مجلة التجارة والتمويل

https://caf.journals.ekb.eg/

كلية التجارة – جامعة طنطا

العدد : الرابع

ديسمبر 2023

(الجزء الاول)

تأثير العلاقة بين ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة وكفاءة المعدات الكلية على المزيج التسويقى: بالتطبيق على شركة المحطات المائية لإنتاج الكهرباء

The impact of the Relationship between Pillar of Total Productive Maintenance (TPM) and Overall Equipment Efficiency (OEE) on Marketing Mix (MM): Applied to Hydro Plants Generation Company

إعداد

د. وليد محمد صديق عبد المجيد

مدرس إدارة الأعمال

كلية التجارة جامعة أسوان

drwalidsedik@com.aswu.edu.eg

المستخلص

هدفت الدراسة إلى بحث العلاقة بين تطبيق ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة (الصيانة الذاتية، التحسين المركز، الصيانة المخططة، صيانة الجودة، التدريب والتعليم، السلامة والصحة والبيئة، مكتب TPM،إدارة التطوير، ٥ س) وكفاءة المعدات الكلية على المزيج التسويقى لخدمات شركة المحطات المائية، وقد تم استخدام المدخل الكمى بجانب استخدام أسلوب العينة كمنهج وصفى قوامها ٣٣٥ مفردة عبر استخدام قائمة استقصاء تم توزيعها على أفراد العينة حيث تم تحليل ٢٦٦ استمارة صالحة ومكتملة بنسبة استجابة ٧٩.٤٠٪، وباستخدام التحليل الإحصائى توصل الباحث إلى وجود علاقة بين ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة وكفاءة المعدات عدا الركائز (الصيانة الذاتية، والسلامة والصحة والبيئة، السينات الخمس 5S)، ويختلف تأثير الارتباط على المزيج التسويقى دون التسعير باعتباره أحد عناصر المزيج التسويقي الذى تختص به الشركة القابضة لكهرباء مصر، وتوصلت الدراسة إلى أهمية تفعيل آلية الصيانة الإنتاجية الشاملة كبرنامج تطبيقي يساهم فى تعزيز كفاءة المعدات بما يعمق آليه التسويق القائمة على السوق فى ظل التنافسية.

الكلمات المفتاحية: ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة، كفاءة المعدات الكلية، المزيج التسويقي، شركة المحطات المائية

A B S T R A C T

The study aimed to find out the relationship between the application of the pillars of total productive maintenance (Autonomous maintenance, focused improvement, planned maintenance, quality maintenance, education &training, office TPM, safety, health &environment, development management, 5S) and the overall equipment efficiency (OEE) on the marketing mix for Hydro Plants Generation Company, alongside method as a quantitative approach, a descriptive approach was used the sample, consisting of 335 through the use of a survey list that was distributed to the sample members, where 266 valid and complete questionnaires were analyzed with a response rate of 79.40%. The researcher concluded that there is a relationship between the pillars of TPM and OEE, with the exception of the pillars (autonomous maintenance, safety, health, and environment, 5S), and that the relationship has a different impact on the marketing mix , with the exception of price ,which is one of the marketing mix's components that is specific to the Egyptian Electricity Holding Company (EEHO), The study indicated that it is critical to activate the entire productive maintenance mechanism as an applied program in order to contribute to improving overall equipment efficiency and strengthening the market-based marketing mechanism in light of competition.

Keywords: Pillar of TPM, OEE, Marketing Mix, Hydro Plants Generation Company

(١) المقدمة:

الصيانة الإنتاجية الشاملة هى منهجية نشأت فى اليابان لدعم الأداء التصنيعي وتقديم قيمة أكبر للعملاء والمساهمة فى رفع الكفاءة الكلية للمعدات أو بشكل مبسط جعل الكفاءة الكلية للمعدات تزداد من خلال تشغيل وصيانة الآلات فى أفضل حالاتها (Haddad&Jaaron,2012). وقد استهدفت تنفيذ ركائز للصيانة الإنتاجية الشاملة يهدف إلى زيادة الإنتاج بشكل ملحوظ وفى نفس الوقت زيادة معنويات ورضا الموظفين والقضاء على الفاقد أو الهدر، وتتكون ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة من الصيانة الذاتية، التحسين المركز، الصيانة المخططة، صيانة الجودة ، والتعليم والتدريب، والسلامة والصحة البيئة، ومكتب TPM، وإدارة التطوير والتى يتم تنفيذها من خلال السينات الخمس 5S ويعكس عملية الالتزام بهدف القضاء على غالبية مشاكل الصيانة (Prabowo et al.,2018;Ghanem,2021).

تمثل عوامل النجاح لتنفيذ الصيانة الإنتاجية الشاملة عبر إشراك فرق العمل والمتمثل فى التزام الإدارة العليا جنباً إلى جنب مع الدعم الكامل والتدريب لجميع العاملين بما يحقق القدرات الإنتاجية بنسبة ١٠٠٪ وبأقل تكاليف حيث الأهمية للمشاركة لجميع الأفراد لتحسين كفاءة المعدات الكلية OEE فيما يتعلق بأدوات وتقنيات الصيانة (Singh&Gurtu,2022).

ويتم تشجيع مؤسسات الطاقة الكهرومائية على تحسين مستوى التنبؤ القائمة على قواعد السوق التشغيلي بحيث يتم بناء سوق كهرباء ناضج ومفتوح يفسح المجال لإعادة هيكلته وفقاً لمتطلبات السوق والمنافسين وتقديم عروض الطاقة وضمان توازن العرض والطلب بما يعنى ضرورة استكشاف نظريات السوق المميزة والتغلب على التحديات.

وتمثل المحطات المائية الطريقة الأمثل لتخفيض التكاليف التشغيلية، خاصة فى ظل تحمل الدولة للمليارات لدعم الوقود المستخدمة فى المحطات المعتمدة على الغاز الطبيعى والسولار فضلاً عن تكهين بعض المحطات التى مرت عليها سنوات طويلة، وبالمقارنة بمحطات الطاقة الشمسية والرياح والتى يصل إنتاجها ما يقرب من ١٠٥٣٧ جيجا وات/ ساعة وفقاً لإحصائيات ٢٠٢٢.

فإن المساهمة الإضافية لهذه الدراسة تقديم إطار مقترح لتأثير العلاقة بين ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة وكفاءة المعدات الكلية على المزيج التسويقى لشركة المحطات المائية لإنتاج الكهرباء حيث تتمثل فى التعرف على مدى تطبيق ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة وتأثيرها على كفاءة المعدات والآلات الإنتاجية من خلال الأسلوب الاستباقى دون أسلوب رد الفعل لشركة المحطات المائية لإنتاج الكهرباء بما يعزز بناء أسواق الكهرباء وإعادة بناء قواعد التشغيل القائمة على السوق.

(٢) الدراسة الاستطلاعية وتحديد مشكلة الدراسة:

أجرى الباحث دراسة استطلاعية من خلال إجراء مقابلة فى موقع البحث (شركة المحطات المائية لتوليد الكهرباء بأسوان)[١] بغرض التعرف على مفاهيم الصيانة وتوفير آليات التدريب والصحة والسلامة بهدف القضاء على الأعطال وزيادة الإنتاجية واستمرارية التشغيل، حيث خلصت تلك الدراسة إلى أن منهجية برنامج الصيانة الإنتاجية الشاملة فى الشركة تتنوع بين الإدارات التى ترتبط بتطبيق المنهجية وهى إدارات تتبع قطاعات مختلفة يوضحها الجدول رقم (١)

وقد تم التعرف على قدرات الطاقة الكهربائية المنتجة والتى تتوزع بين المحطات الثلاث داخل أسوان (السد العالى بإنتاج ٢١٠٠ ميجاوات، وخزان أسوان ١ بإنتاج ٢٨٠ ميجاوات، وخزان أسوان ٢ بإنتاج ٢٧٠ ميجاوات) والأقصر (إسنا بإنتاج ٨٦ ميجاوات) وقنا (نجع حمادى بإنتاج ٦٤ ميجاوات) وأسيوط (محطة أسيوط الجديدة بإنتاج ٣٢ ميجاوات) حيث تصل قدرات الطاقة المنتجة من المحطات المائية بشكل عام ١٣ مليار كيلووات/ساعة، وتحقق وفراً فى استهلاك الوقود بما يعادل ٣ ملايين طن بترول مكافئ سنوياً، ونظراً لزيادة الأحمال الكهربائية نتيجة زيادة الاستهلاك، فضلاً عن وجود صعوبات فى الترويج لسوق الكهرباء الذى تهيمن عليه المياه، حيث تحتاج أنظمة الطاقة التى تهيمن عليها المياه فى ظل عدم التيقن من الجريان السطحى وقيود التشغيل غير الخطية، وكذلك الاتجاهات العالمية التى درات مناقشتها فى الدورة الخامسة والسبعين للجمعية العامة للأمم المتحدة والتى أوضحت أهمية اللجوء إلى الموارد الطبيعية كالطاقة الكهرومائية وطاقة الرياح وموارد الطاقة

[١] مقابلة بشركة المحطات المائية لإنتاج الكهرباء. مع السيد المهندس/هشام كمال محمد – رئيس مجلس الإدارة والعضو المنتدب، والسيد المهندس/ محمود عبد الرحيم مجاهد – رئيس قطاعات الإنتاج بالشركة.

الشمسية للوفاء بالتزامات الحد من انبعاثات الكربون التى ستصل ذروتها قبل عام ٢٠٣٠، وهو ما يدعو إلى بذل الجهود لتطوير موارد الطاقة المتجددة.

جدول رقم (١)

قطاعات شركة المحطات المائية لإنتاج الكهرباء المرتبطة بموضوع البحث

قطاع السلامة والصحة المهنية	قطاعات الإنتاج قطاع محطة كهرباء السد العالى – قطاع محطتى كهرباء أسوان ١ و ٢ – قطاع شئون المحطات)	قطاع المشروعات	قطاع التفتيش ومراقبة الجودة	قطاعات الشئون الفنية و قطاع التدريب
إدارة السلامة والصحة المهنية (الديوان- المواقع)	- إدارة التشغيل - إدارة صيانة التوربينات - إدارةالمعدات الهيدروليكية - إدارة الصيانة الكهربائية - إدارة الصيانة الميكانيكية - إدارة الشئون الكيميائية - إدارة الحاسب الآلى - إدارة شئون المحطات - إدارة الشئون الفنية - إدارة التحكم والاتصالات - إدارة السلامة والصحة المهنية - إدارةالوقاية والاختبارات - إدارة الاحتياجات وقطع الغيار - إدارة المرافق - إدارة التصنيع المحلى	- إدارة التركيبات الكهربائية - إدارة التركيبات الميكانيكية	- إدارة المراقبة الفنية	- إدارة التدريب - إدارة ترشيد الطاقة

وبالتالى فإن السؤال البحثى الذى يعبر عن المشكلة: **ما مدى تطبيق ركائز الصيانة الإنتاجية الشـــاملة ذات العلاقة بكفاءة المعدات والآلات الإنتاجية من خلال الأســـلوب الاستباقى دون أسلوب رد الفعل وتأثيرها على سوق الكهرباء وفقاً لقواعد التشغيل القائمة على السوق لشركة المحطات المائية لإنتاج الكهرباء؟.**

(٣) أدبيات الدراسة وفروضها:

يتضمن الإطار النظرى والدراسات السابقة واستخراج فروض الدراسة ذات الصلة المباشرة :

(٣-١) الإطار النظرى:

يتمثل الإطار النظرى فى الأبعاد التالية:

(٣-١-١) ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة Pillar of Total productive maintenance:

الصيانة الإنتاجية الإجمالية هى منهجية نشأت فى اليابان لدعم نظام التصنيع الخالى من الهدر(الفاقد) مما يوفر إمكانية تقديم قيمة أكبر للعملاء بجهد أقل، والعمل على تحسين فعالية عمليات التحول (Jaaron&Backhouse,2011) حيث يمثل نشاط أساسي لمعظم فلسفات التصنيع المبسط ويمكن أن يساهم بشكل فعال فى نجاح التصنيع الخالى من الهدر(Ahuja&Khamba,2008).

يتم تعريف TPM على أنها صيانة إنتاجية يقوم بها جميع الموظفين من خلال أنشطة المجموعة الصغيرة (Gosavi,2006)، مع العلم أنها تهدف إلى زيادة قدرات المعدات الموجودة فى حالة معينة مما يقلل تكاليف الأعطال، وتتطلب فلسفة TPM تطوير برنامج صيانة وقائية لدورة حياة المعدات وإشراك المشغلين فى صيانة المعدات من أجل زيادة كفاءتها وفعاليتها الإنتاجية (Riis et al.,1997).

قدمت دراسة (Venkatesh,2005) تعريفاً للصيانة الإنتاجية الشاملة TPM بأنها العلم الطبى للآلات يهدف إلى زيادة الإنتاج بشكل ملحوظ مع زيادة معنويات الموظفين والرضا الوظيفى فى نفس الوقت، والغرض هو تقليل أعمال الصيانة الطارئة وغير المجدولة إلى الحد الأدنى، وأوضحت الدراسة إلى وجود تشابه إلى حد كبير مع إدارة الجودة الشاملة TQM من خلال وجود البرنامج الذى يعد من اختصاصات الإدارة العليا، ولكى تتم الإجراءات التصحيحية يشترط تمكين الموظفين، بحيث تستغرق تنفيذها سنة أو أكثر بما يستتبعه تغييرات فى عقلية الموظفين تجاه مسؤوليات وظيفتهم أيضاً.

وقدمت دراسة (Nzewi,2016) تعريفاً للصيانة الإنتاجية الشاملة بأنها: تطبيق الصيانة المستمر بالتركيز على المشاركة الكاملة لجميع الموظفين بدءاً من الإدارة العليا إلى أقل الأعضاء بالهرم الإدارى داخل المؤسسة، وبالتالى تنظر الإدارة لهذا المصطلح على أنها ثقافة وليست عملية بما يؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر على عمليات الصيانة حيث تحدث فعالية المعدات الإنتاجية وتحقق نتائج إيجابية.

وقدمت دراسة (Ahuja&Singh,2012) تعريفاً لـ TPM بأنها تحويل أنشطة الصيانة من قسم الصيانة المتخصصة إلى جميع الموظفين فى المؤسسة من خلال إكتساب مشاركة الموظفين الإجمالية فى أنشطة الصيانة، وهذا يعنى أن جميع الأفراد داخل المؤسسة من جميع المستويات يجب أن يشاركوا فى برامج الصيانة التى تساعد على تجنب أى عقبات إنتاجية من أجل تحسين الأداء وخفض التكاليف وتقديم منتجات عالية الجودة، وتقديم الخدمات فى الوقت المحدد وتحقيق المرونة.

وفقاً لدراسة (Ahuja&Khamba,2008) فقد اقترح المعهد اليابانى لصيانة المصنع JIPM تعزيز خطة تزيد من إنتاجية العمل عبر ركائز تشكل خطة تنفيذ الصيانة الإنتاجية الإجمالية وتشمل: الصيانة الذاتية، والصيانة المركزة، والصيانة المخططة، وصيانة الجودة، والتعليم والتدريب، ومكتب TPM، وإدارة التطوير والسلامة، والصحة والبيئة.

هدفت دراسة (Singh&Gurtu,2022) إلى تحديد أولويات عوامل النجاح لتنفيذ الصيانة الإنتاجية الشاملة عبر عملية التسلسل الهرمى التحليلى مع الأخذ فى الاعتبار إشراك فريق القيادة والمتمثل فى مشاركة وإلتزام الإدارة العليا جنباً إلى جنب مع الدعم الكامل والتدريب لجميع الموظفين بما يحقق آثاراً عملية (تخفيض تكاليف الإنتاج، وتحسين الإنتاجية)، وآثاراً اجتماعية (التمكين والالتزام) بما يساهم فى زيادة أداء المنظمة.

يجب أن تكون شركات التصنيع مبتكرة ومستجيبة للحفاظ على النمو فى بيئة الأعمال ويجب أن تكون قادرة على تحقيق ميزة تنافسية، ونتيجة أن الآلات تعمل بشكل سئ دون الصيانة المناسبة، فإن أعطالها قد زادت مع انخفاض الإنتاجية (Kang&Subramaniam,2018)، أما الصيانة الإنتاجية الشاملة TPM تستهدف التعرف على أسباب الهدر الناتجة عن مشاكل المعدات كالفشل، والإعداد غير الضرورى،

ووقت الضبط، والتباطؤ idling والتوقف البسيط وانخفاض السرعة وعيوب العملية وانخفاض العائد، ووفقاً لمفهوم الملاءمة the concept of fit يمكن الحصـــول على أداء أعلى من تنفيذ البرامج الثلاثة بطريقة متكاملة بما يمكن تعظيم الفوائد المســـاهمة فى نجاح التصـــنيع (Cua et al.,2001).

قدمت مفهوم الصـــيانة الإنتاجية الشـــاملة TPM بواســـطة شـــركة نيبون دينســـون Nippon Denson وهى إحدى فروع شركة تويوتا اليابانية فى عام ١٩٧١ كبرنامج للصيانة الوقائية، وبالرغم من أن نشـأته بدأ فى أمريكا فى الخمسـينيات من القرن الماضـى، ونتيجة الاسـتجابة لمتطلبات السـوق الأكثر تنافسـية حيث اتخاذ بعض القرارات للقضـاء على الهدر (الفاقد) والحصـول على معدات ذات أداء أعلى وتقلل من توقف الإنتاج، وهو مفهوم تصـنيع مصـــمم لزيـادة فعـاليـة المعدات طوال مـدة حيـاة الآلـة من خلال المشـــاركـة والتحفيز (Nakajima,1988).

وتتم الآن مناقشة كل ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة كما يلى:

قدمت العديد من الدراسات ممارسات أساسية ترتكز عليها الصيانة الإنتاجية الشاملة TPM والتى عرفت بـركائز تم إقتراحها من المعهد اليابانى لصيانة المصنع (JIPM) والتى تتمثل فى:

(٣-١-١-١) الصيانة الذاتية Autonomous maintenance:

تهدف إلى زيادة مهارات الموظفين فى مجال إدارة المعدات لإزالة الأعطال والعيوب، وهى أنشـطة ومهام صـيانة بسـيطة للحفاظ على المعدات والتخلص من الأسـباب الجذرية المتوقعة للعيوب (Owen,2014)، ويقوم المشـغلون بمهام الصـيانة الصـغيرة حيث يقع على عاتقهم مراقبة معداتهم أثناء الأنشـــطة اليومية لمنعها من التعطل أو التوقف (da Silva& de Souza,2020)، بينما يكون تركيز موظفى الصـــيانة الفنية على الأنشـــطة ذات القيمة الأعلى والإصـلاحات الفنية. وبالتالى، تساهم فى تشغيل المعدات دون انقطاع والقضاء على العيوب من خلال المشـاركة النشـطة للمشـغلين عبر تحفيز فرق التشـغيل والصـيانة ونشـر المعرفة العملية حول وظائف المعدات والمشـــكلات الشـــائعة من أجل إيجاد التحســـينات المناسبة.

يجب تنمية الشعور بالملكية على المعدات التى يشغلها العمال وهذا يتناقض مع منهج هندسة الصيانة التقليدية الذى يعتمد على قسم هندسة الصيانة حتى وإن كانت مشاكل الصيانة بسيطة (Cooke,2000). يتم اتباع منهج منظم لزيادة مستويات مهارات الموظفين حتى يتمكنوا من فهم وإدارة وتحسين معداتهم وعملياتهم.

فالهدف تغيير المشغلين من رد الفعل إلى العمل بطريقة أكثر استباقية لتحقيق الظروف المثلى التى تقضى على توقف المعدات الصغيرة بالإضافة إلى تقليل العيوب والأعطال، والنتيجة تحسين الكفاءة الكلية للمعدات OEE عن طريق تقليل فقد الأداء، وزيادة توافر المعدات، والتحسن الملموس فى مستوى مشاركة الموظفين وقدراتهم (Chaurey et al.,2023).

(٣-١-١-٢)التحسين المركز Focused improvement:

تعتبر التحسينات البسيطة المستمرة أكثر فعالية من التحسين الهائل المتقطع، ويتم ذلك عبر إشراك جميع الموظفين فى عمليات الصيانة لتحقيق صفر خسارة (Zero loss) من خلال تحليل أنشطة الصيانة المطلوبة والقضاء على أعطال المعدات (Shinde&Prasad,2018).

(٣-١-١-٣)الصيانة المخططة Planned maintenance:

تعتمد على الوصول إلى مستويات أعلى من رضا العملاء من خلال توفير آلات خالية من المشاكل لتوفير منتجات خالية من العيوب، وتهدف إلى تحسين جودة المنتجات، وأهم عناصرها : (أ) صيانة الأعطال، (ب) الصيانة الوقائية، (ج) الصيانة التصحيحية وأخيراً (د) منع الصيانة (Owen,2014).

ويتم وضع خطة مسبقة لتجنب حدوث الأعطال من خلال إعداد الفنيين والمشغلين وتدريبهم على أنشطة الصيانة المخططة PM مما يؤدى إلى أن تكون الآلة فى حالة استعداد وفى حالتها الطبيعية.

يساهم فى تحسين الجودة وأداء السلامة بجانب التحكم فى تكاليف الصيانة والقضاء على خسائر المعدات، فالهدف تحقيق صفر أعطال للقضاء على الخسائر، والتى تتنوع إلى

خسائر التعطل، والتعديل والإعداد، والتباطؤ – التوقف الطفيف، و تقليل السرعة ، وإعادة العمل ، وبدء التشغيل (Chaurey et al.,2023) .

(٣-١-١-٤)صيانة جودة Quality maintenance:

التركيز على أجزاء المعدات ذات الصلة بجودة المنتج لتحقيق رضاء العملاء من خلال الإنتاج الخالى من العيوب defect-free production (Venkateswaran,2017). يتم التركيز على صفر عيوب (محققة)، وتتبع ومعالجة مشاكل المعدات والأسباب الجذرية، والحفاظ على المعدات فى ظروف عمل جيدة، وتقديم منتجات عالية الجودة للعملاء (Ahuja&Khamba,2008).

يتم غرس فلسفة [صفر خسائر] من خلال الاستخدام الفعال للموارد بما فى ذلك المعدات لتحقيق التحسين المستمر للجودة، فالمفتاح هو منع حدوث العيوب بدلاً من تركيب أنظمة فحص لاكتشاف العيب بعد انتاجه، والهدف تقليل تكلفة الجودة، وتقليل الهدر الناتج من الجودة الرديئة أو إعادة العمل/شكاوى المستهلكين(Chaurey et al.,2023).

(٣-١-١-٥)التعليم والتدريب Education &Training:

تستهدف الموظفين ذوى المهارات المتعددة من خلال تشجيعهم على تعلم تحسين مهاراتهم ومعارفهم باعتباره جزءاً جوهرياً يمكن المشغلين من فهم مشاكل المعدات وإصلاحها قبل أن تؤثر على الإنتاج (Ngadiman et al.,2012). تعتبر ضرورية للفهم الأولى للصيانة الإنتاجية الشاملة (Morales Mendez&Rodriguez,2017). يليه فهم للعمليات الصحيحة وآلات التشغيل والمعايير الصارمة، كما أنها مسئولة عن التحكم فى معرفة كل شخص يشارك فى أنشطة TPM من مشغلين ومشرفين وقادة، وأيضاً ضرورية لتحقيق أهداف الصيانة الإنتاجية الشاملة مثل تغيير سلوك الموظفين العاملين، وزيادة المعرفة حول المعدات، واكتساب مهارات جديدة فى تنفيذ البرنامج (Chaurey et al.,2023).

تدريب الموظفين على المهارات التى أصبحت ضرورية للتطور الشخصى وللنشر الناجح للصيانة الإنتاجية الشاملة بما يتماشي مع أهداف المنظمة وأهداف الصيانة الإنتاجية

الشـاملة. بالرغم من أن التدريب يتم تقديمه فى منهج الصـيانة التقليدى إلا أنه يقتصـر على قسم العمال من العاملين بأقسام هندسة الصيانة(Chaurey et al.,2023).

(٣-١-١-٦)مكتب الصيانة الانتاجية الشاملة Office TPM:

يتم التخلص من العمليات الإدارية غير الضـــرورية وقطع بعض القنوات غير الفعالة للاتصـــال، ويتم التعامل الفعال مع شـكاوى العملاء المتعلقة بالأجزاء اللوجيسـتية والإدارية بهدف تحســين كفاءة الانتاج خاصــة توفير وقت اســترجاع المعلومات، كما يمكن تقليل الأعمال الورقية وتحســين الأعمال عبر تقليل الإجراءات المتكررة بما يســاهم فى تقليل التكاليف (Owen,2014)، كما أنها تؤدى إلى تحســين إنتاجية وكفاءة الوظائف الإدارية (أتمتة العمليات أو الإجراءات). اعتمدت تلك الركيزة على ما تم تطويره على أسـاس FM و IM و التعليم والتدريب (da Silva& de Souza,2020)، حيث تحســين التآزر بين وظائف العمل المختلفة بما يسـمح للقضـاء على الصـعوبات الإجرائية، ومعالجة مشـكلات التكلفة، وتنفيذ 5S فى المكاتب ومناطق العمل(Ahuja&Khamba,2008).

يتم تطوير وظـائف الـدعم التى تتفاعـل بمرونـة مع التغييرات فى متطلبـات العملاء للحفاظ على صـورة العلامة التجارية بشـكل محسـن، ويتم التركيز على جميع المجالات التى توفر وظائف إدارية وداعمة فى المنظمة(Chaurey et al.,2023).

(٣-١-١-٧)السلامة والصحة والبيئة Safety, Health &Environment:

يتم التركيز على منع الأخطاء البشـــرية والحوادث والتلوث البيئى بهدف تحقيق ثلاث نقاط: صـــفر حوادث عمل و صـــفر إصـــابات عمل و صـــفر آثار بيئية ســـلبية (Venkateswaran,2017). فالغرض من تطبيق تلك الركيزة: خلق بيئة عمل آمنة، ومنع الحوادث وتجنب وقوعها، والقضاء على أسباب المخاطر التى تؤدى إلى حدوث إصابات فى مكان العمل، والقضاء على الآثار البيئية (Ahuja&Khamba,2008).

فهو بُعد ذو منهج إنسـانى هدفه تحقيق صـفر حوادث zero accident، وعدم زيادة العبء zero overburden (الإجهاد البدنى، والإجهاد العقلى، والضـــغط على الموظفين)، وعدم التلوث zero pollution (Chaurey et al.,2023).

ويعتمد منهج تطور برنامج الصيانة الإنتاجية الشاملة الخاص بالبيئة والصحة والسلامة عبر تبنى الإدارة التنفيذ والدعم، ومن الفوائد التى تحققها: منع تكرار الحوادث، ومنع الوقت الضائع، ومنع فشل النظام البيئى، والتوقف المالى أو ما يطلق عليها تكلفة الإحتواء the cost containment، والتحقق/ التعويض compensation، والتأثير على السمعة reputational (Chaurey et al.,2023).

(٣-١-١-٨)إدارة التطوير Development management:

من الأهمية بمكان أن تؤمن الإدارة العليا بأهمية TPM باعتبارها ثورة تحول تنظيمى وليست برنامج صيانة (Vital&Lima,2020). تهدف تلك الركيزة إلى تقليل الوقت المطلوب لبدء تشغيل معدات جديدة، وتقليل المشكلات والتنفيذ فى الوقت المحدد، وتحسين صيانة المعدات الجديدة، فضلاً عن تطوير ممارسة الصيانة للأنظمة الجديدة عبر تقليل مشكلات النظام الحالى لتجنب تكرارها للنظام الجديد (Parikh&Mahamuni,2015).

(٣-١-١-٩)ركيزة ٥ س 5S:

يمثل إظهار المشاكل الخطوة الأولى للتحسين، وتتكون ركائز السينات الخمسة اليابانية من خمس مصطلحات:[٢]

SEIRI– فرز: يعنى فرز العناصر وتنظيمها باعتبارها عناصر هامة مستخدمة بشكل متكرر او عديمة الفائدة أو عناصر ليست ضرورية حتى الآن. يمكن إنقاذ العناصر غير المرغوب فيها، حيث ينبغى الاحتفاظ بالعناصر الهامة للاستخدام فى مكان قريب ويجب تخزين العناصر التى لا يتم استخدامها فى المستقبل القريب فى مكان ما. فى هذه الخطوة يجب تحديد قيمة العنصر بناءً على المنفعة وليس التكلفة.

SEITON–تنظيم: المفهوم هنا هو ان "لكل عنصر مكان، ومكان واحد فقط". يجب إعادة العناصر بعد الاستخدام فى نفس المكان لتحديد العناصر بسهولة، يجب استخدام لوحات الأسماء والعلامات الملونة، يمكن استخدام الرفوف العمودية Vertical racks لهذا الغرض، يمكن وضع العناصر الثقيلة بالموضع السفلى فى الرفوف.

[2] http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=4298&typ=html

SEISO–تألق فى مكان العمل: يتضمن ذلك تنظيف مكان العمل خالياً من الشحوم والزيوت والنفايات والخردة..إلخ، لا توجد أسلاك معلقة بشكل غير محكم أو تسرب الزيت من الماكينات.

SEIKETSU–التوحيد: يجب على الموظفين أن يناقشوا معاً ويقرروا معايير الحفاظ على مكان الآلات والمسارات مرتبة ونظيفة. يتم تنفيذ هذه المعايير للمؤسسة بأكملها ويتم اختبارها أو فحصها بشكل عشوائى.

SHITSUKE–الإنضباط الذاتى: اعتبار مفهوم 5S هو أسلوب حياة وتحقيق الإنضباط الذاتى بين موظفى المؤسسة، وهذا يشمل إرتداء الشارات، و إتباع إجراءات العمل، والإلتزام بالمواعيد، والتفانى فى المنظمة...إلخ.

يتم إجراء التنظيف والتشحيم الأساسي للمعدات من قبل المشغلين، حيث يقوم المشغلون بفحص ومراقبة أداء أجهزتهم الخاصة بما يمكن للمشغلين اكتشاف ومعالجة ظروف التشغيل غير الطبيعية لمعداتهم، يليه القيام بترقية المعدات الرديئة لمنع مشاكل المعدات ويتضمن ذلك نظام جدولة للإنتاج باعتباره صيانة مخططة مع إدارة قطع الغيار للصيانة مركزياً وأخيراً تخصيص فحص دورى ونظام صيانة للحفاظ على تشغيل الماكينة (Bashar et al.,2022).

(٣-١-٢) كفاءة المعدات الكلية Overall equipment efficiency(OEE):

قدمت دراسة (Al-Refaie et al.,2022) إطار مقترح لتحليل كفاءة عمل الآلات باستخدام أربع خطوات من خلال تحديد مستوى فعالية الآلة، وتحديد قيمة الخسائر التى تؤثر على المستوى المنخفض الفعالية، واستخدام مخططات باريتو لتحديد الخسائر الأكثر انتشاراً، وتحديد التحسينات المقترحة، وقد توصلت تلك الدراسة إلى وجود خسائر نتيجة عدم فاعلية الآلات التى لا تزال دون المستوى العالمى، ويرجع ذلك إلى عدم اعتماد الصيانة الوقائية، وقلة مهارات المشغلين، وقد اقترحت بأنه يمكن اعتماد برامج للصيانة الوقائية والنظافة والتفتيش المستمر للآلات وزيادة مهارات العاملين من خلال برامج التدريب واعتماد فرق التحسين المستمر.

فالكفاءة الكلية للمعدات OEE: هى أداة تستخدم لقياس إنتاجية الماكينة باستخدام ثلاثة مكونات (الأداء – التوافر – الجودة) حيث تساهم فى تحديد الخسائر المحتملة، وتوفر الإجراءات التصحيحية التى يمكن استخدامها للقضاء عليها، ويمكن قياس الكفاءة الكلية للمعدات OEE على المواد الخام المستخدمه، فهو بمثابة مقياس للأداء العام للمعدات: أى الدرجة التى تؤدى بها المعدات ما يفترض أن تفعله، وتكشف التكاليف الخفية المرتبطة بـ OEE، وتم تقديمه بهدف القضاء على جميع العيوب والأخطاء فى الصناعات، حيث فوائده هى زيادة الإنتاج، والجودة العالية، وانخفاض تكلفة المخزون، وزيادة كفاءة القوى العاملة وتوافرها، فالكفاءة الكلية للمعدات هى مقياس يستخدم الأرقام لقياس إنتاجية آلات التصنيع، كما أنها تقيس التكاليف غير المعروفة وتلك التى لا تنطبق على الآلات (Baumers et al.,2016).

يستخدم OEE لتحديد كفاءة تشغيل الجهاز باعتباره أحد أكثر المقاييس فعالية لنجاح عملية تحسين المصنع، وقد أشارت دراسة (Cochran,2017) إلى أن الكفاءة الكلية للمعدات OEE هو تسلسل هرمى قياسى تم تطويره لتقييم كيفية استخدام عمليات التصنيع ذات الحجم الكبير للآلات والمواد الخام بشكل فعال فى عمليات التصنيع، والتى تعتمد على كفاءة العمل والتوافر والأداء والجودة. يحدد OEE مدى جودة أداء نظام الإنتاج وفقاً لقدرته المصممة خلال فترة التشغيل (Tsarouhas,2019).

صنفت دراسة (Nakajima,1988) الخسائر التى تقلل من كفاءة المعدات إلى ست فئات رئيسية: ١)خسائر تعطل المعدات [فشل التشغيل العادى] [قلة معدات الإنتاج]، و ٢)خسائر الإعداد والتعديل [خسائر زمنية بين العمليات]، و ٣)خسائر التوقف البسيط والخمول [خسائر عند توقف الإنتاج بسبب عطل مؤقت أو عندما تكون الالة فى وضع الخمول idle]، و ٤)فقدان السرعة المنخفضة [السرعة أقل من السرعة المعتادة للآلة]، و ٥)خسائر العيوب، و٦) إنخفاض العائد [اختلاف وزن المدخلات والمخرجات]

وقد حددت دراسة (Hayes&Wheelwright,1984) كما أوردته دراسة (Qua et al.,2001) السبب الجذرى لـــ "أزمة التصنيع" على أنه عدم توافق سياسات التصنيع والأشخاص مع مرافقها وخياراتها التكنولوجية، ومن أهم أبعاد أداء التصنيع التى تم استخدامها

(التكلفة، الجودة، التسليم، والمرونة) والتى تبنتها دراسة سكينير (Skinner,1969)، وتم إضافة بُعد خامس (الأداء الموزون the weighted performance).

(٣-١-٣) المزيج التسويقى marketing mix:

قدمت دراسة (Maxim,2020) آلية الشركات الرومانية موردى الكهرباء فى العروض المقدمة للمستهلكين من خلال تطوير خيارات التسعير والحملات الترويجية بما يعطى تصنيف ومقارنة بين الاستراتيجيات التسويقية للكهرباء المنزلية والتى سمحت للأسر بالتبديل بين موردى الكهرباء منذ عام ٢٠١٣، وتنفيذا للتشريعات المتوافقة مع الاتحاد الأوربى التى تدعم تطوير السوق المتحررة حيث بدأ المستهلكون فى التحول فقط عام ٢٠١٧ مع ما يقرب من ٢.٥٪ من الأسر قد فعلت ذلك بحلول نهاية ذلك العام، من أجل التكيف لتلبية التوقعات، وقد توصلت نتائج الدراسة إلى أن معظم ممارسات التسويق النموذجية التى لوحظت فى جميع أنحاء أسواق التجزئة الوطنية فى البلدان الأوربية الأخرى قد تم تكييفها وتنفيذها من قبل موردى الكهرباء فى رومانيا حيث أن معظم تلك الشركات هى شركات تابعة أو فروع لشركات المرافق الأوربية أو مجموعات الاستثمار الدولية، وهو ما دعى إلى الاهتمام بشكل أكبر على جذب عملاء الأعمال فى سوق التجزئة حيث تقديم موردى التوريد للكهرباء والإنتاج بما يجعل هناك قدرة على تزويد العملاء بعروض الطاقة المتجددة بنسبة١٠٠٪ خاصة للعملاء المنازل والمهتمين بالبيئة فى السوق حيث الممارسات التسويقية شملت الدعم الفنى وبيع الأجهزة الكبيرة وتأمين الأجهزة فى عقد الكهرباء واستخدام تطبيقات الهاتف المحمول للتواصل مع العملاء وتطوير وجود وسائل التواصل الاجتماعى بما يساهم فى تطوير شبكات العملاء الفعليين.

وحللت دراسة (Gong et al.,2019) الاستراتيجيات التسويقية التى يمكن اعتمادها فى المنافسة فى ظل تحرير جانب بيع الكهرباء حيث تغير سوق بيع الكهرباء من سوق بائع واحد إلى سوق للمشترى، أى يمكن للمشترى شراء الكهرباء من خلال بائعين متعددين، ويمكن تبنى شركات مبيعات الكهرباء الاستراتيجيات التالية: المنتجات المتنوعة، والتسعير التفاضلى، وتوسيع القنوات وتعميق التعاون، واستخدام البيانات الضخمة لتعزيز سلوك استهلاك الكهرباء لدى المستخدمين فى ظل إصلاح نظام الطاقة فى الصين حيث انفتاح

سوق بيع الطاقة تدريجياً، ومن أجل زيادة الجهود التسويقية يجب تعزيز الجوانب التالية: ١) المنتجات الغنية ، فالطاقة الكهربائية هى المنتج الرئيسي لشركات بيع الطاقة بما يستتبعه تصميم منتجات وخدمات ذات قيمة مضافة مختلفة أنواع مختلفة من المستخدمين من خلال فهم الاستهلاك والاستخدام والترشيد وتزويدهم بخدمات الاستجابة للطلب والاستشارة بشأن الكهرباء، ٢) توفير أسعار متباينة، فالمستخدم الاقتصادى على استعداد لخفض تكلفة الكهرباء، وبالنسبة للمستخدمين أصدقاء البيئة، يمكن لشركات الطاقة توفير طاقة خضراء باهظة الثمن نسبياً لهم، ٣) توسيع القنوات، حيث شركات الكهرباء لا تقتصر تعونها مع شركات إمدادات المياه والتدفئة والغاز ولكنها تتعاون مع مؤسسات البحث العلمى والشركات الصغيرة ومتوسطة الحجم لتعزيز شعبيتها وزيادة مبيعات الكهرباء فى نفس الوقت مع إحداث تفاعل بين شركات الطاقة والمستخدمين.

(٣-٢) الدراسات السابقة واستخراج فروض الدراسة:

يقوم الباحث بتناول الدراسات السابقة ذات الصلة بمتغيرات البحث، كما يلى:

(٣-٢-١) علاقة ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة بكفاءة المعدات الكلية:

مفهوم TPM هو يابانى مبتكر يمكن إرجاع أصله عام ١٩٥١ عندما تم إدخال الصيانة الوقائية فى اليابان، ومع ذلك فإن مفهوم الصيانة الوقائية مأخوذ من الولايات المتحدة الأمريكية، وأول شركة أدخلته كانت Nippondenso على مستوى الصناعة عام ١٩٦٠ والتى اتبعت بعد ذلك الصيانة الذاتية (نظراً لكون الصيانة أصبحت مشكلة تتطلب المزيد من موظفى الصيانة مما جعل الإدارة تقرر أن يقوم المشغلون بالصيانة الروتينية للمعدات) مما ترتب عليها منع الصيانة وتحسين قابلية الصيانة إلى صيانة إنتاجية بهدف زيادة فعالية المصانع والمعدات لتحقيق التكلفة المثلى لدورة الحياة لمعدات الإنتاج، وبالتالى حققت دوائر الجودة بما فى ذلك مشاركة الموظفين فى تنفيذ الصيانة الإنتاجية، والتى منحتها جائزة المصنع المتميز لتطوير وتنفيذ TPM من المعهد اليابانى لمهندسي المصانع JIPE كأول شركة من ضمن مجموعة تويوتا Toyota تحصل على شهادة TPM. (Venkatesh,2005).

أوضحت دراسة (Borris,2006) أن بداية وجود الصيانة الانتاجية الشاملة TPM تبدأ من مسار الصيانة الوقائية PM والتى نشأت من أمريكا وانتقلت إلى اليابان بشكل نموذجى جديد ومتطور.

تمثل TPM إحدى الطرق ذات الأهمية لأجل تحسين الأداء بطريقة تضمن تقدم عملية الإنتاج من خلال الحفاظ على معدات المنظمة وتحقيق الجودة المتوقعة للمنتج وتقليل تكاليف الإنتاج وتعطل المعدات إلى أدنى مستوى (Kiki,2011).

استهدفت دراسة (Prabowo et al.,2018) تقييم آلية تنفيذ ثمان (٨) ركائز للصيانة الإنتاجية الشاملة TPM وقياس التأثيرات على أداء التصنيع فى فعالية المعدات الشاملة والنفايات، حيث أوضحت أن هناك معايير لا تتوافق مع الجودة المطلوبة فى صناعة البسكويت حيث الإنتاج لا يصل إلى الهدف المحدد لأن الآله تتعطل فجأة بشكل متكرر، فالهدف من TPM هو تحقيق الأداء المثالى لتحقيق صفر خسارة، مما يعنى عدم وجود عيب، بدون أعطال، وبدون حوادث، دون إهدار فى عملية الإنتاج (Gupta&Vardan,2016).

حددت دراسة (Stephens,2004) بأن الصيانة الانتاجية الشاملة TPM ليست برنامج صيانة فى حد ذاته بل هو برنامج إدارة فريق عبر جمع وتطوير مفاهيم التحسين المستمر والجودة الشاملة بالإضافة إلى تمكين العاملين empowering working personnel، وقد أشارت دراسة (Das et al.,2014) إلى أن نهج إدارة الصيانة يركز على إشراك جميع أعضاء المنظمة فى تحسين المعدات عبر توفير التكامل مع وحدات الصيانة والهندسة والإدارة لضمان حماية الأفراد للمعدات والآلات التى يستخدمونها والتأكد من أن عمل الآلات صحيح دائما، فالصيانة الانتاجية الشاملة TPM هو برنامج تصنيع مصمم بشكل أساسي لزيادة كفاءة المعدات إلى أقصى حد طوال حياتها بأكملها من خلال مشاركة وتحفيز قوة العمل بأكملها (Nakajima,1988).

تهدف منهجية الصيانة الإنتاجية الشاملة TPM إلى زيادة توافر المعدات الموجودة مما يقلل من الاستثمار الرأسمالى (Ahuja&Khamba,2008) والتى تلعب دوراً جوهرياً فى زيادة كفاءة المعدات والحصول على الربحية فى المدى الطويل، وتعمل على تحسين

الجودة مع الإنتاجية العالية، ويلاحظ وجود فروق جوهرية بين فوائد الصيانة الإنتاجية الشاملة داخل المنظمات الكبيرة عن تلك الصغيرة والمتوسطة الحجم.

قدمت دراسة (Haddad&Jaaron,2012) منهجية لتنفيذ برنامج الصيانة الإنتاجية الشاملة TPM فى صناعة الرعاية الصحية باستخدام المقابلات المتعمقة بما فيها الملاحظات وجمع الوثائق من خلال الصيانة الذاتية AM والصيانة الوقائية PM ونمذجة 5Sبأحد المستشفيات الآردنية، حيث تم إجراء ثلاث عشرة مقابلة فى موقع البحث بمستشفى الملك عبد العزيز منهم أحد عشر موظفاً فى الخطوط الأمامية حول واجبات عملهم قبل وبعد المشروع كجزء من دراسة مقارنة لاستكشاف التغييرات التى حدثت فى مكان العمل، بالإضافة إلى اثنان من كبار المديرين فى قسم الصيانة حول إدخال TPM والفوائد التى تم تحقيقها حتى الآن على جميع المستويات عبر توضيح وشرح الغرض من الدراسة والوقت المقدر للمقابلة وكيف سيتم التعامل مع معلومات المقابلة للمشاركين قبل بدء المقابلة للتركيز على فرع الأجهزة الطبية وللتحقق من كيفية تنفيذ TPM لتقليل الأعطال للأجهزة الطبية وتحقيق الفوائد.

أوضحت دراسة (Vardhan et al.,2015) أهمية ركائز صيانة الجودة فى تحسين جودة المنتج بصناعة رقائق البطاطس "الشيبسي" كمبادرة تهدف إلى إسعاد العملاء من خلال التصنيع الخالى من العيوب بما يعزز التنفيذ الفعال فى كفاءة الانتاج بهدف تحقيق صفر أعطال وصفر خسائر وصفر عيوب، والقضاء على عدم مطابقة المواصفات بطريقة منهجية عبر صيانة المعدات مما يقلل شكاوى العملاء والشكاوى التنظيمية إلى الصفر.

أوضحت دراسة (Tsarouhas,2019) قيام العديد من المؤسسات بتطبيق الصيانة الإنتاجية الشاملة TPM كأداة تمكنهم من زيادة كفاءة المعدات إلى أقصى حد، حيث تحولت الصيانة إلى استراتيجية لمعظم المنظمات باعتبارها جزء أساسي وضرورى من الوظيفة التى تهدف إلى انتاج معدات مُحسنة للأداء تعمل على تحسين الانتاجية تصف TPM العلاقة الترابطية بين جميع الوظائف التنظيمية، وخاصة بين الإنتاج والصيانة من أجل التحسين المستمر لجودة الإنتاج والكفاءة التشغيلية والانتاجية والسلامة، وقد أشارت دراسة

(Pascal,2019) إلى أن هدف TPM يكون الجمع بين الوظيفتين (الإنتاج والصيانة) معاً من خلال مجموعة من الممارسات الجيدة والعمل الجماعى والتحسين المستمر.

تم تطوير الصيانة الإنتاجية الشاملة كبرنامج استباقى وفعال من حيث التكلفة لصيانة المعدات بهدف تعظيم الكفاءة الكلية للمعدات طوال عمر"الفترة الزمنية" للمعدات، ويسعى جاهداً للحفاظ على الظروف المثلى للمعدات لمنع الأعطال غير المتوقعة وفقدان السرعة، وعيوب الجودة الناشئة عن أنشطة العملية، وهى مقسمة إلى ثلاثة مفاهيم أساسية: (١) إجمالية: مشاركة جميع الموظفين، (٢) المنتج: يتم تنفيذ أنشطة TPM دون تداخل مع إنتاجية الشركة قدر الإمكان، و (٣) الصيانة: اختيار الطريقة الأكثر ملاءمة (Al-Refaie et al.,2022).

هدفت دراسة (Ghanem,2021) إلى تقديم الصيانة الإنتاجية الشاملة TPM كمنهج يتم اعتماده فى صناعة الضيافة لإزالة القيود بين عمليات الإنتاج والصيانة بالاعتماد على المنهج الوصفى التحليلى واستكشاف التأثير على الإنتاجية وكفاءة الأداء وجودة المنتج والتكلفة والربحية ورضا النزلاء ومعنويات الموظفين وولائهم.

أصبحت TPM واحدة من تقنيات الصيانة الأكثر شيوعاً التى يتم تطبيقها فى الصناعات الحديثة لتعزيز الكفاءة فى مجالات الإنتاج من خلال الحصول على دعم وإلتزام الإدارة ومشاركة جميع أفراد القوى العاملة، فهى تعزز المعرفة والمهارات الفنية للموظفين ذوى الصلة بالصيانة بما يمكن من نقل هذه المهارات إلى إجراءات تعمل على تحسين الفعالية الكلية للمعدات (China Productive center,2017).

من الأهداف الرئيسية للصيانة الإنتاجية الشاملة: تحقيق مستويات إنتاجية أعلى للمعدات، ضمان الجودة، عدم وجود أعطال وعيوب، التقليل من المواد الخام، تقليل الهدر والتكاليف والتكاليف إلى الحد الأدنى، تنمية مهارات العاملين (Kalwang et al.,2020).

ووفقاً لدراسة (Sivaram et al.,2013) يعتمد تطبيق TPM على ثمانية ركائز لتمكين المؤسسات من الوصول إلى مستوى عالمى من خلال تحقيق 3Zs تتمثل فى صفر أعطال (صفر فشل Zero failture)، صفر عيوب (صفر خسائر جودة Zero quality losses)، وصفر حوادث Zero accident).

يتيح تطبيق TPM تحقيق (١) تدقيق الأخطاء: أى تجنب تكرار الأخطاء أو تقليلها، (٢) السرعة Just-in-time بما يسهل تلبية طلبات العملاء أو الإصلاحات (Tomar&Soni,2016)، (٣) كايزن: أى التحسين المستمر ، (٤) الكفاءة الكلية للمعدات OEE والتى تتعامل مع ثلاثة عوامل (أ) توافر الالات والمعدات، (ب) معدل أداء الآلة ، (ج) معدل جودة الماكينة، ويمكن استخدام بطاقة تسجيل كانبان kanban لنشر بدائل للتحكم فى تدفق مواد الصيانة والمخزون (Ghanem,2021).

يبدأ تنفيذ TPM بـ 5S بما يعكس عملية الإلتزام بهدف القضاء على غالبية مشاكل الصيانة عبر الفرز (sort-seiri) أى حذف كل الأشياء غير الضرورية، والترتيب (sert in order- seiton) أى تنظيم الأشياء بشكل صحيح لتسهيل الوصول إليه، والتنظيف (shine-seiso) بما يحافظ على أدوات العمل للاستخدام فى أى وقت، والتوحيد (standardization-seiketsu) بالاعتماد على وضع معايير لإجراءات النظافة عبر قوائم القصص اليومية، والاستدامة (sustain- shitsuke) بتشجيع جميع العاملين على اتباع قواعد التنفيذ (Singh et al.,2013).

يعمل مفهوم 5S على تحسين السلامة وكفاءة العمل وتحسين الإنتاجية وإرساء الشعور بالملكية. درس فينكاتيش (٢٠٠٥) كما أوردته دراسة (Chaurey et al.,2023) الفوائد المختلفة لتطبيق مفهوم 5S ومنها: رفع الروح المعنوية، وخلق انطباعات إيجابية لدى العملاء، وزيادة كفاءة المؤسسة مما يجعل المنظمة أكثر ربحية وتنافسية فى السوق.

الصيانة الإنتاجية الشاملة هو برنامج لزيادة كفاءة الآلات والعمليات، والذى يقوم على ركائز مع 5S كأساس له، وتعتبر ممارسة 5S هى مرحلة تمهيدية كتقنية تستخدم لإنشاء بيئة الجودة والحفاظ عليها فى المؤسسة.

لتنفيذ TPM يتم تكوين مجموعات صغيرة من الموظفين (من كل مستوى) بحيث تُعرف هذه المجموعات بـــ دائرة TPM، حيث يبدأ TPM بمفهوم 5S (Seiri,Seiton,Seiso,Seiketsu,Shitsuke) أى (فرز، ترتيب، تنظيف، توحيد قياسي، وانضباط ذاتى) (Thorat&Mahesha,2020). فالغرض من 5s كتقنية تحسين بما يمكن

المنظمات من زيادة إنتاجها وجودة صيانة أجهزتها للحصول على نتائج أكثر إيجابية وفعالية (Ngadiman et al.,2012).

أوضحت دراسة (Mahajan et al.,2018) معاناة بعض المنظمات التى لم تحترم الـ 5s فإنها سوف تعانى من حدوث 5Ds أى التأخير delays والعيوب defects والعملاء غير الراضين dissatisfied وانخفاض الأرباح decline profit وإحباط الموظفين demoralized employee.

تطبيق نظام الجودة أداة مهمة للحصول على ميزة تنافسية، و تعد الصيانة الإنتاجية الشاملة بمثابة أحد الركائز المهمة لأنظمة الجودة، ومع ذلك فإن الصيانة المناسبة للآلات هى إحدى السمات المهمة التى تحدد جودة الإنتاج حيث التنسيق بين الإنسان والآله هو المبدأ الأساسي لـــ TPM حيث تقع مسئولية التحسين والاستخدام الفعال للآله على عاتق جميع موظفى المصنع وليس الإدارة المعينة (Chaurey et al.,2023).

اقترح المعهد اليابانى لصيانة المصنع (JIPM)الركائز الثمانية لنظام TPM والذى يعتمد على تنفيذ سلسلة من ثمانى ركائز كطريقة منهجية لتحسين كفاءة المصانع والمعدات من خلال إنشاء علاقة مثالية بين الإنسان والمعدات حيث ركائز TPM مثبتة على ممارسات 5S للمؤسسة.

يؤثر مفهوم 5S على خلق الانطباعات الإيجابية عن العملاء وتزيد من معنويات الموظفين بما يؤدى إلى زيادة كفاءة المؤسسة كما أظهرته تقرير دراسة (Venkatesh,2005).

يمكن القول أن TPM هى منهجية تحسين المصنع، والتى تتيح التحسين المستمر والسريع للخدمة وعملية التصنيع من خلال استخدام مشاركة الموظفين، وتمكينهم وقياس النتيجة فى حلقة مغلقة close-loop، فهى وسيلة لتعزيز إنتاجية المنظمة من خلال مشاركة جميع الموظفين من الإدارة العليا إلى مشغلى الخطوط الأمامية front-line-operators (Kalpande&Toke,2020).

يساعد منهج الصيانة الإنتاجية الشاملة TPMعلى ١)زيادة وقت تشغيل المعدات، ٢)تقليل وقت إعداد الماكينة، ٣) تحسين الجودة، ٤)خفض التكلفة، ومن خلال هذا النهج

تصـــبح الصـــيانة جزءاً لا يتجزأ من الفريق، حيث تؤدى إلى تحقيق فوائد ومنها: (١) زيادة الربحية، و (٢) تحســين الإنتاجية (Chaurey et al.,2023)، ويمكن للصــيانة الانتاجية الشــاملة أن تقوم بتحســين القاعدة التكنولوجية للشــركة من خلال تعزيز تكنولوجيا المعدات، وتحسين مهارات الموظفين.

تساعد الصيانة الإنتاجية الشاملة TPM على تحسين قدرات المؤسسات من خلال تعزيز مهارات حل المشـــكلات للأفراد، وتمكين التعلم عبر مختلف المجالات الوظيفية (Foresti et al.,2020).

يعتمد نجاح TPM على ثقافة المنظمة، وخلفية الأقســـام، والســـلوك، والتكنولوجيا، والـعـمـلـيـات، والـتـمـويـل حـيـث تـوصـــلـت بـعـض الـدراســـات (Rodrigues&Hatakeyama,2006;Singh&Singh,2019) إلى أن أســباب فشــل التطبيق غير الناجح للصيانة الإنتاجية الشاملة يرجع إلى: (١)الافتقار إلى الصيانة الوقائية، (٢)قلة التمويل، (٣)افتقار الشفافية lack of transparency لأعضاء الفريق المشارك فى TPM، (٤)عدم كفاية أعضاء فريق الصيانة، (٥) عدم وجود خطة طويلة المدى للصيانة، (٦) التغيير المتكرر فى الجدولة الإنتاجية، (٧)عدم توافر (إتاحة) الآلات للصـــيانة المخططة، (٨) قلة التحليل لمخطط الصيانة.

و تصنف الصيانة إلى عدة أنواع على النحو التالى (Bataineh et al.,2019):

(١) صيانة الأعطال Breakdown maintenance: حدوث فشل للمعدات ليقوم المشغل بإصلاحها، قد لا تؤثر أعطال المعدات على العمليات بـ خلاف تكلفة الإصلاح.

(٢) الصيانة الوقائية أو ما تسمى صيانة مانعة Preventive maintenance كـ التنظيف والتفتيش والتزييت، فهى صيانة غرضها التفتيش والصيانة الروتينية إذا لزم الأمر لضمان تجنب الأعطال والعمل على إطالة فترة توفر المعدات وزيادة عمرها (Paradue et al.,1994).

(٣) الصيانة الدورية Periodic maintenance: الفحص واستبدال الأجزاء البالية قبل فشلها worn-out لمنع صيانة الأعطال.

(٤) الصيانة التنبؤية Predictive maintenance: يتم التشخيص والفحص لتحديد العمر التشغيلى للأجزاء، مع التوصية باستبدال هذه الأجزاء قبل حد الخدمة.

(٥) الصيانة التصحيحية Corrective maintenance: الحفاظ على المعدات فى ظروف العمل، فهى بمثابة مشكلة صغيرة يتم إصلاحها لتجنب صيانة الأعطال.

(٦) منع الصيانة Maintenance prevention: حيث دراسة الآلات الحالية بشكل كاف بما يساهم فى تصميم معدات جديدة تكون مدمجة مع القديمة قبل بدء التشغيل.

تعتبر TPM مناسبة لتحسين الأداء والحفاظ على الأصول فى حالة مثالية، وتشمل مبادئ TPM على سبيل المثال لا الحصر، تمكين المشغلين من الحفاظ على المعدات، وتشكيل فرق من الموظفين لتحسين موثوقية المعدات عبر التحسين المستمر (كايزن) بما يؤدى إلى تحسين الإنتاجية والمشاركة الكاملة للموظفين (Singh&Gurtu,2022).

ووفقاً لنظرية النظم الاجتماعية والنفسية the socio-technical systems theory يجب أن يؤدى التحسين المشترك للممارسات ذات التوجه الاجتماعى والتقنى إلى أداء جيد (Emery,1990) حيث تعترض المشاكل بشكل شائع فى تنفيذ برامج التصنيع تلك المتعلقة بالمقاومة الثقافية للتغيير، ونقص التدريب والتعليم، ونقص التنسيق بين الأقسام المختلفة والارتباك حول العلاقة بين أنظمة التصنيع الفرعية (Crawford et al.,1988;Safayeni et al.,1991).

وأكدت دراسة (Haroun,2015) أن تكاليف الصيانة تساهم بـــ ٢٥٪ من جميع تكاليف التشغيل، ومن ثم فإن تبنى استراتيجية صيانة جيدة تساهم فى توفير تكلفة التشغيل (Rossini et al.,2019).

قدمت دراسة (Arai,2017) توصيف لـ ٧ أنواع من الهدر فى TPM: (١)إضراب ،(٢)وقت طويل من الإعداد،(٣) إعادة عمل يدوى،عيوب،منتجات معيبة،وإنتاجية منخفضة، (٤) توقف مخطط لـه، (٥) تطبيق 2S غير مكتمل ،(٦) إفراط فى الانتاج نت خلال المعدات الكبيرة، (٧)مشاكل المعدات عند بدء الإنتاج. كما أوضحت دراسة (Ohno,1988): أنواع الهدر الـ ٧ فى أنظمة التصنيع ١) إنتاج زائد،٢)مخزون

زائد،٣)حركة غير ضـــرورية،٤)انتظار مواد،٥)نقل غير ضـــرورى،٦)معالجة زائدة،٧)إنتاج عناصر معيبة.

حفزت فوائد التنفيذ المبسـط فى التصـنيع المنفصـل فى البلدان المتقدمة مثل أوربا أو أمريكـا الشـــمـاليـة للصـــنـاعـات الآخرى على تبنى الانتـاج الخـالى من الهـدر (Jasti&Kodali,2015).

تعمل الصـــيانة الإنتاجية الشـــاملةTPM كســـلاح اســـتراتيجى لأداء التصـــنيع (Chaabane et al.,2021)، وتعد صـــيانة المعدات جزءاً لا يتجزأ من جميع مؤســـســـات التصـــنيع ولا يمكن اغفالها بســـبب التكاليف المرتبطة بها، ويجب أن تحافظ على قدراتها الإنتاجية بنسبة ١٠٠٪ بأقل تكلفة صيانة.

الصـــيانة الإنتاجية الشـــاملة TPM هو برنامج إدارة الصـــيانة يقضـــى على تعطل المعدات (Chaneski,2002)، ولا ينبغى أن يساء فهم TPM كبرنامج صـيانة أو سـياسـة صيانة، فهى فلسفة أو ثقافة تنظيمية تساهم فى تحسين توافر المعدات مما يساعد فى تحسين الإنتاجية فى التصنيع وتحسين الأداء الاقتصادى للمؤسسات (Ahuja&Khamba,2007).

ومن العوامل الرئيسية المسئولة عن التنفيذ الناجح للصيانة الإنتاجية الشاملة: ١)ثقافة المنظمة،٢)مشـاركة الأفراد،٣)إدارة الجودة الشـاملة،٤)إلتزام الإدارة، ٥)خطة التنفيذ، ٦)تركيز نظم المعلومات.

- ثقافة المنظمة: حينما يشعر المشغلون بملكية المصنع وصيانته بصفتهم مالكين بما يضمن تحمل المسئولية وتشمل مهام الفحص الروتينى والتعديل والتشحيم والإصلاحات الرئيسية والنظافة، وهو مرتبط بكافة الإدارات دون قسم بمفرده، ومشاركة كافة الأشخاص من كل الأقسام كحلقات (دوائر) للصيانة الإنتاجية الشاملة، باعتبارهم فريق تحسين العمليات من خلال مشاركة خبراتهم وتقديم الاقتراحات للتنفيذ الناجح (Sharma et al.,2020).
- مشاركة الأفراد: يجب على المشغلين صيانة معداتهم والتى يُشار إليها بالصيانة المستقلة autonomous maintenance وتتم من خلال الملاءمة المحفزة للموظفين عبر التدريب(٢-٣ساعة) والتسليم (٣-٤ ساعات) لجعلهم فعاليين من

أجل تحسين أدائهم لصالح المنظمة مع تقديم الحوافز لتكثيف رغبتهم واستعدادهم للعمل (Chan et al.,2005).

- إلتزام الإدارة: هناك حاجة لإلهام العمال وتغيير اتجاههم السلبي، فالمديرون يعملون كجسر بين العمال ومستشارى TPM، لذا فإن اشرافهم المستمر للتأكد من جميع خطوات TPM فى تسلسلها الصحيح تحدث بانتظام، ومن الضرورى توجيه الدعوى إلى تدريب الموظفين بما يحفز فى بناء الثقة فى بيئة يصبح جميع الأشخاص الذين يشكلون المنظمة مؤهلين بإبداعاتهم فى جميع العمليات (Chan et al,2005; Chaabane et al.,2021).
- خطة التنفيذ: يعتمد نجاح TPM على التنفيذ بحيث يتساوى مسئولية التنفيذ بين الموظفين لأن عدم التوزيع للمسئولية بشكل عادل يؤدى إلى عدم الرضا، ومن الأهمية قبل التنفيذ أن يتم اعتمادها من رئيس المنظمة مع توضيح كل دور (مسئولية) لأجل فعالية التنفيذ للخطة المعتمدة فى ضوء الدراية الجيدة للوقت دون التأخير للبحث عن فرص التحسين عبر فلسفة (كايزن Kaizen) حيث النجاحات تخلق بيئة عمل إيجابية كجزء لا يتجزأ من بيئة عمل المنظمة لتصبح ثقافة تنظيمية بمرور الوقت مع تقييم العمل المنجز لمعرفة الاتجاه الصحيح، ومن الأهمية بمكان متابعة ومراقبة التقدم فى الأداء كضرورة لنجاح عمل برنامج TPM (Eti et al.,2006; Rodrigues&Hatakeyama,2006).
- تركيز نظم المعلومات: يجب على جميع أفراد المنظمة معرفة أهداف وركائز TPMوإتاحة المعلومات حسب إرادتهم فى ضوء تبادل المعلومات بين كافة المستويات بما يساهم فى تحسين الوعى لمقارنة النتائج قبل وبعد تنفيذ TPM (Eti et al,2006) .
- إدارة الجودة الشاملة (TQM): هى ثقافة تنظيمية تعزز رضا العملاء وتشجع الابتكار حيث تؤثر على البرامج قبل تنفيذها بما يفعل التحسين المستمر وبالتالى رفع مستوى الانتاجية بكفاءة وفعالية.

تشـــمل عملية الصـــيانة الإنتاجية الشـــاملة المشـــاركة الكاملة للموظفين Total employee involvement (TEI) حيث تضـــمين أكبر عدد ممكن من الأشـــخاص، كـ المشـغلين والفنيين والمهندسـين والمشـرفين والمديرين قدر الإمكان، وهذا يجعل القوى العاملة فى المؤســـســـة بـأكملهـا مســـئولـة عن نجـاح الصـــيـانـة الإنتـاجيـة الشـــاملـة (Singh&Gurtu,2022).

اسـتهدفت دراسـة (Sukma et al.,2022) الاسـتفادة من طريقة كايزن للتحسـين المباشـــر وفقاً للاحتياجات الحالية والتى يمكن دمجها مع مخطط باريتو وطرق كمية مثل كفاءة المعدات الإجمالية OEE فى تنفيذ علاج مرضـــى السـرطان من خلال اسـتخدام آلة LINACSP بما يفيد زيادة قيمة OEE فى صـناعة خدمات المستشـفيات بما تجعل الإدارة الصـــحية لها القدرة على توفير رعاية فعالة للمرضـــى وتوفير التكاليف وإصـــلاحات الجهاز غير الفعالة، ومن المفيد أن يؤدى تركيب المستشعرات على الجهاز إلى توقع حدوث أضرار مبكرة مثل درجات الحرارة غير الطبيعية والاهتزازات بمساعدة الإشارات/صفارات الإنذار.

توجد ســـت مهارات ذات قيمة خاصـــة تعزز أداء المشـــغلين، وهى كالتالى: الانتباه (التركيز واكتشـــاف الانحرافات)، الحكم (التفكير المنطقى واتخاذ قرار ســـليم)، الاجراء التصـحيحى (اسـتعادة الظروف الطبيعية بأقل وقت وخسـائر)، الوقاية (منع ظهور المشـاكل بالمعرفة الصـــحيحة)، التنبؤ (اكتشـــاف الانحراف قبل وقوعه)، والتحســـين (اقتراح أفكار تمنع/تزيل نقاط المشاكل بما لا يحدث تكرارها) (Chaurey et al.,2023).

تســـاعد TPM على تحقيق عدم تعطل الماكينة وعدم وجود عيوب (Bashar et al.,2020)، وتشـجع الصـيانة بما يحسـن الكفاءة الكلية للمعدات OEE (Bataineh et al.,2019)، وتهدف إلى تحسـين الجودة وتحسـين السـلامة وتقليل وقت التوقف عن العمل بالإضـافة إلى التقليل من خسـائر تعطل المعدات، وخسـائر إعادة العمل وخسـائر الإعداد (الضبط) وخسائر التباطؤ (Singh&Gurtu.,2022).

يُنظر إلى الصـيانة الإنتاجية الشـاملة كإحدى طرق الحفاظ على المعدات أو الآلات بالتعاون مع الكفاءة الكلية للمعدات OEE، فهى بمثابة اسـتراتيجية صـيانة تسـتخدم كنهج مُحســن لأداء المعدات من خلال تجنب تعطل المعدات وتحقيق التواصـــل بين المشـــغلين

وموظفى الصيانة (Jin et al.,2016;Ahmed et al,2018)، وأوضحت دراسة (Meca-Vita&Camello-Lima.,2020) إلى أهمية الصيانة الإنتاجية الشاملة فى التركيز على زيادة أداء المعدات إلى الحد الأقصى وإنشاء نظام صيانة إنتاجى يحسن دورة حياتها ويساهم فى التحسين المستمر والتوافر (الإتاحة availability) ويتجنب تعطل المعدات المبكر ويساهم فى استمرار تشغيلها.

تسلط دراسة (Prabowo et al.,2018) الضوء على ستة خسائر كبيرة: خسارة بدء التشغيل (المصنفة خسارة فى الجودة) وخسارة الضبط (المصنفة خسارة وقت التوقف عن العمل) وضياع وقت دورة التشغيل (المصنفة بفقدان السرعة) وفقدان السرعة (المصنفة بفقدان السرعة البسيطة) وخسارة الأعطال (المصنفة بخسارة الوقت)، وأخيراً خسارة العيوب الإنتاجية (المصنفة بخسارة فى الجودة)، حيث توصلت إلى أن جميع ركائز الصيانة الانتاجية الشاملة تؤثر على فعالية المعدات عدا الركيزتين (الصيانة المخططة، وإدارة التطوير/الإدارة الأولية) ليستا جوهريتين للتأثير على OEE.

ومن بين الخسائر السابقة توجد ثلاثة أنواع من الخسائر المرتبطة بعملية الإنتاج (١) خسارة وقت التوقف عن العمل والتى تؤثر على معدل التوفر (يقيس صيانة معدات الإنتاج) و(٢) فقدان(خسارة) السرعة والتى تؤثر على معدل الأداء (يقيس مدى فعالية استخدام معدات الإنتاج) و(٣) فقدان(خسارة) الجودة والتى تؤثر على معدل الجودة (يقيس فعالية عملية التصنيع للتخلص من الخردة وإعادة العمل وفقدان العائد) (Kumar et a.,2017).

استكشفت دراسة (Bashar,2022) فحص العلاقة بين الصيانة الإنتاجية الإجمالية وإدارة الأفراد والأداء التنظيمى فى صناعة الملابس فى دولة بنجلاديش من خلال عينة قدرها ٢٢٧ باستخدام نمذجة المعادلات الهيكلية، حيث أشارت النتائج لوجود تأثير مباشر وغير مباشر للصيانة الإنتاجية الشاملة على الأداء التشغيلى حيث المشاركة والممارسة من قبل الموظفين دوراً فى تعزيز TPM على الأداء لصناعات الملابس.

يرتبط تنفيذ TPM ارتباطاً مباشراً بمساهمة إدارة الموارد البشرية HRM، حيث هناك تركيز متزايد فى البحث على إدارة الأفراد PEM، لأنه لا يمكن أى نجاح بدون التنفيذ الناجح لقدرة الموارد البشرية على التطبيق، حيث تعتمد منظمة التصنيع على الاستخدام الأمثل

للموارد لزيادة الانتاجية والجودة الأفضـــل والتســـليم فى الوقت المحدد لتلبية توقعات العميل (Nakajima,1988;Bonavia&Marin-Garcia,2011).

من أجل التنفيذ الناجح لأساليب التصنيع الجديدة، يجب على شركات التصنيع تحسين الكفاءة الشـــاملة للمعدات OEE من خلال TPM (Ahuja&Khamba,2008;Lazim et al.,2013).

ومن أهم مؤشـــرات أداء برنامج الصـــيانة الإنتاجية الشـــاملة : كفاءة المعدات الكلية OEE، متوسـط الوقت بين الفشـل MTBF، متوسـط الوقت للإصـلاح MTTR، وجودة الأداء PQ، متوســـط وقت التعطل MDT، التوافر / الإتاحة Availability، فالصـــيانة الإنتاجية الشـاملة ليسـت منهجية للإصـلاح السـريع ، فهى تؤدى إلى النتائج المرغوبة مع الالتزام والثقـانى والمثـابرة من جـانـب الإدارة والموظفين على المـدى الطويـل (من حيـث السنوات) لتقديم نتائج ملحوظة(Chaurey et al.,2023) .

ومن الأسباب الرئيسية المختلفة لتنفيذ الصيانة الإنتاجية الشاملة وإدارة الجودة الشاملة ما يلى:١) الافتقار إلى التعرض للإدارة، ٢) صـعوبة فهم منهجية وفلسفة الصـيانة الإنتاجية الشـــــاملـة من قبـل الإدارة الوســـطى، ٣) الوقـت الطويـل المســـتغرق فى التنفيـذ (Toke&Kalpande,2023).

ومن الأهمية بمكان أن إلتزام الإدارة العليا له تأثير جوهرى فى التنفيذ الناجح للصـيانة الإنتاجية الشـاملة، وحدد الباحثون أن القوى العاملة فى المنظمة بحاجة إلى اكتسـاب معرفة ومهارات وقدرات جديدة تتعلق بالصـيانة الإنتاجية الشـاملة، وقد حدد تقرير دراسـة بكرجان Bakerjan تلك العقبات الرئيسـية ذات الصـلة بالصـناعات، وهى: عدم التزام الإدارة العليا، عدم إتاحـة الوقت الكـافى للتطور، موقف الإدارة العليا من الحد الأدنى من القوى العـاملـة لخفض التكلفة، مقاومة تبنى التقدم التكنولوجى، عدم تشـــجيع التنظيم، التدريب الماهر غير الكافى، نقص تنفيذ ممارسات TPM (Chaurey et al.,2023).

تصنف عناصر الصيانة الإنتاجية الشاملة إلى نوعين، الأول: عناصر قصيرة الأجل تتركز بشـكل أكبر على الصـيانة المسـتقلة autonomous maintenance والصـيانة المخططة planned maintenance، والثانى: عناصـــر طويلة الأجل تركز بشـــكل أكبر

على تصميم المعدات الجديدة الذى يتضمن ممارسات الابتكار (Mckone et al.,1999; Ahuja&Khamba,2008).

الصيانة المخططة planned maintenance: تتكون من الصيانة الوقائية PM preventive maintenance والصيانة التصحيحية corrective maintenance CM ووقاية الصيانة maintenance prevention MP، وتهدف إلى إبقاء المعدات خالية تماما من المشاكل، وخالية من العيوب، وتحقق رضا العملاء، حيث الصيانة الوقائية هى إجراء للحفاظ على الماكينة والمعدات فى حالة تشغيل عن طريق (الفحص/التفتيش، الكشف، والوقاية من الفشل)، فالغرض منه الفحص المادى للمعدات قبل تعطلها، وتنقسم إلى: ١)مجدولة scheduled، ٢) ومراقبة monitored. تهدف الصيانة المخططة القائمة على الفاصل الزمنى إلى توفير التحكم فى أنشطة الصيانة المخطط لها بدلاً من السماح بأعطال الماكينة حيث تعمل الصيانة التصحيحية على تحسين موثوقية الماكينة والمعدات عبر التخلص من العطل، مع التركيز على تحسين إمكانية الصيانة للآلة والمعدات. تؤدى وقاية الصيانة إلى جعل المعدات خالية من الصيانة (Chaurey et al.,2023).

تعتبر الصيانة الانتاجية الشاملة ليست مزيج من الأنواع الثلاثة السابقة (الصيانة الوقائية، والصيانة التصحيحية، ووقاية الصيانة) لكنها تؤكد على تعزيز الصيانة من خلال "الصيانة المستقلة AM" من خلال تشجيع أنشطة المجموعة الصغيرة بالتركيز على تنظيم كفاءة المعدات من خلال القضاء على جميع أشكال عدم الكفاءة، وإعاقة إنتاجية رأس المال والمواد والعمالة، ويمكن إتمام آليات تحقيق هذا الارتفاع المذهل فى كفاءة المعدات من خلال إشراك جميع الموظفين فى المؤسسة الذين ينتمون إلى أقسام مختلفة مثل الإنتاج، والصيانة، والخدمات الفنية، والمخازن (Nakajima,1988; Singh&Singh,2019).

تهدف صيانة الجودة QM إلى إسعاد العميل من خلال أعلى مستويات الجودة عبر التصنيع الخالى من العيوب، وينصب التركيز على القضاء على حالات عدم المطابقة بطريقة منهجية systematic manner مثل التحسين المُركز focused improvement، ويتم اكتساب فهم لـــ أجزاء المعدات والتى بدورها تؤثر على جودة المنتج، والقضاء على مخاوف الجودة الحالية، والانتقال إلى مخاوف الجودة المحتملة (Chaurey et al.,2023) .

تتطور الجهود من أسلوب رد الفعل إلى الأسلوب الاستباقى حيث يتم تدريب المشغلين على صـيانة معداتهم بشـكل أفضـل من خلال موظفى الصـيانة المدربين (Hashim et al.,2012).

كشفت دراسة (Nawanir et al.,2013) بأن التطبيق المرن يساهم فى نجاح الأداء التنظيمى لمختلف الصـناعات عبر البلدان والصـناعات من حيث الانتاجية والتكلفة والجودة، ويحدد التصـنيع المبسـط نوعية الهدر ويقضـى عليها من خلال تطبيق أدوات بسـيطة وهى: السينات الخمس (٥ س-5S)، خرائط تدفق القيمة، التدفق أحادى القطعة، التصنيع الخلوى، تبادل القوالب لمدة دقيقة واحدة، نظام السحب، وكايزن (Liker,2004).

ويرتبط التنفيذ البسيط بمستوى مشاركة الموظفين وتدريب الموظفين وأمن التوظيف فى صـناعة السـيراميك الإسـبانية (Bonavia&Marin-Garcia,2011)، حيث الهدف من PEM تطوير قوة عاملة مدربة تدريباً جيداً وماهرة توفر الدعم الكامل لعملية التنفيذ، وقد أشـارت نتائج الأبحاث إلى أن تفاعل الأشـخاص يرتبط ارتباطاً بالروح المعنوية للموظفين والأداء التنظيمى (Bailey et al.,2017).

وبناء على ما سبق فإن الفرض البديل الأول الرئيسي: **توجد علاقة معنوية ذات دلالة إحصائية بين ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة وكفاءة المعدات الكلية**، ويتفرع من الفرض الرئيسي الأول الفروض الفرعية التالية:

- توجد علاقة جوهرية ذات دلالة إحصائية بين الصيانة الذاتية وكفاءة المعدات الكلية.
- توجد علاقة جوهرية ذات دلالة إحصائية بين التحسين المركز وكفاءة المعدات الكلية.
- توجد توجد علاقة جوهرية ذات دلالة إحصـائية بين الصـيانة المخططة وكفاءة المعدات الكلية.
- توجد توجد علاقة جوهرية ذات دلالة إحصـائية بين صـيانة الجودة وكفاءة المعدات الكلية.
- توجد توجد علاقة جوهرية ذات دلالة إحصـائية بين التعليم والتدريب وكفاءة المعدات الكلية.
- توجد توجد علاقة جوهرية ذات دلالة إحصـائية بين السـلامة والصـحة والبيئة وكفاءة

المعدات الكلية.

- توجد توجد علاقة جوهرية ذات دلالة إحصـــائية بين مكتب TPM وكفاءة المعدات الكلية.
- توجد توجد علاقة جوهرية ذات دلالة إحصـــائية بين إدارة التطوير وكفاءة المعدات الكلية.
- توجد توجد علاقة جوهرية ذات دلالة إحصـــائية بين الســـينات الخمس 5S وكفاءة المعدات الكلية.

(٣-٢-٢) المزيج التسويقى لقطاع الكهرباء (الطاقة الكهرومائية):

أوضـحت دراسـة (Arafah et al.,2018) أهمية التسـويق للطاقة المتجددة فى دولة إندونيسيا، فاستراتيجية التسويق هى الآلية التى تأمل الشركة فى خلق قيمة للعملاء بالاعتماد على العوامل البيئية الخارجية والداخلية حيث يشـمل التسـويق كل جهد لتحقيق التوافق بين الشركة وبيئتها من أجل البحث عن حلول لمشكلة استكشاف فرصـة تقليل الطاقة الأحفورية والتحول إلى طاقة متجددة، فالطاقة الجديدة هى شكل من أشكال الطاقة التى تنتجها التقنيات الجديدة من كل من الطاقات المتجددة وغير المتجددة، بما فى ذلك الهيدروجين والميثان وتسييل الفحم والطاقة النووية، فتنويع الطاقة هو تنويع العرض والاستفادة من مصادر الطاقة المختلفة فى إطار تحســـين إمدادات الطاقة حيث تزداد الحاجة إلى الكهرباء كل عام حيث تعد الطاقة المائية واحدة من أكثر أنواع الوقود الأحفورى البديلة شـــيوعاً والتى تلبى حوالى أكثر من ٢٠٪ بالإضـافة إلى طاقة الرياح والطاقة الشـمسـية فضـلاً عن طاقة أمواج البحر (الأمواج waves).

وقدمت دراسـة (Borisova et al.,2022) لأهمية المزيج التسـويقى للشـركات التى تعمل فى الطاقة حيث دعم التسويق للمسئولية البيئية لشركات الطاقة فيما يتعلق بالاستدامة، وقد زادت حصـــة الطاقة النظيفة (المتجددة) إلى ٢٩٪ فى عام ٢٠٢٠ حيث تمثل الطاقة الكهرومائية المصـدر المهيمن للطاقة وبالرغم من هيمنة شـركات النفط والغاز على أسـواق الطاقة العالمية، وفى ظل إطلاق وتنفيذ اســتراتيجيات إزالة الكربون الاقتصـــادية فى جميع أنحاء العالم مع إعادة التفكير فى أنشـــطة شـــركات الطاقة من خلال البحث عن المزيج

التسويقى للطاقة النظيفة، وقد اعتمدت الدراسة على التحليل النقدى لتجربة المزيج التسويقى لأكبر شركات الطاقة فى العالم المتخصصة فى الطاقة"النظيفة" فى عام ٢٠٢١ حيث نطاق المنتج فى التقنيات الجديدة مثل الهيدروجين حيث قدرت الاستثمارات فى الابتكارات الخضراء لشركة ايبردرولا Iberdrola بحوالى ٨٩ مليار دولار، بينما السعر يتم فرض رسوم ملاءمة للمنتجات البيئية من أجل تجنب أزمة بيئية فى الفترة حتى ٢٠٥٠ حيث الحاجة إلى ١١ تريليون دولار بما يؤدى إلى زيادة تكلفة الطاقة النظيفة مقارنة بمثيلاتها من النفط والغاز، وتتعدد أماكن البيع وفقاً للبنية التحتية حيث الاستثمار فى الطاقة الشمسية وطاقة الرياح فى الولايات المتحدة وكندا حيث التخطيط لإنشاء ٣٠ مليون لوحة شمسية جديدة بحلول عام ٢٠٣٠ التى تعتمد عليها شركات EnergyTech، بينما تعمق برامج الولاء تجاه أنشطتها من جانبى السلطات التنظيمية وجانب ممثلى الشركات والمجتمعات المحلية للاستفادة من توسيع مجال الطاقة النظيفة.

قدمت دراسة (Shen et al.,2022) دراسة تأثيرات وتحديات أسواق الكهرباء على محطات توليد الطاقة عالية الضغط، وبالتالى تطوير بعض الحلول التقنية حيث خصائص الطاقة الكهرومائية للتغلب على هذه التحديات، ويشير التحليل إلى أهم الصعوبات التى تواجه محطات الطاقة الكهرومائية عدم القدرة على التنبؤ بالجريان السطحى حيث ينبغى على مؤسسات الطاقة الكهرومائية تحسين مستوى التنبؤ وفقاً للقدرة التنافسية القائمة على تحليل متطلبات العملاء والمنافسين لتقديم عروض الطاقة الكهرومائية لضمان توازن الطاقة وفقاً لاستكشاف نظريات السوق.

وبحثت دراسة (McDonagh et al.,2019) تأثير أسواق الكهرباء وتغلغل الكهرباء المتجددة على التكلفة المتوازنة للطاقة لنظام كهربائى متقدم يشتمل على امتصاص الكربون واستخدامه، حيث تم استخدام power-to-gas (P2G) كتقنية تحول الكهرباء إلى غاز ويطلق عليه اسم الوقود الغازى من أصل غير بيولوجى، وتم طرحه كوسيلة لاستخدام منخفضة التكلفة أو مقلصة curtailed بطريقة أخرى لانتاج وقود نقل متقدم مع تسهيل الكهرباء المتجددة المتقطعة من خلال مقاييس موازين الشبكة والتخزين اللامركزى للكهرباء، كما يتم استخدام VRE كتقنية يمكن من خلالها توفير آلية تخزين لتحويل الكهرباء إلى غاز

P2G حيث تســـاهم فى التحليل الكهربائى للماء، ويمكن بعد ذلك دمج هذا الهيدروجين مع ثانى أكسـيد الكربون لانتاج الميثان عبر تفاعل يعرف باسـم انتاج الوقود الغازى من أصـل غير بيولوجى، وتلك التقنية لا تتطلب أماكن او خيارات جغرافية حيث الغاز المنتج يماثل الغاز الطبيعى ويمكن حقنه فى شـــبكة الغاز الطبيعى حيث الوصـــول للأســـواق ويمكن اســتخدامه فى قطاع النقل بجانب توليد الكهرباء مما يزيد اســتدامه مصـــانع الغاز الحيوى وتعويض رأس المال المطلوب وتعزيز الاقتصاد الدائرى.

قدمت دراسـة (F.deLIano-Paz et al.,2023) تحليل كفاءة مزيج الطاقة الأوربية لتقنيات توليد الكهرباء من منظورين (بيئى واقتصـادى) بهدف تحديد نسـبة مشـاركة كل نوع من أنواع محطات الطاقة فى كل بلد من أجل تقليل التأثير البيئى الإجمالى، حيث أوضـحت الدراسـة أن تقنيات الطاقة المائية ذات الحصـة التى تتراوح بين ١١٪ و ١٣٪ وطاقة الرياح ذات المشـاركة المختلطة ٣٧-٤٤٪ من أفضـل الخيارات المفضـلة من الناحية البيئية ومن حيث الحد الأدنى من كفاءة المخاطر، فى حين يبرز توليد الطاقة النووية كواحدة من تقنيات الحمل الأساسي الرئيسية بحصة تتراوح بين ٢٥ و ٣٥٪ فى الكفاءة البيئية والتكلفة/المخاطر.

أوضـــحت دراســـة (Cartelle Barros et al.,2020) كما أوردته دراســـة (F.deLIano-Paz et al.,2023) أن النتائج البيئية للطاقة الشمسية الكهروضوئية أسوأ بكثير من تلك الخاصـة بالطاقات المتجددة الآخرى مثل الطاقة المائية أو الرياح، وفى الواقع فإن أداؤها البيئي أقرب إلى أداء الغاز الطبيعى أو حتى الأداء النموذجى لمحطة الطاقة النووية، وقد حصلت الطاقة الشمسية الكهروضوئية على نتائج بيئية منفصلة لمؤشرات مثل اســتنفاذ الموارد أو الســمية البيئية للمياه العذبة، وأثبتت طاقة الرياح أنها خيار رائع كتقنية تتفوق فى تحسين البيئة بما يمكن زيادة حصتها بحلول ٢٠٥٠ عند مستوى ٣٧-٤٤٪ من محفظة الطاقة.

وقدمت دراســة (Lauro et al.,2023) نموذج محاكاة عملية صـــنع القرار لإدارة أســـعار الكهرباء الآجلة بنظام الطاقة البرازيلى الناتج من توليد الطاقة الكهرومائية والرياح حيث إدارة المخاطر كإجراء يتخذه الوكلاء خاصـــة محطات الطاقة الكهرومائية HPPs للتحوط من الخسـائر المالية العميقة بما يسـاهم فى التغلب على أوجه عدم اليقين المؤيدة فى

أسعار الكهرباء المستقبلية بالإضافة إلى تقييم السعر الفورى المستقبلى للتفاوض على عقود الكهرباء الآجلة وفقاً للقيمة القطعية deterministic value والقيمة العشوائية stochastic value.

وقدمت دراسة (Daneshgar&Zahedi,2022) بعنوان التحقيق فى إنتاج محطات الطاقة الكهرومائية وربحيتها باستخدام منهج ديناميكيات النظام عن طريق تحسين طرق الإنتاج والتوزيع ونقل الكهرباء لتحقيق التحرك نحو الطاقات المستدامة عبر إعادة الهيكلة فى سوق الكهرباء الإيرانى بحيث يمكن استمرار التخطيط الذى يتنبأ بالأحمال ومدى توافر المياه لتعظيم أرباح محطات الطاقة.

واستهدفت دراسة (Dueholam&Ravn,2004) تقديم نموذج لوظيفة الإمداد بالساعة لإنتاج الكهرباء من الطاقة المائية، وإلى أى مدى سيغير هذا أنماط إنتاج الطاقة المائية ذات الخزانات الكبيرة عبر تحليل السلاسل الزمنية لإنتاج الطاقة المائية وأسعار الكهرباء فى النرويج، وقد توصلت الدراسة إلى أهمية مقارنة أنماط الأسعار الناتجة عن المحاكاة بالمقارنة مع نموذج النظام الحرارى المائى التقليدى وإعادة النظر فى مفهوم قيمة المياه water value.

وبناء على ما سبق فإن الفرض البديل الثانى الرئيسي: **يوجد تأثير معنوى لكفاءة المعدات الكلية المرتبطة بركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة على المزيج التسويقى لخدمات شركة المحطات المائية** ويتفرع من الفرض الرئيسي الثانى الفروض الفرعية التالية:

- يوجد تأثير معنوى لكفاءة المعدات الكلية المرتبطة بركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة على منتج شركة المحطات المائية.
- يوجد تأثير معنوى لكفاءة المعدات الكلية المرتبطة بركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة على تسعير خدمات شركة المحطات المائية.
- يوجد تأثير معنوى لكفاءة المعدات الكلية المرتبطة بركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة على توزيع خدمات شركة المحطات المائية.
- يوجد تأثير معنوى لكفاءة المعدات الكلية المرتبطة بركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة على ترويج خدمات شركة المحطات المائية.

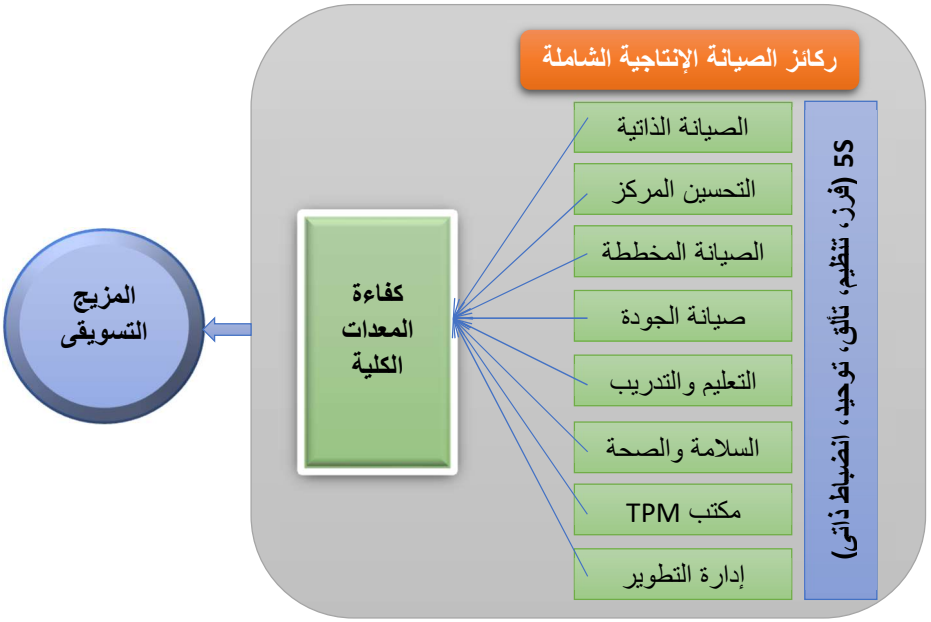
(٣-٢-٣) التعقيب على الدراسات السابقة:

من خلال الدراسات السابقة والتى لم تقدم بشكل كلى – على حد علم الباحث – الآليه المتوافقة مع نموذج الدراسة الحالية، حيث لم تربط بين الهدف الإنتاجى والتسويقى معاً، وهو دور تستهدفه الدراسة الحالية، حيث تم استخراج المتغيرات المرتبطة بالبحث والمتمثلة فى العلاقة بين ركائز الصيانة الإنتاجية بالكفاءة الكلية للمعدات، وهى علاقة تمثل الجانب الإنتاجى وفقاً للجانب العملى والذى قدمته الدراسات السابقة حيث تنوع مجالات التطبيق، وقد تبنت الدراسة الحالية أبعاد ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة، وبالرغم من وجود تباين بين الدراسات والتى تبنت بعضها، إلا أن الدراسة الحالية أوضحت أن تلك الركائز بشكل يجعل من الدراسة الحالية اعتماد وتبنى الأبعاد التى تطرقت إليها الدراسات السابقة والتى تنوعت تأثيراتها ما بين كفاءة المعدات، واخرى تتعلق بالجودة الشاملة، وتم التركيز فى الدراسات السابقة التى تستهدف الجانب التسويقى على الدراسات ذات المجال التطبيقى فى قطاع الكهرباء لما يتشابه هذا المجال بالدراسة الحالية، وهذا الجانب الذى يوضح آلية التنافس المرجوه فى ظل البيئة التنافسية التى تؤدى إلى خلق المستهلك الجديد حيث اشباع الحاجة المستديمة والتى ترتبط بعدة أشكال، الحياة الاستهلاكية، وتنوع المصادر ذات الناحية الإيجابية البيئية والأخرى ذات الناحية السلبية البيئية، حيث تعدد تلك المصادر ما بين الطاقة الحرارية (بترولية – وغازية)، وكذلك المجال للطاقة المتجددة كالطاقة الكهرومائية حيث مجال الدراسة الحالية، والطاقة الكهروضوئية والتى تعتمد على الشمس والطاقة النووية (المزمع إنشاؤها)، وأخيراً الطاقة الخضراء (الهيدروجين الأخضر) باعتبارها مصادر متجددة.

لذلك تحاول الدراسة الحالية التعمق فى العلاقة بين تنمية وتطوير تأثير الجانب الإنتاجى على التسويقى ومعرفة تأثير العلاقة بين ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة وكفاءة المعدات الكلية كجانب إنتاجى على المزيج التسويقى فى قطاع الكهرباءبشركة المحطات المائية لإنتاج الكهرباء باعتبارها منشأ الكهرباء فى جمهورية مصر العربية والتى تعتمد على السد العالى وخزانى أسوان الأول والثانى بالإضافة إلى محطات كهرباء إسنا بالأقصر، وكهرباء نجع حمادى بقنا، وكهرباء أسيوط.

(٤) الإطار الفكرى:

تحاول الدراسة الحالية بناء على الدراسات السابقة اختبار نموذج العلاقة بين تطبيق ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة (الصيانة الذاتية، التحسين المركز،الصيانة المخططة، صيانة الجودة، التدريب والتعليم، السلامة والصحة والبيئة ، مكتب TPM،إدارة التطوير) المستندة إلى السينات الخمسة 5S وكفاءة المعدات الكلية على المزيج التسويقى لخدمات شركة المحطات المائية، وذلك بالشكل رقم(١)



شكل رقم (١) الإطار الفكرى للدراسة

المصدر: من إعداد الباحث

(٥) أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق الهدفين الرئيسيين التاليين:

(٥-١) الهدف الأول: دراسة العلاقة بين ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة وكفاءة المعدات الكلية.

(٥-٢) الهدف الثانى: بحث تأثير العلاقة بين ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة وكفاءة المعدات الكلية على تسويق خدمات شركة المحطات المائية لتوليد الكهرباء

(٦) أهمية الدراسة:

ترجع أهمية هذا البحث من الناحية الأكاديمية: هذا البحث يتناول موضـوعات يمكن أن تحظى الآن بإهتمام كل من الباحثين والممارسين حيث تسهم هذه الدراسة فى إثراء أبحاث علاقة الإنتاج بالتسويق من خلال التعرف على ركائز الإنتاج والمتمثل فى الصيانة الإنتاجية الشاملة والتى تصب فى تفعيل دور الآلات والمعدات التى تساهم فى توليد الكهرباء فى ظل آليه بحث التنافسية للطاقة المتجددة ومصادرها الأساسية والبديلة.

وترجع اهمية تلك الدراســـة إلى ندرة الكتابات – على حد علم الباحث– بالمكتبات العربية فى هذه الموضـوعات، حيث تمثل إضـافة يمكن الاستفادة منها للأبحاث المستقبلية، وباعتبارها تقديم إطار مقترح لتأثير العلاقة بين ركائز الصـــيانة الإنتاجية الشـــاملة وكفاءة المعدات الكلية على تسويق الخدمة.

ومن الناحية التطبيقية، تمثل هذه الدراسة التعرف على علاقة ركائز الصيانة الإنتاجية الشـــاملة بالكفاءة والتى تنعكس على تقديم خدمة الكهرباء فى ظل تعدد مصـــادر الطاقة المتجددة، وآليات التســـويق التى تقدمها شـــركة المحطات المائية فى ظل التنافســـية بتعدد مصـادر الطاقة البديلة ومدى الاستفادة من الترشيد والبحث عن تطبيقات تزيد من الاستدامة فى تقديم الخدمة وتسويقها.

(٧) منهجية الدراسة:

(٧-١) مجتمع البحث:

تأســســت شــركة المحطات المائية لتوليد الكهرباء طبقاً لأحكام القوانين الســارية في جمهورية مصــر العربية و هي إحدى الشــركات التابعة للشــركة القابضــة لكهرباء مصــر و يسـري عليها أحكام قانون الشـركات ذات المسـئولية المحدودة الصـادر بالقانون ١٥٩ لسـنة ١٩٨١م و لائحته التنفيذية وقانون رأس المال الصـــادر بالقانون رقم ٩٥ لســـنة ١٩٩٢م ولائحته التنفيذية و ذلك فيما لا يتعارض مع أحكام القانون رقم ١٦٤ لســـنة ٢٠٠٠ بتحويل هيئة كهرباء مصــر إلى شــركة مســاهمة وتقوم بتوليد الطاقة الكهربائية من المحطات التابعة لها.

ونطاق الشركة الجغرافى جميع محطات التوليد المائية على مستوى جمهورية مصر العربية و التي تزيد قدرة الوحدة فيها عن ٥ ميجاوات حيث تمتلك الشركة عدد (٦) محطات توليد مائية منها ثلاث محطات لتوليد الكهرباء بمحافظة أسوان(محطة السد العالي، محطة أسوان ١، محطة أسوان٢)، ومحطة واحدة بمحافظة قنا (محطة توليد كهرباء نجع حمادي) بينما يوجد بمحافظة الأقصر محطة توليد كهرباء اسنا، وأخيراً محطة توليد كهرباء أسيوط الجديدة بمحافظة أسيوط.

شهدت الفترة من عام ١٩٨١م إنجازات ضخمة في قطاع الكهرباء والطاقة لم يسبق لها مثيل حيث حفلت هذه الفترة دخول العديد من محطات توليد الكهرباء و محطات المحولات و خطوط الكهرباء و ذلك لتوفير الطاقة الكهربية للمشروعات الصناعية والزراعية الحالية والمستقبلية وتغذية المدن والقرى والنجوع لتنمية مصرنا الحبيبة، كان من نصيب شركة المحطات المائية لإنتاج الكهرباء من هذه الإنجازات محطة كهرباء إسنا و محطة نجع حمادي وامتدت أيضاً إلى تطوير وتحديث المحطات القائمة لرفع كفاءتها و تجديد عمرها الافتراضى.

بلغ إجمالى عدد العاملين بالشركة القابضة والشركات التابعة ١٤٣٧٤٤ عاملاً فى ٣٠ يونيو ٢٠٢٢ مقابل ١٤٨٦٤٩ عامل فى ٣٠ يونيو ٢٠٢١ وبنسبة انخفاض ٣.٣٪ عن السنة السابقة(٢٠٢١) مقابل ١٥٢٧١١ عامل فى ٣٠ يونيو ٢٠٢١ وبنسبة انخفاض ٢.٧٪ عن السنة السابقة (٢٠٢٠) حيث تتوزع ما بين الشركة القابضة بإجمالى عدد ٢٣١٥ عاملاً، منها ٢٨٥٨٦ عامل بشركات الإنتاج، ومنها ٢٥٤٦١ عامل بالشركة المصرية لنقل الكهرباء، ومنها ٨٥٧٧٤ بشركات التوزيع، ومضافاً إليها ١٦٠٨ بشركة الخدمات الطبية، وقد أوضح تقرير وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة(إحصائيات ٢٠٢٢) بأن عدد العاملين بالمحطات المائية لإنتاج الكهرباء يبلغ ٢٥٧٧ عامل.

(٧-٢) المدخل الكمى :

يوضـــح الجدول رقم (٢) معدلات الطاقة الكهرومائية وفقاً للتقرير الســـنوى لعام ٢٠٢٢/٢٠٢١

جدول رقم (٢)

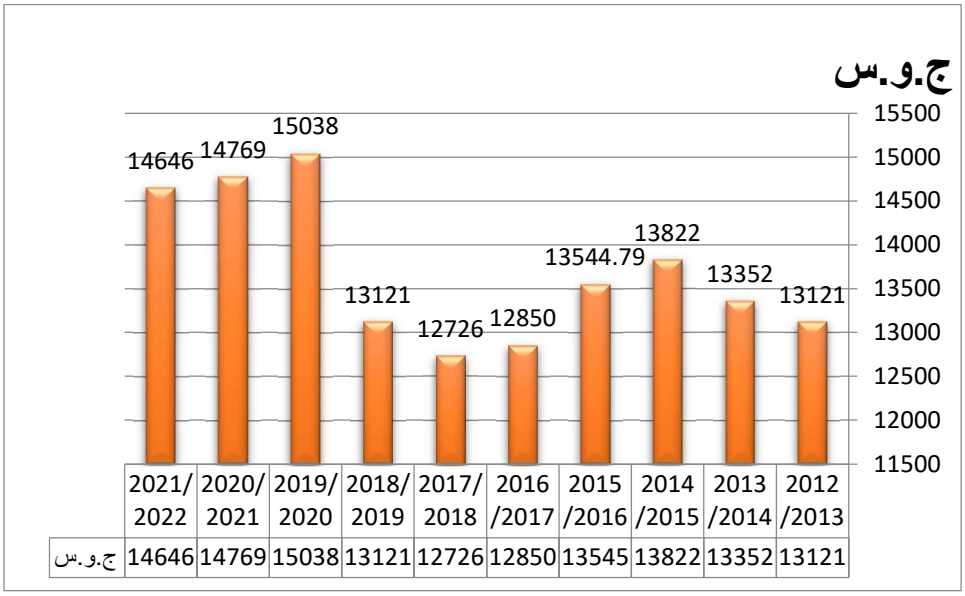
الطاقة المائية

البيان	السد العالى	خزان أسوان (١)	خزان أسوان (٢)	إسنا	نجع حمادى	أسيوط	إجمالى المائى
الطاقة المولدة (ج.و.س)	١٠١٣٠.٢	١٧٠١.٦	١٦٢٩.٩	٤٨٨.٢	٤٥٦.٩	٢٣٩.٢	١٤٦٤٦
الطاقة المرسلة (ج.و.س)	١٠٠٧٠.٩	١٦٦٩.٥	١٦١٩.٢	٤٨١.٥	٤٥٠.٤	٢٣١.٩	٤٥٢٣
نسبة الاستهلاك الذاتى%	٠.٥٨	١.٩	٠.٧	١.٤	١.٤	٣.١	٠.٩
الوقود المستهلك ألف طن وقود معادل	--	--	--	--	--	--	--
معدل استهلاك الوقود مولد جم/ك.و.س	--	--	--	--	--	--	--
أقصى حمل (م.وات)	٢٢٨٠	٢٧٤	٢٧٠	٨٣.٧	٦٧.٦	٤١.١٧	٢٨٦٨
أقصى طاقة يومية مولدة (ج.و.س)	٤٦.٤	٦.٤	٦.٥	١.٩٨	١.٦	١.٠٢	--
أدنى طاقة يومية مولدة (ج.و.س)	٩.٣	٢	٢.٤	٠.٢	٠.٢	٠	--
الجودة%	٨٣.٨	٨٤.٤	٨٩.٥	٨٧.١	٨٥.٢	٨٧.٥	--
معامل الحمل%	٥٠.٧	٧٠.٩	٦٨.٩	٦٦.٦	٧٧.٢	٦٦.٣	٥٨.٣
معامل السعة%	٥٥.١	٦٩.٤	٦٨.٩	٨١.٥	٨١.٥	٨٥.٤	٥٩.٥
معامل الإتاحية%	٩٢.٢	٩٦.٨	٩١.٧	٩٣.١	٩٦.١	٩٨.٥	٩٢.٨

المصدر: الشركة القابضة لكهرباء مصر (التقرير السنوى ٢٠٢٢/٢٠٢١)، ص ٢٧-٢٨

تتنوع قدرات التوليد والإنتاج الإســـمية وفقاً لتعدد الشـــركات (غازى – بخارى – دورة مركبة – مائى – جديدة ومتجددة أو ما يطلق عليها طاقة رياح وطاقة شمسية)، وتمثل القدرة الإســـمية المائية ما يمثل ٤.٨٪ تخص المحطات المائية، حيث يوضـــح الجدول بيان إنتاج الطاقة المائية، حيث يتضـــح أن ما يميز الطاقة الكهرومائية عدم اســـتخدامها للوقود، فضـــلاً عن أن معامل الجودة = الطاقة المولدة ÷ (التصـــرف×كثافة الماء×عجلة الجاذبية×متوســـط السقوط)، والذى يختلف عن الشركات الإنتاجية التى تعتمد على الوقود حيث:معدل الجودة= (٨٦٠×١٠٠٠)/(٩٨٠٠×معدل اســـتهلاك الوقود أو المولد)، بينما معدل الإتاحية = (عدد ساعات التشغيل+عدد ساعات الاحتياطى)/عدد ساعات الفترة.

ويوضح الشكل التالى تطور الطاقة الكهرومائية المولدة



شكل رقم (٢)

تطور الطاقة الكهرومائية

المصدر: من إعداد الباحث بناء الشركة القابضة لكهرباء مصر ، تقارير متنوعة للسنوات (٢٠١٣ : ٢٠٢٢)

فى ضـــوء المنهج الكمى والذى يقيس كفاءة المعدات/الآلات من حيث معدلات الاتـــاحـــيـــة والأداء والـــجـــودة والـــتـــى تـــطـــرقـــت إلـــيـــه دراســـــات (Nakajima,1988;Muchiri&Pintelon,2008; Herry et al.,2018; Sukma et al.,2022)، وفى ضـــوء الإحصـــائيات الواردة خلال الفترة من ٢٠١٢/٢٠١٣ وحتى ٢٠٢١/٢٠٢٢ والموضحة بالجدول التالى:

جدول رقم (٣)

قيمة الكفاءة الكلية الشاملة ٢٠١٣ – ٢٠٢٢ لمحطات الطاقة المائية

السنة	السد العالى	خزان أسوان ١	خزان أسوان ٢	إسنا	نجع حمادى	أسيوط
٢٠١٣/٢٠١٢	80.63%	83.42%	79.64%	82.01%	77.57%	
٢٠١٤/٢٠١٣	81.38%	81.21%	77.75%	79.98%	80.52%	
٢٠١٥/٢٠١٤	79.86%	86.41%	82.16%	78.42%	86.92%	
٢٠١٦/٢٠١٥	78.18%	83.60%	73.68%	77.16%	80.74%	
٢٠١٧/٢٠١٦	75.34%	80.66%	86.63%	79.30%	88.11%	
٢٠١٨/٢٠١٧	74.87%	80.11%	84.95%	76.33%	80.84%	20.43%
٢٠١٩/٢٠١٨	75.66%	80.45%	84.24%	76.69%	81.01%	80.67%
٢٠٢٠/٢٠١٩	77.32%	82.35%	86.15%	71.53%	80.92%	83.43%
٢٠٢١/٢٠٢٠	79.29%	77.74%	73.18%	83.44%	93.90%	97.22%
٢٠٢٢/٢٠٢١	77.26%	81.70%	82.07%	81.09%	81.88%	86.19%

بدء الإنشاء

المصدر: من إعداد الباحث بناء على التقارير السنوية للشركة القابضة لكهرباء مصر (٢٠١٣ – ٢٠٢٢)

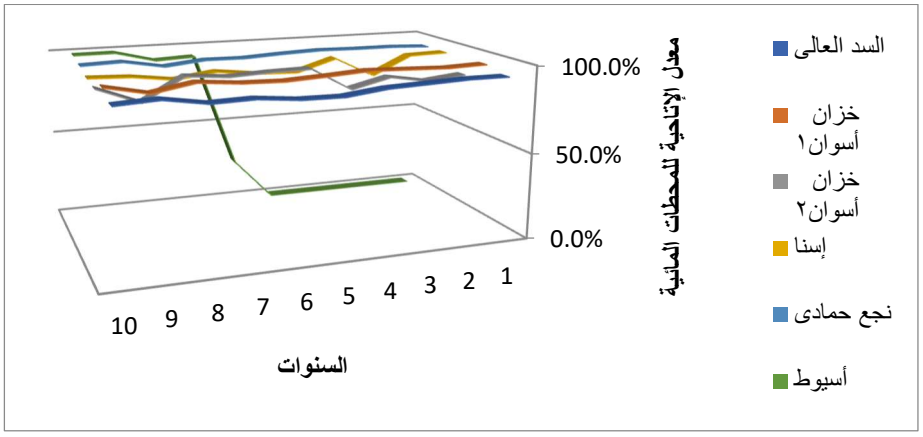
وتتحدد الكفاءة الكلية الشاملة بالمعادلة التالية:

$$OEE = AR \times PE \times QR$$

وحيث أن الأداء المرتبط بعمل التوربينات المائية بما يجعل أداءها مستمر بنسبة ١٠٠٪، بينما تحدد معامل الإتاحية بالمعادلة التالية:

معامل الإتاحية = (عدد ساعات التشغيل+عدد ساعات الاحتياطى)/ عدد ساعات الفترة × ١٠٠

ويوضح الشكل التالى منحني الإتاحية availability للمحطات المائية للطاقة الكهرومائية



شكل رقم (٣)

منحنى الإتاحية للمحطات المائية خلال السنوات ٢٠١٣ – ٢٠٢٢

المصدر: من إعداد الباحث بناء على التقارير السنوية للشركة القابضة لكهرباء مصر

ووفقاً للجدول التالى فإن معامل الجودة % يمكن توضيحها كما يلى:

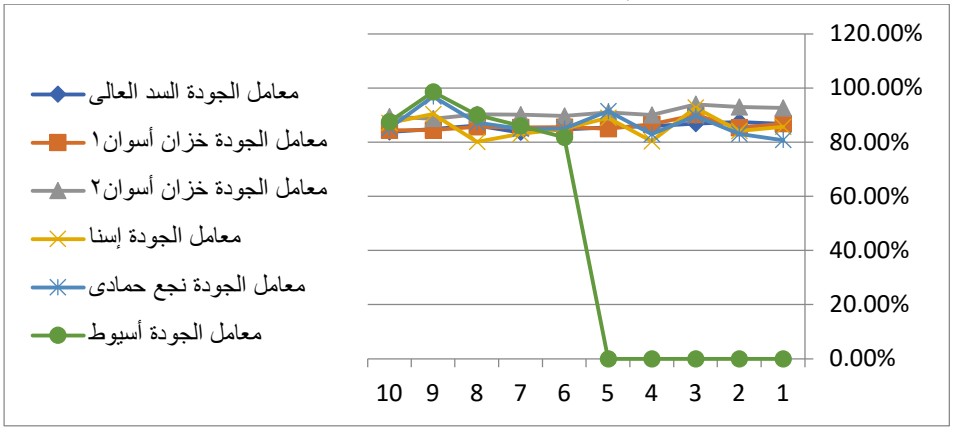
جدول رقم (٤)

معدلات% الجودة للسنوات٢٠١٣ – ٢٠٢٢ لمحطات الطاقة المائية

السنة	السد العالى	خزان أسوان ١	خزان أسوان ٢	إسنا	نجع حمادى	أسيوط
٢٠١٣/٢٠١٢	86.70%	86.90%	92.60%	85.70%	80.80%	
٢٠١٤/٢٠١٣	87.50%	85.30%	93.00%	84.10%	83.10%	
٢٠١٥/٢٠١٤	86.80%	90.10%	94.00%	92.80%	89.70%	
٢٠١٦/٢٠١٥	85.87%	86.59%	89.98%	80.29%	82.98%	
٢٠١٧/٢٠١٦	85.40%	84.90%	91.00%	89.00%	91.40%	
٢٠١٨/٢٠١٧	84.70%	85.50%	89.70%	85.00%	85.00%	81.70%
٢٠١٩/٢٠١٨	83.60%	85.40%	90.10%	83.00%	85.00%	86.00%
٢٠٢٠/٢٠١٩	86.10%	85.60%	90.30%	80.10%	87.20%	90.00%
٢٠٢١/٢٠٢٠	84.80%	84.50%	88.70%	90.40%	96.90%	98.60%
٢٠٢٢/٢٠٢١	83.80%	84.40%	89.50%	87.10%	85.20%	87.50%

المصدر: من إعداد الباحث بناء على التقارير السنوية للشركة القابضة لكهرباء مصر(٢٠١٣ – ٢٠٢٢)

ويوضح الشكل التالى منحني الجودة للمحطات المائية للطاقة الكهرومائية خلال ١٠ سنوات

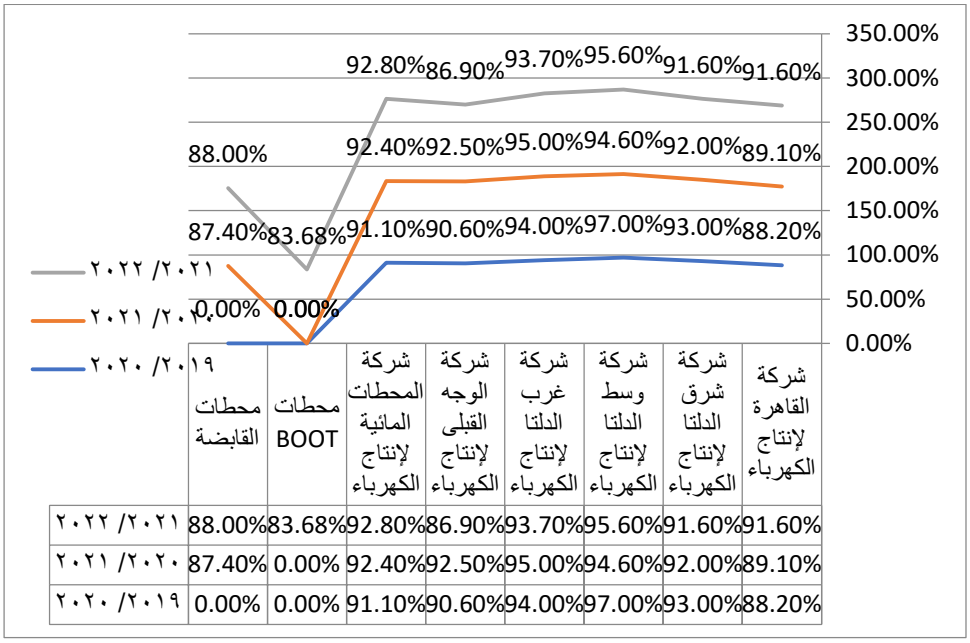


شكل رقم (٤)

منحنى الجودة للمحطات المائية

المصدر: من إعداد الباحث بناء على التقارير السنوية للشركة القابضة لكهرباء مصر (٢٠١٣ – ٢٠٢٢)

وبمقارنة معاملات الإتاحية availability بين محطات إنتاج الطاقة الكهربائية (شركة القاهرة، شركة شرق الدلتا، شركة وسط الدلتا، شركة غرب الدلتا، شركة الوجه القبلى) و شـــركة المحطات المائية لإنتاج الكهرباء يتبين ما يلى: أن إتاحة محطة الإنتاج فى عام ٢٠٢٠/٢٠١٩ فى صـالح شـركة وسـط الدلتا تليها شـركة غرب الدلتا ثم شـرق الدلتا،، بينما جاءت محطة الطاقة الكهرومائية فى المركز الرابع بإتاحة وصـــلت ٩١.١٠٪، بينما معامل الإتاحية فى العام ٢٠٢١/٢٠٢٠ جاءت شـــركة المحطات المائية فى المركز الرابع بارتفاع معدل بنســبة ٩٢.٤٠٪ ، وجاءت فى العام ٢٠٢٢ فى المركز الثالث بنســبة ٩٢.٨٠٪ بما يعنى قدرة المحطات على التشغيل خلال تلك الفترة، ويرجع الباحث السبب الرئيسي إلى تقدم شــركة المحطات فى نســبة الإتاحة إلى عوامل الصــيانة التشــغيلية المســتمرة وفقاً للبرامج الزمنية، كما إن اقتصــار عدد المحطات المائية على ست (٦) محطات عقب دخول محطة أسيوط الجديدة التشغيل الفعلى فى نهاية عام ٢٠١٨/٢٠١٧.



	محطات القابضة	محطات BOOT	شركة المحطات المائية لإنتاج الكهرباء	شركة الوجه القبلى لإنتاج الكهرباء	شركة غرب الدلتا لإنتاج الكهرباء	شركة وسط الدلتا لإنتاج الكهرباء	شركة شرق الدلتا لإنتاج الكهرباء	شركة القاهرة لإنتاج الكهرباء
٢٠٢٢ /٢٠٢١	88.00%	83.68%	92.80%	86.90%	93.70%	95.60%	91.60%	91.60%
٢٠٢١ /٢٠٢٠	87.40%	0.00%	92.40%	92.50%	95.00%	94.60%	92.00%	89.10%
٢٠٢٠ /٢٠١٩	0.00%	0.00%	91.10%	90.60%	94.00%	97.00%	93.00%	88.20%

شكل رقم (٥)

منحنى الإتاحية بين محطات الإنتاج الكهربائى

المصدر: من إعداد الباحث بناء على التقارير السنوية للشركة القابضة لكهرباء مصر (٢٠٢٠ – ٢٠٢٢)

وفى ضوء الجودة كأحد عناصر الكفاءة الكلية للمعدات، تبين وجود اختلاف بين ذلك المعيار المطبق بشـركة المحطات المائية، حيث معامل الجودة كما يتضـح من الجدول رقم (٣) يتم التعبير عنه بالمعادلة التالية:

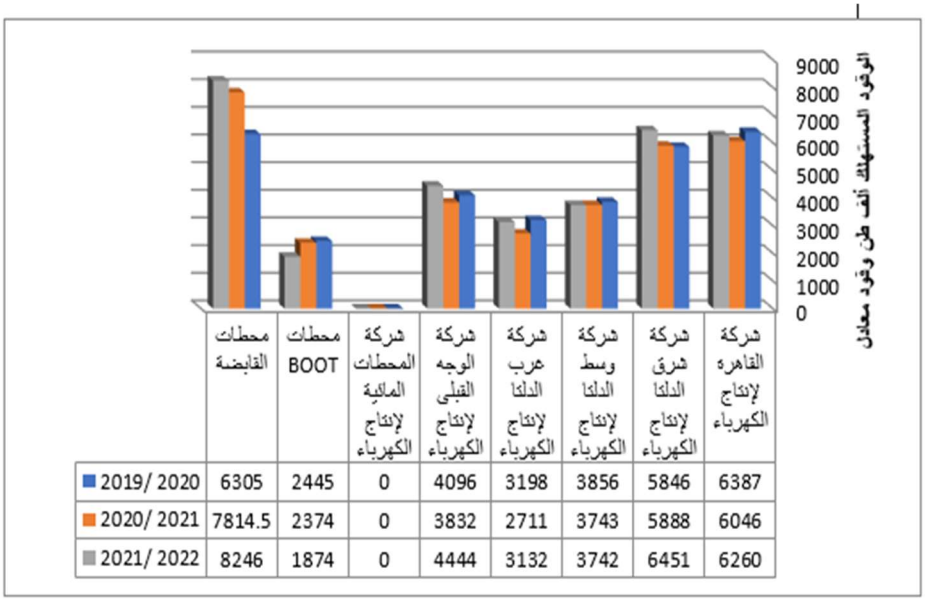
معامل الجودة = الطاقة المولدة ÷ (التصرف×كثافة الماء×عجلة الجاذبية×متوسط السقوط)

بينما معامل الجودة للمحطات الأخرى والتى تعمل بالوقود (غاز– سولار) فقد تحددت بالمعادلة التالية والمعبرة عنها بالكفاءة الحرارية:

الكفاءة الحرارية = (٨٦٠×١٠٠٠)/(٩٨٠٠×معدل استهلاك الوقود مولد)×١٠٠

ومن خلال المعادلة السـابقة تبين أن إجمالى الوقود المسـتهلك فى السـنوات الثلاث السابقة (٢٠٢٠/٢٠١٩ – ٢٠٢٢/٢٠٢١) يشير إلى أن إجمالى استهلاك شركات الطاقة غير المائية قد اسـتنفذت وقود مسـتهلك (ألف طن معادل) بمقدار ٣٢١٣٣ عام

٢٠٢٠/٢٠١٩، و ٣٢٤٠٨.٥ عام ٢٠٢١/٢٠٢٠، و ٣٤١٤٩ عام ٢٠٢٢/٢٠٢١، ويمكن توضيح ذلك بالجدول التالى:



	محطات القابضة	محطات BOOT	شركة المحطات المائية لإنتاج الكهرباء	شركة الوجه القبلى لإنتاج الكهرباء	شركة عرب الدلتا لإنتاج الكهرباء	شركة وسط الدلتا لإنتاج الكهرباء	شركة شرق الدلتا لإنتاج الكهرباء	شركة القاهره لإنتاج الكهرباء
2019/ 2020	6305	2445	0	4096	3198	3856	5846	6387
2020/ 2021	7814.5	2374	0	3832	2711	3743	5888	6046
2021/ 2022	8246	1874	0	4444	3132	3742	6451	6260

شكل رقم (٦)

الوقود المستهلك ألف طن وقود معادل للشركات غير المائية لإنتاج الكهرباء مقارنة بشركة المحطات المائية لإنتاج الكهرباء للسنوات الثلاث (٢٠٢٠ – ٢٠٢٢)

المصدر: من إعداد الباحث بناء على التقارير السنوية للشركة القابضة لكهرباء مصر (٢٠٢٠ – ٢٠٢٢)

يتضح مما سبق ما يلى:

- عدد محطات الطاقة الكهرومائية يقل عن مثيله من المحطات غير المائية والتى تعتمد على الوقود (غاز طبيعى – مازوت – سولار)، حيث تشمل ست محطات (عدد غير كاف).
- تتميز المحطات المائية بصفر تكلفة وقود لاعتمادها على المياه، فضلاً عن توافقها البيئى وتقليل انبعاثات الكربون (صفر إنبعاث).
- وفى ضوء دراسة (McDonagh et al.,2019) يمكن للشركة أن تقدم نظام كهربائى يشتمل على امتصاص الكربون واستخدامه، من خلال استخدام

(P2G) power-to-gas كتقنية تحول الكهرباء إلى غاز ويطلق عليه اســـم الوقود الغازى من أصـل غير بيولوجى حيث تسـاهم فى التحليل الكهربائى للماء، ويمكن بعد ذلك دمج هذا الهيدروجين مع ثانى أكسيد الكربون لانتاج الميثان عبر تفاعل يعرف باسـم انتاج الوقود الغازى من أصـل غير بيولوجى، وتلك التقنية لا تتطلب أماكن او خيارات جغرافية ... حيث الغاز المنتج يماثل الغاز الطبيعى ويمكن حقنه فى شبكة الغاز الطبيعى حيث الوصـول للأسـواق ويمكن اسـتخدامه فى قطاع النقل بجانب توليد الكهرباء.

(٧-٣) المدخل النوعى :

يتم التطرق إلى المدخل النوعى من خلال التحليل الوصـفى المعبر عن نموذج الدراســة كما يلى:

(٧-٣-١) نوع وحجم العينة:

تم استخدام العينة العمدية باعتبارها أحد طرق العينات غير الاحتمالية والتى يقوم فيها الباحث باختيار مفردات أو عناصـر المعاينة على أساس المساهمة فى الإجابة على مشكلة البحث، ولتحديد حجم العينة التى يعتمد عليها فى تحديد حجم العينة المناســـب، يكون حجم العينة الملائم هو ٣٣٥ مفردة، وذلك بمعامل ثقة ٩٥٪.

(٧-٣-٢) تصميم الاستقصاء وأساليب القياس:

تم الاعتماد على الاســتقصـــاء للحصـــول على البيانات الأولية حيث تم الاســتعانة بمقاييس تم استخدامها فى دراسات سابقة وتم تكييفها للاستخدام فى هذه الدراسة التى تتعلق بمتغيرات الدراسة، ويمكن توضيح بنود المقياس كما هو موضح بالجدول

جدول رقم (٥)

بنود المقاييس المستخدمة لمتغيرات الدراسة

المتغير	بنود المقياس	الدراسة
ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة		
الصيانة الذاتية	١-تقع على عاتق المشغلين مسؤولية مراقبة معداتهم لمنعها من التعطل أو التوقف ٢-يتم التعرف على وظائف المعدات ومشكلاتها الشائعة من أجل إيجاد التحسينات المناسبة عبر نشر المعرفة العملية أثناء التشغيل الفعلي. ٣-تزداد مهارة المشغل نتيجة التعرف على الأسباب الجذرية المتوقعة كأنشطة ومهام صيانة بسيطة	من إعداد الباحث بناء على دراسات (AlRefaie et al,2022) و (Ghanem,2021) و (Owen,2014) و (Chaurey et al.,2023) و (Shinde&Prasad,2018) و (Jasiulewicz-Kaczarek,2016) و (Bataineh et al.,2019) و (Venkateswaran,2017) و (Ahuja&Khamba,2008) و (Parikh&Mahamuni,2015) و (Vital&Lima,2020)
التحسين المركز	٤-يتم إدارة معلومات تشغيل الآلة وتحديد الخسائر بشكل منهجي. ٥-يتم تحليل أنشطة الصيانة المطلوبة والقضاء على أعطال المعدات. ٦- توجد برامج توعية لتعريف المشغلين بمهام الصيانة والتعرف على أجزاء الماكينة بما يحسن مهاراتهم الفنية	
الصيانة المخططة	٧-يتم وضع خطة مسبقة لتجنب حدوث الأعطال مما يؤدى إلى أن تكون الآلة فى حالة استعداد وفى حالتها الطبيعية. ٨-يتم توفير آلات خالية من المشاكل بهدف تحسين الإجراء الوقائى وجعل الآلة خالية من العيوب. ٩-يتم الحفاظ على مستوى الآلة وفقاً لمعاييرها الأولية عبر استبدال الأجزاء التالفة قبل فشلها لمنع الأعطال	
صيانة الجودة	١٠- يتم تتبع مشاكل المعدات والأسباب الجذرية ومعالجتها. ١١- يتم التركيز على أجزاء المعدات ذات الصلة بجودة الإنتاج الخالى من العيوب. ١٢- الاعتماد على تحقيق منع حدوث العيوب بدلا من تركيب أنظمة فحص لاكتشاف العيب بعد إنتاجه.	
التعليم والتدريب	١٣- يتم تشجعينا على تعلم مهارات ومعارف وفهم مشاكل المعدات وإصلاحها. ١٤- يتم تزودينا بالمهارات الضرورية لنشر فكر التطوير الشخصى لعملية الصيانة. ١٥- يتم تشجعينا على الالتحاق ببرامج التدريب التى تعرفنا مشاكل الآلات بما يمكننا القضاء عليها	
السلامة والصحة والبيئة	١٦- نركز على تحقيق بيئة عمل آمنة Zero accident ١٧- يتم التعرف على الأضرار والآثار البيئية والتقليل من حدوثها للوصول إلى عدم التلوث Zero pollution. ١٨- نستهدف عدم زيادة العبء (البدنى والعقلى أو وقوع ضغوط عمل) للحيلولة دون وقوع إصابات فى مكان العمل	
TPMمكتب	١٩- يتم تحسين إنتاجية وكفاءة الوظيفة عبر أتمتة العمليات والإجراءات. ٢٠- يتم تقليل الأعمال الورقية لتقليل التكاليف. ٢١- يتم التعامل الفعال مع شكاوى العملاء المتعلقة باللوجيستيات والإداريات لتحسين كفاءة الإنتاج واسترجاع المعلومات	
إدارة التطوير	٢٢- يتم ممارسة الصيانة للأنظمة الجديدة عبر تقليل مشكلات النظام الحالى لتقليل تكرارها للنظام الجديد ٢٣- يتم إدخال تحسينات للمعدات الجديدة تهدف إلى تقليل الوقت المطلوب لبدء التشغيل.	

جدول رقم (٥)

بنود المقاييس المستخدمة لمتغيرات الدراسة

المتغير	بنود المقياس	الدراسة
	٢٤- تمثل الإدارة العليا الأداة الرئيسية لتطبيق الصيانة الانتاجية الشاملة باعتباره تحول تنظيمي وليست برنامج صيانة	
السينات 5S الخمس	٢٥- يتم فرز العناصر ذات القيمة النفعية للاستخدام وتخزين العناصر غير المستخدمة (Seiri). ٢٦- يتم إعادة العناصر المستخدمة إلى مكانها الأساسي للاستخدام المستقبلى (Seiton). ٢٧- يتم تنظيف مكان الاستخدام بما يمكن الاستفادة النفعية للعنصر المستخدم (Seiso). ٢٨- يتم تشجعينا على اتباع تعليمات التنفيذ لتحقيق الانضباط الذاتى (Shitsuke). ٢٩- يتم مشاركتنا فى إقرار معايير الصيانة والحفاظ على مكان الآلات ومساراتها بشكل مرتب (Seikestu).	
كفاءة المعدات الكلية		
الإتاحة	٣٠- تعمل الآلة بشكل مستمر. ٣١- يتوافر تشغيل الألة بدرجة عالية من الدقة. ٣٢- توجد سهولة فى ضبط تشغيل الآلة	جديد من إعداد الباحث بناءً على (Haddad&Jaaron, 2012) و (Prabowo et al.,2018) و (Kumar et al.,2017) و (Vardhan et al.,2015)
الأداء	٣٣- تؤدى المعدة (الآلة) أفضل حالة دون أعطال. ٣٤- تعمل الآلة وفقاً للقدرة التصميمية أثناء التشغيل. ٣٥- تعمل الآلة بشكل سريع وفعال	
الجودة	٣٦- تعمل الآلة المولدة للكهرباء وفقاً للمعايير بدون عيوب ٣٧- تعمل الآلة المولدة للكهرباء وفقاً المعايير بدون حوادث ٣٨- تعمل الآلة المولدة للكهرباء وفقاً للمعايير بدون هدر أو فاقد	
المزيج التسويقى		
المنتج	٣٩- من الأهمية تقديم منتج صديق للبيئة. ٤٠- يمكننا توفير الكهرباء بشكل مستديم ٤١- يمكننا تقديم عدة أشكال أخرى لإمدادات الطاقة الكهرومائية (غاز – هيدروجين أخضر..).	جديد من إعداد الباحث بناءً على (Arafah et al.,2018) و (Borisova et al.,2022) و (Shen et al.,2022) و (McDonagh et al.,2019) و (F.deLlano-Paz et al.,2023) و (Lauro et al.,2023) و
التسعير	٤٢- يمكننا فرض رسوم تسعيرية ملاءمة للطاقة النظيفة. ٤٣- تتحدد أسعار خدماتنا وفقاً لإدارة المخاطر الناتجة عن عدم اليقين من توليد الطاقة الكهرومائية. ٤٤- نتنبأ بالأحمال ومدى توافر المياه لتعظيم أرباح المحطات المائية.	
التوزيع	٤٥- نقوم بتحسين طرق الانتاج والتوزيع لتحقيق التحرك نحو الطاقات المستدامة. ٤٦- نعمل على زيادة المحطات المائية التى تزيد من إمدادات الطاقة الكهرومائية. ٤٧- تساهم خبرة الشركة فى التواجد بالسوق المحلى والعالمى.	

جدول رقم (٥)

بنود المقاييس المستخدمة لمتغيرات الدراسة

المتغير	بنود المقياس	الدراسة
الترويج	٤٨- يمكننا تقديم عروض للطاقة لضمان توازن السوق. ٤٩- نقوم بتقديم خدماتنا عبر الاستدامة البيئية لتفعيل آلية السوق نحو استهلاك إمدادتنا. ٥٠- تمثل خدماتنا - الآلية البيئية - للقضاء على الانبعاثات الكربونية والحد من انتشارها	(Daneshgar&Zahedi,2022) و (Dueholam&Ravn,2004)

(٨) ثبات وصدق مقياس الدراسة:

٨/١- معامل الثبات ألفا كرونباخ Cronbach's alpha:

اعتمد الباحث على طريقة الاتساق الداخلى Internal consistency لقياس معامل الثقة/الثبات بالنسبة للمقاييس المجمعة لتقليل أخطاء القياس العشوائية وبما يساعد فى الاعتماد على المقاييس المتعلقة بمتغيرات الدراسة فى نفس المجال التطبيقى.وقد تم استخدام أسلوب Cronbach's Alpha، حيث ارتباط البند (المتغير) وبين البنود (المتغيرات) الأخرى بمعامل ارتباط إجمالى Item-Total Correlation أعلى من 0.3 بينه وبين باقى المتغيرات فى المقياس نفسه، ووفقاً للنتائج التى أظهرت بأن معامل الثبات لجميع البنود فى الحدود المقبولة، عدا العبارات (٢، ٩، ٢٠، ٢٣، ٢٧، ٢٨، ٢٩، ٣٣، ٤٢، ٤٣، ٤٤، ٥٠) كانت أقل من 0.3 وبالتالى تم استبعادهما بشكل مبدئى، وبالتالى يمكن القول بأن المقاييس الواردة باستمارة الإستقصاء بعد استبعاد الاثنتا عشر عبارة السابقة تصبح (٣٨) عبارة يمكن الاعتماد عليها أى أنها تتمتع بالثبات الداخلى، وبالرجوع إلى قيم معامل الثبات ألفا التى تدل على تمتع الأداة بصورة عامة بمعامل ثبات عالٍ على قدرة الأداة على تحقيق أغراض الدراسة وفقا لـ (Sekaran and Bougie,2019).

٨/٢- اختبار صدق / صلاحية المقياس:

يشير صدق المقياس إلى مدى جودة المقياس فى قياس المفهوم المعنى به، وقد اعتمد الباحث على:

- **الصدق الظاهرى:** معامل الجذر التربيعى لمعامل الاتساق ألفا .
- **الصدق التطابقى Convergent Validity:** لمقاييس متغيرات البحث وذلك من خلال إيجاد إجمالى التباين المفسر للمتغير، والذى يتم الحصول عليه من خلال التحليل العاملى

Factor Analysis لبنود القياس، حيث تزيد قيمته المقبولة عن ٥٠٪ (Hair et al.,2019) حيث يظهر الجدول (٦) نتائج تحليل الثبات والصدق التطابقى والذى يعتمد على قيمة إجمالى التباين المفسر AVE للمقياس حيث التوصل للصورة النهائية للعبارات التى لها مؤشرات فى الحدود المقبولة.

- **الصدق التمييزى Discriminant validity:** أجرى الباحث هذا الاختبار عن طريق حساب قيمة الجذر التربيعى لمتوسط التباين المستخرج (Square Root of AVE) والذى يعنى المدى الذى يختلف فيه كل بُعد عن الأبعاد الأخرى.

جدول (٦)

معاملات التحميل المعيارية ومعملات الثبات والصدق التقاربى

العبارات	معاملات التحميل	التباين المستخرج AVE	معامل ألفا كرونباخ α	الصدق التمييزى DV
الصيانة الذاتية		0.721	0.653	0.849
١- تقع على عاتق المشغلين مسؤولية مراقبة معداتهم لمنعها من التعطل أو التوقف	0.891			
٢- يتم التعرف على وظائف المعدات ومشكلاتها الشائعة من أجل إيجاد التحسينات المناسبة عبر نشر المعرفة العملية أثناء التشغيل الفعلى.	0.548 (حذفت)			
٣- تزداد مهارة المشغل نتيجة التعرف على الأسباب الجذرية المتوقعة كأنشطة ومهام صيانة بسيطة	0.593			
التحسين المركز		0.657	0.727	0.811
٤- يتم إدارة معلومات تشغيل الآلة وتحديد الخسائر بشكل منهجى.	0.709			
٥- يتم تحليل أنشطة الصيانة المطلوبة والقضاء على أعطال المعدات.	0.832			
٦- توجد برامج توعية لتعريف المشغلين بمهام الصيانة والتعرف على أجزاء الماكينة بما يحسن مهاراتهم الفنية	0.565			
الصيانة المخططة		0.640	0.618	0.800
٧- يتم وضع خطة مسبقة لتجنب حدوث الأعطال مما يؤدى إلى أن تكون الآلة	0.854			

	فى حالة استعداد وفى حالتها الطبيعية.			
٨-	يتم توفير آلات خالية من المشاكل بهدف تحسين الإجراء الوقائى وجعل الآلة خالية من العيوب.	0.592		
٩-	يتم الحفاظ على مستوى الآلة وفقاً لمعاييرها الأولية عبر استبدال الأجزاء التالفة قبل فشلها لمنع الأعطال	0.797 (حذفت)		
صيانة الجودة			0.531	0.702	0.729
١٠-	يتم تتبع مشاكل المعدات والأسباب الجذرية ومعالجتها.	0.708		
١١-	يتم التركيز على أجزاء المعدات ذات الصلة بجودة الإنتاج الخالى من العيوب.	0.731		
١٢-	الاعتماد على تحقيق منع حدوث العيوب بدلا من تركيب أنظمة فحص لاكتشاف العيب بعد إنتاجه.	0.465		
التعليم والتدريب			0.400	0.772	0.632
١٣-	يتم تشجعينا على تعلم مهارات ومعارف وفهم مشاكل المعدات وإصلاحها.	0.509		
١٤-	يتم تزودينا بالمهارات الضرورية لنشر فكر التطوير الشخصى لعملية الصيانة.	0.806		
١٥-	يتم تشجعينا على الالتحاق ببرامج التدريب التى تعرفنا مشاكل الآلات بما يمكننا القضاء عليها	0.541		
السلامة والصحة والبيئة			0.325	0.670	0.570
١٦-	نركز على تحقيق بيئة عمل آمنة Zero accident	0.484		
١٧-	يتم التعرف على الأضرار والآثار البيئية والتقليل من حدوثها للوصول إلى عدم التلوث Zero pollution.	0.747		
١٨-	نستهدف عدم زيادة العبء (البدنى والعقلى أو وقوع ضغوط عمل) للحيلولة دون وقوع إصابات فى مكان العمل	0.681		

مكتب TPM		0.567	0.737	0.753
١٩- يتم تحسين إنتاجية وكفاءة الوظيفة عبر أتمتة العمليات والإجراءات.	0.835			
٢٠- يتم تقليل الأعمال الورقية لتقليل التكاليف.	0.897 (حذفت)			
٢١- يتم التعامل الفعال مع شكاوى العملاء المتعلقة باللوجيستيات والإداريات لتحسين كفاءة الإنتاج واسترجاع المعلومات	0.818			
إدارة التطوير		0.504	0.489	0.710
٢٢- يتم ممارسة الصيانة للأنظمة الجديدة عبر تقليل مشكلات النظام الحالى لتقليل تكرارها للنظام الجديد	0.853			
٢٣- يتم إدخال تحسينات للمعدات الجديدة تهدف إلى تقليل الوقت المطلوب لبدء التشغيل.	0.543 (حذفت)			
٢٤- تمثل الإدارة العليا الأداة الرئيسية لتطبيق الصيانة الانتاجية الشاملة باعتباره تحول تنظيمى وليست برنامج صيانة	0.591			
السينات الخمس 5S		0.834	0.898	0.913
٢٥- يتم فرز العناصر ذات القيمة النفعية للاستخدام وتخزين العناصر غير المستخدمة (Seiri).	0.865			
٢٦- يتم إعادة العناصر المستخدمة إلى مكانها الأساسي للاستخدام المستقبلى (Seiton).	0.861			
٢٧- يتم تنظيف مكان الاستخدام بما يمكن الاستفادة النفعية للعنصر المستخدم (Seiso).	0.918 (حذفت)			
٢٨- يتم تشجعينا على اتباع تعليمات التنفيذ لتحقيق الانضباط الذاتى (Shitsuke).	0.570 (حذفت)			
٢٩- يتم مشاركتنا فى إقرار معايير الصيانة والحفاظ على مكان الآلات ومساراتها بشكل مرتب (Seikestu).	0.787 (حذفت)			

التوافر (الإتاحة)	0.459	0.753	0.677
٣٠- تعمل الآلة بشكل مستمر.	0.614		
٣١- يتوافر تشغيل الآلة بدرجة عالية من الدقة.	0.679		
٣٢- توجد سهولة فى ضبط تشغيل الآلة	0.683		
الأداء	0.615	0.762	0.784
٣٣- تؤدى المعدة (الآلة) أفضل حالة دون أعطال.	0.799 (حذفت)		
٣٤- تعمل الآلة وفقاً للقدرة التصميمية أثناء التشغيل.	0.958		
٣٥- تعمل الآلة بشكل سريع وفعال	0.647		
الجودة	0.485	0.732	0.696
٣٦- تعمل الآلة المولدة للكهرباء وفقاً للمعايير بدون عيوب	0.737		
٣٧- تعمل الآلة المولدة للكهرباء وفقاً المعايير بدون حوادث	0.801		
٣٨- تعمل الآلة المولدة للكهرباء وفقاً للمعايير بدون هدر أو فاقد	0.777		
المنتج	0.696	0.630	0.834
٣٩- من الأهمية تقديم منتج صديق للبيئة.	0.828		
٤٠- يمكننا توفير الكهرباء بشكل مستديم	0.674		
٤١- يمكننا تقديم عدة أشكال أخرى لإمدادات الطاقة الكهرومائية (غاز – هيدروجين أخضر..).	0.829		
التسعير	N/A	N/A	N/A
٤٢- يمكننا فرض رسوم تسعيرية ملاءمة للطاقة النظيفة.	0.706 (حذفت)		
٤٣- تتحدد أسعار خدماتنا وفقاً لإدارة المخاطر الناتجة عن عدم اليقين من توليد الطاقة الكهرومائية.	0.543 (حذفت)		
٤٤- نتنبأ بالأحمال ومدى توافر المياه لتعظيم أرباح المحطات المائية.	0.882 (حذفت)		
التوزيع	0.650	0.584	0.806
٤٥- نقوم بتحسين طرق الانتاج والتوزيع لتحقيق التحرك نحو الطاقات المستدامة.	0.625		
٤٦- نعمل على زيادة المحطات المائية التى تزيد من إمدادات الطاقة الكهرومائية.	0.688		

٤٧- تساهم خبرة الشركة فى التواجد بالسوق المحلى والعالمى.	0.803			
الترويج		0.274	0.622	0.523
٤٨- يمكننا تقديم عروض للطاقة لضمان توازن السوق.	0.528			
٤٩- نقوم بتقديم خدماتنا عبر الاستدامة البيئية لتفعيل آلية السوق نحو استهلاك إمدادتنا.	0.474			
٥٠- تمثل خدماتنا - الآلية البيئية - للقضاء على الانبعاثات الكربونية والحد من انتشارها	0.891 (حذفت)			

المصدر: من إعداد الباحث بناء على التحليل SPSS واعتماداً على أدبيات البحث

- تم حذف البنود التى انخفضت ارتباط البند (المتغير) وبين البنود (المتغيرات) الأخرى بمعامل ارتباط إجمالى Corrected Item-Total Correlation أقل من 0.3 ونتج عن حذفها تحسين تلك المؤشرات بشكل أفضل.

ويوضح الجدول (٧) مصفوفة الصدق التمييزى حيث القطر يمثل معاملات الجذر التربيعى للتباين المستخرج AVE

جدول (٧)

معاملات الارتباط بين متغيرات البحث مقارنةً بالجذر التربيعي لمتوسط التباين المستخرج AVE

المتغير	(١) لصيانة الذاتية	(٢) التحسين المركز	(٣) الصيانة المخططة	(٤) صيانة الجودة	(٥) التعليم والتدريب	(٦) السلامة والصحة والبيئة	(٧) مكتب TPM	(٨) إدارة التطوير	(٩) السينات الخمس 5S	(١٠) الإنتاجية	(١١) الأداء	(١٢) الجودة	(١٣) منتج	(١٤) تسعير	(١٥) توزيع	(١٦) ترويج
الصيانة الذاتية	0.849															
التحسين المركز	-0.196	0.811														
الصيانة المخططة	-0.171	0.880	0.800													
صيانة الجودة	-0.022	0.662	0.707	0.729												
التعليم والتدريب	0.075	0.869	0.762	0.734	0.632											
السلامة والصحة والبيئة	0.318	0.326	0.346	0.484	0.386	0.570										
مكتب TPM	-0.115	0.463	0.499	0.643	0.555	-0.167	0.753									
إدارة التطوير	0.588	0.245	0.342	0.470	0.344	0.335	0.358	0.710								
السينات الخمس 5S	0.065	0.137	0.106	-0.139	0.064	0.052	-0.152	0.155	0.913							
الإنتاجية	0.046	0.616	0.600	0.520	0.451	-0.029	0.570	0.481	0.030	0.677						
الأداء	0.215	0.416	0.247	0.104	0.288	-0.026	0.345	0.327	-0.074	0.619	0.784					
الجودة	-0.141	0.710	0.760	0.761	0.721	0.075	0.664	0.279	0.084	0.706	0.248	0.696				
المنتج	-0.012	0.590	0.493	0.602	0.514	0.620	0.314	0.470	-0.065	0.397	0.465	0.443	0.834			
التسعير	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
التوزيع	-0.121	0.686	0.606	0.492	0.661	0.498	0.331	0.024	-0.003	0.278	0.436	339	0.500	N/A	0.806	
الترويج	0.292	0.608	0.575	0.451	0.641	0.526	0.214	0.521	0.104	0.295	0.483	0.371	0.661	N/A	0.555	0.523

المصدر: من إعداد الباحث فى ضوء البيانات – التحليل الإحصائي Spss.25

بُعد التسعير: تم استبعاده لانخفاض ارتباط ثبات بنوده عن 0.3

(٩) اختبارات الفروض:

(٩-١) اختبار الفرض الأول:

توجد علاقة معنوية ذات دلالة إحصائية بين ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة وكفاءة المعدات الكلية.

يوضح الجدول (٨) نوع ودرجة العلاقة بين ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة (الصيانة الذاتية، التحسين المركز، الصيانة المخططة، صيانة الجودة، التعليم والتدريب، السلامة والصحة والبيئة، مكتب TPM ، السينات الخمس 5S) وبين كفاءة المعدات الكلية (الإتاحية ، والأداء ، والجودة).

يتضح من النتائج بالجدول (٨) وجود علاقة خطية وذات دلالة معنوية بين ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة TPM وكفاءة المعدات الكلية OEE عند مستوي معنوية أقل من 0.05، ووفقاً لنتائج التحليل الإحصائي فإن هذه العلاقة بالنسبة قد بلغ معامل الارتباط R=0.659 ، وقد بلغ معامل التحديد R2=0.434%، بمعني أن ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة تفسر 0.434 من كفاءة المعدات الكلية OEE وهذه العلاقة طردية بمعنى أن زيادة ركائز الصيانة الشاملة وحدة واحدة تؤدى إلى زيادة كفاءة المعدات الكلية بمقدار 0.839 وحدة،.

ويتضح من الجدول (٨) أن ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة (الصيانة الذاتية AM، والسلامة والصحة والبيئة S&H ، والسينات الخمس 5S) غير ذات دلالة معنوية فى العلاقة مع كفاءة المعدات الكلية، حيث مستوى المعنوية أكبر من 0.05 ، بينما ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة (التحسين المركز FI، الصيانة المخططة PM، صيانة الجودة QM، التتعليم والتدريب E&T، مكتب TPM، إدارة التطوير DM) ذات دلالة معنوية للارتباط مع الكفاءة الكلية الشاملة بمستوى معنوية أقل 0.05 حيث أكثرهم ارتباطاً التحسين المركز بمعامل ارتباط R=718 ، وقد بلغ معامل التحديد R2=0.515%، بمعنى أن التحسين المركز يفسر 0.515 من كفاءة المعدات الكلية، وهذه العلاقة طردية بمعنى أن زيادة التحسين المركز بمقدار وحدة واحدة تؤدى إلى زيادة كفاءة المعدات الكلية بمقدار 0.707 وحدة. **وبناءً على النتائج السابقة** يتم قبول الفرض الأول الرئيسي (توجد علاقة معنوية ذات دلالة إحصائية بين ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة وكفاءة المعدات الكلية)،

جدول رقم (٨)

نوع ودرجة العلاقة بين ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة TPM وكفاءة المعدات الكليةOEE

المتغير		ملخص النموذج				معلمات التقدير	
		R	R^2	F	Sig	constant	B1
ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة Pillar of TPM	كفاءة المعدات الكلية Overall Equipment Efficiency	**0.659**	**0.434**	**202.488**	**0.000**	**0.468**	**0.839**
الصيانة الذاتية	**كفاءة المعدات الكلية**	**0.025**	**0.001**	**0.163**	**0.687 ***	**3.886**	**0.016 ***
	الإتاحية	0.046	0.002	0.553	0.458 *	3.702	0.035 *
	الأداء	0.215	0.046	12.833	0.000	3.639	0.000
	الجودة	0.141	0.020	5.337	0.022	4.318	-0.127-
التحسين المركز	**كفاءة المعدات الكلية**	**0.718**	**0.515**	**280.633**	**0.000**	**0.909**	**0.707**
	الإتاحية	0.616	0.379	161.326	0.000	0.712	0.730
	الأداء	0.416	0.173	55.241	0.000	2.473	0.412
	الجودة	0.710	0.504	268.116	0.000	-0.458-*	0.979
الصيانة المخططة	**كفاءة المعدات الكلية**	**0.678**	**0.460**	**225.095**	**0.000**	**1.547**	**0.562**
	الإتاحية	0.600	0.360	148.502	0.000	1.294	0.598
	الأداء	0.247	0.061	17.151	0.000	3.368	0.206
	الجودة	0.702	0.578	361.950	0.000	-0.020-*	0.882
صيانة الجودة	**كفاءة المعدات الكلية**	**0.599**	**0.359**	**147.649**	**0.000**	**2.290**	**0.417**
	الإتاحية	0.520	0.271	98.013	0.000	2.115	0.435
	الأداء	0.104	0.011	2.870	0.091*	3.960	0.073*
	الجودة	0.761	0.580	364.365	0.000	0.794	0.742
التعليم والتدريب	**كفاءة المعدات الكلية**	**0.614**	**0.377**	**160.041**	**0.000**	**1.131**	**0.649**
	الإتاحية	0.451	0.204	67.469	0.000	1.361	0.573
	الأداء	0.288	0.083	23.961	0.000	2.915	0.306
	الجودة	0.721	0.520	286.247	0.000	-0.884-	1.066
السلامة والصحة والبيئة	**كفاءة المعدات الكلية**	**0.015**	**0.000**	**0.056**	**0.814***	**3.888**	**0.015***
	الإتاحية	0.029	0.001	0.221	0.638*	4.021	-0.036-*
	الأداء	0.026	0.001	0.178	0.674*	4.373	-0.027-*
	الجودة	0.075	0.006	1.476	0.225*	3.271	0.109*
مكتب TPM	**كفاءة المعدات الكلية**	**0.654**	**0.428**	**197.293**	**0.000**	**2.046**	**0.465**
	الإتاحية	0.570	0.325	127.074	0.000	1.854	0.488
	الأداء	0.345	0.119	35.571	0.000	3.237	0.247
	الجودة	0.664	0.441	207.903	0.000	1.046	0.661
إدارة التطوير	**كفاءة المعدات الكلية**	**0.433**	**0.188**	**60.925**	**0.000**	**2.734**	**0.293**
	الإتاحية	0.481	0.232	79.585	0.000	2.222	0.391
	الأداء	0.327	0.107	31.675	0.000	3.320	0.222
	الجودة	0.279	0.078	22.294	0.000	2.659	0.264
5S	**كفاءة المعدات الكلية**	**0.026**	**0.001**	**0.181**	**0.671***	**3.913**	**0.013***
	الإتاحية	0.030	0.001	0.232	0.630*	3.799	0.018*
	الأداء	0.074	0.006	1.472	0.226	4.373	-0.037-*
	الجودة	0.084	0.007	1.879	0.172*	3.569	0.059*

المصدر: نتائج التحليل الإحصائى. * متغيرات غير معنوية

كما يتضح من النتائج قبول الفروض الفرعية التالية:

- الفرض الفرعى الثانى من الفرض الرئيســـي الأول بأنه توجد علاقة جوهرية ذات دلالة إحصائية بين التحسين المركز وكفاءة المعدات الكلية.
- الفرض الفرعى الثالث من الفرض الرئيســـي الأول بأنه توجد علاقة جوهرية ذات دلالة إحصائية بين الصيانة المخططة وكفاءة المعدات الكلية.
- الفرض الفرعى الرابع من الفرض الرئيسي الأول بأنه توجد علاقة جوهرية ذات دلالة إحصائية بين صيانة الجودة وكفاءة المعدات الكلية.
- الفرض الفرعى الخامس من الفرض الرئيســـي الأول بأنه توجد علاقة جوهرية ذات دلالة إحصائية بين التعليم والتدريب وكفاءة المعدات الكلية.
- الفرض الفرعى الســـابع من الفرض الرئيســـي الأول بأنه توجد علاقة جوهرية ذات دلالة إحصائية بين مكتب TPM وكفاءة المعدات الكلية.
- الفرض الفرعى الثامن من الفرض الرئيســـي الأول بأنه توجد علاقة جوهرية ذات دلالة إحصائية بين إدارة التطوير وكفاءة المعدات الكلية.

بينما تم رفض الفروض الفرعية البديلة وقبول فرض العدم:

- الفرض الفرعى الأول من الفرض الرئيســـي الأول بأنه لا توجد علاقة جوهرية بين الصيانة الذاتية وكفاءة المعدات الكلية.
- الفرض الفرعى الســـادس من الفرض الرئيســـي الأول بأنه لات وجد علاقة جوهرية بين السلامة والصحة والبيئة وكفاءة المعدات الكلية.
- الفرض الفرعى التاسع من الفرض الرئيسي الأول بأنه لا توجد علاقة جوهرية بين السينات الخمس 5S وكفاءة المعدات الكلية.

(٩-٢) اختبار الفرض الثانى:

يوجد تأثير معنوى لكفاءة المعدات الكلية المرتبطة بركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة على المزيج التسويقى لخدمات شركة المحطات المائية

يوضــح الجدول (٩) علاقة الانحدار المقدر والارتباط للتأثير الارتباطى بين الصــيانة الإنتاجية الشــاملة وكفاءة المعدات الكلية على المزيج التســويقى لشــركة المحطات المائية

لإنتاج الكهرباء ، كما تم استخدام تحليل الانحدار الهرمى Hierarchical Regression Model بحيث يتم إدخال كل المتغيرين المستقلين بشكل منفصل ضمن معادلة الإنحدار كمرحلة تالية للمتغيرات المستقلة بحيث يتم معرفة نتيجة التأثير النهائى للمتغيرين المستقلين على المزيج التسويقى بشكل تبادلى.

يتضح من بيانات الجدول رقم (٩) أنه توجد علاقة ارتباط موجبة بين المتغيرات المستقلة (الصيانة الإنتاجية الشاملة TPM ، وكفاءة المعدات الكلية OEE) والمتغير التابع (المزيج التسويقى) حيث يلاحظ أن هناك ارتباط ووفقاً لنتائج التحليل الإحصائي فإن هذه العلاقة قد بلغ معامل الارتباط R=0.710 ، وقد بلغ معامل التحديد R2=0.488%، بمعنى أن تأثير متغيرى الصيانة الإنتاجية الشاملة وكفاءة المعدات الكلية تفسر 0.488 من المزيج التسويقى وهذه العلاقة طردية بمعنى أن زيادة الصيانة الإنتاجية الشاملة وكفاءة المعدات الكلية وحدة واحدة على التوالى فإن المزيج التسويقى يزداد بمقدار 0.881 و 0.192 على التوالى، وبتحديد أكثر المتغيرات تأثيراً على المزيج التسويقى يتضح أن الصيانة الإنتاجية الشاملة TPM تؤثر على المزيج التسويقى وفقاً لمعادلة تحليل الانحدار الهرمى الأولى حيث تتضح أن قيمة F تساوى 251.828 وتفسر بنسبة 48.8% من التغير المتوقع للمزيج التسويقى وبمسار تأثير مباشر يبلغ 1.043 وعند إدخال كفاءة المعدات الكلية OEE تبين أن التغير المتوقع الذى يمكن تفسيره قد زادت بنسبة تساوى 0.015 مع انخفاض التنبؤ المتوقع حيث قيمة F تساوى 133.314

جدول رقم (٩)

نوع ودرجة العلاقة بين الصيانة الإنتاجية الشاملة والكفاءة الكلية للمعدات والمزيج التسويقى

أسلوب التحليل الإحصائي	المتغير		ملخص النموذج				معلمات التقدير		
			R	R^2	F	Sig	B_0	B_1	B_2
تحليل الانحدار المتعدد Multiple Regression Model	المزيج التسويقى	TPM OEE	0.710	0.503	133.314	0.000	-0.353	0.881	0.192
تحليل الانحدار الهرمى Hierarchical Regression Model (١)		TPM	0.699	0.488	51.828	0.000	-0.263	1.043	
		TPM OEE	0.710	0.503	133.314	0.000	-0.353	0.881	0.192
			يتضح من التحليل أن معامل الارتباط الجزئى لمتغير الكفاءة الكلية للمعدات يبلغ 0.172 بمستوى معنوية أقل من ٥٪، واختبار ت (T) =2.840 ومعامل بيتا Beta =0.164 بمعامل ارتباط ذاتى Collinearity Tolerance=0.566						
تحليل الانحدار الهرمى Hierarchical Regression Model (٢)		OEE	0.553	0.306	116.398	0.000	1.507		0.648
		TPM OEE	0.710	0.503	133.314	0.000	-0.353	0.881	0.192
			يتضح من التحليل أن معامل الارتباط الجزئى لمتغير الصيانة الإنتاجية الشاملة يبلغ 0.533 بمستوى معنوية أقل من ٥٪، واختبار ت (T) =10.226 ومعامل بيتا Beta =0.591 بمعامل ارتباط ذاتى Collinearity Tolerance=0.566						

المصدر : نتائج التحليل الاحصائى.

فى حين تبين أنه ووفقاً لمعادلة تحليل الإنحدار الهرمى الثانية إن الاعتماد على كفاءة المعدات الكلية بشكل أولى قد فسر نسبة 0.306 من التغير فى المزيج التسويقى وعند إدخال الصيانة الإنتاجية الشاملة تبين أن التغير المتوقع الذى يمكن تفسيره قد زادت بنسبة 0.197 مع زيادة التنبؤ المتوقع حيث قيمة F تساوى 133.314 وهذا يعنى أن أهم العوامل التى تزيد المزيج التسويقى ترجع أسبابها إلى ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة (الصيانة الذاتية، التحسين المركز، الصيانة المخططة، صيانة الجودة، التعليم والتدريب، السلامة والصحة والبيئة،مكتب TPM، إدارة التطوير، السينات الخمس 5S).

يوضح الجدول (١٠) علاقة الانحدار المقدر والارتباط للتأثير الارتباطى بين الصيانة الإنتاجية الشـاملة وكفاءة المعدات الكلية على المنتج (أحد أبعاد المزيج التسـويقى) لشـركة المحطات المائية لإنتاج الكهرباء.

جدول رقم (١٠)

نوع ودرجة العلاقة بين الصيانة الإنتاجية الشاملة والكفاءة الكلية للمعدات على المنتج

أسلوب التحليل الإحصائي	المتغير		ملخص النموذج					معلمات التقدير		
			R	R^2	F	Sig	B_0	B_1	B_2
تحليل الانحدار المتعدد Multible Regression Model	المنتج Product	TPM OEE	0.612	0.374	78.723	0.000	-1.384	0.897	0.401
تحليل الانحدار الهرمى Hierarchic(١) al Regression Model		TPM	0.584	0.341	136.841	0.000	-1.197	1.233	
		TPM OEE	0.612	0.374	78.723	0.000	-1.384	0.897	0.401
		يتضح من التحليل أن معامل الارتباط الجزئى لمتغير الكفاءة الكلية للمعدات يبلغ 0.224 بمستوى معنوية أقل من ٥٪، واختبار ت (T) =3.730 ومعامل بيتا Beta =0.242 بمعامل ارتباط ذاتى Collinearity Tolerance=0.566							
تحليل الانحدار الهرمى Hierarchic(٢) al Regression Model		OEE	0.522	0.272	98.769	0.000	0.509		0.864
		TPM OEE	0.612	0.374	78.723	0.000	-1.384	0.897	0.401
		يتضح من التحليل أن معامل الارتباط الجزئى لمتغير الصيانة الإنتاجية الشاملة يبلغ 0.375 بمستوى معنوية أقل من ٥٪، واختبار ت (T) =6.555 ومعامل بيتا Beta =0.425 بمعامل ارتباط ذاتى Collinearity Tolerance=0.566							

المصدر : نتائج التحليل الاحصائى.

يتضح من بيانات الجدول رقم (١٠) أنه توجد علاقة ارتباط موجبة بين المتغيرات المستقلة (الصيانة الإنتاجية الشاملة TPM ، وكفاءة المعدات الكلية OEE) والمتغير التابع (المنتج – أحد أبعاد المزيج التسويقى) حيث يلاحظ أن هناك ارتباط ووفقاً لنتائج التحليل الإحصائي فإن هذه العلاقة قد بلغ معامل الارتباط R=0.612 ، وقد بلغ معامل التحديد R2=0.374%، بمعنى أن تأثير متغيرى الصيانة الإنتاجية الشاملة وكفاءة المعدات الكلية تفسر 0.374 من المنتج (أحد أبعاد المزيج التسويقى) وهذه العلاقة طردية بمعنى أن زيادة الصيانة الإنتاجية الشاملة وكفاءة المعدات الكلية وحدة واحدة على التوالى فإن المنتج يزداد بمقدار 0.897 و

0.401 على التوالى، وبتحديد أكثر المتغيرات تأثيراً على المنتج يتضح أن الصيانة الإنتاجية الشاملة TPM تؤثر على المنتج وفقاً لمعادلة تحليل الانحدار الهرمى الأولى حيث تتضح أن قيمة F تساوى 136.841 وتفسر بنسبة 34.1% من التغير المتوقع للمنتج وبمسار تأثير مباشر يبلغ 1.233 وعند إدخال كفاءة المعدات الكلية OEE تبين أن التغير المتوقع الذى يمكن تفسيره قد زادت بنسبة تساوى 0.033 مع انخفاض التنبؤ المتوقع حيث قيمة F تساوى 78.723

فى حين تبين أنه ووفقاً لمعادلة تحليل الإنحدار الهرمى الثانية إن الاعتماد على كفاءة المعدات الكلية بشكل أولى قد فسر نسبة 0.272 من التغير فى المنتج وعند إدخال الصيانة الإنتاجية الشاملة تبين أن التغير المتوقع الذى يمكن تفسيره قد زادت بنسبة 0.102 مع انخفاض التنبؤ المتوقع حيث قيمة F تساوى 78.723 وهذا يعنى أن تأثير الارتباط بين ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة وكفاءة المعدات الكلية تقل عن التأثير المنفرد.

يوضح الجدول (١١) علاقة الانحدار المقدر والارتباط للتأثير الارتباطى بين الصيانة الإنتاجية الشاملة وكفاءة المعدات الكلية على التوزيع (أحد أبعاد المزيج التسويقى) لشركة المحطات المائية لإنتاج الكهرباء.

يتضح من بيانات الجدول رقم (١١) أنه توجد علاقة ارتباط موجبة بين المتغيرات المستقلة (الصيانة الإنتاجية الشاملة TPM ، وكفاءة المعدات الكلية OEE) والمتغير التابع (التوزيع – أحد أبعاد المزيج التسويقى) حيث يلاحظ أن هناك ارتباط ووفقاً لنتائج التحليل الإحصائي فإن هذه العلاقة قد بلغ معامل الارتباط R=0.514 ، وقد بلغ معامل التحديد R2=0.265%، بمعنى أن تأثير متغيرى الصيانة الإنتاجية الشاملة وكفاءة المعدات الكلية تفسر 0.265 من التوزيع (أحد أبعاد المزيج التسويقى) وهذه العلاقة طردية بمعنى أن زيادة الصيانة الإنتاجية الشاملة وكفاءة المعدات الكلية وحدة واحدة على التوالى فإن التوزيع يزداد بمقدار 0.556 و 0.163 على التوالى، وبتحديد أكثر المتغيرات تأثيراً على التوزيع يتضح أن الصيانة الإنتاجية الشاملة TPM تؤثر على التوزيع وفقاً لمعادلة تحليل الانحدار الهرمى الأولى حيث تتضح أن قيمة F تساوى 88.816 وتفسر بنسبة 25.2% من التغير المتوقع للتوزيع وبمسار تأثير مباشر يبلغ 0.692 وعند إدخال كفاءة المعدات الكلية OEE تبين أن

التغير المتوقع الذى يمكن تفسيره قد زادت بنسبة تساوى 0.013 مع انخفاض التنبؤ المتوقع حيث قيمة F تساوى 47.296

جدول رقم (١١)

نوع ودرجة العلاقة بين الصيانة الإنتاجية الشاملة والكفاءة الكلية للمعدات على التوزيع

أسلوب التحليل الإحصائي	المتغير		ملخص النموذج					معلمات التقدير		
			R	R^2	F	Sig	B_0	B_1	B_2
تحليل الانحدار المتعدد Multible Regression Model	التوزيع Place	TPM OEE	0.514	0.265	47.296	0.000	1.260	0.556	0.163
تحليل الانحدار الهرمى Hierarchica(١) l Regression Model		TPM	0.502	0.252	88.816	0.000	1.336	0.692	
		TPM OEE	0.514	0.265	47.296	0.000	1.260	0.556	0.163
			يتضح من التحليل أن معامل الارتباط الجزئى لمتغير الكفاءة الكلية للمعدات يبلغ 0.131 بمستوى معنوية أقل من ٥٪، واختبار ت (T) =2.139 ومعامل بيتا Beta =0.150 بمعامل ارتباط ذاتى 0.566=Collinearity Tolerance						
تحليل الانحدار الهرمى Hierarchica(٢) l Regression Model		OEE	0.416	0.173	55.134	0.000	2.433		0.450
		TPM OEE	0.514	0.265	47.296	0.000	1.260	0.556	0.163
			يتضح من التحليل أن معامل الارتباط الجزئى لمتغير الصيانة الإنتاجية الشاملة يبلغ 0.333 بمستوى معنوية أقل من ٥٪، واختبار ت (T) =5.728 ومعامل بيتا Beta =0.403 بمعامل ارتباط ذاتى 0.566=Collinearity Tolerance						

المصدر : نتائج التحليل الاحصائى.

فى حين تبين أنه ووفقاً لمعادلة تحليل الإنحدار الهرمى الثانية إن الاعتماد على كفاءة المعدات الكلية بشكل أولى قد فسر نسبة 0.173 من التغير فى التوزيع وعند إدخال الصيانة الإنتاجية الشاملة تبين أن التغير المتوقع الذى يمكن تفسيره قد زادت بنسبة 0.092 مع انخفاض التنبؤ المتوقع حيث قيمة F تساوى 47.296 وهذا يعنى أن تأثير الارتباط بين ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة وكفاءة المعدات الكلية تقل عن التأثير المنفرد.

يوضح الجدول (١٢) علاقة الانحدار المقدر والارتباط للتأثير الارتباطى بين الصيانة الإنتاجية الشاملة وكفاءة المعدات الكلية على الترويج (أحد أبعاد المزيج التسويقى) لشركة المحطات المائية لإنتاج الكهرباء.

جدول رقم (١٢)

نوع ودرجة العلاقة بين الصيانة الإنتاجية الشاملة والكفاءة الكلية للمعدات على الترويج

أسلوب التحليل الإحصائي	المتغير		ملخص النموذج				معلمات التقدير		
			R	R^2	F	Sig	B_0	B_1	B_2
تحليل الانحدار المتعدد Multible Regression Model	Promotion الترويج	TPM OEE	0.680	0.463	113.201	0.000	-0.935	1.192	0.013
تحليل الانحدار الهرمى Hierarchic(١)al Regression Model		TPM	0.680	0.463	227.217	0.000	-0.929	1.203	
		TPM OEE	0.680	0.463	113.201	0.000	-0.935	1.192	0.013
			يتضح من التحليل أن معامل الارتباط الجزئى لمتغير الكفاءة الكلية للمعدات يبلغ 0.010 بمستوى معنوية أقل من ٥٪، واختبار ت (T) =0.156 ومعامل بيتا Beta =0.009 بمعامل ارتباط ذاتى 0.566=Collinearity Tolerance						
		OEE	0.453	0.206	68.316	0.000	1.581		0.630
تحليل الانحدار الهرمى Hierarchic(٢)al Regression Model		TPM OEE	0.680	0.463	113.201	0.000	-0.935	1.192	0.013
			يتضح من التحليل أن معامل الارتباط الجزئى لمتغير الصيانة الإنتاجية الشاملة يبلغ 0.569 بمستوى معنوية أقل من ٥٪، واختبار ت (T) =11.216 ومعامل بيتا Beta =0.674 بمعامل ارتباط ذاتى 0.566=Collinearity Tolerance						

المصدر : نتائج التحليل الاحصائى.

يتضـــح من بيانات الجدول رقم (١٢) أنه توجد علاقة ارتباط موجبة بين المتغيرات المستقلة (الصيانة الإنتاجية الشاملة TPM ، وكفاءة المعدات الكلية OEE) والمتغير التابع (الترويج – أحد أبعاد المزيج التســويقى) حيث يلاحظ أن هناك ارتباط ووفقاً لنتائج التحليل الإحصـــائي فإن هذه العلاقة قد بلغ معامل الارتباط0.680=R ، وقد بلغ معامل التحديد R2=0.463%، بمعنى أن تأثير متغيرى الصيانة الإنتاجية الشاملة وكفاءة المعدات الكلية تفسر 0.463 من الترويج (أحد أبعاد المزيج التسويقى) وهذه العلاقة طردية بمعنى أن زيادة الصيانة الإنتاجية الشاملة وكفاءة المعدات الكلية وحدة واحدة على التوالى فإن الترويج يزداد بمقدار 1.192 و 0.013 على التوالى، وبتحديد أكثر المتغيرات تأثيراً على الترويج يتضح أن الصيانة الإنتاجية الشاملة TPM تؤثر على الترويج وفقاً لمعادلة تحليل الانحدار الهرمى الأولى حيث تتضح أن قيمة F تساوى 227.217 وتفسر بنسبة 46.3% من التغير المتوقع للترويج وبمسار تأثير مباشر يبلغ 1.203 وعند إدخال كفاءة المعدات الكلية OEE تبين أن

التغير المتوقع الذى يمكن تفسيره ظل ثابتاً ولم يتغير بنسبة تساوى 0.000 مع انخفاض التنبؤ المتوقع حيث قيمة F تساوى 113.201

فى حين تبين أنه ووفقاً لمعادلة تحليل الإنحدار الهرمى الثانية إن الاعتماد على كفاءة المعدات الكلية بشكل أولى قد فسر نسبة 0.206 من التغير فى الترويج وعند إدخال الصيانة الإنتاجية الشاملة تبين أن التغير المتوقع الذى يمكن تفسيره قد زادت بنسبة 0.257 مع ارتفاع التنبؤ المتوقع حيث قيمة F تساوى 113.201 وهذا يعنى أن تأثير الارتباط بين ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة وكفاءة المعدات الكلية يزداد عن التأثير المنفرد.

وبناءً على النتائج السابقة يتم قبول الفرض الثانى الرئيسي يوجد تأثير معنوى لكفاءة المعدات الكلية المرتبطة بركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة على المزيج التسويقى لخدمات شركة المحطات المائية كما يتضح من النتائج قبول الفروض الفرعية التالية:

- الفرض الفرعى الأول من الفرض الرئيسي الثانى بأنه يوجد تأثير معنوى لكفاءة المعدات الكلية المرتبطة بركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة على منتج شركة المحطات المائية.
- الفرض الفرعى الثالث من الفرض الرئيسي الثانى بأنه يوجد تأثير معنوى لكفاءة المعدات الكلية المرتبطة بركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة على توزيع خدمات شركة المحطات المائية.
- الفرض الفرعى الرابع من الفرض الرئيسي الثانى بأنه يوجد تأثير معنوى لكفاءة المعدات الكلية المرتبطة بركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة على ترويج خدمات شركة المحطات المائية.

بينما تم رفض الفرض الفرعي الثانى بعد استبعاده من التحليل المبدئى خاصة وأن تسعير الكهرباء وفقاً لبرنامج إعادة التسعير كسياسة تحقق الكفاءة الاقتصادية والمالية لمرفق الكهرباء، وتغطى التكلفة طبقاً لجهد التغذية، وتعطى مؤشرات صحيحة لاستخدام الكهرباء مع مراعاة البعد الاجتماعى (أى أن يستطيع المستهلك تحمل قيمة فاتورة الكهرباء)، وقد صدرت عدة قرارات بشأن إعادة هيكلة تعريفة بيع الكهرباء حيث تم ثبات تلك التعريفة للعام المالى ٢٠٢٢/٢٠٢٣ والتى كانت مقررة من برنامج إصلاح هيكل تعريفة أسعار بيع الطاقة الكهربائية اعتباراً من أول يوليو ٢٠٢٢ وحتى نهاية يونيو ٢٠٢٣ وذلك بأسعار عام ٢٠٢١/٢٠٢٢ تخفيفاً للأعباء الاقتصادية على المستفيدين.

(١٠) الخلاصة والتوصيات:

يعرض الباحث فيما يلى ملخصاً لأهم النتائج التى توصل إليها البحث ومجموعة من التوصيات المقترحة.

(١٠-١) خلاصة النتائج:

- أوضحت النتائج أن ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة (الصيانة الذاتية، والسلامة والصحة والبيئة، والسينات الخمس) غير معنوية للتأثير على كفاءة المعدات الكلية وتلك النتيجة تختلف عن دراسة (Prabowo et al.,2018) التى أوضحت أن جميع ركائز الصيانة الانتاجية الشاملة عدا الركيزتين (الصيانة المخططة، وإدارة التطوير) لها تأثير جوهرى على كفاءة المعدات الكلية، وقد أوضحت دراسة (Venkatesh,2005) أن هناك فوائد للصيانة الإنتاجية الشاملة، أحدهما مباشرة (زيادة الإنتاجية، كفاءة المصنع الإجمالية OPE، تصحيح ومعالجة شكاوى العملاء، وتقليل تكاليف التصنيع بنسبة ٣٠٪، تلبية احتياجات العملاء، تقليل الحوادث، واتباع اجراءات مكافحة التلوث) وأخرى غير مباشرة (ارتفاع ثقة العاملين، الحفاظ على مكان العمل، تغيير اتجاهات المشغلين، العمل بروح الفريق، تبادل المعرفة والخبرة، والشعور بامتلاك الألة من العاملين)، ويرجع الباحث إلى أهمية تحسين القاعدة التكنولوجية للشركة من خلال تعزيز تكنولوجيا المعدات وتحسين مهارات الموظفين بالتركيز على عناصر قصيرة الأجل تتركز بشكل أكبر على الصيانة الذاتية والصيانة المخططة بحيث يحدث تنمية الشعور بالملكية على المعدات التى يشغلها العمال بما يسهم من فهم وإدارة وتحسين معداتهم وعملياتهم.
- أوضحت نتائج الدراسات السابقة من أسلوب رد الفعل إلى الأسلوب الاستباقى من خلال تدريب المشغلين على صيانة معداتهم بشكل أفضل بواسطة موظفى الصيانة المدربين (Hashim et al.,2012)، وقد قدمت دراسة (Chaurey et al.,2022) لسمات وعوائق الصيانة الإنتاجية الشاملة لكى تتماشى مع التنفيذ الفعال فى قطاع التصنيع مما يقلل من الاستثمار الرأسمالى.
- تم استبعاد عدة بنود لانخفاض معامل ثبات ارتباطها بباقى البنود عن 0.3 وهو ما تم بموجبه تحسين باقى مؤشرات الدراسة، ومن أهم البنود المستبعدة (بنود متغير التسعير

أحد أبعاد المزيج التسويقى) ، ويري الباحث أن سياسة التسعير هى سياسة موحدة تختص بها الشركة القابضة لكهرباء مصر دون غيرها وفقاً لقرارات مجلس الوزراء وجهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك.

- أهمية البدء بركيزة 5S بما يعكس عملية الالتزام والتعرف على مشاكل الصيانة واتباع جميع العاملين قواعد التنفيذ بما يمكن صيانة المعدات للحصول على نتائج أكثر إيجابية وفعالية، ويري الباحث أن أهمية فرز العناصر ذات القيمة النفعية للاستخدام وتخزين العناصر غير المستخدمة Seiri مع إعادة العناصر المستخدمة إلى مكانها الأساسي للاستخدام المستقبلى تكون ذات أهمية عند إجراء الصيانة الإنتاجية الشاملة، وبالتالى الاعتماد على 2S بما يعنى وجود تطبيق غير مكتمل وهذا يتفق مع دراسة (Arai,2017) التى قدمت التنفيذ المبسط للتصنيع.
- كذلك بحثت الدراسة الدور الفعال للتأثير على المزيج التسويقى استنادا إلى العديد من الدراسات السابقة التى بحثت تفعيل آلية السوق فى ظل التنافسية فى قطاع الكهرباء وهو ما قدمته دراسة (Borisova et al.,2022) من خلال تطبيق تقنيات الكهرباء ذات منظورين بيئة واقتصادى بهدف اعتماد معايير تقييم الأداء البيئى لكل محطة طاقة ومراعاة الكفاءة البيئية من حيث المخاطرة الاقتصادية ومستوى التكلفة المفترضة.
- عدم الاستفادة من إنتاج الكهرباء فى تقليل الانبعاثات الكربونية، حيث أوضحت دراسة (McDonagh et al.,2019) أن تقنية تحول الكهرباء إلى غاز ويطلق عليه اسم الوقود الغازى كإنتاج مستدام من الجيل الثالث عبر التوليد المتغير للكهرباء المتجددة Variable Renewable Electricity والذى قد تصل نسبته عن ٣.٦٪ من حصة الطاقة فى النقل بحلول عام ٢٠٣٠ لتحقيق تخفيضات فى الانبعاثات، حيث إن زيادة ٢٠٪ محتملة فى التقنيات منخفضة الكربون فى الطاقة يؤدى إلى تخفيض ٩٪ فى انبعاثات الكربون، حيث يري الباحث أن خدمات شركة المحطات فى القضاء على الانبعاثات الكربونية لم تصل إلى المستهدف، وبالرغم من أن الشركة لم تصدر أيه انبعاثات وكذلك عدم استخدامها للوقود كحال الشركات الآخرى، حيث تعتبر الشركة المستخدم للطاقة النظيفة بالاعتماد على المياه، ولم تثبت أية دراسات وجود عقبات

للطاقة الناتجة عن مثل تلك الشـــركات المنتجة للطاقة الكهرومائية مقارنة بالشـــركات الأخرى المستخدمة للوقود بجميع مشتقاته، فضلاً عن توفير الشركة للمليارات من شراء الوقود، وقد بلغ صـافى الربح١٤٣٣٦٤٧مليون جنيه بإجمالى مصـروفات ١٢٢٧٧١٣ مليون جنيه، فضلاً عن انخفاض معامل الخروج الاضطرارى.

- تحقيق شـركة المحطات المائية مؤشـرات ومعدلات أداء تتمثل فى ارتفاع الطاقة المولدة من الشركة إلى ١٤٦٤٦ مليار كيلووات/ساعة بزيادة قدرها ١١٤٦ مليار كيلووات/ساعة عن المستهدف.

(١٠-٢) التوصيات:

بناء على النتائج السابقة يمكن الاستفادة منها فيما يلى:

- إدخال خطوات الصـيانة الإنتاجية (الخطوة التحضـيرية[إعلان الإدارة – التعليم المبدئى عبر التدريب أو الوعى – التقديم – نظام عمل – الطابع الرســـمى أو وجود جائزة] – الخطوة التقديمية من خلال دعوة جميع الشـــركاء – الخطوة التنفيذية [تنفيذ ركائز TPM] – الخطوة التأسـيسـية [التحدى وتقديم طلب للحصـول على جائزة PM عقب الوصول للمرحلة النهائية])
- إجراء تحسـينات على برامج الصـيانة المعتمدة فى الشـركة عبر الاعتماد على الصـيانة المسـبقة مع اعتماد برامج تدريبية مكثفة لتحسـين مهارات المشـغلين فى كل جزء عبر نشر مبادئ ومفاهيم TPM بين العمال كاستراتيجية عمل تحتاج إلى تأسيس.
- ضـرورة إلتزام الإدارة بتنفيذ TPM حيث ضـمان الدعم الإدارى للتغييرات أو المبادرات، وضـمان مشـاركة المعلومات مع الموظفين للتعرف على أهداف وفوائد برنامج الصـيانة الإنتاجية الشاملة فى حالة قبول الإدارة للبرنامج حيث يتم تحفيز الموظفين على انجاحه لضـمان تحسـين كفاءة المعدات الكلية OEE وتحسـين الأداء[عدم وجود أعطال– عدم وجود حوادث – عدم وجود عيوب].
- الانتباه إلى توفر قطع غيار المعدات لتقليل مخاطر زيادة وقت التوقف عن العمل بسـبب اسـتبدال قطع الغيار حيث يتم التخطيط لشـراء المكونات بشـكل صـحيح عندما يصل الجدول الزمنى لتنفيذ الاستبدال وتكون المكونات المطلوبة متاحة بالفعل.

- أهمية بناء سوق كهرباء ناضج ومفتوح وتشكيل آلية تسعير تحددها الأسواق يهدف إلى إفساح المجال كاملاً لدور الأسواق فى توزيع الموارد.
- ضـــرورة بذل جهود التطوير وتحســـين مســـتوى التنبؤ بالتوليد لتقديم عروض الطاقة الكهرومائية مع استكشاف التغييرات المحتملة التى تعترض سوق الكهرباء بنظام الطاقة الكهرومائية.
- أهمية استفادة شركة المحطات المائية من انتاج واستخدام الكهرباء لتقنية P2G لانتاج وقود متقدم للعمل على تحقيق انخفاض فى الانبعاثات الكربونية بحيث تســـاهم فى التحليل الكهربائى للماء، وينتج بعد ذلك دمج الهيدروجين المســتخرج من الماء مع ثانى أكيد الكربون Co_2 الناتج من مصادر الانبعاثات ليتكون وينتج الميثان CH_4عبر تفاعل يعرف بإسم إنتاج الوقود الغازى من أصل غير بيولوجى للاستفادة منه فى شبكة الغاز الطبيعى ووصـوله للأسـواق حيث قطاع النقل بالإضـافة إلى الكهرباء المولدة بشـركات الطاقة من الوقود.

(٣-١٠) التوصيات للأبحاث المستقبلية:

- التطرق إلى دراسة متغيرات الدراسة فى سياقات أخرى كالضيافة الفندقية، والبنوك .
- فحص العلاقة بين إدارة الجودة الشـــاملة والصـــيانة الإنتاجية الشـــاملة على الأداء التصنيعى بشركات المنتجات الغذائية.
- يمكن دراســة عوامل أخرى تربط حقل الإنتاج بالتســويق بما يجعل من المحتمل ظهور نتائج مختلفة والمساهمة فى توافر علاقة مستديمة تقوم على الآليات السوقية.

(١١) المراجع References:

Ahmed, N., Hossen, J. and Ali, S.M. (2018), improvement of overall equipment efficiency of ring frame through total productive maintenance: a textile case, The international Journal of advanced manufacturing technology, Vol.94 (1-4), pp.239-256.

Ahuja, I. P. S. and Singh, P. (2012).,Application of analytical hierarchy process for justification of TPM implementation in manufacturing Organizations,International Journal Technology, Policy and Management,Vol. 12, No.1,pp.37-47.

Ahuja, I.P.S. and Khamba, J.S. (2007), An evaluation of TPM implementation initiatives in an Indian manufacturing enterprise, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol.13, No.4, pp.338-352.

Ahuja, I.P.S. and Khamba, J.S. (2008), Total productive maintenance: literature review and directions, International Journal of Quality& Reliability Management, Vol.25, No.7, pp.709-756.

Al-refaie, A., Lepkova, N. and Camlibel, M.E. (2022), The Relationships between the Pillars of TPM and TQm and Manufacturing Performance Using structural Equation Modeling, , Sustainability Vol.14, No.3, available at: https://doi.org/10.3390/su14031497.

Arafah,W. , Nugroho, L., Tokaya, R. and Soekapdjo, S. (2018), Marketing Strategy for Renewable Energy development in Indonesia context today, International Journal of Energy Economics and Policy, Vol.8, No, 5, pp.181-186.

Arai, K. (2017), TPM for the Lean Factory: Innovative Methods and Worksheets for Equipment Management, Productivity Press, Portland, Oregon.

Bailey, C., Madden, A., Alfes, K. and Fletcher, L. (2017), The meaning, antecedents and outcomes of employee engagement: a narrative synthesis, International Journal of Management Reviews, Vol.19, No.1, pp.31-53.

Bashar,A., Hasin,a.A. and Jahangir,N. (2022),Linkage between TPM, people management and organizational performance, Journal of Quality in Maintenance Engineering,Vol.28,No.2, pp.350-366.

Bataineh,O.,Al-Hawari,T., Alshraideh,H. and Dalah,D.(2019), A sequential TPM-based scheme for improving production effectiveness presented with a case study, Journal of Quality in Maintence Engineering, Vol.25, No.1, pp.144-161, doi:10.1108/jqme-07-2017-0045.

Baumers,A. ,Dickens,P. and Hague,R. (2016),The cost of additive manufacturing: machine productivity, economies of scale and technology-push, Technological Forecasting&Social Change, Vol.102, no.1, pp.193-201.

Bonavia, T. and Marin-Garcia, J.A.,(2011), Integrating human resource management into lean production and their impact on organizational performance, Integating human resource management, Vol.32, No.8, pp.923-938.

Borisova, L.V., Tyurina, Y.G., Morozova, I.A. and Momotova, O.(2022), Marketing Mix of Energy Companies of Energy Tech from the positions of their contribution to sustainable and environmental development of energy economics, Frontiers in Energy Research, Vol.10, available at: https://www.researchgate.net/publication/361464923_Marketing_Mix_of_Energy_Companies_of_EnergyTech_From_the_Positions_of_Their_Contribution_to_Sustainable_and_Environmental_Development_of_Energy_Economics

Borris,S. (2006), Total Productive Maintenance, McGraw-Hill, USA.

Cartelle Barros, J.J., de Liano Paz, F., Lara Coira, M., De la Criz Lopez, M.P., del Cano Godi, A. and Soares, I. (2022), New approach for assessing and optimizing the environmental performance of multinational electricity sectors: A European case study. Energy Conversion and Management, Vol.268, DOI https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.116023.

Chaabane, K., Schutz, J., Dellagi, S. and Trabelsi, W. (2021), Analytical evaluation of TPM performance based on an economic criterion, Journal of Quality in maintenenace Engineering, Vo;.27, No.2, pp.413-429.

Chan, F.T.S., Lau, H.C.W., Ip, R.W.L., Chan, H.K. and Kong, S. (2005), Implementation of total productive maintenance: a case study, international Journal of Production Econmics, Vol.95, N0.1, pp.71-94.

Chaneski, W.S. (2002), Total productive maintenance- an effective technique, Modern machine Shop, Vol.75, No.2, pp.46-48.

Chaurey, S., Kalpande, S.D., Gupta, R.C. and Toke, L. k.(2023), A review on the identification of total productive maintenance critical success factors for effective implementation in the manufacturing sector, Journal of Quality in Maintenance Engineering, vol.29, No.1, pp.114-135, https://doi.org/10.1108/JQME-11-2020-0118.

China Productity center, (2017), Workshop on total Productive Maintenance Applications in SMEs, China Producivity Center, Asian Productivity Organization, Taipei Republic of China, 30 Oct-3 Nov.

Cochran, D.S., Foley, J.T. and Bi, Z.(2017), Use of the manufacturing system design decomposition for comparative analysis and effective design of production systems, International Journal of Production Research, Vol.53, No.3, pp.870-890.

Cooke, F.L. (2000), Implementing TPM in plant maintenance: some organizational barriers', International Journal of Quality and Reliability Management, Vol.17, No.9, pp.1003-1016.

Crawford, K.M., Blackstone, JR. and Cox, J.H. (1988), A Study of Jit implementation and operating problems, International Journal of production research, Vol.26, No.9, pp.1561-1568.

Cua, K.O., McKone, K.E. and Schroeder, R.C.(2001), Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance, Journal of Operations Management, Vol.19, pp.675-694.

Da Silva, R.F., and de Souza, G.F.M (2020), Asset management system (Iso 55001) and Total Productive Maintenance (TPM): a discussion of interfaces for maintenance management. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas,, Vol.15, No.2,pp.288-313.

Daneshgar, S. and Zahedi, R. (2022), Investigating the hydropower plants production and profitability using system dynamics approach, Journal of Energy Storage, Vol.46,February, https://doi.org/10.1016/j.est.2021.103919.

Deliano-Paz, F., Cartella-Barros, J.J. and Martinez-Fernandes, P. (2023), Application of modern portfolio theory to the European electricity mix: an assessement of environmentally optimal Scenario, Environment, Development ans Sustainablity, published

online, available at: https://www.researchgate.net/publication/370181479_Application_of_modern_portfolio_theory_to_the_European_electricity_mix_an_assessment_of_environmentally_optimal_scenarios, https://doi.org/10.1007/s10668-023-03232-x

Dueholm, L. and Ravn, H.F.(2004), Modelling of short term electricity prices, hydro inflow and water values in the Norwegin gydro system, Proceeding 6th IAEE, European Conference, Zurich.

Emery, F. (1990), the nine-step model, in: Trist, E.L., Murray, H. (Eds), The Social Engagement of social Science, A Tavistock Anthology: The Socio-Technical Perspective, Vol.2, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, PA, pp.569-579.

Eti, M.C., Ogaji, S.O.T. and probert, S.D. (2006), Strategic maintenance-management in Nigerian industries, Applied energy, Vol.83, No,3, pp.211-227.

Foresti, R., Rossi, S., Magnani, M., Bianco, C.G.L. and Delmonte, N. (2020), Smart society and artificial intelligence: big data scheduling and the g;obal standard method applied to smart maintenance, Engineering, Vol.6, No.7, pp.835-846.

Ghanem, M.S. (2021), Total Productivity Maintenance (TPM): A Hospitality Industry's New Maintenance Approach, Journal of Association of Arab Universities for Tourism and Hospitality, Vol. 20, No.1, pp.236-264, DOI:10.21608/jaauth.2021.64149.1140

Gong, T., Li, D., Liu, Y.,Wang, G. and Zhu, H. (2019), Analysis of Marketing Strategy of Electricity Selling Companies in the New Situation, Journal of Physics: Conference Series, 1187(2):022043, DOI 10.1088/1742-6596/1187/2/022043

Gosavi, A. (2006), A risk – sensitive approach to total productive maintenance, automatic, Vol.42,No.8, pp.1321-1330, https://doi.org/10.1016/j.automatica.2006.02.006

Gupta, P. and vardhan, S. (2016), Optimizing OEE, productivity and production cost for improving sales volume in an automobile industry through TPM: a case study, International Journal of Production Research, Vol.54, No.10, pp.2976-2988.

Haddad, T.H. and Jaaron, A.A.M. (2012), The Applicability of Total productive Maintenance for healthcare facilities: an

Implementation Methodology, International Journal of Business, Humanities and Technology, Vol.2, No.2, pp.148-155.

Haroun, A.E. (2015), Maintenance cost estimation: application of activity- based costing as a fair estimate method, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol.21, No.3, pp.258-270.

Hashim, S., Habidin, N.F., Conding, J. Ain, N., Jwaya, S.L. and Zubir, A.F.(2012), Total productive maintenance and innovation performance in Malaysian automotive industry, International Journal of Engineering Research and Development, Vol.3, No.11, pp.62-67.

Hair,J.F.,Black,W.C.,Babin,B.J. and Anderson,R.E.(2019), Multivariate data analysis, 8th edition, Upper Saddle River, Prentice-Hall.

Hayes, R.H. and Wheelwright, S.C.(1984), Restoring Our Competitive Edge: Competing Throuh Manufacturing, Wiley, New York.

Jaaron, A. and Backhouse, C. (2011), Value- adding to public service through the adoption of lean thinking, International Journal of Service Science, Management, Engineering, and Technology, Vol.2, No.3, pp.33-50.

Jasti, N.v.K. and Kodali, R. (2016), An empirical study for implementation of lean priciples in Indian manufacturing industry, benchmarketing: An International Journal, Vol.23, No.1, pp.183-207.

Jin, X., Siegel, D., Weiss, b. A., gamel, E., wang, W., Lee, J. and Ni, J. (2016), The present status and future growth of maintenance in US manufacturing: results from a pilot survey, Manufacturing review, Vol.3.No.10. available at: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4981924/.doi: 10. 1051/mfreview/2016005.

Kalpande, S. D. and Toke, L.K.(2023), Reliability Paper: Reliability analysis and hypothesis testing of critical success factors, International Journal of Quality& Reliability Management, Vol.40, No.1, pp.238-266.

Kalpande, S.D. and Toke, L.K.(2020), Assessment of green supply chain management practices, performance, pressure and barrirs amongst Indian manufacturer to achieve sustainable development,

International Journal of Productivity and Performance Management, Vol.70, No.8,pp.2237-2257.

Kalwang, M.M., Kulla, D. M., Agontu, J. A. and Mafai, G. (2020), An assessment of the Impact and Benefits of Total Productive Maintenance (TPM) on Manufacturing Profitability: A Case Study of a Food Processing Industry in Nigeria, International Journal of Engineering and computer Science, Vol.9, No.9, pp.25175-25188. Available at: https://www.researchgate.net/publication/346082671_An_Assessment_of_the_Impact_and_Benefits_of_Total_Productive_Maintenance_TPM_On_Manufacturing_Profitability_A_Case_Study_of_a_Food_Processing_Industry_in_Nigeria.

Kang, K. and Subramaniam,V. (2018), Integrated control policy of production and preventive maintenance for a deteriorating manufacturing system, Computers and Industial Engineering, Vol.118, pp.266-277. https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.02.026

Kumar, P., Chauhan, P., Chaudhary, R. and Juneja, D. (2017), Implementation od 5S and Kobetsu Kaizen (TPM Pillar) in A Manufacturing Organization, International Research Journal of Engineering and Technology(IRJET), Vol.4, No.7, pp.2987-2991.

Lauro, A., Kitamura, D., Lima, W., Dias, B. and Soares, T.(2023), Considering Forward Electricity Prices For a Hydro Power Plant Risk Analysis in the Brazilizan Electricity Market, Energies, Vol.16, No.3, pp.1-14. Available at: https://www.mdpi.com/1996-1073/16/3/1173.

Lazim, H.M., Salleh,M.N., Subramaniam, C. and Othman,S.N. (2013), Total productive maintenance and manufacturing performance: does technical complexity in the production process matter, International Journal of Trade, Econmoics and Finance, Vol.4, No.6, pp.380-383.

Liker, J.K.(2004), The Toyota Way, McGraw-Hill, New York.

Mahajan, U.K., Adatiya, P., Badhe, P., Patsute, A. and Bhusnar, A. (2018), Total productive maintenance to Improve Overall Equipment Effectiveness, Global Journal Of Research in Engineering, Vo;.18, No.3, pp.15-56.

Maxim, A.(2020), Marketing Mix Models used in the Liberalized Houshold Electricity Market, Journal of Public Administration, Finance and Law, No.17, pp.268-287.

McDonagh, S., Wall, D.M., Deane, P. and Murphy, J.D. (2019), The effect of electricity markets and renewable electricity penetration on the levelised cost of energy of an advanced electro-fuel system in corporating carbon capture and utilization, Renewable Energy, Vol.131, pp.364-371,DOI:10.1016/j.renene.2018.07.058.

McKone, K.E., Schroeder, R.G. and Cua, K.O. (1999), Total productive maintenance: a contextual view, Journal of Operations Management, Vol.17, pp.123-124.

Meca-Vital .J.C. and Camello-Lima, C.R. (2020), Total Productive Maintenance and the Impact of Each Implemented Pillar in the Overall Equipment Effectiveness, International Journal of Engineering and Management Research, Vol.10, No.2, pp.142-150, Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=3590948

Morales-Mendez, J.D. and Rodriguez, R.S. (2-17), Total productive maintenance (TPM) as a tool for improveing productivity: a case study of application in the bottleneck of an auto-parts machining line, the International journal of Advanced manufacturing technology, Vol.92, pp.1013-1026.

Muchiri, P., Pintelon, L., (2008). 'Performance measurement using overall equipement effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion', International Journal of Production Research, 46(13), 3517-3535.

Nakajima, S.(1988), Introduction to TPM, Productivity Press, Cambridge,MA.

Nawanir, G., Kong-Teong, L. and Norezam-Othman,s. (2013), Impact of lean practices on operations performance and business performance: some evidence from Indonesian manufacturing companies, Journal of Manufacturing Technology Management, Vol.24, No.7, pp.1019-1050.

Ngadiman, Y., Hussin, B. and Abdul-Majid, I. (2012), a study of Total Productive Maintenance Implementation in Manufacturing Industry for Generating Greater Profits, Proceedings of International Conference of Technology Management, Business and

Entrepreneurship, Renaissance Hotel, Melaka, Malaysia, 18-19 Dec, pp.157-163.

Nzewi, H.N., Chiekezie, O. M. and Arachie , A.E. (2016), Total Productivity maintenance and Performance of Selected Aluminium Manufacturing Companies in Anambra State, IOSR Journal of Business and Management, Vol.18, No.1, pp.67-73.

Ohno, T. (1988), Toyota Productive System: Beyond Large-Scale Production, Productivity Press, Portland, Oregon.

Owen, C. (2014), Total productive maintenance, Industry Forum, Business Excellence through Inspired People, The Japanese Institute of Plan Maintenance (JIPM). Available at: https://industryforum.co.uk/wp-content/uploads/2020/12/Total-Productive-Maintenance-Overview-Low-Res.pdf.

Parikh,Y. and Mahamuni,p. (2015), Total Productive Maintenance: Need&Framework, International Jpurnal of Innovative Research in Advanced Engineering, Vol.2, No.2, pp.126-130 ,available at: https://www.researchgate.net/publication/335313768_Total_Productive_Maintenance_Need_Framework.

Pascal, V., Toufik, A., Manuel, A., Florent, D. and Frederic, K. (2019), Improvement indicators for total productive maintenance policy, Control Engineering Practice, Vol.82, pp.86-96.

Prabowo, H.A., Suprapto, Y.B. and Farida, F. (2018), The Evaluation of Eight Pillars Total Productive maintenance (TPM) Implementation and their impact on overall equipement Effectiveness (OEE) and waste, SINERGI, Vo;.22, No.1, pp.13-18, DOI: http://dx.doi.org/10.22441/sinergi.2018.1.003

Riis, J., Luxhoj, J. and Thoesteinsson, U. (1997), A situational maintenance model, International Journal of Quality and Reliability Management, Vol.14, No.4, pp.349-366.

Rodrigues, M. and Hatakeyama, K. (2006), Analysis of the fall of TPM in companies, Journal of Materials Processing Technology, Vol.179, No.1-3, pp.276-279.

Rossini, M., Audino, F., Costa, F., Cifone, F.D., Kundu, K. and Portioli-Staudacher, A. (2019), Extending lean frontiers: a kaizen case study in an Italian MTO ,anufacturing company, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol.104, No, 5, pp.1869-1888.

Safayeni, F., Purdy, L., Van Engelen, R. and Pal, S. (1991), Difficulties of Just-in-Time implementation: a classification scheme International Journal of Operations and Production Management, Vol.11, No.7, pp.27-36.

Sekaran, U. and Bougie, R. (2019), Research Methods For Business: A Skill Building Approach, 8 Edition, Wiley, Australia and New Zealand edition.

Sharma, A.K., Joshi, A. and Jurwall, V. (2020), Performance measurement metrics in TPM: a contextual view to training and development, Material Today: Proceeding, Vol.28, pp.2476-2480.

Sharma, A.K., Joshi, A. and Jurwall, V. (2020), Performance measurement metrics in TPM: a contextual view to training and development, Material Today: Proceeding, Vol.28, pp.2476-2480. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.796.

Shen, J-J., Chen, C-T., Jia, Z-b., Zhang, Y., Ly, Q., Cai, H-X, Wang, B-C. and Xie, M-F. (2022), Impacts, Challenges and Suggestions of the electricity market for hydro-dominated power systems in china, Renewable Energy, Vol.187,pp.743-759.

Shinde, D.d and Prasad, R. (2018), Application of AHP for ranking of total productive maintenance pillars, Wireless Personal Communications, Vol.100, No.2, pp.449-462.

Singh, J. and Singh, H. (2019), Justification of TPM pillars for enhancing the performance of manufacturing industry of Northern India, International Journal of Productivity and Performance Management, Vol.69, No.1, pp.109-133.

Singh, R.K. and Guru, A. (2022), Prioritizing success factors for implementing total productive maintenance (TPM), Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol.28, NO.4, PP.810-830.

Singh, R.S., Gohil, A.M. and Shah, D.B. (2013), Total productive maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop, Nirma University, International Conference of Engineering, 51, pp.592-599.

Sivaram, N.m., Devadasan, S.R. and murugesh,R. (2013), Conceptualization for Implementation Total productive Maintenance through the ISO9001:2008 Standard-based Quality management System, South African Journal of Industrial Engineering, Vol.24, No.2, pp.33-46.

Skinner, W. (1969), Manufacturing-missing link in corporate strategy, Harvard Business Review, Vol.50, pp.136-145.

Sukma, D.I., Prabowo, H.A., Setiawan, I., Kurnia, H. and Fahturizal, IM. (2022), Implementation of Total Productive Maintenance to Improve Overall Equipment Effectiveness of Linear accelerator Synergy platform cancer Therapy, International Journal of Engineering, Vol.35, No.5, pp.1246-1256.

Thorat, R. and Mehesha, G.T. (2020), Improvement in productivity through TPM implementation, materials Today: Proceeding, Vol.24, Part.2 pp.1508-1517. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.470.

Tomar,R. and Soni,P,K. (2016), A Survey on Implementation of Poke-Yoke in Industries of Some Indian States, International Journal of Innovative research in science, Engineering and Technology, Vol.5, No.6, pp.11652-11660.

Tsarouhas, P. (2019), Improving operation of the croissant production line through overall equipment effectiveness (OEE): a case study, International Journal of Productivity and Performance management, Vol. 68 ,No.1, pp.88-108. https://doi.org/10.1108/IJPPM-02-2018-0060.

Vardhan,S., Gupta, P. and Gangwar, V. (2015), The Impact of Quality Maintenance Pillar of TPM on Manufacturing performance, Proceeding of the 2015 International conference on Industrial Engineering and Operations Management Dubai, UAE, March 3-5, pp.310-315.

Venkatesh, J. (2005), "An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)", The Plant Maintenance Resource Center, pp 2-3.

Venkateswaran, N. (2017), Total Productive Maintenance (TPM), Practices Adopted at Manufacturing Unit: An Analysis, Arabian Journal of Business and management Review, Vol.7, No.4, pp.1-6.

Vital, J.C. M. and Lima, C.R.C. (2020), Total Productive Maintenance and the Impact of Each Implemented Pillar in the Overall Equipment Effectiveness, International Journal of Engineering and Management Research, Vol.10, No.2, pp.142-150.