



إدارة الهندسة الميكانيكية والكهربائية في تطوير وصيانة الأنظمة الصناعية المتقدمة

عبد المنعم الهايدي عبدالله سلطان
asoltansultan82@gmail.com

نوري عبدالسلام على عمر
nurijprime2018@gmail.com

محمد فرج ضو عيسى
mohamedfde6@gmail.com

زهير البشير محمد المقهور
tt8882015@gmail.com

المعهد العالي لتقنيات علوم البحار - صبراته

الملخص:

في ظل التطور التكنولوجي السريع وعصر الثورة الصناعية الرابعة، أصبحت الهندسة الميكانيكية والكهربائية من الركائز الأساسية لتطوير الأنظمة الصناعية الحديثة وتحسين كفاءتها التشغيلية. تسعى هذه الدراسة إلى تحليل دور إدارة الهندسة الميكانيكية والكهربائية في تطوير وصيانة الأنظمة الصناعية المتقدمة، وبيان أثر التكامل بين التخصصين في رفع جودة الإنتاج، وتقليل التكاليف، وتحسين الصيانة الوقائية.

اعتمدت الدراسة على منهج نظري وميداني من خلال استبيان شمل 42 مهندساً متخصصاً في مجال الهندسة الميكانيكية والكهربائية، وذلك لقياس مدى فعالية التكامل بين التخصصين في بيئة العمل الصناعي.

وأظهرت النتائج أن التكامل بين التخصصين يسهم بشكل واضح في تحسين كفاءة وجودة الإنتاج، وتقليل تكاليف الصيانة، وتعزيز الأداء التشغيلي. كما تبيّن أن التدريب المستمر للعاملين والاستثمار في التكنولوجيا الحديثة يمثلان عاملين أساسيين في تحقيق التطوير المستدام ورفع القدرة التنافسية للمؤسسات الصناعية.

وتوصي الدراسة بضرورة تعزيز التعاون بين الأقسام الهندسية، وتبني استراتيجيات صيانة حديثة، ودعم البحث والتطوير التقني لضمان استمرارية الأداء الفعال للأنظمة الصناعية المتقدمة.



المقدمة:

في عصر التكنولوجيا الرقمية والتحول الصناعي الرابع، أصبحت الهندسة الميكانيكية والكهربائية أساسية لتحقيق التطورات الكبيرة في مجالات الصناعة والتصنيع.

تتطلب الأنظمة الصناعية المتقدمة اليوم التكامل الفعال بين هذين الاختصاصين لتحقيق كفاءة عالية في الإنتاج، والحفاظ على التشغيل السلس، والموثوقية العالية. تُعتبر إدارة الهندسة الميكانيكية والكهربائية ضرورية لضمان تصميم فعال، وتطوير وصيانة الأنظمة الصناعية المتقدمة، حيث تتضمن هذه الإدارة استخدام التكنولوجيا المتقدمة في تحليل الأداء، وتحسين عمليات التصنيع، وتقديم حلول مبتكرة للتحديات التقنية المتزايدة.

تعتبر إدارة الهندسة الميكانيكية والكهربائية ضرورية لضمان تصميم فعال وتطوير وصيانة الأنظمة الصناعية المتقدمة، حيث تتضمن هذه الإدارة استخدام التكنولوجيا المتقدمة في تحليل الأداء وتحسين عمليات التصنيع، وتقديم حلول مبتكرة للتحديات التقنية المتزايدة.

مشكلة البحث:

تواجه الصناعات التحويلية في الوقت الحاضر تحديات متزايدة في إدارة وصيانة الأنظمة الصناعية المتقدمة، نظراً للتقنيات المتقدمة والمتطلبات المتغيرة بسرعة في السوق. ويصعب على الشركات تحقيق التكامل السلس بين الهندسة الميكانيكية والكهربائية، والحفاظ على كفاءة الإنتاج والجودة في ظل هذه الظروف المعقدة.

أهداف البحث:

هدف البحث هو دراسة وتحليل كيفية إدارة الهندسة الميكانيكية والكهربائية في تطوير وصيانة الأنظمة الصناعية المتقدمة.

سيتم التركيز على فهم كيفية تكامل الهندسة الميكانيكية والكهربائية، وما يمكن أن يسهم به في تحسين كفاءة الإنتاج، وتقليل التكاليف التشغيلية، وتعزيز الصيانة الوقائية.

منهجية الدراسة:

تعتمد هذه الورقة على دراسة نظرية وميدانية، متمثلة في دراسة حالة، لتوسيع تطبيقات الأنظمة الصناعية المتقدمة وكيفية إدارتها وصيانتها.

مفهوم الهندسة الميكانيكية:

الهندسة الميكانيكية هي فرع من فروع الهندسة يركّز على تصميم وتحليل وتصنيع الأنظمة والأجهزة، التي تستخدم الحركة والقوى الميكانيكية. وتشمل هذه الأنظمة والأجهزة: الماكينات، والمحركات، والأدوات، والأجهزة الأخرى التي تُستخدم في مجموعة واسعة من التطبيقات الصناعية والتكنولوجية. يعتمد المهندس الميكانيكي على المبادئ الفيزيائية والرياضية لتحليل أجزاء الماكينات بشكل يضمن الأداء الأمثل، والكفاءة، والسلامة.

ومن أهم مجالات الهندسة الميكانيكية:

- 1 - تصميم المكونات الميكانيكية يتضمن ذلك استخدام البرمجيات والأدوات لتصميم وتحليل أجزاء الماكينات بدقة وفعالية.
- 2 - ديناميكا واستاتيكا الأجسام تهتم بدراسة القوى والحركة في الأجسام لضمان الاستقرار وأداء ماكينات النظام.
- 3 - ميكانيكا السوائل والحرارة يركّز هذا الجانب على تدفق السوائل ونقل الحرارة وتطبيقاتها في تبريد المحركات ونظم التدفئة والتبريد.
- 4 - تكنولوجيا التصنيع يدرس عمليات التشكيل والقطع واللحام والتشطيف السطحي لإنتاج أجزاء الماكينات بدقة وجودة عالية.
- 5 - الروبوتات والتحكم التلقائي يهتم هذا المجال بتصميم وبرمجة الروبوتات والأنظمة للتطبيقات الصناعية والإنتاجية.
- 6 - هندسة المواد

تتضمن دراسة خصائص المواد واستخداماتها في تصميم الأجزاء الميكانيكية لتحسين قوتها ومتانتها. بشكل عام تلعب مجالات الهندسة الميكانيكية دوراً حاسماً في تطوير التكنولوجيا الصناعية والمستهلكة وتشمل مجموعة خاصة من التخصصات والتطبيقات تتفاعل مع العلوم الأخرى مثل الرياضيات، والفيزياء، والكيمياء لإيجاد حلول هندسية مبتكرة وفعالة للمشاكل التقنية والفنية¹.

المهندس الميكانيكي:

هو المهندس الذي يختص بتصميم وتحليل وتطوير الأنظمة والأجهزة التي تستخدم الحركة والقوى الميكانيكية، ويعمل على تطبيق المبادئ الهندسية الفيزيائية والرياضية لحل مشاكل التصميم، ولضمان أداء واستقرار وأمان الأجهزة التي ي العمل عليها.²



الهندسة الكهربائية:

الهندسة الكهربائية هي فرع من فروع الهندسة يختص بدراسة وتطبيق الكهرباء في مجموعة واسعة من التطبيقات. وتشمل هذه التطبيقات توليد وتوزيع الطاقة الكهربائية، وتصميم وتطوير الأجهزة والأنظمة الكهربائية والإلكترونية التي تُستخدم في الصناعات المتعددة، والأجهزة المنزلية، والتكنولوجيا الحديثة.³ ومن المجالات الرئيسية للهندسة الكهربائية:

- 1 - القدرة الكهربائية والطاقة تتضمن تصميم وتشغيل محطات توليد الطاقة الكهربائية ونقلها عبر شبكات الكهرباء، وتوزيعها للاستخدامات المختلفة.
- 2 - الإلكترونيات والأنظمة الرقمية تشمل تصميم وتطوير الدوائر الإلكترونية والأنظمة الرقمية، بما في ذلك الأجهزة المنزلية الذكية، والأجهزة الطبية، وأنظمة الاتصالات.
- 3 - التحكم الإلكتروني والنظم الذكية متمثلة في تصميم وتطوير أنظمة التحكم الآلي والذكية التي تُستخدم في المصانع، والأتمتة الصناعية، والروبوتات.
- 4 - المحركات والآلات الكهربائية تشمل تصميم وتحليل وتشغيل المحركات الكهربائية المستخدمة في التطبيقات الصناعية والتجارية، بما في ذلك السيارات الكهربائية والقطارات.
- 5 - الطاقة المتجددة والتطبيقات الطاقية تهتم بدراسة وتطوير تكنولوجيات الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والتخزين الكهروكيميائية لتعزيز الاستدامة البيئية.⁴

المهندس الكهربائي:

المهندس الكهربائي متخصص في تصميم وتطوير الأنظمة والأجهزة الكهربائية والإلكترونية. يقوم بدراسة وتحليل وتصميم وتنفيذ الدوائر الكهربائية المختلفة التي تُستخدم في مجموعة واسعة من التطبيقات، مثل أنظمة الطاقة، والاتصالات، والتحكم، والإلكترونيات الاستهلاكية، والحواسيب والشبكات.⁵

إدارة الهندسة الميكانيكية:

تهتم الإدارة الهندسية بالخطيط والتنظيم والتوجيه للأنشطة والعمليات الهندسية الميكانيكية داخل المؤسسات أو الشركات. وتهدف هذه الإدارة إلى تحقيق الأهداف المؤسسية من خلال استخدام الهندسة بطريقة فعالة.



مهام إدارة الهندسة الميكانيكية:

- 1 - تخطيط المشاريع والعمليات يشمل ذلك تحديد أهداف المشروع، وتحديد المواد اللازمة، وتحطيط الجداول الزمنية والميزانيات.
- 2 - إدارة الفرق والموارد البشرية تشمل إدارة الفرق والموارد الهندسية، وتوجيههم، وتنسيق العمل بين الأقسام المختلفة، وضمان التعاون الفعال.
- 3 - تطوير التصاميم والتكنولوجيا يتضمن تطوير تصاميم جديدة أو تحسين التصاميم الحالية بما يتوافق مع أحدث التكنولوجيات والمعايير الصناعية.
- 4 - ضمان الجودة والسلامة يتعين على إدارة الهندسة الميكانيكية ضمان الامتثال للمعايير الصناعية، وتطبيق إجراءات السلامة والصيانة الوقائية.
- 5 - تقييم الأداء والتحسين المستمر يتمثل دور الإدارة أيضاً في مراقبة أداء العمليات وتحليل البيانات لتحسين الكفاءة وتحقيق الأهداف المحددة.

أهمية إدارة الهندسة الميكانيكية:

- 1 - تحقيق الفعالية التشغيلية يتم ذلك من خلال تنظيم العمليات وتحسين التصاميم لزيادة الإنتاجية وتقليل التكاليف.
- 2 - الابتكار والتطوير التكنولوجي دعم الفرق الهندسية في تطوير تكنولوجيا جديدة تساهم في التفوق التنافسي.
- 3 - السلامة والامتثال تشمل تنفيذ إجراءات السلامة والوقاية من مخاطر العمل، والتأكد من امتثال الأنظمة للمعايير.

وعلى هذا الأساس، نجد أن الإدارة الهندسية الميكانيكية تلعب دوراً مهماً وحيوياً في نجاح أي مشروع هندسي، من خلال توجيهه وتنظيم الجهود الهندسية نحو تحقيق الأهداف المنشودة بشكل فعال ومستدام⁶.

إدارة الهندسة الكهربائية:

تمثل إدارة الهندسة الكهربائية في التخطيط والتنظيم والتنسيق لأنشطة الهندسة الكهربائية داخل المؤسسات أو الشركات، وتهدف إلى ضمان تنفيذ الأعمال الكهربائية بطريقة فعالة ومنظمة، مع التركيز على استخدام التكنولوجيا الحديثة وتحقيق أهداف الأعمال بكفاءة.⁷



مهام إدارة الهندسة الكهربائية:

- 1 - تصميم وتنفيذ الأنظمة الكهربائية يتضمن ذلك تصميم وتركيب الأسلاك الكهربائية وأنظمة التحكم.
- 2 - صيانة وإصلاح الأنظمة الكهربائية تشمل فحص وصيانة الأجهزة الكهربائية والدوائر الكهربائية للحفاظ على الأداء الأمثل.
- 3 - تحسين التكنولوجيا والابتكار يتم ذلك باستخدام أحدث التقنيات في مجال الهندسة الكهربائية لتحقيق الكفاءة والاستدامة.
- 4 - إدارة المخاطر والامتثال يتبع على الإدارة التعامل مع مخاطر الأمان والبيئة، والامتثال للمعايير واللوائح القانونية.

أهمية إدارة الهندسة الكهربائية:

- 1 - تحطيط المشاريع الكهربائية يتضمن تحديد المتطلبات والأهداف للمشروعات الكهربائية، وتحديد الموارد اللازمة من مواد عامة، وعمالة، وتجهيزات.
- 2 - تنظيم الأعمال الكهربائية يشمل جدولة الأعمال، وتنظيم تسلسل العمليات، وتحطيط الجداول الزمنية لضمان الانتهاء في المواعيد المحددة.
- 3 - إدارة الفرق والموارد البشرية تشمل إدارة الفرق الهندسية والفنية، وتوجيههم، وتنسيق عملهم لتحقيق أهداف المشروعات بشكل فعال.
- 4 - ضمان الجودة والسلامة يتبع على إدارة الهندسة الكهربائية ضمان امتثال الأعمال للمعايير القياسية، وتطبيق إجراءات السلامة المطلوبة.
- 5 - تقييم الأداء والتحسين المستمر يتمثل دور الإدارة في متابعة أداء العمليات الكهربائية، وتحليل البيانات، وتحسين الكفاءة، وتطوير العمليات.

من خلال ذلك، نجد أن إدارة الهندسة الكهربائية تعد أساساً لضمان تنفيذ الأعمال الكهربائية بطريقة متكاملة وآمنة، مما يساهم في تحقيق الكفاءة في المشروعات الهندسية والصناعية⁸.

الأنظمة الصناعية المتقدمة:

هي الأنظمة التي تستخدم تقنيات متقدمة للتحكم في العمليات الصناعية وتحسينها، وتحديث تقنيات الإنتاج لتلبية متطلبات السوق المتغيرة، وتقليل التكاليف، وتحسين جودة الإنتاج. وتشمل هذه الأنظمة مجموعة واسعة من الأدوات والتقنيات التي تعتمد على أحدث الابتكارات في التكنولوجيا. وتستند هذه

الأنظمة إلى استخدام البرمجيات والأجهزة المتقدمة لجعل العمليات الصناعية أكثر تفاعلية وذكاء⁹.

هناك عدة أنواع من الانظمة الصناعية الحديثة منها:-

1 - الروبوتات الصناعية:

هي آلات مبرمجة لأداء مهام معينة في بيئات صناعية، تُستخدم لأتمتة بعض العمليات مثل اللحام، والتجمیع، والتحميل، والتقریغ. وتمتاز هذه الآلات بزيادة الدقة، وتقليل الأخطاء البشرية، وزيادة الإنتاج.

2 - التحكم الرقمي بالكمبيوتر (CNC):

يتم فيها استخدام الحوسبة لتشغيل الآلات، حيث تُمکن هذه التقنية من تصنيع أجزاء دقيقة ومعقدة من خلال إدخال تعليمات برمجية إلى الآلات. ومن مزاياها تحسين الدقة، وتقليل الحاجة إلى التدخل اليدوي، وزيادة سرعة الإنتاج.

3 - التصنيع الإضافي (الطباعة ثلاثية الأبعاد):

وهي عبارة عن تقنية تُستخدم لتصنيع الأشياء عن طريق إضافة طبقات من المواد. وتشتمل هذه التقنية في إنشاء نماذج أولية، ومكونات معقدة، وأجزاء مخصصة. وتعمل هذه التقنية على تقليل الفاقد من المواد، وتمكين القدرة على إنشاء تصاميم معقدة، وتحسين سرعة إنتاج النماذج الأولية.

4 - الإنترنэт الصناعي للأشياء (IIOT):

هو شبكة من الأجهزة والمعدات المتصلة عبر الإنترنэт، تعمل على إتاحة تبادل البيانات بين الآلات لتحسين الكفاءة وتوقع الأعطال. وتعمل هذه التقنية على تحسين الرصد والتشخيص، وتعزيز الصيانة التنبؤية، وتحسين كفاءة العمليات. لصيانة التنبؤية، وتحسين كفاءة العمليات.

5 - تحليل البيانات الكبيرة (Big Data):

تُستخدم هذه التقنية لتحليل كميات ضخمة من البيانات بهدف تحسين عمليات التصنيع والإنتاج، واتخاذ قرارات مبنية على بيانات دقيقة.¹⁰.

مصادر الانظمة الصناعية المتقدمة:

1 - الجامعات والمعاهد البحثية:

تُسهم الأبحاث والتطويرات في مجال تكنولوجيا التصنيع والأنظمة الصناعية في تعزيز الابتكار، وتحسين الكفاءة التشغيلية، وتطوير تقنيات حديثة تلبي متطلبات الأسواق العالمية، وتدعم التحول نحو الصناعة الذكية والمستدامة.

2 - شركات التكنولوجيا الكبرى:

توفر الحلول التكنولوجية الحديثة مثل الروبوتات، والذكاء الاصطناعي، والتحكم الرقمي.

3 - التطبيقات الصناعية والجمعيات المهنية:

تُشتمل المعايير والتقارير والدراسات في متابعة أحدث التطورات في مجال التكنولوجيا والصناعة، حيث تُؤفر مرجعاً علمياً يساعد المؤسسات والباحثين على تبني أفضل الممارسات، وتطبيق الابتكارات الحديثة، وضمان الامتثال للمعايير الدولية بما يعزز الكفاءة والجودة.

4 - المؤتمرات والمعارض:

تجمع هذه الفعاليات قادة الصناعة والمبتكرين لعرض أحدث التقنيات وتبادل المعرفة.

تطبيقات الأنظمة الصناعية المتقدمة:

1 - صناعة السيارات تهدف إلى تحسين عمليات التجميع والإنتاج وزيادة الكفاءة التشغيلية.

2 - الصناعات الإلكترونية تسعى إلى زيادة دقة تصنيع المكونات وتحسين جودة المنتجات الإلكترونية.

3 - الصناعات الثقيلة ترتكز على تحسين التحكم في الجودة ورفع كفاءة الإنتاج في العمليات الصناعية الكبرى¹¹.

تطوير وصيانة الأنظمة الصناعية المتقدمة:

كما أوضحنا سابقاً، تُعد الأنظمة الصناعية المتقدمة من العناصر الأساسية في تحسين الكفاءة والإنتاجية في المصانع والشركات. ويستلزم تطوير وصيانة هذه الأنظمة فهماً عميقاً للتقنيات المستخدمة وعمليات الإنتاج، مما يجعل هذا المجال مليئاً بالتحديات والفرص.

يشير مفهوم التطوير والصيانة لأنظمة الصناعية المتقدمة إلى العمليات والأنشطة المرتبطة بتصميم وتطوير الأنظمة التكنولوجية الحديثة، بالإضافة إلى صيانتها وتحسين أدائها. ويتضمن ذلك مجموعة من الممارسات مثل: تحليل المتطلبات، تصميم النظام، البرمجة، الاختبار، والتوثيق، والتحديات الازمة

لضمان استمرار فعالية النظام وكفاءته¹¹

تطوير الأنظمة الصناعية المتقدمة:

تطوير الأنظمة الصناعية يمر بعدة مراحل رئيسية تتمثل في:

1 - تحديد المتطلبات:

تتطلب هذه العملية تحديد احتياجات العمل، ويشمل ذلك تحليل العمليات الحالية وتحديد المجالات التي يمكن تحسينها. ويتم جمع المعلومات من خلال أدوات متعددة مثل:

- المقابلات مع العاملين وأصحاب المصلحة لفهم التحديات والفرص.
- الاستبيانات لجمع بيانات كمية ونوعية حول الأداء والاحتياجات.
- تحليل البيانات لدراسة الأداء واكتشاف نقاط الضعف والقوة.

2 - تصميم النظام:

بعد تحديد المتطلبات، يتم تصميم النظام. يتضمن ذلك إنشاء المخططات والتصاميم الهندسية التي توضح كيفية تكامل المكونات المختلفة. يجب أن يأخذ التصميم في الاعتبار المعايير الهندسية، متطلبات الأمان، والتوافق مع الأنظمة الحالية.

3 - الاختيار والتقييم:

بعد التنفيذ، يتم إجراء اختبارات شاملة للتأكد من أن النظام يعمل كما هو متوقع. وتشمل هذه الاختبارات: الأداء، والأمان، والموثوقية.

صيانة الأنظمة الصناعية المتقدمة:

تعتبر الصيانة جزءاً أساسياً من إدارة الأنظمة الصناعية لضمان استمرارية العمل وكفاءته. وتنقسم استراتيجيات الصيانة إلى عدة أنواع رئيسية، من أبرزها:

1 - الصيانة الوقائية:

تتضمن إجراءات الفحوصات الدورية والصيانة المخطط لها لتجنب الأعطال. تهدف هذه الإستراتيجيات إلى تقليل وقت التوقف والإصلاحات الطارئة.

2 - الصيانة التنبؤية:

تعتمد هذه الاستراتيجية على استخدام تقنيات تحليل البيانات لمراقبة الحالة الفعلية للنظام. ومن خلال تحليل البيانات، يمكن التنبؤ بموعد حدوث الأعطال، مما يسمح بإجراء الصيانة في الوقت المناسب.

3 - الصيانة التصحيحية:

تحدث هذه الاستراتيجية بعد وقوع الأعطال، وتتطلب استجابة سريعة لإصلاحها وتقليل تأثيرها على الإنتاج.



أهمية التطوير والصيانة:

- 1 - زيادة الكفاءة والإنتاجية يؤدي تطوير الأنظمة إلى تحسين العمليات وتقليل الوقت الضائع.
- 2 - تحسين الجودة يشمل ذلك تحسين جودة المنتجات وتقليل الفاقد.
- 3 - تقليل المخاطر من خلال الصيانة الفعالة يتم تقليل فرص حدوث الأعطال المفاجئة التي قد تؤثر على الإنتاج.

المشاكل أثناء تنفيذ الصيانة:

أثناء تنفيذ الصيانة المشاكل التي تمت مواجهتها هي:

- 1 - عدم وجود تدريب للزملاء على معرفة الصيانة لكتاب الأشخاص مما يؤدي إلى نقص الدعم الإداري.
- 2 - عدم فهم المشغل.
- 3 - نقص الموارد.
- 4 - الافتقار وإشراك شركاء الإنتاج.
- 5 - الافتقار إلى رؤية طويلة المدى.
- 6 - الافتقار إلى الزخم المستدام.

مستوى إدارة الأفراد هو مفتاح النجاح أو الفشل يجب أن يكونوا مدربين تربياً جيداً¹².

التحديات المستقبلية لأنظمة الصناعية المتقدمة:

- 1 - التكاليف المرتفعة: يتطلب تطوير الأنظمة المتقدمة استثمارات كبيرة، مما يشكل تحدياً للعديد من الشركات.
- 2 - التعقيد الفني: تحتاج الأنظمة الحديثة إلى مهارات فنية متقدمة، مما يستلزم تدريب الموظفين بشكل مستمر.
- 3 - تغيرات السوق: يجب أن تتكيف الأنظمة مع التغيرات السريعة في السوق ومتطلبات العملاء.
- 4 - إدارة البيانات: إن زيادة حجم البيانات الناتجة عن الأنظمة الصناعية المتقدمة يتطلب أدوات متقدمة لتحليل وإدارة البيانات، مما يفرض تحديات تتعلق بالتخزين ومعالجة البيانات الضخمة¹³.

فوائد الهندسة الصناعية في مجال البحث والتطوير العلمي:

تلعب الهندسة الصناعية دوراً حيوياً في مجال البحث والتطوير العلمي، ويتمثل ذلك في النقاط التالية:

1 - تحسين العمليات: يتمتع مهندسو الصناعة بالمهارة في تحديد نقاط الضعف وتنفيذ استراتيجيات لتبسيط العمليات. غالباً ما توجد في الأبحاث مهام ومسارات عمل متكررة يمكن تحسينها لتوفير الوقت والموارد. يمكن لمهندسي الصناعة تحليل عملية البحث وتحديد مجالات التحسين وتنفيذ متغيرات تعزز الإنتاجية والجودة. ومن خلال تطبيق خبراتهم في تحسين العمليات، يمكن لمهندسي الصناعة مساعدة الباحثين على العمل بكفاءة وفعالية أكبر.

2 - تخصيص الموارد: يُعد تخصيص الموارد بشكل فعال أمراً بالغ الأهمية في البحث، خاصة عندما يتعلق الأمر بالميزانية والوقت والأفراد. يتمتع مهندسو الصناعة بفهم قوي لإدارة وتوزيع الموارد، حيث يمكنهم تحليل الموارد المتاحة وتقييم استخدامها وتطوير استراتيجيات لتخصيصها بشكل فعال. هذه المهارة تُعد ذات قيمة خاصة في مشاريع البحث ذات التمويل المحدود أو المواجهة النهائية الضيقة. ويمكن لمهندسي الصناعة مساعدة الباحثين على اتخاذ قرارات مستنيرة بشأن تخصيص الموارد مع ضمان الاستخدام الأمثل لها لتحقيق أهداف البحث.

3 - إدارة المخاطر: تشكل إدارة المخاطر جانباً أساسياً من البحث، حيث توجد دائمًا عوامل عدم يقين وعقبات محتملة قد تؤثر على النتائج. يتم تدريب المهندسين الصناعيين على تقييم المخاطر ووضع استراتيجيات للتحفيض منها. ويمكنهم تحديد المخاطر المحتملة في عملية البحث وتقييم تأثيرها وتطوير خطط طوارئ لتقليل العواقب السلبية. ومن خلال تطبيق خبراتهم في إدارة المخاطر، يمكن لمهندسي الصناعة مساعدة الباحثين على توقع وتحفيض المخاطر المحتملة، مما يزيد من فرص نجاح نتائج البحث.

4 - الابتكار ودمج التقنية: يُعرف مهندسو الصناعة بقدرتهم على دمج التقنيات المبتكرة في الأنظمة والعمليات الحالية. وفي مجال البحث العلمي، حيث تلعب التكنولوجيا دوراً مهماً، تعتبر هذه المهارة ذات قيمة كبيرة. يمكن لمهندسي الصناعة تحديد التقنيات الناشئة التي تُعزز قدرات البحث، مثل أدوات تحليل البيانات، أو أنظمة التشغيل الآلي، أو محاكاة الواقع الافتراضي. ومن خلال دمج هذه

التقنيات المبتكرة في منهجيات البحث، يستطيع مهندسو الصناعة مساعدة الباحثين على البقاء في الطبيعة ضمن مجالاتهم وتحقيق اكتشافات رائدة¹⁴.

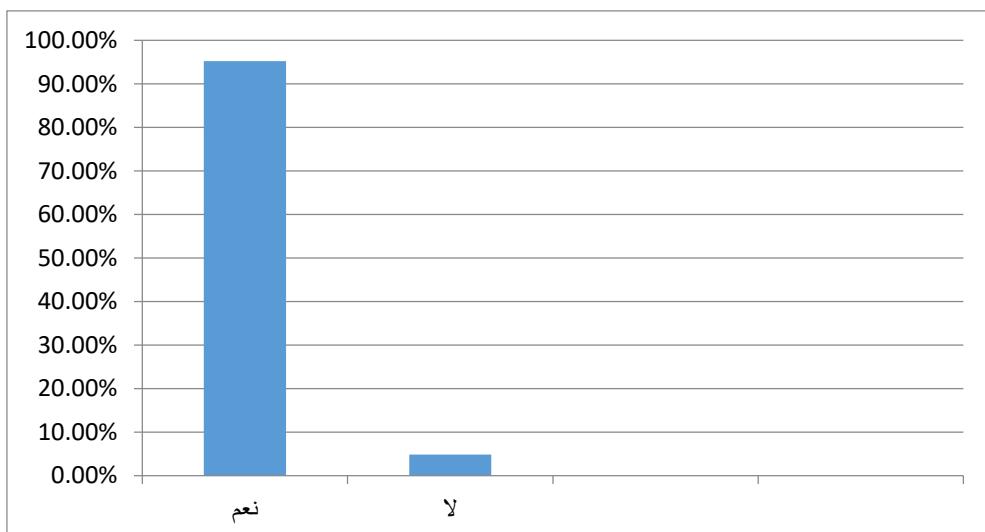
الدراسة الإستبيانية:

من خلال الدراسة الإستبيانية التي قمنا بها، تم الحصول على 42 ردًا من ذوي الخبرة والاختصاص في مجالات الهندسة الميكانيكية والكهربائية، وهو ما يمنح النتائج مصداقية وزوًناً علمياً يعكس خبرة المشاركين المباشرة في بيئة العمل الصناعي. وتعُد هذه الردود ذات أهمية خاصة نظرًا لأن أصحابها يمتلكون خبرات ميدانية تُسهم في تقييم مدى جدوى التكامل بين التخصصين وأثره على كفاءة وجودة الإنتاج، وكذلك على الصيانة والتكاليف والتعاون بين الأقسام.

بعد طرح الأسئلة على المستهدفين عن طريق الاستبيان الإلكتروني، توصلنا إلى الإجابات التالية كما هو موضح بيانيًا:

السؤال الأول:

هل تعتقد أن التكامل بين الهندسة الميكانيكية والهندسة الكهربائية يسهم في تحسين كفاءة الإنتاج؟ من خلال الشكل البياني (1)، كانت الإجابة بنسبة 95.2% نعم، و4.8% لا. ويعطي ذلك أساسًا قويًا لاعتبار التكامل الميكانيكي والكهربائي عنصراً استراتيجياً لتحسين الإنتاجية، وينبغي استثماره كدليل داعم لأي خطط تطوير أو دمج لفرق الفنية.

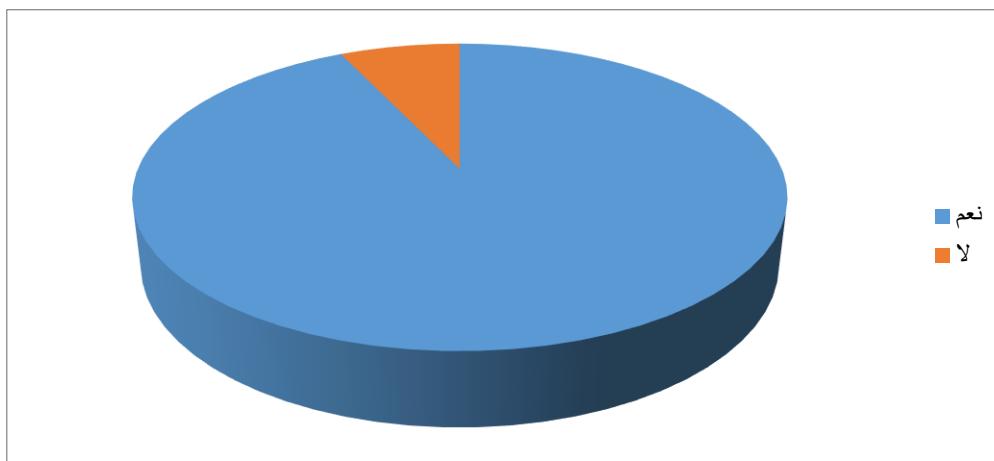


شكل (1) يوضح تأثير الترابط بين الهندسة الميكانيكية والكهربائية على تحسين كفاءة الإنتاج



السؤال الثاني:

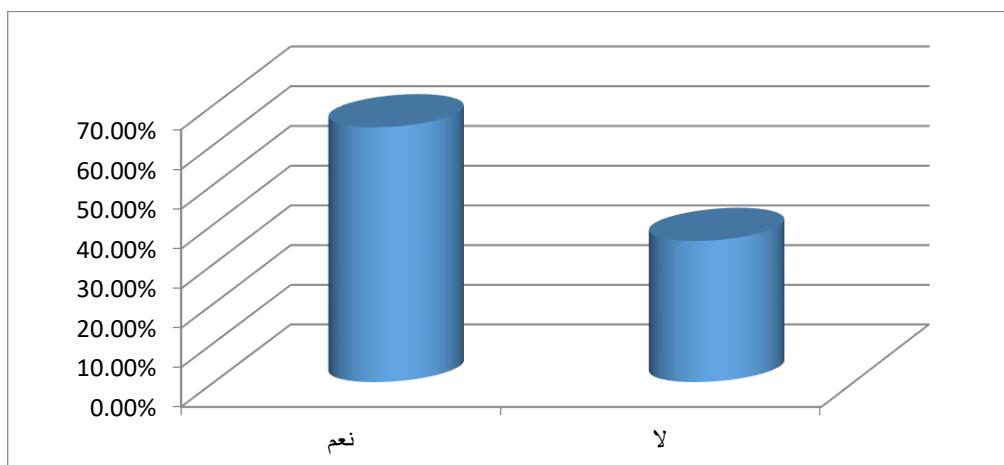
هل ترى أن التكامل بين الهندسة الميكانيكية والهندسة الكهربائية يساهم في تحسين جودة الإنتاج؟
من خلال الشكل البياني (2)، كانت الإجابات عن السؤال كالتالي: 92.9% نعم، و 7.1% لا.



شكل (2) يوضح تأثير الترابط بين الهندسة الميكانيكية والكهربائية على جودة الإنتاج

السؤال الثالث:

هل توافق على أن الصيانة الوقائية يمكن أن تتحسن بشكل كبير من خلال التكامل بين الهندسة الميكانيكية والكهربائية؟
أظهرت النتائج من خلال الشكل البياني (3) حيث كانت الإجابة بـ 64.3% نعم، و 35.7% لا. هذا يعكس وعيًا بأهمية التكامل الفني في تحسين كفاءة المعدات وتقليل الأعطال.

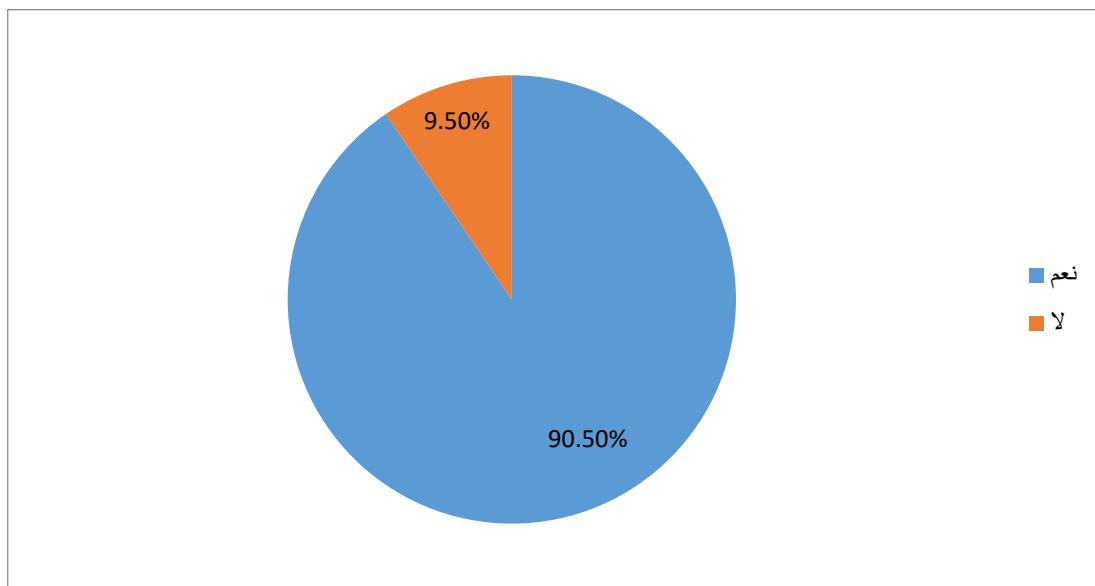


شكل (3) يوضح تأثير الترابط بين الهندسة الميكانيكية والكهربائية على الصيانة الوقائية

السؤال الرابع:

هل تعتقد أن التدريب المستمر للموظفين في مجالات الهندسة الميكانيكية والكهربائية ضروري لتحسين أداء الأنظمة الصناعية في شركتك؟

الإجابة عن هذا السؤال بنسبة 90.5% نعم، 9.5% لا كما موضح بيانيًا بالشكل (4). يشير ذلك إلى إدراك الموظفين أن التطوير المستمر للمهارات التقنية عنصر أساسي لحفظ على كفاءة الأنظمة.

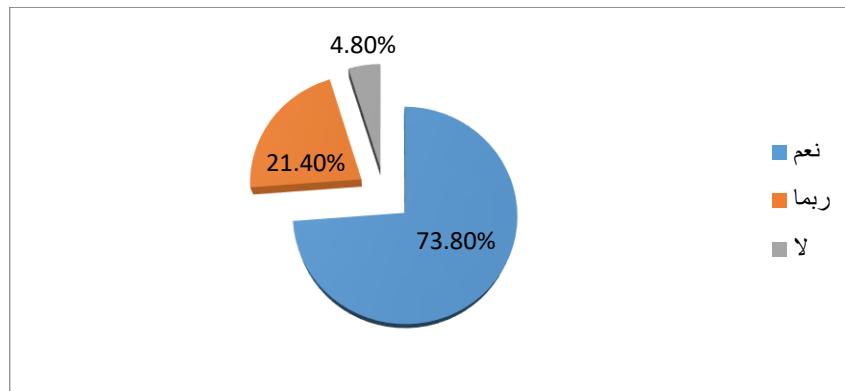


شكل (4) يوضح دور التدريب المستمر للموظفين في تحسين أداء الأنظمة الصناعية

السؤال الخامس:

هل تعتقد أن التكامل بين الهندسة الميكانيكية والكهربائية يؤدي إلى تقليل تكاليف الصيانة في شركتك؟

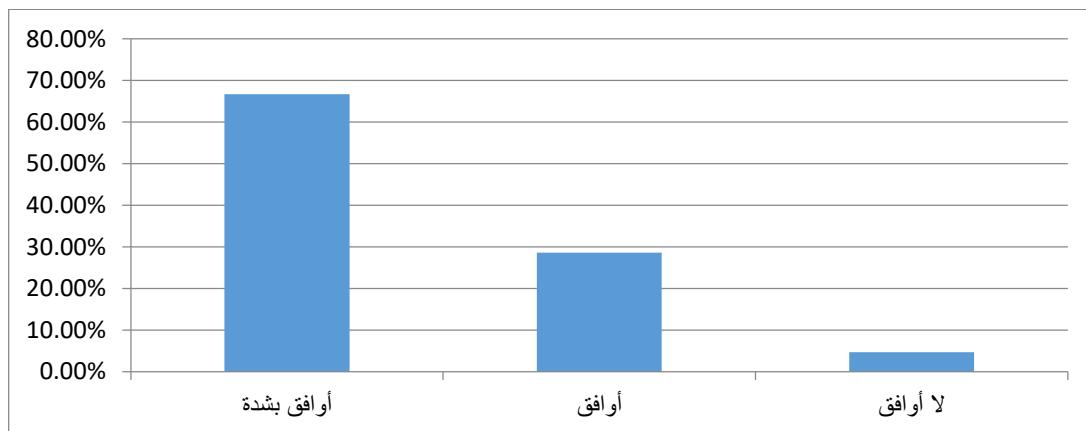
أختلفت الآراء حول هذا السؤال، حيث تمثلت نسبة 73.8% نعم، و 21.4% ربما، و 4.8% لا. نلاحظ أن معظم المشاركين يؤكدون الأثر الإيجابي للتكميل على خفض التكاليف، لكن هناك نسبة ترى أن التأثير غير مضمون. وتشير هذه النسبة الصغيرة غير المقتنة إلى الحاجة لعرض أمثلة عملية وبيانات توضح حجم التوفير المحقق.



شكل (5) يوضح دور الترابط بين الهندسة الميكانيكية والكهربائية في تقليل تكاليف الصيانة
السؤال السادس:

هل ترى أن التعاون بين الفرق الهندسية الميكانيكية والكهربائية في شركتك يساهم في تحسين تسلسل العمل وتقليل الأخطاء في التقييم؟

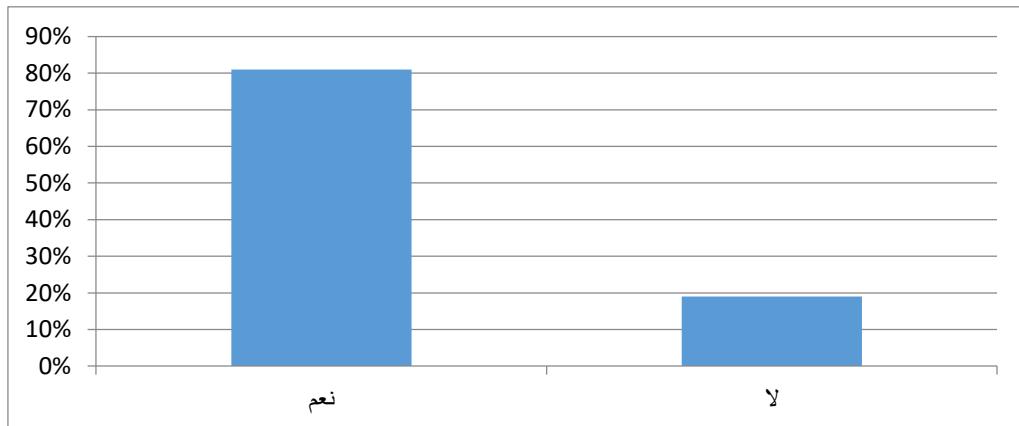
كانت النتائج حسب الشكل البياني (6) بنسبة 66.7% أافق بشدة، و28.6% أافق، و4.7% لا أافق. هذا يُبيّن أن أغلبية كبيرة ترى أن التعاون بين الفرق يُحسن العمليات، بينما أقلية صغيرة غير مقتنة. وبالتالي، يعكس ذلك أن التعاون بين الأقسام أمر ملموس الفائدة، غير أن هناك عقبات إدارية أو تواصلية بحاجة إلى معالجة.



شكل (6) يوضح تأثير الترابط بين الهندسة الميكانيكية والكهربائية على أداء العمل وتقليل الأخطاء
السؤال السابع:

هل تعتقد أن الاستثمار في التكنولوجيا الحديثة في مجالات الهندسة الميكانيكية والكهربائية يمكن أن يسهم في تعزيز التنافس في السوق؟

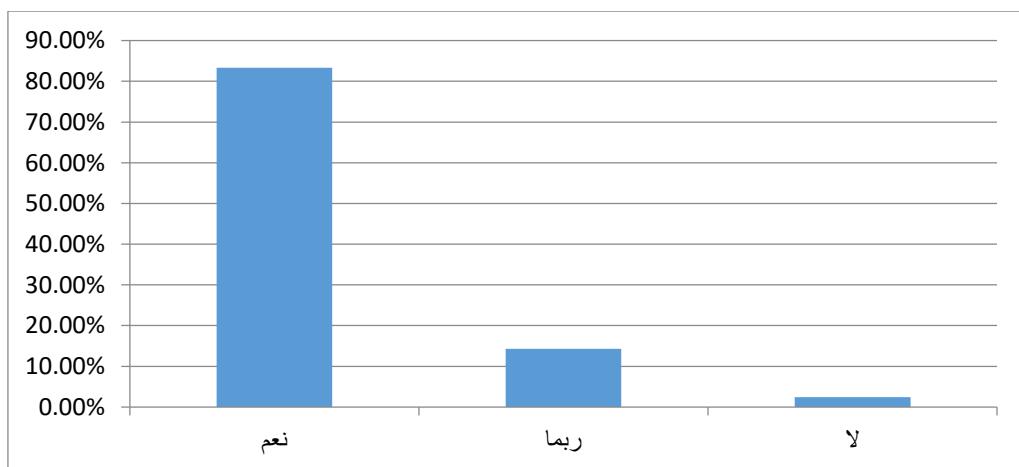
تشير النتائج في المخطط إلى ما يلي: 81% نعم، و19% لا. ويوضح ذلك وجود اتفاق واسع على أهمية الاستثمار التكنولوجي، مع وجود نسبة ترى أن الأثر يعتمد على عوامل أخرى مثل التسويق والتكلفة



شكل (7) يوضح تأثير الترابط بين الهندسة الميكانيكية والكهربائية في تعزيز التنافس في السوق
السؤال الثامن:

هل تعتقد أن هناك حاجة لتعزيز التعاون بين الأقسام المختلفة داخل شركتك لتحقيق أهداف مشتركة في تطوير وتحسين الأنظمة الصناعية؟

يوضح التمثيل البياني إجابات متفاوتة من قبل المستهدفين، حيث بلغت نسبة 83.3% نعم، و14.3% ربما، و2.4% لا. ومن خلال تلك النتائج نلاحظ ضرورة الوعي التنظيمي بأهمية التعاون الداخلي والعمل الجماعي لتحقيق أهداف التحسين المستمر.

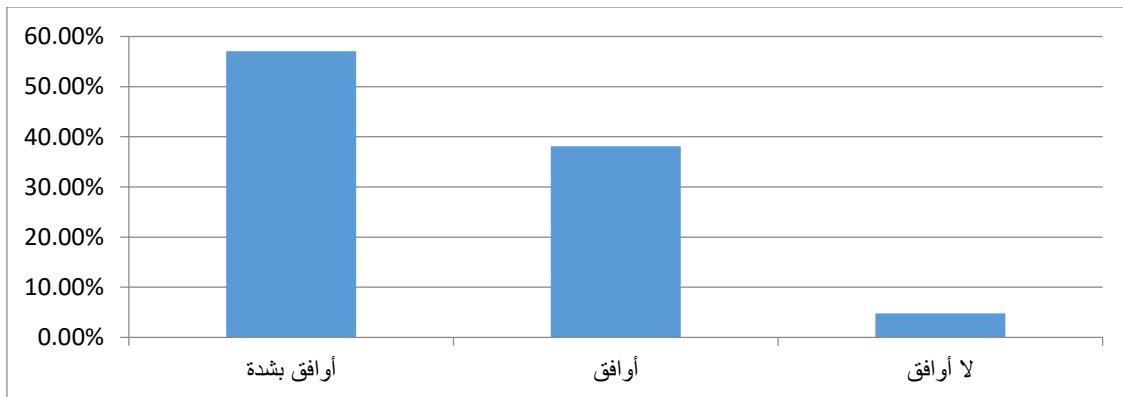


شكل (8) يوضح تأثير التعاون بين الأقسام في تطوير وتحسين الأنظمة الصناعية

السؤال التاسع:

هل ترى أن هناك فرص لتحسين تكامل الهندسة الميكانيكية والكهربائية في شركتك من خلال تبني
أساليب جديدة للتخطيط والتنسيق بين الأقسام؟

يتضح من خلال الشكل البياني تفاوت الإجابات بنسب مختلفة، حيث بلغت النتائج: 57.1% أافق
بشدة، و38.1% أافق، و4.8% لا أافق. وتنظر هذه النتائج أن الغالبية تومن بوجود فرص تطوير
إضافية، مما يعني أن هناك مساحات يمكن استثمارها لتحسين الأداء. كما يشير ذلك إلى أن بيئة
العمل ما زالت مرنة وقابلة للتطوير عبر ممارسات تنظيمية جديدة.



شكل (9) يوضح تأثير دور التخطيط والتنسيق بين الأقسام

الاستنتاجات:

أظهرت الدراسة أن التكامل بين الهندسة الميكانيكية والكهربائية يساهم بفاعلية في تحسين كفاءة الإنتاج
وجودته، وتقليل تكاليف الصيانة، ورفع أداء الأنظمة الصناعية.

كما أكدت النتائج أهمية التدريب المستمر للعاملين والإستثمار في التقنيات الحديثة، إضافة إلى
ضرورة تعزيز التعاون بين الأقسام الهندسية لتحقيق تطوير مستدام وكفاءة تشغيلية أعلى.

الوصيات:

- 1- تعزيز التكامل بين الهندسة الميكانيكية والكهربائية داخل المؤسسات الصناعية لتحقيق كفاءة
أعلى وجودة إنتاج أفضل.
- 2- الإستثمار في التقنيات الحديثة مثل الأتمتة والذكاء الإصطناعي وإنترنت الأشياء لتحسين الأداء
الصناعي والتنافسية.



3- توفير برامج تدريب مستمرة للعاملين لتطوير مهاراتهم ومواكبة التطورات التقنية في مجالات الصيانة والإدارة الهندسية.

4- تشجيع التعاون بين الأقسام الفنية من خلال فرق عمل مشتركة تضمن تنسيق الجهود وتقليل الأخطاء التشغيلية.

5- تبني إستراتيجيات صيانة وقائية وتبؤية لحفظ جاهزية الأنظمة وتقليل الأعطال والتكليف التشغيلية.

الاستنتاجات:

أظهرت الدراسة أن التكامل بين الهندسة الميكانيكية والهندسة الكهربائية يساهم بفاعلية في تحسين كفاءة الإنتاج وجودته، وتقليل تكاليف الصيانة، ورفع أداء الأنظمة الصناعية. كما أكدت النتائج أهمية التدريب المستمر للعاملين والاستثمار في التقنيات الحديثة، إضافة إلى ضرورة تعزيز التعاون بين الأقسام الهندسية لتحقيق تطوير مستدام وكفاءة تشغيلية أعلى.

الوصيات:

1. تعزيز التكامل بين الهندسة الميكانيكية والكهربائية داخل المؤسسات الصناعية لتحقيق كفاءة أعلى وجودة إنتاج أفضل.

2. الاستثمار في التقنيات الحديثة مثل الأتمتة، والذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء لتحسين الأداء الصناعي وزيادة القدرة التافسية.

3. توفير برامج تدريب مستمرة للعاملين لتطوير مهاراتهم ومواكبة التطورات التقنية في مجالات الصيانة والإدارة الهندسية.

4. تشجيع التعاون بين الأقسام الفنية من خلال فرق عمل مشتركة تضمن تنسيق الجهود وتقليل الأخطاء التشغيلية.

5. تبني إستراتيجيات صيانة وقائية وتبؤية لحفظ جاهزية الأنظمة وتقليل الأعطال والتكليف التشغيلية.



المصادر والمراجع:

1. Shiglys Mechanical Engineering Design /Richard G.Budynas, J.Keeith Nisbett /McGraw. Hill Education,1956.
2. Fundamentals of Mechanical Engineering /J.Benvenuti/Spring/2016.
3. Introduction to Mechanical / Michael J. Clifford / Pearson / 2019.
4. Fundamentals of Electric Circcts/ Charles K. Alexander, Matthew N.o Sadiku / McGraw-Hill Education/ 2006.
5. مقدمة في الهندسة الكهربائية /John Wiley & Sons / Leonard S.Bobrow/. 2007 .
6. إدارة الهندسة "مواجهة التحديات العالمية" /C.M.chang/ سحقهيلث / 2001 .
7. إدارة الهندسة " التحديات في الألفية الجديدة" / C.M.chang/ 2018 / Company .
8. إدارة الهندسة الكهربائية والممارسة / Neil .2020 /
9. Advanced Manufacturing Technology: A Guid to Industrial Technology/Michael P.Groover/Prentice Hall/1996.
10. Advanced Manufacturing Technology: Principles, Applications, and Systems/ Yoshio Kubo and Norio Taniguchi/Springer/2018
11. Software Engineering: A Practitioner's Approach/ Ralf Kabil/ McGraw-Hill Education/2015.
12. Industrial Maintenance and Mechanical Repair/ H.L. LEWIS/ Industrial Press/ 2015.
13. Manufacturing Technologies: “Challenges and Opportunities/ John A. Sokolowski & Catherine M. Banks/ Springer/ 2021.
14. الهندسة الصناعية وبحوث العمليات: التقدم والتطبيقات / جي. دبليو. إم. بيرتراند & إم. إل. بي. فان هيرتوم/ وايلي/ 2018 .