستبيان:** التي وجهت إلى المديرين بالمستويات الإدارية الثلاثة بمحطات الإنتاج محل البحث، وقد حدد **أسلوب ليكرت الخماسي** لقياس استجابة المبحوثين لبرنامج الصيانة المطبق بمحطات الإنتاج من حيث نوع البرنامج المطبق، وقدرته على الأداء، والإجراءات المتبعة لإتمامه، وفاعلية تحقيقه لأهدافه، وأسباب تدني جودته– في حالة تدنيها – التي تؤثر بدورها على الطاقة الإنتاجية لمحطات الإنتاج في العينة محل البحث من حيث انخفاض الطاقة الإنتاجية التشغيلية عن الطاقة الإنتاجية التصميمية، وأسباب ذلك الانخفاض. وكذا قياس استجابة المبحوثين لنظام الصيانة الإنتاجية الشاملة من حيث مفهومه، والموافقة على تطبيقه، وأهمية هذا التطبيق في علاج أسباب تدني برنامج الصيانة المطبق (في حالة تدنيه)، ومتطلبات هذا التطبيق، وكذا إمكانية نجاح تطبيقه في محطات الإنتاج محل البحث.

وتضمنت قائمة الاستبيان عدد (88) سؤالاً لاختبار فروض البحث، وتحليل، الوضع القائم بالمحطات محل البحث وتوصيفه، حيث تم التقسيم وفقًا لمتغيرات الدارسة إلي عدد (45) سؤالاً لقياس المتغير الأول " برنامج الصيانة المطبق" وأبعاده، وعدد (32) سؤالاً لقياس المتغير الثاني "نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة" وأبعاده، وعدد (11) سؤالاً لقياس المتغير الثالث "الطاقة الإنتاجية التشغيلية" وأبعاده.

وقد تم اختبار معامل الصدق والثبات Reliability Analysis، وتبين وجود صدق عالٍ في إجابات المبحوثين عن الأسئلة المطروحة، حيث بلغ معامل الصدق للمتغيرات البحثية 0.932، وكذلك ارتفع معامل الثبات إلي 0.859، مما يدل على ثبات آراء المبحوثين، كما إن مستوى معنوية اختبار فريدمان كا^2 لجميع المتغيرات محل الدراسة 0.000 وهي أقل من 0.05 مما يدل على وجود فروق معنوية في إجابات المبحوثين، وبالتالي يمكن الاعتماد على البيانات الواردة من قوائم الاستبيان محل الدراسة.

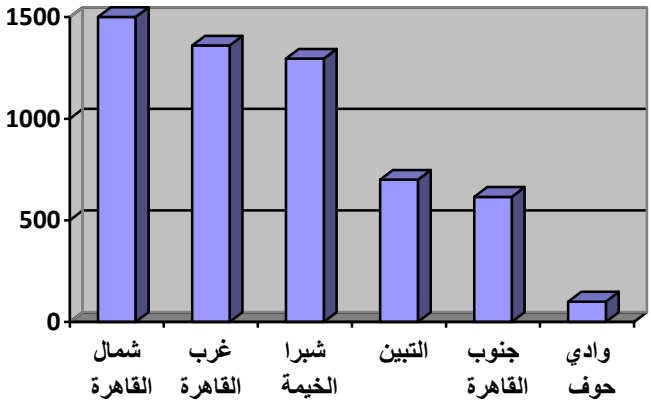
- **اختبار قوائم الاستبيان:** تم تحكيم الاستبيان من خلال عرض القوائم على بعض الأساتذة(*) للتأكد من دقة صياغة العبارات، ثم تم إجراء اختبار أولى للقوائم بتطبيقها على عينة ميسرة من المفردات المماثلة لمفردات عينة البحث للتعرف على مدى استجاباتهم للأسئلة وفهمهم لها، وقد أسفر الاختبار عن إجراء بعض التعديلات في صياغة العبارات التي اشتملت عليها القوائم بسبب عدم الوضوح.

3– مجتمع وعينة البحث:

تمثل مجتمع البحث في محطات الإنتاج بمنطقة القاهرة الكبرى التابعة لشركة إنتاج كهرباء القاهرة التابعة للشركة القابضة لكهرباء مصر، وقد تم اختيار شركة القاهرة باعتبارها من كبريات الشركات المنتجة للطاقة الكهربائية.

(*) تم تحكيم الاستبيان بمعرفة عدد من أعضاء هيئة التدريس بأكاديمية السادات للعلوم الإدارية.

وتمثلت عينة البحث في عينة عمدية تمثل ثلث المجتمع، حيث يتكون مجتمع البحث من عدد (6) محطات إنتاج،تم اختيار عدد(2) منها هما محطة شمال القاهرة ومحطة غرب القاهرة. وقد تم توزيع عدد (115) قائمة استبيان، لكن عدد القوائم التي أُعيدت بلغ (105) قوائم بنسبة 91.3% بواقع (56) قائمة بغرب القاهرة بنسبة53.3% من إجمالي عدد القوائم، وعدد (49) قائمة بشمال القاهرة بنسبة 46.6% من إجمالي عدد القوائم. وقد تم إجراء حصر شامل على مستوى المديرين بالمستويات الإدارية العليا والوسطي والتنفيذية بكل من المحطتين، وقد بلغت نسب توزيع قوائم الاستبيان على المستويات الإدارية العليا والوسطي والتنفيذية 14.3%،49%، 46.7% على الترتيب بالمحطتين. وقد تم اختيار هاتين المحطتين لكونهما أكبر محطتين في القاهرة من حيث القدرة التصميمية. يوضح الشكل رقم (1) توزيع القدرات التصميمية لمحطات الإنتاج التابعة لشركة القاهرة لإنتاج الكهرباء.



المصدر: التقرير السنوي للإحصاءات الكهربائية. (2004/2003). الشركة القابضة لكهرباء مصر، وزارة الكهرباء والطاقة، جمهورية مصر العربية، ص 12.

شكل رقم (1): توزيع القدرات التصميمية لمحطات الإنتاج التابعة لشركة القاهرة لإنتاج الكهرباء (م.و)

4- طريقة معالجة البيانات:

تم تحليل البيانات الأولية التي تم الحصول عليها من خلال قوائم الاستبيان باستخدام حزمة البرامج الإلكترونية Statistical package for social science (SPSS) التي توفر مجموعة متنوعة من المعايير الإحصائية المناسبة لمعرفة العلاقات بين المتغيرات محل البحث. وقد تطلبت طبيعة البيانات تحديد الأدوات الإحصائية اللازمة والملائمة التي تتمثل في: التكرارات، والنسب المئوية، والمتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية، واختبار كا^2 Chi-Square، وكذا اختبار كورسكال والس Kruskal-Wallis Test ، واختبار مان ويتني Mann-Whitney U، وأخيرا نموذج الشبكات العصبية لتحديد العلاقة بين كل متغير رئيس وبين أبعاده، وتحديد الأهمية النسبية لكل بُعد من حيث التأثير في المتغير الرئيس. ويتماشي هذا التحليل مع هدف البحث في التعرف على نظام الصيانة المطبق حاليًا بالعينة محل البحث وفرص تطبيق الصيانة الإنتاجية الشاملة كمدخل لتحسين الطاقة الإنتاجية لمحطات إنتاج الكهرباء.

المحور الثاني: الإطار النظري للبحث:

يتم في هذا الجزء توفير إطار نظري لاستعراض العديد من المرتكزات المعرفية منها: الصيانة الإنتاجية الشاملة من حيث مفهومها، ومبادئها، والتحديات التي تواجه ذلك التطبيق، بالإضافة إلى استعراض الطاقة الإنتاجية من حيث مفهومها، وأنواعها، واتجاهات زيادتها.

أولاً- المرتكزات المعرفية للصيانة الإنتاجية الشاملة:

1- مفهوم الصيانة الإنتاجية الشاملة:

يتجسد مضمون الصيانة الإنتاجية الشاملة في مصطلحاتها الثلاثة وهي:

أ- **الصيانة: Maintenance:** يشير مصطلح الصيانة وفقًا لـ (Kumar et al., 2013: 233) إلى: مزيج من الأنشطة الإدارية والفنية المطلوبة للحفاظ على الآلات والمعدات والحد من الأعطال بهدف المحافظة على الأصل الإنتاجي في الوضع التشغيلي الجيد. ويعرفها (Jochen & khashayar, 2011: 96) بأنها: مجموعة الإجراءات وجميع الأنشطة المسئولة عن وضع الآلة في حالة الاستعداد التام للعمل مع تلافي الأعطال ومعالجتها، بُغية استرجاع الآلة لأداء وظائفها المطلوبة.

ب- **الإنتاجي: Productive:** يعرف (Besterfield et al., 2012: 362) المفهوم الإنتاجي بأنه تقليص مشكلات الإنتاج إلى أدنى حد ممكن للوصول إلى صفر من العيوب Zero defects، وصفر من الأعطال Zero Breakdowns، وصفر من التلوث Zero Pollution، وصفر من الحوادث Zero accidents، وصفر من الأمراض المهنية Zero health damage بحيث تنفذ عمليات الصيانة بينما يستمر الإنتاج بدون توقف لإنتاج منتجات تلبي متطلبات واحتياجات العميل الحالية والمتوقعة.

ج- **الشامل Total:** يشير (Stevenson, 2012:658) إلى المفهوم الشامل بأنه المشاركة الشاملة لكل العاملين من القمة إلى القاعدة – كل المستويات وكل الوظائف – للمحافظة على أداء الآلات والمعدات والتجهيزات بكفاءة وفاعلية. تتمثل الصيانة الإنتاجية الشاملة TPM كما عرفها Seiichi Nakajma بأنها نظام للصيانة مصمم لتحقيق أقصى قدر من الفعالية الكلية للمعدة، وتحسين الكفاءة بشكل عام لجميع المعدات على طول حياتها الإنتاجية، وذلك بمشاركة جميع العاملين بالمنظمة من خلال أنشطة التحسين الصغيرة (Pomorski, 2015).

كما عرفها (Goetsch & Davis, 2013: 357) بأنها نظام للصيانة لتعظيم فعالية المعدات، وإلغاء الأعطال ونشر مفهوم الصيانة الذاتية بواسطة المشغل خلال العمل اليومي، ويصف (الكبكي، 2011: 76) الصيانة الإنتاجية الشاملة بأنها "مدخل نظامي لإدارة المعدة والمحافظة عليها، وتتبنى مبدأ مشاركة الجميع في أعمال الصيانة، بدءًا من الإدارة العليا، ومرورًا بالإدارة الوسطى والتنفيذية". **وترى الباحثة** أن الصيانة الإنتاجية الشاملة هي مدخل مبتكر للصيانة الوقائية طوال فترة حياة المعدة من خلال خلق ثقافة تعظيم الفعالية الكلية للمعدة بواسطة أنشطة مجموعات العمل الصغيرة ذات التخصصات المتنوعة لتقليل وقت الإنتاج وتحسين الكفاءة التشغيلية.

ويتضح مما تقدم أن الصيانة الإنتاجية الشاملة تعمل على وضع عملية الصيانة في بؤرة الاهتمام كأحد الأجزاء الحيوية والمهمة للعملية الإنتاجية فهي جزء لا يتجزأ من العملية الإنتاجية.

2- مبادئ الصيانة الإنتاجية الشاملة:

يرتكز تحقيق أهداف الصيانة الإنتاجية الشاملة على ثمانية مبادئ أساسية يطلق عليها الأعمدة الثمانية للصيانة الإنتاجية الشاملة والتي تتمثل فيما يلي:

أ- **التطوير المستمر Kobetsu Kaizen- Focused Improvement:** أوضح (Ravikumar et al., 2013: 38) أن التطوير المستمر يشمل جميع الأنشطة التي تعظم الفعالية الكلية للمعدة OEE وفعالية العمليات OPE من خلال التمسك بحذف جميع أنواع الفاقد وتحسين الأداء بواسطة التحسينات التدريجية المستمرة الصغيرة التي ينخرط فيها جميع العاملين بالمنظمة. وأكد (Zabeh, 2012: 43) على أن الفعالية الكلية للمعدة تعد مؤشر الأداء الرئيس لعملية التحسين المستمر، وهي قياس شمولي يحدد الإنتاجية النسبية لمعدة أو لخلية إنتاجية Workcell أو لخط إنتاجي كامل بالنسبة لأدائهم النظري.

ب- **الصيانة الذاتية Autonomous Maintenance:** أشار (Ferraro, 2014) إلى الصيانة الذاتية بأنها حجر الزاوية لنظام الصيانة الإنتاجية الشاملة، والتي تعتمد على المشاركة الإيجابية للمشغل في صيانة معداته. ويرى (Gitachu, 2015: 210) أن الفكرة الرئيسة في الصيانة الذاتية هي تدريب المشغل وتأهيله ليكون قادرًا على تنفيذ بعض مهام الصيانة الأساسية لمعداته كأعمال التنظيف والتزييت والفحص والتفتيش وبعض أنشطة الصيانة البسيطة، وذلك للمحافظة على المعدة وعدم تدهور حالتها، والتركيز على إبقائها ضمن شروط التشغيل الجيدة، بحيث يصبح المشغل في وضع قادر على تحديد مواقع الخلل وإصلاحه، دون الاضطرار إلى التوقف الطويل عن العمل في انتظار القيام بأعمال الإصلاح من قبل الفنيين المُتخصصين. وتساهم الصيانة الذاتية كما أشار (Krawczyk, 2013: 770) في تحقيق نسبة صفر في الأعطال، ولها دور غير مباشر في تحقيق صفر في الفاقد، وصفر في العيوب، وصفر في حوادث العمل.

ج- **الصيانة المخططة Planned Maintenance:** تهدف الصيانة المخططة كما أشار (Paropate et al., 2013: 1751) إلى التخطيط والرقابة والتنظيم للمعلومات المتعلقة بأنشطة الصيانة، والقضاء على الأسباب الجذرية للمشكلات في المعدات، ومنع الإخفاقات بما يمكن المعدات من العمل على المستوى الأمثل في كل الأوقات. وأضافت (الشمري، 2013: 170) إلى أن الصيانة المخططة تسعى لتحويل الجهود من الطرائق الاستجابية (الصيانة التصحيحية وصيانة التوقفات) إلى الطرائق الاستباقية (صيانة المنع والصيانة الوقائية).

د- **التعليم والتدريب Education & Training:** يهدف التعليم والتدريب كما أشار (Paropate et al., 2013: 1751) إلى خلق بيئة تدريبية للتعلم الذاتي بحيث يستطيع كل من له علاقة بالمعدة إنجاز المهام المطلوبة بكل فعالية واستقلالية. وأضاف (Gitachu, 2015: 214) أن التعليم والتدريب يجب أن يشتمل على المتطلبات الأساسية للصيانة الإنتاجية الشاملة وأهميتها، وذلك لتحديث معارفهم وتحسين مهاراتهم في أعمال الصيانة بهدف تحقيق صفر في الأعطال والتوقفات غير الضرورية، وصفر في الفاقد الناجم عن الافتقار للمعارف والمهارات.

هـ- **جودة الصيانة Quality Maintenance:** يعرف معهد صيانة المشروعات في اليابان JIPM جودة الصيانة بأنها تهيئة الظروف التي تمنع حدوث عيوب في المنتج، والتحكم في هذه الظروف للوصول إلى مرحلة العيوب

الصفرية Zero-defect (Lemma, 2008: 26). وأشار (Conding et al., 2013: 49) إلى أن جودة الصيانة تستند إلى الفكرة الأساسية وهي المحافظة على حالة متميزة للمُعدة، للمحافظة على جودة متميزة للمنتج. وأضاف أن جودة الصيانة تهدف إلى تحقيق رضا العميل من خلال إنتاج منتجات ذات جودة عالية، الأمر الذي يتطلب معرفة الأجزاء في المعدات التي تؤثر على جودة المنتج، والتحول من الرقابة على الجودة Quality Control إلى توكيد الجودة Quality Assurance لفحص وقياس حالة المعدة على مدار فترات زمنية متتالية.

و- **الصيانة الإنتاجية الشاملة في الإدارة TPM in Administration:** أشار (Paropate et al., 2013: 1752) إلى أن الصيانة الإنتاجية الشاملة لا تقتصر على الإنتاج فقط، بل تطبق أيضًا على الوظائف والمهام الإدارية من خلال تحليل العمليات والإجراءات لتشخيص وإزالة الفواقد الإدارية بجميع أشكالها، وذلك لتحسين الإنتاجية وتحسين كفاءة الوظائف الإدارية.

ز- **السلامة والصحة والبيئية Safety , Health and Environment:** تهتم الصيانة الإنتاجية الشاملة كما أشار (Kedaria&Deshpande, 2014: 647) بالحفاظ على سلامة وصحة الإنسان والبيئة المحيطة، وذلك بتوفير بيئة عمل آمنة خالية من مسببات الحوادث أو الإصابات أو الأمراض المهنية، والحفاظ على الممتلكات من خطر التلف والضياع. وتستهدف السلامة والصحة والبيئة كما أوضح (Gitachu, 2015: 210) تعزيز الأمان والطمأنينة لدى العاملين أثناء قيامهم بأعمالهم، وذلك من خلال تدريبهم على استخدام أدوات السلامة أثناء العمل لأداء العمل بطريقة آمنة، مما ينعكس أثره على إحراز تحسينات جوهرية في أداء العملية الإنتاجية.

ح- **السينات الخمس 5s Term:** تبدأ الصيانة الإنتاجية الشاملة كما أشار (Ritzman et al., 2013: 303) بالسينات الخمس 5s، فالمشكلات لا يمكن رؤيتها بوضوح عندما يكون مكان العمل غير منظم، وغير نظيف. فالنظافة وتنظيم مكان العمل يساعدان مشغل الآلة على رؤية المشكلات بوضوح، وهذا يمثل الخطوة الأولى في عملية التحسين، وتشير السينات الخمس 5s إلى خمس خطوات لتنظيم مكان العمل وهي: تصنيف Sort، تنظيم وترتيب مكان العمل Set in order، التنظيف Shine، التنميط Standardize، التدريب والتثبيت Sustain.

3- تحديات تطبيق الصيانة الإنتاجية الشاملة:

إن تطبيق الصيانة الإنتاجية الشاملة ليس بالأمر المستحيل، فقد نجح في العديد من المنظمات في دول مختلفة كاليابان، والولايات المتحدة، ودول أوروبا والهند وماليزيا وجنوب إفريقيا وغيرها. ولكن أكد (Elgharib & Aspinwall, 2013: 690) و(Poduval et al., 2015: 310-320) على أن هذا التطبيق قد يواجه بعض التحديات التي يمكن إيجازها فيما يلي:

- الثقافة السائدة بعدم توافر الوقت الكافي للصيانة الوقائية يفسد خاصية المبادرة المبكرة Proactive للصيانة الإنتاجية الشاملة، وتصبح الصيانة مجرد ردود أفعال.
- ينظر للصيانة الإنتاجية الشاملة على أنها فكرة خطرت ببال الإدارة العليا لعمل بعض التطويرات، وسرعان ما سيأتي غيرها العام القادم.
- تطبيق الصيانة الإنتاجية الشاملة تحت إشراف إدارة الصيانة أو الإدارة الهندسية دون إشراك إدارة التشغيل.
- تطبيق الصيانة الإنتاجية الشاملة في أجزاء آمنة بدون مشكلات بدلاً من تطبيقها في مناطق عنق الزجاجة.

- استخدام القياس المقارن في نقل نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة من منظمة أخرى غالبًا ما يؤدي إلى الفشل.
- التركيز على الصيانة الذاتية ومشاركة العاملين دون المحاور الرئيسة الأخرى للصيانة الإنتاجية الشاملة.

وتضيف الباحثة:

- عدم تقديم تقارير دورية عن بيانات حالة المعدات، وخاصة الفعالية الكلية للمعدة.
- عدم اهتمام الإدارة العليا بتقديم الدعم والمساندة لتطبيق الصيانة الإنتاجية الشاملة.
- التطبيق الشكلي للصيانة الإنتاجية الشاملة.
- عدم توافر المعارف والمهارات الفنية اللازمة لدى بعض العاملين.
- صعوبة تغيير الثقافة التنظيمية المناوئة السائدة في المنظمة.
- عدم توافر متطلبات الأمن والسلامة المهنية.

ثانيًا- المرتكزات المعرفية للطاقة الإنتاجية:

يحتل موضوع الطاقة الإنتاجية اهتمامًا واسعًا من قبل الباحثين والمنظمات الإنتاجية لما له من أهمية بالغة، فالطاقة هي مقياس للاستطاعة أو القدرة ووصف لإمكانات النظام، ويتم تحديد الطاقة الإنتاجية في ضوء الإمكانات الآلية المتاحة وظروف التشغيل الفنية وبرامج الصيانة للآلات والمعدات وغيرها.

1- مفهوم الطاقة الإنتاجية Production Capacity:

عرفها (Stevenson, 2012: 183) بأنها الحد الأقصى لمقدار الإنتاج الذي يمكن إنجازه خلال فترة زمنية محددة، كما عرفها (Greasley, 2010: 279) بأنها مدى القدرة على تحقيق قدر معين من المخرجات، مع ضرورة الأخذ في الحسبان كل السياسات الإدارية والإنتاجية والتسويقية للمنظمة. ويرى (Render&Heizer, 2011: 314) أنها قدرة العامل والماكينة ومركز العمل والعملية والتجهيزات والمنظمة على إنتاج منتج في وحدة الزمن. ورغم اختلاف تعريفات الطاقة الإنتاجية، يمكن بصفة عامة النظر لمصطلح الطاقة الإنتاجية بأنه يشير إلى كمية المخرجات الناتجة عن عملية أو أكثر خلال فترة زمنية معينة.

2- أنواع الطاقة الإنتاجية:

تعبر الطاقة الإنتاجية عن حدود التحميل للنظام التشغيلي، ويمكن التمييز بين عدة أنواع للطاقة الإنتاجية منها: **الطاقة التصميمية Designed Capacity** وهي الطاقة الإنتاجية للأجهزة والمعدات في المنظمات الصناعية، والتي باستطاعة الآلة أو الماكينة إنتاجها حسب تصميمها من الشركة المنتجة ووفقًا للشروط الفنية والمتطلبات الأخرى، وتشير إلى أعلى قدرة إنتاجية يمكن تحقيقها في ظل الأحوال المثالية، حيث يتم تشغيل الوحدة الإنتاجية دون انقطاع طوال أيام السنة، ودون احتساب أية مسموحات للصيانة أو الإصلاح أو العطل أو تأخر المواد الخام أو العمالة، و**الطاقة الفعلية (التشغيلية) Normal Capacity** وهي تشير إلى كمية الإنتاج الفعلي الذي تم تحقيقه في المنشأة الصناعية خلال فترة زمنية معينة وفقًا لظروف العمل السائدة فيها، فهي تأخذ في الاعتبار الفواقد التي لا يمكن تجنبها، مثل الإصلاحات (Render&Heizer, 2011: 314-315) و(Stevenson, 2012: 186).

3- اتجاهات زيادة الطاقة الإنتاجية:

يتوقف قرار تحديد الطاقة الإنتاجية – إلى حد كبير – على التنبؤ بحجم الطلب على المنتجات المنظمة، والذي يفترض أن يؤدي إلى تحديد سليم لمستويات التشغيل الاقتصادية. وفي هذا المقام يمكن دراسة عدة اتجاهات لمواجهة زيادة حجم الطلب على الطاقة الإنتاجية المتاحة، حيث أشارت (Vorne Industries Inc., 2015) إلى أنه يمكن زيادة الطاقة الإنتاجية من خلال إدخال تحسينات على الفعالية الكلية للمُعدة OEE. كما أشار (Greasley, 2010: 281) إلى أنه يمكن زيادتها من خلال إدخال التقنيات الجديدة، وزيادة عدد الورديات، وإدخال تسهيلات إنتاجية إضافية.

وأوضح (Render & Heizer, 2011: 314-319) أن الأيدي العاملة المدربة، ورأس المال المطلوب من العوامل المهمة المؤثرة على زيادة الطاقة الإنتاجية، كما أكدوا على ضرورة معالجة الاختناقات التي تعوق استمرارية تدفق العمليات ومنع الأعطال، وتحسين نظام الصيانة وتحويله إلى الصيانة الإنتاجية الشاملة، وفي هذا السياق يرى (Stevenson, 2012: 189) أن الاستخدام الأمثل لمستلزمات الإنتاج، وتوافر قطع الغيار في الوقت المناسب وبالكميات المطلوبة، وتوافر متطلبات الأمن والسلامة المهنية من العوامل المهمة المؤثرة على زيادة الطاقة الإنتاجية. وأضاف أن الوقت الضائع في انتظار التعليمات الخاصة بالعمل، وانتظار المواد، وزيادة وقت تجهيز وضبط الآلات والمعدات، والوقت الضائع في التنقل بين الأقسام، وانتظار فحوص الجودة والتفتيش من الأمور التي تؤثر سلبًا على الطاقة الإنتاجية.

وترى الباحثة ضرورة ملاءمة بيئة العمل المادية مع احتياجات التشغيل المادية لما لها من أثر بالغ على الطاقة الإنتاجية بما تشكله من مؤثرات مادية ومعنوية، فالحصول على طاقة إنتاجية كافية وقادرة على تمكين المنظمة من إشباع الطلب الحالي والمستقبلي في الوقت المناسب – يتم من خلال إجراء مقارنة بين الطاقة الإنتاجية بالمراكز الإنتاجية المختلفة والطاقة الإنتاجية المطلوب توافرها، وفي ضوء تلك المقارنة يتم تحديد مدى كفاية الطاقة لإنجاز الأوامر وإحداث التوازن بين العرض والطلب على منتجات المنظمة، للوفاء باحتياجات العميل الحالي والمرتقب من الطاقة المنتجة بالسعر المناسب، وفي الوقت المناسب، وبالجودة المناسبة.

المحور الثالث: الإطار التطبيقي للبحث:

يتناول المحور الثالث تحليل نتائج الدراسة الميدانية على العينة المختارة من خلال استخدام أنسب الأساليب الإحصائية الملائمة لتحليل متغيرات البحث ومعرفة الوضع القائم بالعينة محل البحث واختبار فروضه، وذلك للتعرف على نظام الصيانة المطبق بالمحطات محل البحث،وأثره على الطاقة الإنتاجية لمحطات الإنتاج وإمكانية تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة كمدخل لزيادة الطاقة الإنتاجية بمحطات إنتاج الكهرباء.

أولاً- دراسة متغيرات البحث:

تتناول تلك الفقرة دراسة متغيرات البحث المتمثلة في: برنامج الصيانة المطبق، نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة، الطاقة الإنتاجية التشغيلية، وذلك لتشخيص نقاط القوة والضعف في متغيرات البحث للتوصل إلى مجموعة من النتائج والخروج بمجموعة من التوصيات.

1- برنامج الصيانة المطبق:

لدراسة متغير برنامج الصيانة المطبق،لابد من دراسة أبعاده المتمثلة في: قدرة أداء نظام الصيانة المطبق حاليًا، إجراءات إتمام عمليات الصيانة، ونوع البرنامج المطبق، وأهداف البرامج، وأسباب تدني جودته.

- **دراسة أبعاد متغير "برنامج الصيانة المطبق":**

أ- قدرة أداء نظام الصيانة المطبق حاليًاُ:

يتضح من نتائج الدراسة الإحصائية ارتفاع نسبة موافقة المبحوثين إلى أكثر من نصف حجم العينة على أن برنامج الصيانة المطبق حاليًا يعمل على زيادة الطاقة الإنتاجية التشغيلية بالمحطة وعلى تحسين الفعالية الكلية للمعدة ومنع الأعطال وتحسين أداء الآلات، في حين بلغت نسبة موافقة المبحوثين في محطة غرب القاهرة 78.9% ومحطة شمال القاهرة 66.5% على الترتيب من حجم العينة على أن تغيير برنامج الصيانة المطبق حاليًا ضرورة جوهرية في الوقت الحالي، كما ارتفعت نسبة موافقة المبحوثين إلى أكثر من نصف حجم العينة، على أنه يوجد فرق جوهري بين برنامج الصيانة المطبق حاليًا وبين نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة، وأنه من المؤكد وجود أنظمة صيانة أفضل من نظام الصيانة المطبق حاليًا، مما يدل على أن هناك تناقضًا في إجابات المبحوثين ووجود تباين واضح في آرائهم، وهذا يؤكد على انخفاض قدرة أداء نظام الصيانة الحالي في الوصول إلى حد التحميل الأقصى للنظام التشغيلي.

ب- إجراءات إتمام عمليات الصيانة:

يتضح من نتائج الدراسة الإحصائية وجود فروق معنوية في إجابات المبحوثين بمحطتي غرب القاهرة وشمال القاهرة، حيث إن قيمة معنوية اختبار مان ويتنى أقل من 0.05 فيما يتعلق بتطبيق تعليمات الصيانة في الكتالوج الخاص بالمعدة، بغض النظر عن الاحتياجات الواقعية للمعدة. ويحظى القائمون على برنامج الصيانة بالدورات التدريبية اللازمة، وتتوقف الآلات لساعات حتى إتمام أعمال الصيانة. وعلى الرغم من ارتفاع نسب موافقة المبحوثين في المحطتين محل البحث على متغير "إجراءات إتمام عمليات الصيانة" التي تضمن وضع الآلات في حالة الاستعداد التام للعمل، لكن ذلك لا يمنع حدوث الأعطال، حيث إن غالبية المبحوثين في محطة غرب القاهرة بنسبة 83.9% من حجم العينة وما يقرب من ثلثي المبحوثين بنسبة 69.7% من حجم العينة في محطة شمال القاهرة – موافقون على أن الآلات تتوقف لساعات حتى إتمام عملية الصيانة، مما يدل على أن نظام الصيانة المطبق لا يحد من الأعطال، وبالتالي لا يضمن المحافظة على الأصل الإنتاجي في الوضع التشغيلي الجيد.

ج- نوع برنامج الصيانة المطبق:

يتضح من نتائج الدراسة الإحصائية أنه لا توجد فروق معنوية بين محطتي غرب القاهرة وشمال القاهرة من حيث نوع برنامج الصيانة المطبق، حيث تمثل نسبة الموافقة على أنه برنامج صيانة علاجية 87% و88% على الترتيب من حجم العينة، بينما تمثل نسبة الموافقة على أنه برنامج صيانة وقائية 62% و75% على الترتيب من حجم العينة، في حين انخفضت النسبة إلى 12.5% و15.3% على الترتيب من حجم العينة على أنه برنامج صيانة إنتاجية شاملة، وتدنت لكون البرنامج صيانة ذاتية، مما يدل على أن برنامج الصيانة المطبق قائم على عمليات الإصلاح واستبدال الأجزاء بعد وصول المعدة إلى حالة الإخفاق والتوقف عن العمل، بالإضافة إلى أنه لا يعتمد على المشاركة الإيجابية للمشغل في صيانة

معدات، والتعرف على أدق تفاصيلها، حيث تمثل نسبة الموافقة في غرب القاهرة وشمال القاهرة على الصيانة الذاتية 4% و8% على الترتيب من حجم العينة.

د- أهداف برنامج الصيانة المطبق:

يتضح من نتائج الدراسة الإحصائية أن ترتيب المبحوثين لأهداف برنامج الصيانة المطبق حسب درجة تحققها، فطبقًا لرأى المبحوثين في محطة غرب القاهرة، احتل هدف تحسين أداء الآلات والمعدات المرتبة الأولى بنسبة 19.7% من إجمالي الأهداف المحققة، وطبقًا لرأي المبحوثين في محطة شمال القاهرة، احتل هدف المحافظة الدائمة على الحالة الجيدة للآلات والمعدات المرتبة الأولى بنسبة 18.6% من إجمالي الأهداف المحققة.

هـ- أسباب تدني جودة برنامج الصيانة المعلق حاليًا:

يتضح من نتائج الدراسة الإحصائية أن ترتيب المبحوثين لأسباب تدني جودة برنامج الصيانة المطبق حاليًا وفقًا لأهميتها، وطبقًا لرأى المبحوثين في محطة غرب القاهرة، احتل سبب تخطي العمر الافتراضي لأجزاء الآلات والمعدات المرتبة الأولى، يليه نقص قطع الغيار ومستلزمات الصيانة، ثم احتل سبب الصيانة مجرد ردود أفعال المرتبة الثالثة. وطبقًا لرأى المبحوثين في محطة شمال القاهرة، احتل سبب نقص قطع الغيار ومستلزمات الصيانة المرتبة الأولى، وجاء سبب الصيانة مجرد ردود أفعال ليحتل المرتبة الثانية، يليه قصور الدورات التدريبية في تلبية الاحتياجات التدريبية الفعلية ليحتل المرتبة الثالثة. وهذا يؤكد صحة إجابات المبحوثين في تحديد نوع برنامج الصيانة المطبق بمحطات الإنتاج محل البحث طبقًا لدرجة الاعتماد عليه، حيث يتم الاعتماد بنسبة كبيرة على برامج الصيانة العلاجية، وهذا ما يؤكد صحة ترتيبهم لسبب الصيانة مجرد ردود أفعال.

- **قياس متغير "برنامج الصيانة المطبق" وفقا لأبعاده:**

أ- هل توجد فروق معنوية بين محطتي الكهرباء محل الدراسة من حيث برنامج الصيانة المطبق؟

الفرض العدمي H0: لا توجد فروق معنوية بين محطتي الكهرباء محل الدراسة من حيث برنامج الصيانة المطبق.

الفرض البديل H1: يوجد فروق معنوية بين محطتي الكهرباء محل الدراسة من حيث برنامج الصيانة المطبق.

جدول رقم (3)

نتائج اختبار مان ويتني لبرنامج الصيانة المطبق

المتغير	المحطة	متوسط نسبة الأهمية النسبية	Mann-Whitney U	Asymp. Sig. (2-tailed)
برنامج الصيانة المطبق	غرب القاهرة	03202	1292.50	0.610
	شمال القاهرة	0.3061		

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على مخرجات التحليل الإحصائي.

يتضح من الجدول رقم (3) أن نسبة موافقة المبحوثين على برنامج الصيانة المطبق في محطة غرب القاهرة وشمال القاهرة بلغت 32.02% و30.61% على الترتيب من حجم العينة، كما لا توجد فروق معنوية بين المحطتين محل البحث.

ب- هل توجد فروق معنوية بين المستويات الإدارية محل الدراسة من حيث برنامج الصيانة المطبق؟

الفرض العدمي H0: لا توجد فروق معنوية بين المستويات الإدارية محل الدراسة من حيث برنامج الصيانة المطبق.

الفرض البديل H1: توجد فروق معنوية بين المستويات الإدارية محل الدراسة من حيث برنامج الصيانة المطبق.

جدول رقم (4)

نتائج اختبار كورسكال والس لبرنامج الصيانة المطبق وفقًا للمستوي الإداري

مستوى الإدارة	متوسط نسبة الأهمية النسبية	Kruskal-Wallis Test	Sig.
التنفيذية	0.2974	11.891	0.003
الوسطى	0.3087		
العليا	0.3802		

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على مخرجات التحليل الإحصائي.

يتضح من الجدول رقم (4) أن قيمة معنوية اختبار كورسكال والس بلغت 0.003، وهي أقل من 0.05، مما يدل على وجود فروق معنوية بين المستويات الإدارية محل البحث من حيث برنامج الصيانة المطبق.

ج- دراسة العلاقة الارتباطية بين برنامج الصيانة المطبق وبين أبعاده:

جدول رقم (5)

العلاقة الارتباطية بين برنامج الصيانة المطبق وأبعاده

المتغير	قدرة أداء نظام الصيانة المطبق k1	إجراءات إتمام عمليات الصيانة k2	نوع البرنامج k3	أهداف البرنامج k4	أسباب تدنية الأداء k5
برنامج الصيانة المطبق g1	**0.488	**0.830	**0.398	**0.646	**-0.550

**وجود ارتباط عند مستوى معنوية 1%.

المصدر: من واقع نتائج تشغيل البيانات على برنامج SPSS.

يوضح الجدول رقم (5) العلاقة الارتباطية بين متغير "برنامج الصيانة المطبق" وبين أبعاده، حيث تبين وجود علاقة ارتباطيه طردية قوية بين برنامج الصيانة المطبق وبين كل من إجراءات إتمام عمليات الصيانة وأهداف البرنامج كما توجد علاقة ارتباطية متوسطة القوة مع قدرته على الأداء وضعيفة بينه وبين نوع البرنامج، بينما توجد علاقة ارتباطية عكسية متوسطة القوة بين برنامج الصيانة المطبق وبين أسباب تدني جودته.

ولتحديد الأهمية النسبية لتأثير الأبعاد الخمسة في متغير "برنامج الصيانة المطبق"، تم استخدام نموذج الشبكات العصبية مع جميع الأبعاد محل الدراسة، وكانت النتائج كما يلي:

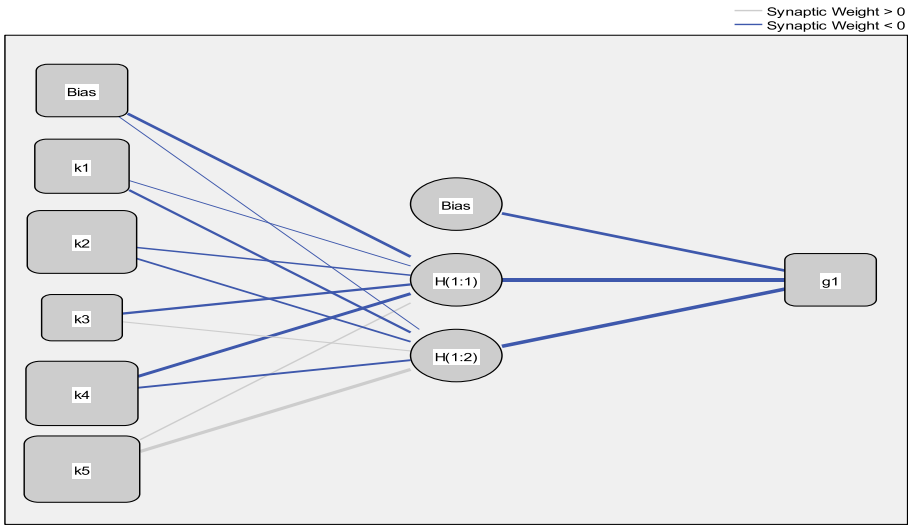
جدول رقم (6)

نتائج تحليل الشبكات العصبية وفقًا لبرنامج الصيانة المطبق

بيان	تكرار	نسبة %	SSE	RE
تدريب	72	68.6	0.041	0.001
اختبار	33	31.4	0.012	0.001

المصدر: من واقع نتائج تشغيل البيانات على برنامج SPSS.

تتكون الشبكة العصبية كما هو موضح بالشكل رقم (2) من طبقة المدخلات، وتشمل الأبعاد الخمسة محل دراسة متغير "برنامج الصيانة المطبق" والتي تتمثل في K_1,K_2,K_3,K_4، والطبقة الخفية وتشمل دالتين تحليليتين، ثم طبقة المخرجات وتشمل المتغير التابع "برنامج الصيانة المطبق"g1.



المصدر: من واقع نتائج تشغيل البيانات على برنامج SPSS

شكل رقم (2): الشبكة العصبية للعلاقة الدالية بين برنامج الصيانة المطبق وأبعاده

تقوم الشبكة العصبية بعملية اكتشاف وتمييز الخصائص وتصنيف وتحليل تأثير الأبعاد الخمس في برنامج الصيانة المطبق من خلال دالتين تحليليتين. ويوضح الجدول رقم (7) تقدير معالم نموذج الشبكة العصبية لتأثير الأبعاد الخمسة في متغير "برنامج الصيانة المطبق".

جدول رقم (7)

الأهمية النسبية للأبعاد الخمسة للتأثير في برنامج الصيانة المطبق

المتغير	قدرة أداء نظام الصيانة المطبق	إجراءات إتمام عمليات الصيانة	نوع البرنامج	أهداف البرنامج	أسباب تدنية الأداء
الأهمية النسبية	0.154	0.24	0.076	0.255	0.275

المصدر: من واقع نتائج تشغيل البيانات على برنامج SPSS

يوضح الجدول رقم (7) أن أهم بعد مؤثر في برنامج الصيانة المطبق بمحطتي الإنتاج محل البحث هو أسباب تدني جودة برنامج الصيانة المطبق، فكلما زادت أسباب تدني جودة برنامج الصيانة المطبق كنقص قطع الغيار ومستلزمات الصيانة واتباع سياسة رد الفعل في إتمام أعمال الصيانة، وتخطى العمر الافتراضي لأجزاء الآلات والمعدات – أثر ذلك سلبًا على برنامج الصيانة المطبق بالعينة محل البحث وأدى إلى انخفاض قدرته الفنية في المحافظة على الأصل الإنتاجي والحد من الأعطال.

2- نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة:

لدراسة متغير نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة، لابد من دراسة أبعاده المتمثلة في: تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة، ومفهوم نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة، وأهمية تطبيقه، ومتطلبات تطبيقه، وإمكانية نجاح تطبيقه بمحطات الإنتاج محل البحث.

- **دارسة أبعاد متغير "نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة":**

أ- تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة:

يتضح من نتائج الدراسة الإحصائية أن نسبة موافقة المبحوثين بمحطة غرب القاهرة وشمال القاهرة على أن تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة يؤدي إلى زيادة الطاقة الإنتاجية التشغيلية بلغت 86% و81% على الترتيب من الحجم. ولا توجد فروق معنوية بين المحطتين، حيث بلغت معنوية اختبار مان ويتني 0.247 وهي أكبر من 0.05، كما إن نسبة موافقة المبحوثين بمحطة غرب القاهرة وشمال القاهرة على أنه يوجد فرق جوهري بين برنامج الصيانة المطبق حاليًا وبين نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة بلغت 72% و61,6% على الترتيب من حجم العينة وتوجد فروق معنوية بينهما، حيث بلغت معنوية اختبار مان ويتني 0.004 وهي أقل من 0.05 مما يدل على رغبة المبحوثين في تغيير نظام الصيانة الحالي لتحويل الجهود من الطرائق الاستجابية إلى الطرائق الاستباقية والقضاء على الأسباب الجذرية للمشكلات في المعدات ومنع الإخفاقات.

ب- مفهوم نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة:

يتضح من نتائج الدراسة الإحصائية أن نسبة 29.5% من المبحوثين بالمحطتين محل البحث يدركون المفهوم الصحيح للصيانة الإنتاجية الشاملة وانخفاض هذه النسبة يدل على عدم وضوح مفهوم الصيانة الإنتاجية الشاملة وعدم العلم به لدى الكثير من المبحوثين.

ولاختبار وجود علاقة بين محطة الكهرباء ومفهوم نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة تم إجراء اختبار x^2، فكانت النتائج كما يلي:

Chi Square	Value	D.F.	Significance.
pearson	3.970	5	0.554

ويتضح من تلك النتائج أن قيمة معنوية Sig x^2 بلغت 0.554 وهي أكبر من 0.05 مما يدل على عدم وجود علاقة بين محطة الكهرباء ومفهوم نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة.

ج- أهمية تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة:

يتضح من نتائج الدراسة الإحصائية ترتيب المبحوثين لأسباب تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة حسب أهميتها. ويرى المبحوثون أن أهم سبب لتطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة هو أنه يحسن أداء المعدات، حيث احتل هذا السبب أعلى متوسط من بين متوسطات إجابات المبحوثين في المحطتين محل البحث.

د- متطلبات تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة:

يتضح من نتائج الدراسة الإحصائية ترتيب المبحوثين لمتطلبات تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة، وطبقًا لرأى المبحوثين في محطة غرب القاهرة،احتل متطلب التزام ودعم الإدارة العليا المرتبة الأولى بنسبة موافقة 61.25% من حجم العينة،وطبقًا لرأى المبحوثين في محطة شمال القاهرة، جاءت المسئولية الجماعية لجميع العاملين لتحتل المرتبة الأولى بنسبة موافقة 65% من حجم العينة.

هـ- إمكانية نجاح تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة:

يتضح من نتائج الدراسة الإحصائية أن نسبة موافقة المبحوثين في محطة غرب القاهرة وشمال القاهرة على إمكانية نجاح تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة في المحطة بلغت 67.5% و69.8% على الترتيب من حجم العينة. كما لا توجد فروق معنوية بينهما، حيث بلغت معنوية اختبار مان ويتني 0.964 وهي أكبر من 0.05، وهذا يعنى أنهم يجمعون على رأي واحد فيما يتعلق بإمكانية نجاح تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة.

- **قياس متغير "نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة" وفقًا لأبعاده:**

أ- هل توجد فروق معنوية بين محطتي الكهرباء محل الدراسة من حيث نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة؟

الفرض العدمي H0: لا توجد فروق معنوية بين محطتي الكهرباء محل الدراسة من حيث نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة.

الفرض البديل H1: توجد فروق معنوية بين محطتي الكهرباء محل الدراسة من حيث نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة.

جدول رقم (8)

نتائج اختبار مان ويتني لنظام الصيانة الإنتاجية الشاملة

المتغير	المحطة	متوسط نسبة الأهمية النسبية	Mann-Whitney U	Asymp. Sig. (2-tailed)
نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة	غرب القاهرة	0.4668	1365	0.964
	شمال القاهرة	0.4618		

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على مخرجات التحليل الإحصائي.

يتضح من الجدول رقم (8) ارتفاع نسبة موافقة المبحوثين على نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة عن نظام الصيانة المطبق حاليًا في محطة غرب القاهرة وشمال القاهرة، حيث بلغت 46.68% و46.18% على الترتيب من حجم العينة، كما لا توجد فروق معنوية بين المحطتين محل البحث.

ب- هل توجد فروق معنوية بين المستويات الإدارية محل الدراسة من حيث نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة؟

الفرض العدمي H0: لا توجد فروق معنوية بين المستويات الإدارية محل الدراسة من حيث نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة.

الفرض البديل H1: توجد فروق معنوية بين المستويات الإدارية محل الدراسة من حيث نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة.

جدول رقم (9)

نتائج اختبار كورسكال والس لنظام الصيانة الإنتاجية الشاملة وفقًا للمستوى الإداري

مستوى الإدارة	متوسط نسبة الأهمية النسبية	Kruskal-Wallis Test	Sig.
التنفيذية	0.4622	0.454	0.797
الوسطى	0.4708		
العليا	0.4547		

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على مخرجات التحليل الإحصائي.

يتضح من الجدول رقم (9) أن قيمة معنوية اختبار كورسكال والس بلغت 0.797 وهي أكبر من 0.05 مما يدل على عدم وجود فروق معنوية بين المستويات الإدارية محل البحث من حيث نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة.

ج- دراسة العلاقة الارتباطية بين نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة وبين أبعاده:

جدول رقم (10)

العلاقة الارتباطية بين نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة وأبعاده

المتغير	تطبيق نظام صيانة الإنتاجية الشاملة h1	مفهوم نظام الإنتاجية الشاملة h2	أهمية تطبيق النظام للصيانة h3	متطلبات تطبيق النظام h4	إمكانية نجاح النظام h5
نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة g2	0.122	0.142	**0.938	**0.784	**0.488

**وجود ارتباط عند مستوى معنوية 1%.

المصدر: من واقع نتائج تشغيل البيانات على برنامج SPSS.

يوضح الجدول رقم (10) العلاقة الارتباطية بين متغير "نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة"، وبين أبعاده، حيث تبين وجود علاقة ارتباطية طردية قوية بين نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة وبين أهمية تطبيقه ومتطلبات ذلك التطبيق، وجاءت علاقة الارتباط طردية متوسطة القوة مع إمكانية نجاح تطبيق النظام. بينما توجد علاقة ارتباطية ضعيفة جدًا بين نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة وبين كل من تطبيق النظام ومفهومه.

ولتحديد الأهمية النسبية لتأثير الأبعاد الخمسة في متغير "نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة" تم استخدام نموذج الشبكات العصبية مع جميع المتغيرات محل الدراسة، وكانت النتائج كما يلي:

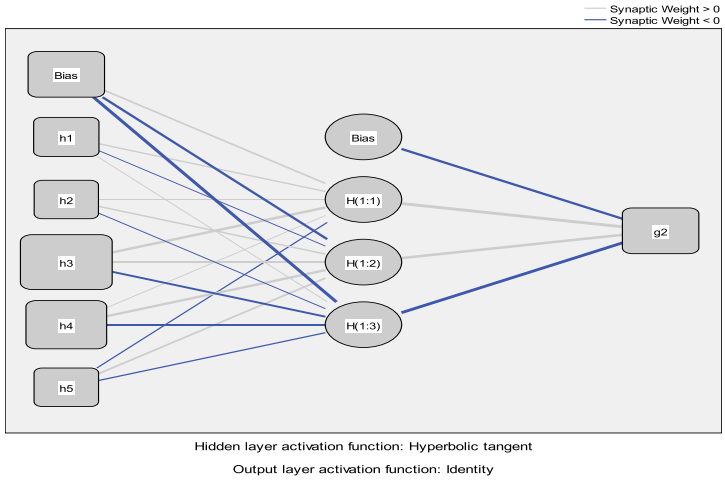
جدول رقم (11)

نتائج تحليل الشبكات العصبية وفقًا لنظام الصيانة الإنتاجية الشاملة

بيان	تكرار	نسبة %	SSE	RE
تدريب	68	64.8	0.026	0.001
اختبار	37	35.2	0.022	0.001

المصدر: من واقع نتائج تشغيل البيانات على برنامج spss.

وتتكون الشبكات العصبية كما يوضحه الشكل رقم (3) من طبقة المدخلات، وتشمل الأبعاد الخمسة محل دراسة متغير "نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة"، والتي تتمثل في H_1,H_2,H_3,H_4,H_5. والطبقة الخفية وتشمل ثلاث دوال تحليلية، ثم طبقة المخرجات، وتشمل المتغير التابع "نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة" g2.



المصدر: من واقع نتائج تشغيل البيانات على برنامج spss.

شكل رقم (3): الشبكة العصبية للعلاقة الدالية بين نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة وأبعاده

تقوم الشبكة العصبية بعملية اكتشاف وتمييز الخصائص وتصنيف وتحليل تأثير الأبعاد الخمسة في نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة من خلال ثلاث دوال تحليلية كما هو موضح بالملحق رقم (6). ويوضح الجدول رقم (12) تقدير معالم نموذج الشبكة العصبية لتأثير الأبعاد الخمسة في متغير "نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة"

جدول رقم (12)

الأهمية النسبية للأبعاد الخمسة للتأثير في نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة

المتغير	تطبيق نظام صيانة الإنتاجية الشاملةh1	مفهوم نظام الإنتاجية الشاملةh2	أهمية تطبيق النظام للصيانةh3	متطلبات تطبيق النظامh4	إمكان نجاح النظامh5
الأهمية النسبية	0.067	0.055	.533	.304	.041

المصدر: من واقع نتائج تشغيل البيانات على برنامج SPSS.

يوضح الجدول رقم (12) الأهمية النسبية لتأثير الأبعاد الخمسة في متغير "نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة"، حيث تبين أن أهم بُعد مؤثر في نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة هو أهمية تطبيقه، فكلما زاد إدراك المبحوثين لأهمية تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة، أثر ذلك إيجابيًا على النظام، وبالتالي ينجح تطبيقه.

3- الطاقة الإنتاجية التشغيلية:

لدراسة متغير الطاقة الإنتاجية التشغيلية، لابد من دراسة بعديه المتمثلين في: القدرة الإنتاجية وأسباب انخفاض الطاقة الإنتاجية التشغيلية.

- **دراسة أبعاد متغير "الطاقة الإنتاجية التشغيلية":**

أ- القدرة الإنتاجية:

يتضح من نتائج الدراسة الإحصائية أن غالبية المبحوثين بمحطة غرب القاهرة وشمال القاهرة موافقون على انخفاض الطاقة الإنتاجية التشغيلية عن الطاقة الإنتاجية التصميمية بنسبة 82% و79% على الترتيب من حجم العينة، كما لا توجد فروق معنوية في إجابات المبحوثين بالمحطتين محل البحث، حيث بلغت قيمة معنوية اختبار مان ويتني 0.596 وهي أكبر من 0.05 وهذا يعنى أنهم يجمعون على رأى واحد فيما يتعلق بانخفاض الطاقة الإنتاجية التشغيلية عن الطاقة الإنتاجية التصميمية.

ب- أسباب انخفاض الطاقة الإنتاجية التشغيلية:

يتضح من نتائج الدراسة الإحصائية أن ترتيب المبحوثين لأسباب انخفاض الطاقة الإنتاجية التشغيلية جاء وفقًا لأهميتها، فطبقًا لرأي المبحوثين احتل سبب نقص قطع الغيار ومستلزمات الإنتاج أعلى متوسط من بين متوسطات إجابات المبحوثين في المحطتين محل البحث، بنسبة موافقة 85.54% من حجم العينة في محطة غرب القاهرة، و87.76% من حجم العينة في محطة شمال القاهرة، الأمر الذي يؤدى إلى انخفاض قدرة نظام الصيانة المطبق حاليًا على إتمام أعمال الصيانة في المواعيد المقررة، لذلك وبالتالي يحدث اضطرار إلى التوقف الطويل عن العمل بسبب عجز المعدة على إتمام المهام المطلوبة في انتظار قطع الغيار ومستلزمات الإنتاج اللازمة لإتمام أعمال الصيانة، ومن ثم ينخفض الوقت المتاح للإنتاج وتنخفض الطاقة الإنتاجية التشغيلية عن الطاقة الإنتاجية التصميمية.

- **قياس متغير" الطاقة الإنتاجية التشغيلية " وفقًا لأبعاده:**

أ- هل توجد فروق معنوية بين محطتي الكهرباء محل الدراسة من حيث الطاقة الإنتاجية التشغيلية؟

الفرض العدمي H0: لا توجد فروق معنوية بين محطتي الكهرباء محل الدراسة من حيث الطاقة الإنتاجية التشغيلية

الفرض البديل H1: توجد فروق معنوية بين محطتي الكهرباء محل الدراسة من حيث الطاقة الإنتاجية التشغيلية.

جدول رقم(13)

نتائج اختبار مان ويتني للطاقة الإنتاجية التشغيلية

المتغير	المحطة	متوسط نسبة الأهمية النسبية	Mann-Whitney U	Asymp. Sig. (2-tailed)
الطاقة الإنتاجية التشغيلية	غرب القاهرة	0.5877	1193	.249
	شمال القاهرة	0.6226		

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على مخرجات التحليل الإحصائي.

يتضح من الجدول رقم (13) أن نسبة موافقة المبحوثين على متغير " الطاقة الإنتاجية التشغيلية" من حيث وجود فجوة بينه وبين الطاقة الإنتاجية التصميمية في محطة غرب القاهرة وشمال القاهرة بلغت 58.77% و62.26% على الترتيب من حجم العينة، وبالتالي انخفاض القدرة الإنتاجية للنظام التشغيلي محل البحث، كما لا توجد فروق معنوية بين

إجابات المبحوثين في المحطتين محل البحث، وهذا يعني أنهم يجمعون على رأى واحد فيما يتعلق بوجود فجوة بين الطاقة الإنتاجية التشغيلية وبين الطاقة الإنتاجية التصميمية.

ب- هل توجد فروق معنوية بين المستويات الإدارية محل الدراسة من حيث القصور في الطاقة الإنتاجية التشغيلية؟

الفرض العدمي H0: لا توجد فروق معنوية بين المستويات الإدارية محل الدراسة من حيث الطاقة الإنتاجية التشغيلية.

الفرض البديل H1: توجد فروق معنوية بين المستويات الإدارية محل الدراسة من حيث الطاقة الإنتاجية التشغيلية.

جدول رقم (14)

نتائج اختبار كورسكال والس للطاقة الإنتاجية التشغيلية وفقًا للمستوى الإداري

مستوى الإدارة	متوسط نسبة الأهمية النسبية	Kruskal-Wallis Test	Sig.
التنفيذية	0.6109	4.615	0.100
الوسطى	0.5752		
العليا	0.6600		

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على مخرجات التحليل الإحصائي.

يتضح من الجدول رقم (14) أن قيمة معنوية اختبار كورسكال والس بلغت 0.100 وهي أكبر من 0.05 مما يدل على عدم وجود فروق معنوية بين المستويات الإدارية محل البحث من حيث انخفاض متغير " الطاقة الإنتاجية التشغيلية " عن الطاقة الإنتاجية التصميمية.

ج- دراسة العلاقة الارتباطية بين الطاقة الإنتاجية التشغيلية وبين أبعاده:

جدول رقم (15)

العلاقة الارتباطية بين الطاقة الإنتاجية التشغيلية وبين أبعاده

المتغير	القدرة الإنتاجية U1	أسباب انخفاض الطاقة التشغيلية U2
الطاقة الإنتاجية التشغيلية g3	0.293**	0.993**

**وجود ارتباط عند مستوى معنوية 1%.

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على مخرجات التحليل الإحصائي.

يوضح الجدول رقم (15) العلاقة الارتباطية بين متغير "الطاقة الإنتاجية التشغيلية" وبين أبعاده، حيث تبين وجود علاقة ارتباطية طردية قوية جدًا بين انخفاض متغير "الطاقة الإنتاجية التشغيلية" وبين أسباب هذا الانخفاض، فكلما زادت أسباب انخفاض الطاقة الإنتاجية التشغيلية عن الطاقة الإنتاجية التصميمية، زاد انخفاض متغير "الطاقة الإنتاجية التشغيلية" وزادت الفجوة بينه وبين الطاقة الإنتاجية التصميمية للنظام التشغيلي، بينما توجد علاقة ارتباطية طردية ضعيفة مع القدرة الإنتاجية، فكلما انخفض متغير "الطاقة الإنتاجية التشغيلية"، كلما انخفضت القدرة الإنتاجية للنظام التشغيلي محل البحث.

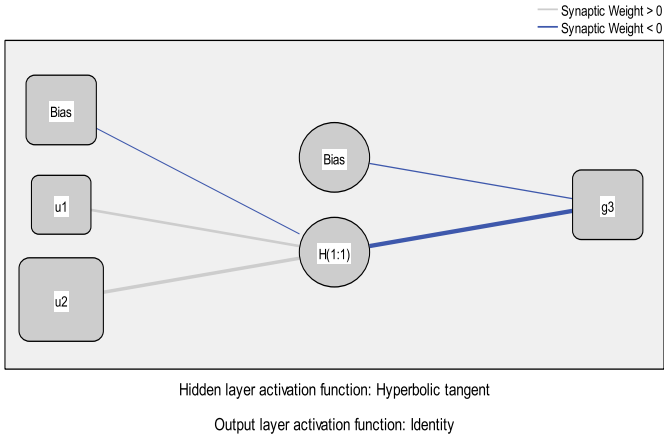
ولتحديد الأهمية النسبية لتأثير البعدين في متغير "الطاقة الإنتاجية التشغيلية" تم استخدام نموذج الشبكات العصبية مع البعدين محل الدراسة، وكانت النتائج كما يلي:

جدول رقم (16)
نتائج تحليل الشبكات العصبية وفقًا للطاقة الإنتاجية التشغيلية

بيان	تكرار	نسبة %	SSE	RE
تدريب	81	77.1	0.029	0.001
اختبار	24	22.9	0.136	0.012

المصدر: من واقع نتائج تشغيل البيانات على برنامج spss.

وتتكون الشبكة العصبية كما هو موضح بالشكل رقم (4) من طبقة المدخلات وتشمل البعدين u1, u2 محل دراسة متغير "الطاقة الإنتاجية التشغيلية"، والطبقة الخفية، وتشمل داله " تحليلية واحده، ثم طبقة المخرجات، وتشمل المتغير التابع "الطاقة الإنتاجية التشغيلية" g3.



شكل رقم(4): الشبكة العصبية للعلاقة الدالية بين الطاقة الإنتاجية التشغيلية وأبعادها

المصدر: من واقع نتائج تشغيل البيانات على برنامج spss.

تقوم الشبكة العصبية بعملية اكتشاف وتمييز الخصائص وتصنيف وتحليل تأثير الُبعدين في متغير "الطاقة الإنتاجية التشغيلية" من خلال دالة تحليلية كما هو موضح بالملحق رقم (6). ويوضح الجدول رقم (17) تقدير معالم نموذج الشبكة العصبية لتأثير المتغيرات في متغير "الطاقة الإنتاجية التشغيلية".

جدول رقم (17)
الأهمية النسبية لتأثير البُعدين في متغير "الطاقة الإنتاجية التشغيلية "

المتغير	القدرة الإنتاجية u1	أسباب انخفاض الطاقة التشغيلية u2
الأهمية النسبية	0.101	0.899

المصدر: من واقع نتائج تشغيل البيانات على برنامج spss.

يوضح الجدول رقم (17) الأهمية النسبية لتأثير البعدين في متغير "الطاقة الإنتاجية التشغيلية"، حيث تبين أن أهم بُعد مؤثر في انخفاض متغير "الطاقة الإنتاجية التشغيلية" بمحطتي الإنتاج محل البحث هو أسباب انخفاض الطاقة الإنتاجية التشغيلية.

ثانيًا– اختبار فروض البحث:

تتناول تلك الفقرة اختبار مدى صحة أو خطأ فروض البحث التالية:

1– **الفرض الأول:**

ينص الفرض الأول على أنه "توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين برنامج الصيانة المطبق وبين الطاقة الإنتاجية التشغيلية لمحطات إنتاج الكهرباء".

وبقياس الارتباط بين برامج الصيانة المطبق "وبين الطاقة الإنتاجية التشغيلية لمحطات إنتاج الكهرباء محل البحث كانت النتائج كما يلي:

جدول رقم (18)

مصفوفة الارتباط بين متغيري الفرض

المتغير	برنامج الصيانة المطبق g1
الطاقة الإنتاجية التشغيلية g3	0.458**

*وجود علاقة ارتباطية عند مستوى معنوية 1%.

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على مخرجات التحليل الإحصائي.

يتضح من الجدول رقم (18) وجود علاقة ارتباط طردي متوسط بين متغير "برنامج الصيانة المطبق" وبين الانخفاض في متغير "الطاقة الإنتاجية التشغيلية" لمحطات إنتاج الكهرباء محل البحث، مما يدل على أن برنامج الصيانة المطبق يعتبر من المعوقات الأساسية المؤثرة في انخفاض الطاقة الإنتاجية التشغيلية عن الطاقة الإنتاجية التصميمية بمحطات إنتاج الكهرباء محل البحث.

وبدراسة علاقة الانحدار بين برامج الصيانة المطبق والطاقة الإنتاجية التشغيلية لمحطات إنتاج الكهرباء محل البحث، كانت النتائج كما يلي:

جدول (19)

العلاقة بين برنامج الصيانة المطبق وبين الطاقة الإنتاجية التشغيلية لمحطات إنتاج الكهرباء وتحديد الوزن النسبي لهم

المتغير	معامل الانحدار B	الخطأ المعياري	الوزن النسبي	قيمة ت	الدلالة
ثابت الانحدار	.375	.045		8.291	.000
برنامج الصيانة المطبق	.729	.139	.458	5.232	.000

a. Dependent Variable: التشغيلية الإنتاجية الطاقة

المصدر: من واقع نتائج تشغيل البيانات على برنامج SPSS.

يوضح النموذج أن الوزن النسبي للعامل المستقل – برنامج الصيانة المطبق– في المتغير التابع – الطاقة الإنتاجية التشغيلية هو 0.458.

الاختبارات الإحصائية الخاصة بالنموذج:

R	0.458
R square	0.210
Adjusted Rsquare	0.202
Standard Error	0.12107

نجد أن **معامل الارتباط R** يساوى 0.458 مما يدل على وجود ارتباط متوسط بين المتغير المستقل برنامج الصيانة المطبق والانخفاض في المتغير التابع الطاقة الإنتاجية التشغيلية. كما إن **معامل الانحدار R Square** يساوى 0.210 مما يدل على أن برنامج الصيانة المطبق يؤثر في الطاقة الإنتاجية التشغيلية لمحطات إنتاج الكهرباء بنسبة 21%، أي أن نسبة 21% من انخفاض الطاقة الإنتاجية التشغيلية يرجع سببه إلى المتغير المستقل.

ولاختبار معنوية الانحدار يتم إجراء تحليل التباين (ANOVA) كما يلي:

جدول رقم (20)

تحليل التباين ANOVA[b]

المصدر	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	ف	معنوية ف
الانحدار	.401	1	.401	27.373	.000a
الأخطاء	1.510	103	.015		
الكلي	1.911	104			

a. Predictors: (Constant), نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة b. Dependent Variable:الطاقة الإنتاجية التشغيلية

المصدر: من واقع نتائج تشغيل البيانات على برنامج SPSS.

يتضح من الجدول رقم (20) أن معنوية اختبار F بلغت 0.000 وهي أقل من 0.05، مما يدل على معنوية معادلة الانحدار ووجود علاقة بين المتغيرين.

وعلى ذلك تتضح صحة الفرض الأول القائل بأنه توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين برنامج الصيانة المطبق وبين الطاقة الإنتاجية التشغيلية لمحطات إنتاج الكهرباء.

2- الفرض الثاني:

ينص الفرض الثاني على أنه "توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة وبين الطاقة الإنتاجية التشغيلية لمحطات إنتاج الكهرباء".

وبقياس الارتباط بين تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة وبين الطاقة الإنتاجية التشغيلية لمحطات إنتاج الكهرباء كانت النتائج كما يلي:

جدول رقم (21)

مصفوفة الارتباط بين متغيري الفرض

المتغير	تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة g2
الطاقة الإنتاجية التشغيلية g3	-0.233*

*وجود علاقة ارتباطية عند مستوى معنوية 5%. المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على مخرجات التحليل الإحصائي.

يتضح من الجدول رقم (21) وجود علاقة ارتباطية عكسية بين متغير تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة وبين الانخفاض في متغير "الطاقة الإنتاجية التشغيلية" لمحطات إنتاج الكهرباء محل البحث، مما يدل على أن تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة يؤدي إلى الحد من انخفاض الطاقة الإنتاجية التشغيلية عن الطاقة الإنتاجية التصميمية لمحطات إنتاج الكهرباء محل البحث.

وبدراسة علاقة الانحدار بين تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة والطاقة الإنتاجية التشغيلية لمحطات إنتاج الكهرباء محل البحث، كانت النتائج كما يلي:

جدول رقم (22)

العلاقة بين تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة

وبين الطاقة الإنتاجية التشغيلية لمحطات إنتاج الكهرباء وتحديد الوزن النسبي لهم

المتغير	معامل الانحدار B	الخطأ المعياري	الوزن النسبي	قيمة ت	الدلالة
ثابت الانحدار	.720	.049		14.568	.000
نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة	.250-	.103	.233-	2.434-	.017

المصدر: من واقع نتائج تشغيل البيانات على برنامج spss. a. Dependent Variable: الطاقة الإنتاجية التشغيلية

يوضح النموذج أن الوزن النسبي للعامل المستقل– تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة – في المتغير التابع – الطاقة الإنتاجية التشغيلية هو –233..

الاختبارات الإحصائية الخاصة بالنموذج:

R	0.233
R square	0.054
Adjusted Rsquare	0.045
Standard Error	0.13246

نجد أن **معامل الارتباط R** يساوى 0.233 مما يدل على وجود ارتباط ضعيف بين المتغير المستقل تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة والانخفاض في المتغير التابع الطاقة الإنتاجية التشغيلية. كما إن **معامل الانحدار Rsquare** يساوى 0.054 مما يدل على أن تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة يؤثر في الحد من الانخفاض في الطاقة الإنتاجية التشغيلية لمحطات إنتاج الكهرباء بنسبة 5.4%.

ولاختبار معنوية الانحدار يتم إجراء تحليل التباين (ANOVA) كما يلي:

جدول رقم (23)

تحليل التباين ANOVA[b]

المصدر	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	ف	معنوية ف
الانحدار	.104	1	.104	5.925	.017a
الأخطاء	1.807	103	.018		
الكلي	1.911	104			

a. Predictors: (Constant), نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة: b. Dependent Variable: الطاقة الإنتاجية التشغيلية

المصدر: من واقع نتائج تشغيل البيانات على برنامج SPSS.

يتضح من الجدول رقم (23) أن معنوية اختبار F بلغت 0.017 وهو أقل من 0.05 مما يدل على معنوية معادلة الانحدار ووجود علاقة بين المتغيرين.

وعلى ذلك تتضح صحة الفرض الثاني القائل بأنه توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة وبين الطاقة الإنتاجية التشغيلية لمحطات إنتاج الكهرباء.

المحور الرابع: النتائج والتوصيات:

أولاً- النتائج:

بعد الدراسة التحليلية للدراسة النظرية والميدانية، أمكن استخلاص مجموعة من النتائج المرتبطة بموضوع البحث والتي تتمثل في الآتي:

1- ضعف برنامج الصيانة المطبق حاليًا بمحطات إنتاج الكهرباء محل البحث، مما يؤثر سلبًا على الطاقة الإنتاجية التشغيلية، وانخفاضها عن الطاقة الإنتاجية التصميمية لمحطات إنتاج الكهرباء محل البحث، وبالتالي انخفاض قدرة أداء نظام الصيانة الحالي في الوصول إلى حد التحميل الأقصى للنظام التشغيلي محل البحث.

2- اعتماد نظام الصيانة المطبق على سياسة رد الفعل وليس سياسة البدء بالفعل، فالصيانة مجرد ردود أفعال، وبالتالي عدم التزام محطات إنتاج الكهرباء محل البحث ببرنامج الصيانة الوقائية التي أوصت به الشركة المصنعة للمعدة واعتمادهم على برنامج الصيانة العلاجية القائم على عمليات الإصلاح واستبدال الأجزاء بعد وصول المعدة إلى حالة الإخفاق والتوقف عن العمل.

3- أهم أسباب تدنى جودة برنامج الصيانة المطبق هو نقص قطع الغيار الأصلية ومستلزمات الإنتاج كنقص الوقود المستخدم في العملية الإنتاجية والمتمثل في الغاز الطبيعي واستبداله بالمازوت غير المطابق لمواصفات تصميم المعدات، مما يؤدى إلى وجود أعطال متكررة بالغلايات، وغيرها بالإضافة إلى عدم توافر مستلزمات الصيانة كالأوناش والروافع وغيرها، وبالتالي عدم خروج المعدة في الوقت المناسب لإجراء أعمال الصيانة.

4- اتفق المبحوثون على أنه يوجد فرق جوهري بين برنامج الصيانة المطبق حاليًا وبين نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة وأن تغيير برنامج الصيانة المطبق حاليًا يمثل ضرورة جوهرية في الوقت الحالي.

5- يؤدى تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة إلى الحد من الانخفاض في متغير الطاقة الإنتاجية التشغيلية، مما يدل على أن تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة يعمل على زيادة القدرة الإنتاجية لمحطات إنتاج الكهرباء وتقليل الفجوة بين الطاقة الإنتاجية التشغيلية وبين الطاقة الإنتاجية التصميمية للنظام الإنتاجي محل البحث.

ثانيًا- التوصيات:

بعد استعراض النتائج المستخلصة من البحث بشقيه النظري والميداني، تم التوصل إلى التوصيات التالية على مستوى محطات إنتاج الكهرباء التابعة للشركة القابضة لكهرباء مصر والتي تتمثل فيما يلي:

1- ضرورة قيام محطات إنتاج الكهرباء بتطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة، وذلك لزيادة القدرة الإنتاجية للنظام التشغيلي والحد من الانخفاض في الطاقة الإنتاجية التشغيلية عن الطاقة الإنتاجية التصميمية.

2- ضرورة إدراك محطات إنتاج الكهرباء أهمية الصيانة واعتبارها وظيفة داخل نطاق العملية الإنتاجية والتحول من الطرائق الاستجابية إلى الطرائق الاستباقية.

3- الالتزام باستخدام نوع الوقود المطابق لمواصفات تصميم الوحدات الإنتاجية.

4- نشر مفهوم الصيانة الذاتية من خلال تدريب المشغل، وتأهيله ليكون قادرًا على تنفيذ بعض مهام الصيانة الأساسية لمعداته كأعمال التنظيف والتزييت والفحص والتفتيش وبعض أنشطة الصيانة البسيطة.

المراجـع

أولاً- المراجع باللغة العربية:

- الشمرى، زهرة. (2013)." تصميم قائمة فحص لتقييم الصيانة الإنتاجية الشاملة في الشركات الصناعية"، ***مجلة كلية بغداد للعلوم الاقتصادية الجامعية***، العدد (35)، العراق.
- الكبكى، غانم. (2011). "تحسين معولية المعدة باستخدام مرتكزات الصيانة المنتجة الشاملة". ***المجلة العراقية للعلوم الإدارية***، العدد (7)، كربلاء، العراق.
- جهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك. (2012). ***التقرير السنوي لحماية المستهلك***. القاهرة، جمهورية مصر العربية: الإدارة المركزية للتوعية وحماية المستهلك.
- جهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك. (2012 ,2013). ***التقرير السنوي لمؤشرات استهلاك الطاقة الكهربائية***. القاهرة، جمهورية مصر العربية: الإدارة العامة لمركز المعلومات والتوثيق.
- جهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك. (2013/2012). ***التقرير السنوي لقيم مؤشرات الأداء الفنية لشركات إنتاج الطاقة الكهربائية***. القاهرة، جمهورية مصر العربية: الإدارة العامة للتراخيص وتقييم الأداء.
- جهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك. (2014). ***تقرير مرصد الكهرباء***، العدد (15)، جمهورية مصر العربية.
- جهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك. (2014). ***تقرير مرصد الكهرباء***، العدد (11)، جمهورية مصر العربية.
- عبد الله، نشوان. (2011). " دور مرتكزات الصيانة الإنتاجية الشاملة في تعزيز نظام التصنيع الرشيق "، ***مجلة تكريت للعلوم الإدارية والاقتصادية***، العدد (21)، العراق.
- عطا الله، محمد. (2014). " انهيار شبكة الكهرباء في مصر."، ***جريدة البوابة نيوز***، المركز العربي للبحوث والدراسات.
- عطا الله، محمد. (2014). " تقرير مرصد الكهرباء – الشبكة الكهربائية في طريقها للانهيار."، ***جريدة البوابة نيور***، المركز العربي للبحوث والدراسات.
- مركز معلومات وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة. وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، جمهورية مصر العربية http://www.moee.gov.eg
- مزريق، عاشور. (2011). "الإنتاج الأنظف بين الصيانة الإنتاجية الشاملة وأنظمة التصنيع الحديث "، ***المجلة الأكاديمية للدراسات الاجتماعية والإنسانية***، الجزائر.
- وزارة الكهرباء والطاقة. (2013/2012). ***التقرير السنوي للإحصاءات الكهربائية***. القاهرة، جمهورية مصر العربية: الشركة القابضة لكهرباء مصر.
- وزارة الكهرباء والطاقة. (2014/2013). ***التقرير السنوي للإحصاءات الكهربائية***. القاهرة، جمهورية مصر العربية: الشركة القابضة لكهرباء مصر.

ثانيًا- المراجع باللغة الأجنبية:

- Aspinwall, Elaine and Maged Elgharib. (2013). "TPM Implementation in Large and Medium Size Organizations", ***Journal of Manufacturing Technology Management***, Vol. 24, No. 5
- Besterfield, Carol and Others. (2012). ***Total Quality Management***. Dorling Kindersley Ltd, India.

- Cezar, Julio and Others. (2014). "Improvement of Industrial Performance with Total Productive Maintence", ***Journal of Quality in Maintenance Engineering***. Vol. 20, No. 1
- Conding, Juriah and Others. (2013). "Total Productive Maintenance Performance, Keizen Event, Innovation Performance in Malaysian Automotive Industry", ***International Journal of Physical and Social Sciences***, Vol.3, Issue l.
- Deshpande, Vivek A. and Vijay Dkedaria. (2014). "Implementation of Total Productive Maintenance Methodology", ***International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering***, Vol.3, No.4.
- Ferraro, Antonio. (2014). "***Total Productive Maintenance***". http:// www.CreativeSafetySupply.Com.
- Galar, Diego and Others. (2013). "Maintenance Performance Metrics", ***Journal of Quality in Maintenance Engineering,*** Vol. 19, No. 3.
- Gitachu, David. (2015). "TPM Pillars-Eight Pillars of Total Productive Maintenance", ***Journal of Business and Employment,*** Vol. 13.
- Goetsch, David L. and Stanley B. Davis. (2013). ***Quality Management for Organizational Excellence.*** Pearson Education Inc., USA.
- Greasley, Andrew. (2010). ***Operations Management.*** John wiley & Sons Ltd., England.
- Hart, Greg. (2010).***Total productive Maintenance.*** Pearson Education Inc.,NJ.
- Harwinder, Singh and Others. (2014)." Total Productive Maintenance", ***International Journal of Lean Six Sigma***, Vol. 5, No. 3.
- Heizer, Jay and Barry Reader. (2011). ***Operations Management***. Pearson Education Inc., NJ.
- Kholker, Mayur. (2013). ***Implementing Total Productive Maintenance Learning From Two Companies***. MBA,GOA Institute of Management,India.
- Krawczyk, Joanna. (2013). "The Autonomous Maintenance", ***Journal of Innovations in Business***, Vol. 2, No. 8.
- Kumar, Uday and Others. (2013). "Maintenance Performance Metrics", ***Journal of Quality in Maintenance Engineering,*** Vol. 19, No. 3.
- Lemma, Ejigayehu. (2008). ***Implementation of TPM in Ethiopian Textile Industries***, Dissertation, Faculty of Technology, Addis Ababa University, Ethiopia.
- Loverncic, Viktor and Others. (2014). "An Application of Analytic Hierarchy Process for Maintenance Policy Selection", ***Scholarly Journal of Organization***, Vol. 47, No.3.
- Nagesh, P. and Others. (2013). "Statistical Analysis and Reliability Estimation of Total Productive Maintenance", ***Journal of Operations Management***, Vol. 12, No. 1.
- Paropate, Ravikant V. and Others. (2013)."Study of Total Productive Maintenance&its Implementing Approach in Spinning Industries", ***International Journal of Engineering Trends and Technology***,Vol.4,No.5.
- Poduval, Prasanth S. and Others. (2015). "Interpretive Structural Modeling and its Application in Analyzing Factors Inhibiting Implementation of TPM", ***The International Journal of Quality Reliability Management***, Vol. 32, No. 3.

- Pomorski, Thomas R. (2015). "***Total Productive Maintenance Concepts and Literature Review***", Brooks Automation Inc. http://www.tpmconsulting.org.
- Ravikumar, K. P. and Others. (2013)." Implementation of Kaizen Techniques in TPM", ***Journal of Mechanical Engineering***, Vol. 6, No.3.
- Ritzman, Larry and Others. (2013). ***Operation Management***. Pearson Education Limited, UK.
- Savsar, Mehmet. (2013)." Simulation Analysis of the Effects of Total Productive Maintenance on Manufacturing Line productivity", ***Publication on Applied Mechanics and Materials***, Vol. 390.
- Stevenson, William J. (2012). ***Operations Management***. McGraw-Hill, UK.
- Tochen, Deuse and Khazaei Khashayar. (2011). "A Strategic Stand Point on Maintenance Taxonomy", ***Journal of Facilities Management***, Vol. 9, No. 2.
- Vorne Industrices Inc. (2015)."***Techniques for Increasing Capacity***", USA. http://www.vorne.Com.
- Wakjira, Melesse and Ajit Singh. (2012)." Total Productive Maintenance: A Case Study in Manufacturing Industry", ***Global Journal of Researches in Engineering***, Vol. 12, No. 1
- Zadeh, Mehdi. (2012). ***Implementation of a System for Monitoring Overall Equipment Effectiveness and Exploring Correlation between OEE and Process Capability***, Dissertation, East Carolina University.USA.

بيانات أساسية

المحطـــة:.....

الوظيفـــة:.....

مدة الخبـرة:.....

☐ أقل من سنة ☐ 1 حتى أقل من 5 ☐ 5 حتى أقل من 15

☐ 15 حتى أقل من 25 ☐ 25 فأكثر.

عدد ورديات الإنتاج: ☐ وردية واحده ☐ ورديتان، ثلاث ورديات

طريقة الإجابة: **برجاء وضع علامة (☒) داخل الخانة التي تتفق مع وجهة نظركم:**

م.	العبارة / درجة الموافقة	أوافق تمامًا	أوافق	لا أدرى	غير موافق	غير موافق تمامًا
1	يعمل برنامج الصيانة المطبق حاليًا على زيادة الطاقة الإنتاجية التشغيلية(*) بالمحطة.					
2	يؤدى تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة إلى زيادة الطاقة الإنتاجية التشغيلية بالمحطة.					
3	تنخفض الطاقة الإنتاجية التشغيلية عن الطاقة الإنتاجية التصميمية(*) بالمحطة.					
4	يعمل برنامج الصيانة المطبق حاليًا على تحسين الفعالية الكلية للمعدة(*) ومنع الأعطال.					
5	يمثل تغيير برنامج الصيانة المطبق حاليًا ضرورة جوهرية فى الوقت الحالى.					
6	يحقق برنامج الصيانة المطبق حاليًا بالمحطة أهدافه.					
7	تتلاءم بيئة العمل المادية(*) مع احتياجات التشغيل المادية.					
8	يعمل برنامج الصيانة المطبق على تحسين أداء الآلات، خاصة تلك التي تشكل عنق الزجاجة داخل المحطة ومنع الأعطال.					
9	يوجد فرق جوهري بين برنامج الصيانة المطبق حاليًا وبين نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة.					
10	من المؤكد أنه توجد أنظمة صيانة أفضل من نظام الصيانة المطبق حاليًا.					

(*) الطاقة الإنتاجية التشغيلية بمحطات إنتاج الكهرباء: هي كمية الطاقة الكهربائية المنتجة فعلاً خلال فترة زمنية محددة.

(*) الطاقة الإنتاجية التصميمية بمحطات إنتاج الكهرباء: هي كمية الطاقة الكهربائية المطلوب إنتاجها في ظل ظروف التشغيل العادية والتي صمم النظام بما فيه آلات ومعدات من أجل إنتاجها.

(*) الفاعلية الكلية للمعدة: هي مقياس مشمولي يحدد الإنتاجية النسبية لمعدة أو لخلية إنتاجية أو لخط إنتاجي كامل بالنسبة لأدائهم النظرة (التصميمي) حيث أنها محصلة ضرب ثلاثة عناصر وهى: وقت المعدة المتاح (السماحية)% × كفاءة الأداء% × نسبة جودة المنتج%

(*) بيئة العمل المادية: تتمثل في مكان العمل كالمباني، وورش العمل، والمساحة، وكذلك الظروف الجوية المتمثلة في: درجة الحرارة، والتهوية، والرطوبة، وكذا الإضاءة والصوت، والأمن والسلامة المهنية، والأتربة والغبار، والألوان، والضجيج.

م.	العبارة / درجة التكرار	دائمًا	غالبًا	أحيانًا	نادرًا	إطلاقًا
11	تطبق تعليمات الصيانة في الكتالوج الخاص بالمعدة بغض النظر عن الاحتياجات الواقعية للمعدة.					
12	يحظى القائمون على برنامج الصيانة بالدورات التدريبية اللازمة.					
13	تلبي الدورات التدريبية الاحتياجات التدريبية الفعلية.					
14	تتم أعمال الصيانة وفقًا لجدول زمني محدد.					
15	تتوافر آليات الرقابة على أعمال الصيانة.					
16	تتوقف الآلات لساعات حتى إتمام عملية الصيانة.					
17	تقدم الإدارة الدعم الكامل لحل مشكلات الصيانة.					
18	تتوافر مستلزمات الصيانة في الوقت المناسب.					
19	تتوافر المهارات الفنية اللازمة لإتمام أعمال الصيانة.					
20	تقدم تقارير دورية لمتابعة خطط الصيانة.					
21	تتم الصيانة الذاتية للآلات والمعدات بواسطة المشغل خلال العمل اليومي.					

22 – ما هو نوع برنامج الصيانة المطبق حاليًا بالمحطة؟ (في حالة وجود أكثر من نوع برجاء ترتيبها حسب درجة الاعتماد عليها)

☐ صيانة وقائية ☐ صيانة علاجية

☐ صيانة إنتاجية شاملة ☐ صيانة ذاتية.

☐ أخرى (اذكرها من فضلك) .....

23 – في حالة انخفاض الطاقة الإنتاجية التشغيلية عن الطاقة الإنتاجية التصميمية، ما هي أسباب ذلك الانخفاض؟ (برجاء ترتيب الأسباب حسب درجة أهميتها من وجهة نظرك).

☐ عدم وجود بيئة مادية مهيأة لإتمام العملية الإنتاجية. ☐ ضعف برنامج الصيانة المطبق.

☐ قلة خبرة ومهارة العاملين. ☐ نقص قطع الغيار ومستلزمات الإنتاج.

☐ زيادة وقت تجهيز وضبط الآلات والمعدات. ☐ عدم وجود برنامج للصيانة.

☐ تقادم الوحدات الإنتاجية. ☐ عدم توافر متطلبات الأمن والسلامة المهنية.

☐ الموقع ومدى القدرة على التوسع. ☐ كثرة الغياب والإجازات.

☐ أخرى (برجاء ذكرها) .....

24 – إذا كان برنامج الصيانة المطبق قد حقق أهدافه (برجاء ترتيب الأهداف التي تحققت حسب درجة تحققها من وجهة نظرك).

☐ المحافظة الدائمة على الحالة الجيدة للآلات والمعدات. ☐ خفض تكلفة الصيانة.

☐ تحسين أداء الآلات والمعدات. ☐ الوصول بنسب المعيب إلى صفر %.

☐ منع الأعطال. ☐ خفض شكاوى العملاء.

☐ انخفاض تكلفة الإنتاج. ☐ الوصول بنسبة الفاقد إلى صفر %

☐ اتخاذ الإجراءات المانعة لوقوع الحوادث. ☐ زيادة الإنتاجية.

☐ أخرى (برجاء ذكرها). .....

25 – ما هي من وجهة نظرك أسباب تدني جودة برنامج الصيانة المطبق حاليًا بالمحطة؟ (برجاء ترتيب الأسباب حسب درجة أهميتها من وجهة نظرك).

- ☐ انخفاض قدرة القائمين بالصيانة.
- ☐ انخفاض رغبة القائمين بالصيانة.
- ☐ عدم اهتمام الإدارة بتقديم الدعم والمساندة لأعمال الصيانة المطبقة.
- ☐ الثقافة التنظيمية السائدة بالمحطة.
- ☐ تخطي العمر الافتراضي لأجزاء الآلات والمعدات.
- ☐ قصور الدورات التدريبية في تلبية الاحتياجات التدريبية الفعلية.
- ☐ الصيانة مجرد ردود أفعال.
- ☐ عدم تقديم تقارير دورية لحل مشكلات الصيانة.
- ☐ نقص قطع الغيار ومستلزمات الصيانة.
- ☐ عدم تناسب بيئة العمل المادية مع متطلبات أعمال الصيانة.
- ☐ ضعف نظام الرقابة على أعمال الصيانة.
- ☐ عدم وجود نظام للمعلومات يضمن الإعداد لخطط الصيانة ومتابعتها.
- ☐ أخرى (برجاء ذكرها) .....

26– ما هو من – وجهة نظرك – مفهوم الصيانة الإنتاجية الشاملة؟ (برجاء وضع علامة (√) أمام إجابة واحدة فقط تعبر عن وجهة نظرك).

- ☐ الصيانة التي نفذت بعد حدوث الأعطال وتهدف إلى وضع المعدات في الحالة التي يمكن من خلالها أداء وظائفها المطلوبة.
- ☐ جميع الأنشطة المسئولة عن الحفاظ على التسهيلات والمعدات في أفضل ظروف تشغيل لها والتعامل مع الأعطال والمشكلات عند حدوثها.
- ☐ الصيانة طول فترة حياة المعدات لتعظيم فعالية المعدات، ومنع الأعطال ونشر مفهوم الصيانة الذاتية بواسطة المشغل خلال العمل اليومي، لكل القوى العاملة بالمنظمة.
- ☐ الصيانة التي تتم دون تأخير بعد أن تم الكشف عن الأعطال، وذلك لتجنب العواقب غير المقبولة.
- ☐ الصيانة التصحيحية التي لم تتم على الفور ونفذت بعد اكتشاف الأعطال ولكن تم تأخيرها وفقا لإعطاء أوامر الصيانة.
- ☐ الصيانة القائمة على أساس الزمن للإبقاء على المعدات في حالة جيدة ومنع الأعطال.

27 – إذا كان برنامج الصيانة الإنتاجية الشاملة البرنامج الأفضل للصيانة، فإنه الأفضل لأنه: (برجاء ترتيب هذه الأسباب حسب أولياتها من وجهة نظرك).

- ☐ يدرس المشكلات دراسة عميقة ويقضي على جذورها.
- ☐ يضمن بيئة عمل نظيفة ومرتبة.
- ☐ يزيد معدلات التشغيل.
- ☐ يخلق روح الانتماء لدى العاملين.
- ☐ يحسن أداء المعدات.
- ☐ يحسن العمليات التي تشكل عنق الزجاجة.

☐ يخفض تكلفة الإنتاج. ☐ يخفض نسب حوادث العمل.
☐ يخفض تكلفة الصيانة. ☐ يعمل على زيادة الفعالية الكلية للمعدة.
☐ يشعر العاملين بالمسئولية والالتزام تجاه العمل. ☐ يخفض نسب المعيب.
☐ ينمى روح العمل الجماعي
☐ أخرى (برجاء ذكرها) .....

28 – فيما يلي قائمة بأهم متطلبات تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة، برجاء ترتيب هذه المتطلبات طبقًا لتواجدها بالمحطة.

☐ التزام ودعم الإدارة العليا.
☐ تعليم وتدريب جميع العاملين لإدخال مفاهيم الصيانة الإنتاجية الشاملة.
☐ إعادة صياغة المفاهيم والثقافة التنظيمية.
☐ تحسين ظروف العمل المادية.
☐ تمكين العاملين وتشجيع المبادرة نحو اقتراح الإجراءات التصحيحية.
☐ المسئولية الجماعية لجميع العاملين من الإدارة العليا إلى العمال في الورش.
☐ توافر الإمكانات المالية.
☐ المشاركة الإيجابية للعاملين في صيانة آلاتهم ومعداتهم.
☐ توافر نظام معلومات يخزن، ويحلل، ويسترجع جميع المعلومات المتعلقة بالصيانة عند الحاجة.
☐ وجود قنوات اتصال فعالة بين جميع الأطراف.
☐ أخرى (برجاء ذكرها) .....

29 – ما هي إمكانات نجاح تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة في المحطة؟

☐ عالية جدًا. ☐ عالية ☐ متوسطة.
☐ منخفضة. ☐ منخفضة جدًا.

30 – إذا كان لديكم أية ملاحظات إضافية – تتصل بقضية الدراسة – فإنه يُسعد الباحثة تسجيلها لكم:

.....

الباحثة

Total Productive Maintenance As An Approach to Improve Production Capacity Of Electrical Production Power Stations (A Field Study)

Dr. Marwa Abd Elghany

Instructor in Production Management Department
Sadat Academy for Management Sciences
Arab Republic of Egypt

ABSTRACT

Total productive Maintenance has a great importance in industrial Companies as a new philosophy of continuous improvement and one of the most important ways keeping the physical and human Resources on a continuous productive level. In addition, Electrical energy is considered the basis of modern industry, and is used in various fields and cannot be dispensable in our daily life. Hence, **The importance of this study** stems from the Approach of TPM to improve production capacity of Electrical production power stations.

The Study has tackled the issue of decreasing the operational production capacity than the Maximum production capacity in the Electrical production power stations. **The sample of Analysis** was based on the biggest two stations of electrical power in Greater Cairo and the study follows the method of comprehensive counting of mangers at middle, higher and executive management levels at stations of North Cairo and Western Cairo as the biggest stations in Cairo.

There are various results for this study, most important of which is the weakness of the applicable maintenance program in each of North Cairo and Western Cairo that negatively affects the operational production capacity, making a Gap between it and the maximum production capacity. In turn, the maintenance adopting system based on the reactive policy not on the proactive policy. In addition to the lack of original space, parts and maintenance requirements and thus the equipment do not get out at the right time to perform the maintenance. **The study recommends** that TPM approach should be applied to increase the production capacity of the operating system and reducing the decline in the operational production capacity than the maximum production capacity in each of North Cairo and Western Cairo.