https://doi.org/10.31272/jae.i150.1465
https://admics.uomustansiriyah.edu.iq
P-ISSN: 1813–6729 E-ISSN: 2707-1359

دور انشطة التصنيع الذكي في تعزيز الاستدامة : دراسة استطلاعية لعينة من العاملين في شركة بغداد للمشروبات الغازية

علي احمد داود سلمان
قسم إدارة الأعمال، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة المستنصرية، بغداد، العراق
Email: ali.ahmad@uomustansiriyah.edu.iq, ORCID: https://orcid.org/0009-0005-7295-9282
زهرة عبد محمد وناس الشمري
قسم إدارة الأعمال، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة المستنصرية، بغداد، العراق
Email: zahra_abd@uomustansiriyah.edu.iq, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8384-0336

المستخلص

يهدف البحث إلى توظيف تقنيات التصنيع الذكي (أجهزة استشعار، إنترنت الأشياء، الذكاء الاصطناعي، وغيرها) في انشطة التصنيع (التخطيط، التصميم، الجدولة، المراقبة، التحكم، والجودة) لكي تكون انشطة تصنيع ذكية، وتكمن اهمية البحث في تقديم تصور شامل عن انشطة التصنيع الذكي، وبيان التقنيات المستخدمة في كل نشاط من انشطة التصنيع الذكي. ولتحقيق هدف البحث تم تصميم استبانة تضمنت (51) فقرة باعتبارها أداة تستخدم لجمع البيانات لتحليلها والتعرف على دور انشطة التصنيع الذكي في تعزيز الاستدامة. واعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي بوصفه منهجاً يساعد في التحليل الشامل للمشكلة المبحوثه. وقد تم اختيار شركة بغداد للمشروبات الغازية لإجراء الجانب التطبيقي للبحث، وبلغ حجم العينة (171) موظف من المسؤولين في الادارات العليا، مدراء المصانع، مهندسين، فنيين، ومشغلي المكائن. وتوصل البحث الى مجموعة من الاستنتاجات اهمها هنالك ضعف لدى ادارة الشركة بمفهوم التصنيع الذكي ونشاطاته والتقنيات المطبقة في نشاطاته. لذا يوصي البحث بضرورة تبني ادارة الشركة للمفاهيم الحديثة لأنشطة التصنيع المدعومة بتقنيات الثورة الصناعية 4.0.

معلومات البحث

تواريخ البحث:
التقديم: 07 / 09 / 2025
المراجعة: 03 / 11 / 2025
قبول النشر: 09 / 11 / 2025
نشر الكتروني: 01 / 12 / 2025
تسلسل الصفحات: 114 - 131

الكلمات المفتاحية:
التصنيع الذكي، تقنيات التصنيع الذكي، انشطة التصنيع الذكي، الاستدامة ،شركة بغداد للمشروبات الغازية.

المراسلة:
أسم الباحث: علي احمد داود سلمان

Email:
ali.ahmad@uomustansiriyah.edu.iq

1. المقدمة

مرت نظم التصنيع بمراحل تطور متعددة بدأً من التصنيع اليدوي والتقليدي والواسع ومن ثم المرن والرشيق والاخضر والمستدام وصولاً للتصنيع الذكي والذي يعد من المداخل الحديثة في مجال إدارة الانتاج والعمليات، وتكمن أهمية البحث في دور التصنيع الذكي في تعزيز مكاسب كبيرة لمجمل قطاع الصناعة في كفاءة عمليات الانتاج، كما حضي التصنيع الذكي باهتمام كبير من قبل كبرى الشركات الصناعية العالمية. ولكي تكون انشطة التصنيع ذكية والتي تعد الركيزة الاساسية التي يقوم عليها التصنيع الذكي، يجب توظيف التقنيات الذكية (أجهزة استشعار، إنترنت الأشياء، الذكاء الاصطناعي، تحليل البيانات الضخمة، الحوسبة السحابية، وغيرها) في انشطة التصنيع (التخطيط، التصميم، الجدولة، المراقبة، التحكم، والجودة). تضمن البحث منهجية البحث والتي تضمنت مشكلة البحث، أهمية البحث، واهداف البحث، كما تضمن البحث الجانب النظري والذي ركز على المرتكزات المعرفية للتصنيع الذكي والاستدامة. كما تضمن البحث الجانب العملي والذي ركز على التحليل والوصف الاحصائي للبيانات وعلى اختبار علاقة الارتباط والتأثير، فضلاً عن تقديم الاستنتاجات والتوصيات.

2. مشكلة البحث

تنبع المشكلة الرئيسة من التحديات الكبيرة والمستمرة التي تواجها الشركات الصناعية بسبب التحولات المعرفية والتقنية المتسارعة في عالمنا المعاصر، وإحدى تلك الشركات هي شركة بغداد للمشروبات الغازية، فعلى الرغم من وجود بعض المكائن والمعدات الحديثة إلا أنه مازال هنالك ضعف في ادخال التكنولوجيا المتقدمة في أنشطة التصنيع وما لهذه التكنولوجيا المتقدمة من دور كبير ومهم في تعزيز أبعاد الاستدامة والمتمثلة بالبعد البيئي، الاقتصادي، والاجتماعي. ومن هذا المنطلق يمكن صياغة تساؤلات البحث على النحو الآتي:-

1- ما مستوى ادراك إدارة شركة بغداد للمشروبات الغازية بالمفاهيم الاساسية للتصنيع الذكي.
2- ما مستوى علاقات الارتباط بين التصنيع الذكي بأبعاده في تعزيز الاستدامة
3- ما مستوى علاقات التاثير للتصنيع الذكي بابعاده في تعزيز الاستدامة

The work of this research is licensed under CC BY

3. اهمية البحث

تنبع اهمية البحث من أن موضوع التصنيع الذكي والاستدامة من الموضوعات التي حظيت باهتمام كبير وواسع من قبل الدول المتقدمة. وتكمن اهمية البحث الحالي في الاتي:-

1.3. الأهمية النظرية

1- يسهم البحث الحالي في إثراء الجانب المعرفي والأدبي حول مفهومي التصنيع الذكي والاستدامة، والعلاقة التكاملية بينهما في بيئة الصناعة المعاصرة.
2- يقدم البحث تصوراً علمياً شاملاً لأنشطة التصنيع الذكي (التخطيط، التصميم، الجدولة، المراقبة، التحكم، الجودة) بوصفها الركائز الأساسية التي يقوم عليها نظام التصنيع الذكي.
3- يوضح التقنيات الحديثة المستخدمة في أنشطة التصنيع الذكي مثل الذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، وتحليل البيانات الضخمة

2.3. الأهمية التطبيقية

1- يسهم البحث في توجيه أنظار إدارات الشركات الصناعية العراقية إلى ما أحدثته الثورة الصناعية الرابعة من تطورات جوهرية في أنظمة التصنيع.
2- يساعد في رفع وعي إدارات الشركات والعاملين بأهمية التحول نحو أنظمة التصنيع الذكي باعتباره العمود الفقري للصناعة 4.0 ومصدراً رئيساً لتحقيق الكفاءة والفاعلية التشغيلية.
3- يوافر البحث استنتاجات وتوصيات يمكن أن تسهم في تطوير ممارسات التصنيع الذكي وتعزيز أبعاد الاستدامة داخل شركة بغداد للمشروبات الغازية.

4. هدف البحث

1- يهدف البحث لمعرفة دور انشطة التصنيع الذكي في تعزيز أبعاد الاستدامة (البيئية، الاقتصادية، والاجتماعية) في شركة بغداد للمشروبات الغازية، من خلال دراسة مستوى الوعي والتطبيق والارتباط بين أنشطة التصنيع الذكي وممارسات الاستدامة في الشركة.
2- تشخيص مستوى إدراك إدارة شركة بغداد للمشروبات الغازية بالمفاهيم الأساسية للتصنيع الذكي بوصفه مدخلاً حديثا في إدارة الإنتاج والعمليات.
3- قياس مستوى تطبيق أبعاد الاستدامة (البيئية، الاقتصادية، والاجتماعية) في الشركة.
4- تحليل مستوى إسهام أنشطة التصنيع الذكي في تعزيز أبعاد الاستدامة داخل الشركة من خلال دراسة علاقات الارتباط والتأثير بين متغيرات البحث.

5. الجانب النظري

1.1.5. مفهوم التصنيع الذكي Smart Manufacturing Concept

تعود جذور التصنيع في العصر الحديث إلى نصف القرن العشرين، فقد أدى التقدم في تكنولوجيا الحاسوب وأتمته المكائن الى ان يكون تشغيل المعدات والمكائن إلى حد كبير بواسطة برامج الحاسوب بدلاً من المشغلين البشريين. كما يتم نقل المواد والمكونات بواسطة أنظمة مناولة المواد الآلية وتخزينها في أنظمة التخزين والاسترجاع الآلية اعتماداً على نطاق ودرجة أتمتة أرضية المصنع وتكامل مجالات الإنتاج الوظيفية المختلفة. وقد تم استخدام مصطلحات مختلفة لوصف التصنيع الآلي. منذ عقد الثمانينيات، بدءاً استخدام مصطلح خلايا التصنيع المرنة وأنظمة التصنيع المرنة إلى التصنيع المتكامل بالحاسوب والتصنيع الذكي (SM) [1]. ويعد التصنيع الذكي (SM) مفهوم واسع جداً حيث يشمل إنترنت الأشياء، وشبكات الاستشعار اللاسلكية، والبيانات الضخمة، والحوسبة السحابية فضلاً عن ذلك، يتم تضمين التدابير أو المنهجيات المحسنة التي يمكن استخدامها لتعديل عملية الإنتاج أو زيادة الكفاءة أو تقليل الانبعاثات. والهدف من التصنيع الذكي هو تعظيم أرباح المصانع، وإلغاء خطر الحوادث وتحقيق انبعاثات صفرية في عملية الإنتاج [2]. كما يشير التصنيع الذكي إلى مجموعة من الأنشطة التي تعتمد على استخدام وتنسيق المعلومات والأتمتة والحوسبة والبرمجيات والاستشعار والشبكات، والاستفادة من المواد المتطورة والقدرات الناشئة التي توفرها العلوم الفيزيائية والبيولوجية [3]. ويمكن تعريفة على انه دمج التكنولوجيا الرقمية بما في ذلك إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات الضخمة في عمليات التصنيع [4] .

2.1.5. أهمية التصنيع الذكي The Importance of Smart Manufacturing

تكمن اهمية التصنيع الذكي بالاتي[5] :-

1- تحليل واستخدام البيانات المتقدمة لاستكمال متطلبات العلوم الفيزيائية لتحسين أداء النظام واتخاذ القرارات.
2- التوسع في استخدام أجهزة الاستشعار وإنترنت الأشياء الذكية.
3- تقليل وقت التوقفات عن العمل، تحسين الإنتاجية، واكتساب رؤية أفضل.
4- تحقيق الاستخدام الأمثل للموارد والطاقة والافراد من اجل انتاج منتجات عالية الجودة والتسليم في الوقت المحدد.

3.1.5. اهداف التصنيع الذكي Smart Manufacturing Goals

إن الاهداف الاساسية لنظام التصنيع الذكي هي[6]:-

1- **العمليات الرشيقة المستقلة:** تعد العمليات الرشيقة المستقلة من الاهداف الرئيسة لنظام التصنيع الذكي وذلك لأجل رشاقة العمليات وزيادة الكفاءة واستقلالية نظام التصنيع الذكي، ومن الضروري تطوير نظام تقييم لمراقبة التغيرات في المعالجات الناتجة عن هذه الاستقلالية.

2- **استدامة القيمة المضافة:** يهدف نظام التصنيع الذكي إلى تحقيق الاستدامة من خلال تحسين عمليات تصميم المنتجات، وعمليات التصنيع، وسلاسل التجهيز.
3- **التعاون بين المنظمات:** يهدف نظام التصنيع الذكي الى التعاون بين المنظمات في بيئات العمل المستقلة وفي الوقت المحدد وتحقيق شراكة ناجحة تعتمد على العمليات الرشيقة المستقلة والقيمة المضافة المستدامة ومشاركة المعرفة والمعلومات لتحقيق تقدم مشترك لمختلف أصحاب المصالح في عمليات نظام التصنيع الذكي.
4- **الصيانة التنبؤية:** تجمع مستشعرات إنترنت الأشياء بيانات في الوقت المحدد عن حالة المعدات والمكائن، وتحديد المشكلات قبل أن تتسبب في فشل نظام الانتاج[7].
5- **تحسين كفاءة التشغيل:** يعتمد نظام التصنيع الذكي على أتمتة العديد من المهام والعمليات اليدوية، مما يزيد من الكفاءة التشغيلية. حيث تراقب الأنظمة التي تدعمها إنترنت الأشياء خطوط الإنتاج بشكل مستمر وتعمل على تحسين سير العمل من خلال ضبط العمليات استناداً إلى البيانات في الوقت المحدد. وهذا يقلل من الاختناقات ويحسن الانتاجية.

4.1.5. تقنيات التصنيع الذكي Technologies Smart Manufacturing

توجد العديد من تقنيات الصناعة 4.0 تطبق في التصنيع وهي: -

1- أجهزة استشعار Sensors: أجهزة الاستشعار الذكية هي أجهزة تولد البيانات المنقولة إلى أجهزة الحاسوب الطرفية وإلى السحابة لمراقبة العمليات المختلفة. وعادة ما تكون سهلة التركيب. وهنالك أنواع متعددة من أجهزة الاستشعار منها (أجهزة استشعار درجة الحرارة، أجهزة استشعار الضغط، أجهزة استشعار الحركة، أجهزة استشعار المستوى، أجهزة استشعار الصور وغيرها). يتم من خلال أجهزة الاستشعار الذكية جمع البيانات وتحليلها تلقائياً لتحسين العمليات، والحفاظ على سلامة العاملين، والحد من الاختناقات والعيوب في الإنتاج [8].

2- إنترنت الأشياء Internet of Things(IoT): يعرف بانه مجموعة من الأجهزة المادية التي تتواصل وتتشارك البيانات مع بعضها البعض عبر الإنترنت لبعض الأغراض أو المهام. إن أجهزة إنترنت الأشياء هي ذكية ولديها إمكانية الوصول إلى الإنترنت، وتتفاعل مع بعضها البعض عبر الإنترنت وتسمح للمستخدم بإدارة الشبكة حسب احتياجاته[9] .

3- الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence (AI): لقد أحدثت الثورة الصناعية الرابعة ثورة كبيرة في عمليات التصنيع، حيث تم رفع الإنتاج الآلي إلى مستوى جديد (ذكي). فبدلاً من مجرد تنفيذ أوامر مصممه مسبقاً في الأتمتة، فإن خوارزميات الذكاء الاصطناعي التي تتمتع بالقدرة على تقليد بعض الأفكار البشرية جعلت بعض مراحل عملية الإنتاج أكثر ذكاءً، والترابط جنباً إلى جنب بين أنظمة الانتاج السيبرانية (CPS) وقوة الحوسبة السحابية، فإنها تمكن الشركات المصنعة من تحسين الإنتاجية وتحسين جودة المنتج بشكل كبير، والحفاظ على أنظمة إنتاج فعالة، وتحسين سير عمل الإنتاج. ونتيجةً لذلك يتم تعزيز كفاءة الإنتاج وجعل التصنيع أكثر إنتاجية [10].

4- تحليل البيانات الضخمة Big Data Analytics (BDA): تعد تحليلات البيانات الضخمة من التقنيات الاساسية للتصنيع الذكي القائم على البيانات [11]. وعرفت على أنها نهج شامل لإدارة ومعالجة وتحليل الأبعاد الخمسة المتعلقة بالبيانات (الحجم والتنوع والسرعة والصدق والقيمة) لإنشاء أفكار قابلة للتنفيذ لتقديم قيمة مستدامة وقياس الأداء وإرساء المزايا التنافسية. كما ان تحليلات البيانات الضخمة من شأنها أن تحقق التميز التنظيمي وزيادة الإنتاجية من خلال اعتماد فحوصات وتفسيرات البيانات للكشف عن السمات الخفية والارتباطات والرؤى المفيدة [12].

5- الأنظمة السيبرانية الفيزيائي Cyber-Physical Systems (CPS): انطلقت الثورة الصناعية الرابعة من تطور تكنولوجيا المعلومات والاتصالات. وأساسها التكنولوجي هو الأتمتة الذكية للأنظمة السيبرانية الفيزيائية مع التحكم اللامركزي والاتصال المتقدم (وظائف إنترنت الأشياء). وساعدت التكنولوجيا الجديدة لأنظمة التصنيع في الانتقال من أنظمة الأتمتة الهرمية الكلاسيكية إلى نظام إنتاج سيبراني فيزيائي منظم ذاتياً يتمتع بالمرونة من حيث المنتجات وحجم الانتاج وهي أنظمة مستقلة يمكنها اتخاذ قراراتها الخاصة بناءً على خوارزميات التعلم الآلي والتقاط البيانات في الوقت المحدد ونتائج التحليلات والسلوكيات السابقة الناجحة المسجلة [13].

6- المنصات الرقمية Digital Platforms (DP): ان التحديات في دمج إنترنت الأشياء الصناعية وتحليلات البيانات الضخمة ادت الى جعل الصناعات تتجه إلى المنصات الرقمية من خلال نشر إنترنت الأشياء الصناعي المتقدم وتحليلات البيانات الضخمة تربط المنصات الرقمية بين الجهات الفاعلة والمكائن في مجال التصنيع. ويتم جمع البيانات وإتاحتها لكل مستخدم في الوقت المحدد [سبق تم ذكره].

7- الحوسبة السحابية Cloud Computing (CC): تعد الحوسبة السحابية استجابة للحاجات واسعة النطاق للتعامل مع انفجار البيانات. تعتمد الحوسبة السحابية على الإنترنت حيث يتم الوصول إلى الموارد المشتركة (مثل مرافق التخزين والحوسبة والبرامج والبيانات والتطبيقات وغيرها) واستخدامها عند الطلب بطريقة الدفع حسب الاستخدام. وفي الحوسبة السحابية يحصل المستخدمون على خدمات عالية الجودة وبتكلفة منخفضة نظراً للفوائد المحتملة للعملية والمجتمع والاقتصاد[14] .

8- الروبوتات الصناعية Industrial Robot (IR): تعرف المنظمة الدولية للتقييس (ISO) الروبوتات الصناعية في المواصفة الدولية (ISO 8373:2021) أنها معالج متعدد الأغراض يتم التحكم فيه تلقائياً قابل للبرمجة في ثلاث محاور او اكثر كما انه قابل لإعادة البرمجة، ويمكن للروبوتات الصناعية تثبيتها في مكانها أو تحريكها [سبق ذكره]. في الصناعة 4.0 يمكن تحقيق التصنيع الذكي بمساعدة الروبوتات الذكية وأنواع أخرى مختلفة من الأشياء الذكية القادرة على الاستشعار في الوقت المحدد والتفاعل مع بعضها البعض [15].

9- التوأم الرقمي Digital Twin (DT): التوأم الرقمي هو تمثيل افتراضي لنظام أو عملية مادية تسمح بالمراقبة والتحليل والتحسين في الوقت المحدد. في سياق التصنيع الذكي، يمكن استخدام التوأم الرقمي لمحاكاة وتحسين عملية الإنتاج، والتنبؤ

بفشل المعدات ومنعه، وتحسين كفاءة وجودة إنتاج الأجزاء. يمكن أن يقدم التوأم الرقمي تمثيلاً مفصلاً ودقيقاً للمنتج أو النظام المادي، بما في ذلك سلوكه وأدائه وتفاعلاته مع البيئة. يستخدم التوأم الرقمي التعلم الآلي وتحليلات البيانات والمحاكاة من أجل محاكاة وتحليل ظروف العمل المختلفة والعوامل الأخرى التي تؤثر على نظام العمل [16].

10- الواقع المعزز(Augmented Reality- AR) والواقع الافتراضي (Virtual Reality -VR): تتمثل الصناعة 4.0 في بناء أنظمة إنتاج سيبرانية فيزيائية (CPPS) تربط بين العالم المادي والعالم الرقمي بسلاسة لجعل التصنيع أكثر ذكاءً، و زيادة القدرة على التكيف والاستقلالية والمرونة. وعلى الرغم من هذا التركيز على التكنولوجيا، لا يزال البشر يلعبون دوراً مهماً في عمليات التصنيع ويأتي الواقع المعزز (AR) ليجعل كميات كبيرة من البيانات التي تم إنشاؤها بواسطة أنظمة الإنتاج السيبرانية الفيزيائية متاحة في الوقت المحدد للبشر. ان الواقع المعزز يشكل عنصرا أساسيا لتمكين هذا النهج التصنيعي الذي يركز على الإنسان في الصناعة 4.0 من خلال دعم البشر في بيئة تصنيع ذكية. ويصنف الاتحاد الأوروبي الواقع المعزز (AR) على انه احد التقنيات الرئيسة التي ستقود الى تطوير المصانع الذكية. وذلك لتسهيل التعاون والتفاعل بين البشر وأنظمة الإنتاج القائمة على البيانات الرقمية (VR) [17]. ويعد الواقع المعزز (AR) تقنية تفرض محتوى رقمياً على البيئة الحقيقية. وان الواقع الافتراضي (VR) مماثل للواقع المعزز، ولكن بدلاً من أن يكون حقيقياً كما هو الحال مع الواقع المعزز، فإنه يُظهر عملية افتراضية تماماً تتكرر في عملية حقيقية [18].

5.1.5. انشطة التصنيع الذكي Smart manufacturing activities

يعد التصنيع الذكي جزءً من الثورة الصناعية 4.0 الذي يهدف إلى تحويل الطريقة التي تتم بها العمليات الصناعية من خلال دمج التقنيات الحديثة مثل الذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، والروبوتات، وتحليل البيانات الضخمة وغيرها من التقنيات عبر الانشطة والتي تعد محور التصنيع الذكي والمتمثلة بالاتي: -

1- **التخطيط الذكي Smart Planning:** يعد التخطيط ضروري لاتخاذ القرار بين التصميم والتصنيع والذي يحدد العمليات وأدوات المكائن المطلوبة وتسلسل الأنشطة وظروف التصنيع لتحويل الأجزاء المصممة من المواد الخام إلى المكون المادي الفعلي بطريقة فعالة واقتصادية. كما إن جودة المنتج وكفاءة عملية التصنيع وتكلفة الإنتاج النهائية تتأثر بشكل كبير بخطط العمليات. تقليدياً كان تخطيط العمليات يعتمد على خبرة العامل، مما يؤدي إلى كفاءة محدودة في اتخاذ القرار وعدم وجود خطط عملية مثالية بسبب نقص الأتمتة والذكاء. تم استخدام أجهزة الحاسوب في التصميم وتخطيط العمليات والتصنيع منذ الستينيات لتسهيل الأنشطة وزيادة السرعة والدقة في أداء وظائف التصنيع المعقدة وبالتالي يتم تحويل مفاهيم التصميم وتخطيط العمليات والتصنيع إلى التصميم بمساعدة الحاسوب (CAD) وتخطيط العمليات بمساعدة الحاسوب (CAPP) والتصنيع بمساعدة الحاسوب(CAM) .

كما ان تخطيط العمليات بمساعدة الحاسوب (CAPP) تعني استخدام أجهزة الحاسوب لمساعدة مخططي العمليات على تحديد طرائق وتسلسل عملية تصنيع الأجزاء بشكل منهجي. ونظراً لتناقص عدد مخططي العمليات ذوي الخبرة فإن تطوير أنظمة تخطيط العمليات بمساعدة الحاسوب (CAPP) وزيادة أتمتتها جذب اهتماماً كبيراً من قبل العديد من المنظمات [19] . فقد ادت الصناعة 4.0 الى تغيير العديد من المهن فاصبح العاملون ملزمون بتعلم مهام جديدة كل يوم، ومن بين هذه المهن مخطط العمليات الذي اكتسب بعداً آخر مع ظهور الصناعة 4.0 ومع تنفيذ مفهوم الصناعة 4.0 يتم أتمتة معظم بيئة العمل باستخدام الأنظمة السيبرانية الفيزيائية وإنترنت الأشياء مع معالجة البيانات عبر الإنترنت باستخدام الحوسبة [20]. مما يؤدي الى تقليل عدم اليقين في التوقعات باستخدام بيانات نظام الطلب والإنتاج في الوقت المحدد، وتوافر إعادة تخطيط ديناميكية، بمعنى أنه يُمكّن من التحديث المتكرر والقدرة على إعادة التخطيط عند وجود تطورات جديدة في نظام الإنتاج، ورصد تأثير مجموعة واسعة من العوامل بما في ذلك عوامل القياس عن بُعد خاصةً في صناعات العمليات وشبه العمليات، ورصد خبرة المشغلين أو مخططي الإنتاج بمرور الوقت، والتنبؤ بقيم معلمات النظام على المدى القصير، والتمكين زيادة المرونة [21]. كما يسهم إنترنت الأشياء (IoT) في تقديم كميات هائلة من البيانات. ونظراً لضخامة هذه البيانات وتعقيدها، يصبح من الصعب تحديد الإجراءات الأكثر دقة وكفاءة. ولتحقيق أفضل تحليل ممكن لهذه البيانات، يتم استخدم تقنيات متقدمة مثل الذكاء الاصطناعي (AI)، مما يساعد في الوصول إلى قرارات مثلى ومدروسة [22].

2- **التصميم الذكي Smart Design:** في عصر البيانات الضخمة تحوّل تصميم المنتج من التصميم القائم على الإلهام والخبرة إلى التصميم القائم على البيانات والتحليل، فمن خلال تحليل البيانات الضخمة حول سلوكيات المستخدمين واتجاهات السوق، يمكن للمصممين تحديد متطلبات الزبائن بدقة، وترجمة أصواتهم إلى ميزات المنتج ومتطلبات الجودة. ونتيجة لتحليل البيانات الضخمة، يتم تسريع تصميم المنتج وتحسينه بشكل كبير[سبق تم ذكرة]. نتيجة للتطور السريع في التقنيات الحديثة مثل الواقع الافتراضي (VR) والواقع المعزز (AR) شهد تصميم المنتجات تحولاً كبيراً من التصميم التقليدي إلى التصميم الذكي. فقد تم إدخال النمذجة الأولية الهجينة باستخدام تقنيات الواقع الافتراضي في عمليات التصنيع الإضافي، مما أتاح إمكانيات جديدة في التصميم. فضلاً عن ذلك، أصبحت برامج التصميم مثل التصميم بمساعدة الحاسوب (CAD) والتصنيع بمساعدة الحاسوب (CAM) قادرة على التفاعل مع الأنظمة المادية الذكية للنماذج الأولية في الوقت المحدد عبر الطباعة ثلاثية الأبعاد المتكاملة مع الأنظمة السيبرانية الفيزيائية (CPS) والواقع المعزز(AR)، ومن خلال هذا التكامل يمكن الجمع بين التعديلات الهندسية والإدراكات المادية، مما يؤدي إلى إنشاء نموذج تصميم ذكي قادر على التكيف مع المتطلبات المتغيرة بدقة وكفاءة [سبق تم ذكرة]. كما يسهم الذكاء الاصطناعي في تسهيل عمل المصممين من خلال قدرته على جمع وتحليل كميات ضخمة من البيانات، فضلاً عن تقديم حلول وخيارات تصميمية متعددة تدعم عملية الابداع. ورغم أن الذكاء الاصطناعي أحدث تحولاً جذريا في أنشطة التصميم، فإن هذه التطورات التكنولوجية لا تهدف إلى استبدال المصممين البشريين بل إلى دعمهم، إذ يستخدم الذكاء الاصطناعي لتحسين الكفاءة وتسريع سير العمل، مما يتيح للمصممين إنتاج تصاميم بجودة أعلى، وفي وقت أقل، وباقل التكاليف [23].

3- **الجدولة الذكية Smart Scheduling:** الجدولة هي عملية اتخاذ قرارات حاسمة تُستخدم بشكل مستمر في العديد من الصناعات، سواء كانت في قطاع الخدمات أو قطاع التصنيع. فالجدول الزمني أو الخطة هو ما يحدد توقيت تنفيذ الأنشطة المختلفة والموارد التي ستُستخدم في كل نشاط في بيئات التصنيع، تتضمن عملية الجدولة إعداد خطة تفصيلية للمهام التي سيتم إنجازها [24]. تستخدم الجدولة الذكية بشكل أساسي نماذج وخوارزميات متقدمة لاستخراج المعلومات من البيانات التي تلتقطها بواسطة أجهزة الاستشعار، ويمكن استخدام التقنيات التي تعتمد على البيانات وهندسة القرار المتقدمة لإجراء الجدولة الذكية [سبق تم ذكرة]. كما تتضمن أنظمة جدولة التصنيع (MSS) دعم الحاسوب لاتخاذ القرارات التي ينفذها المجدولون الذين يتمتعون بالخبرة، حيث إن مجموعة أنظمة جدولة التصنيع (MSS) والمجدول قادرة على حل جميع مشاكل الجدولة سواء كانت نمطية أو ديناميكية. وتتميز الجدولة الذكية في أنها تجمع بين سرعة الحوسبة وخبرة المجدول، الذي يمكنه من تقييم أهمية الأحداث غير المتوقعة والتخلص من الاحداث السلبية [25].

4- **المراقبة الذكية Smart Monitoring:** لقد أدى استخدام الأنظمة السيبرانية الفيزيائية (CPS) في الصناعة 4.0 إلى ظهور ما يسمى بالمصانع الذكية. ويتم من خلال هذه الأنظمة جمع ومراقبة البيانات داخل المصانع الذكية بشكل دقيق، حيث يتم مزامنة هذه البيانات بين البيئات التصنيعية الفعلية (المصانع) والنظام السيبراني الذي يتضمن الفضاء الحاسوبي. وان هذا التنسيق بين البيانات يسهم بشكل رئيسي في تحسين إنتاجية وكفاءة أنظمة الإنتاج. وقد تم تزويد الأنظمة السيبرانية الفيزيائية (CPS) بتقنيات متقدمة تعزز من قدرتها على الوعي الذاتي والصيانة الذاتية، مما يساعد في زيادة مرونة العمليات، وأتمتة العمل، ورفع مستوى الإنتاجية. هذه القدرات المتطورة تمهد الطريق لتطبيق أنظمة متكاملة لإدارة المعلومات، والتي تتيح اتخاذ قرارات تنبؤية دقيقة تتعلق بعطل الآلات وتحليل اتجاهات تدهورها بطريقة ذكية وفعالة [26]. تعتبر المراقبة من الجوانب الرئيسة في تشغيل وادامة وتنظيم جداول العمل لأنظمة التصنيع في إطار الصناعة 4.0. وقد ساعد الانتشار الواسع لأجهزة الاستشعار المختلفة في تمكين تطبيق تقنيات المراقبة الذكية. حيث أصبح بالإمكان جمع البيانات المتعلقة بمختلف جوانب التصنيع مثل درجة الحرارة، واستهلاك الكهرباء، والاهتزازات، والسرعة في الوقت المحدد. كمالا تقتصر المراقبة الذكية على تقديم تصور بياني لهذه البيانات فحسب، بل تشمل إصدار تنبيهات فور حدوث أي خلل في المكائن أو الأدوات المستخدمة. وتعد كل من أنظمة التحكم في الإنتاج (CPS) وإنترنت الأشياء (IoT) من التقنيات الرئيسة التي تتيح إمكانية تنفيذ المراقبة الذكية في أنظمة التصنيع الذكية، مما يعزز من كفاءة ومرونة العمليات الإنتاجية في الصناعة 4.0 [سبق تم ذكرة].

5- **التحكم الذكي Smart Control:** تشهد مصانع اليوم، في قطاع التصنيع، تحولاتٍ نشطة لتصبح مصانع ذكية. ويكمن جوهر الصناعة 4.0 في إنترنت الأشياء والتصنيع الذكي، مما يؤدي إلى تحول أنظمة التصنيع من أنظمة التحكم المركزية التقليدية في المصانع إلى أنظمة التحكم الذكية اللامركزية، بينما يظل تبادل البيانات في الوقت المحدد بين الأجهزة هو الأساس في المصانع الذكية [27].

في الصناعة 4.0 يمكن تحقيق التحكم في الإنتاج من خلال تطوير أنظمة التحكم في الإنتاج السيبراني المادي، ويتم تنفيذ التحكم الذكي بشكل أساسي من أجل إدارة المكائن والأدوات الذكية المختلفة فعلياً من خلال منصة مدعومة بالسحابة، إذ يتمكن المستخدمون من إيقاف وتشغيل المكائن أو الروبوت عبر هواتفهم الذكية [28]. تعمل أنظمة التحكم في التصنيع بإدارة ومراقبة الأنشطة المادية داخل المصنع، بهدف تنفيذ خطط التصنيع التي يتم وضعها من خلال عملية التخطيط التصنيعي. كما تعمل هذه الأنظمة على متابعة تقدم المنتجات أثناء مراحل المعالجة، التجميع، النقل، والفحص داخل المصنع. تقليديا، كانت أنظمة التحكم في التصنيع تعتمد على أساليب تحكم مركزية أو هرمية، ولكن في الوقت الحاضر، تعتمد المصانع أنظمة التحكم الصناعي (ICS) على منصات مدمجة قياسية تُستخدم في أجهزة متعددة، وغالباً ما تعتمد على برمجيات تجارية جاهزة، إلى جانب شبكات وأنظمة تحكم مصممة لدعم العمليات الصناعية [سبق تم ذكرة].

6- **الجودة الذكية Smart Quality:** يعد التصنيع الذكي تصنيع متقدم، حيث يتم دمج التقنيات مع نظام التصنيع، ويستخدم نهجاً مبتكراً باستخدام الروبوتات لدعم التفتيش الذكي ومن ثم التصحيحات المقابلة لأنظمة مراقبة الجودة في عملية التصنيع، ويكمل ذلك نظام ذكي ينفذ خوارزمية تسمح باتباع نهج أكثر قوة. تعمل هذه التقنيات على تحسين عمليات التصنيع الآلية وجعلها أكثر كفاءة مع أداء وإنتاجية أفضل، وخفض التكاليف، وبالتالي تعزيز الفحص وضمان الجودة [29]. ومع تزايد تطبيق تقنيات التصنيع الحديثة في مختلف المجالات، فإن الطلب على مراقبة الجودة وتحسينها عبر الإنترنت أصبح ضرورياً. ولمواجهة هذا التحدي، تم اقتراح نهج قائم على التوأمة الرقمية لمراقبة العمليات الفنية في الوقت المحدد، مما يقلل من الحاجة إلى التدخل البشري، ويحسن جودة المنتج، ويضمن استقراره. كما تعد تقنية التوأم الرقمي حلاً شاملاً يدمج مختلف التقنيات المتطورة، مثل الاستشعار الذكي، والمحاكاة، وتحليل البيانات، والتحكم الذكي. يمكن هذا التكامل من المزامنة الفعّالة للمنتجات الافتراضية والمادية [30]. كما تعد الجودة الذكية نهج لتبني تكنولوجيا استخراج البيانات واكتشاف المعرفة من قواعد البيانات، وبالتالي دمج المعلومات التي تم جمعها من ممارسات مراقبة الجودة وإدارة الجودة في قاعدة بيانات أولية وتنفيذ نظام إدارة الجودة الذكية (IQM)، بما في ذلك اتخاذ القرارات المساعدة بناءً على استخراج البيانات، يمكن القول إن نظام إدارة الجودة الذكي هو نظام تكاملي يدمج إدارة الجودة الشاملة وتكنولوجيا المعلومات داخل نظام ذكي يستخدم الخوارزميات لاستخراج بيانات مراقبة الجودة لاكتشاف المعرفة اللازمة لدعم اتخاذ القرار، وإجراء تحسين مستمر على العمليات والمنتجات [31].

1.2.5. مفهوم الاستدامة

يعد أصل كلمة الاستدامة مشتقة من الكلمة اللاتينية "Sustinere" بمعنى الاستمرار، التوافر، الدعم والوجود [32]. وتعد الاستدامة من المفاهيم الحديثة التي عقدت من اجلها العديد من المؤتمرات والندوات والورش في العديد من المحافل المحلية والدولية، والتي اكدت جميعها على حماية البيئة والبحث عن الطرائق والوسائل والادوات للتقليل من استنزاف الموارد الطبيعية للممارسات غير المسؤولة التي تسببت في اضرار بيئية كبيرة، مثل الملوثات البيئية والاقتصادية والاجتماعية [33]، وكما

تم تعريفها "تلبية احتياجات الجيل الحاضر دون المساس بقدرة الجيل والاجيال المستقبلية على تلبية احتياجاتهم "[34] . "طريقة للتفكير في التقدم الذي يحاول تلبية احتياجات الحاضر دون التأثير على قدرة الاجيال القادمة على تلبية احتياجاتها الخاصة "[35] "عدم الاضرار بالطاقة الانتاجية للاجيال المقبلة, وتركها على الحال التي ورثها عليه الجيل الحالي, ويشمل ذلك الموارد الطبيعية ونوعية البيئة " [36] حيث تستند الاستدامة إلى أربعة محركات متقاربة وهي [37]:-

1- الاعتراف بأن النهج الحالي للمنظمة يهدف إلى تقليل المخاطر القائمة التي تهدد الموارد الطبيعية الحيوية للكوكب والتي تعرض الأجيال البشرية الحالية والمستقبلية للخطر، بما في ذلك النمو السكاني، واستنزاف الموارد الطبيعية المحدودة، وفقدان التنوع البيولوجي، وتغير المناخ.
2- استخدام الأدوات المتطورة المتاحة بشكل متزايد لمعالجة القضايا المعقدة والتحديات التي تتجاوز إدارة المخاطر الحالية للتهديدات الكبرى.
3- استخدام الاستدامة كنهج مشترك لمعالجة القضايا البيئية والاقتصادية والاجتماعية.
4- إن القيمة الاقتصادية المتوقعة للاستدامة لا تقتصر على تقليل المخاطر البيئية فحسب، بل إنها تعمل أيضاً على تحسين الفوائد الاقتصادية والاجتماعية لحماية البيئة.

قد حلت الثورات الصناعية التي بدأت باستخدام قوة البخار في الصناعة محل العمالة البشرية بالمكائن وانتقلت إلى عملية إنتاج سريعة، وكان تدمير البيئة الطبيعية أحد المجالات الأكثر تأثراً بالثورة الصناعية. ولذلك فقد بدأ النظر إلى الاستدامة ليس فقط في البعد البيئي ولكن أيضاً في البعد الاقتصادي والاجتماعي [سبق تم ذكرة]. والسعي المستمر نحو تحقيق الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية وأصبحت تشكل أولوية استراتيجية للمنظمات عبر القطاعات والمناطق الجغرافية المختلفة [38].

2.2.5. اهمية الاستدامة

اكتسبت الاستدامة أهمية كبيرة بمرور الوقت بسبب ندرة الموارد ووجود الأضرار البيئية، والتي تؤثر على جميع الكائنات الحية والموارد الطبيعية والمناخ، لذلك يجب أن تكون الاستدامة محور تخصيص الموارد [39]. وتبرز اهمية الاستدامة من خلال الاتي:

1- حماية البيئة والحافظة على توازنها من التلوث الناتج عن الغازات المنبعثة من المصانع المختلفة.
2-استخدام الطاقة المتجددة وتحسين جودة السلع والخدمات التي تنتج عن عمليات التصنيع.
3- استخدام طرائق توزيع نظيفة وامنة لتقليل الاثار السلبية على البيئة.
4- تقليل نسبة نفايات الانتاج من خلال استخدام مواد خام عالية الجودة تقلل من استهلاك الطاقة وخفض نسبة العيوب او المنتجات التالفة مع التركيز على تقديم منتجات صديقة للبيئة [40].
5- ان الاستدامة تضمن نوعية حياة أفضل من خلال التركيز على الجوانب النوعية وليس الكمية، بشكل عادل وملائم بين الأجيال الحالية [41].

3.2.5. اهداف الاستدامة

تسعى الاستدامة الى تحقيق العديد من الاهداف واهمها الاتي [42] :-

1 -تسهم الاستدامة في خفض التكاليف من خلال زيادة كفاءة الموارد والحد من النفايات، مما يؤدي ذلك إلى مكاسب مالية.
2- تعزيز الصورة والعلامة التجارية وسمعة المنظمة، والتي يمكن أن تكون مؤشرات قوية لأداء المنظمة في المستقبل فضلاً عن تأثرها بسهولة بتصورات أصحاب المصلحة أو قضايا الاستدامة الأخرى.
3- يساهم السلوك المستدام في زيادة أرباح المنظمة من خلال زيادة الإيرادات وإنتاجية الموظفين، وتقليل استهلاك الطاقة والمياه والنفايات ونفقات المواد، وتقليل معدل دوران الموظفين، وتقليل المخاطر الاستراتيجية والتشغيلية.
4- يؤدي سلوك المنظمة المستدام إلى انخفاض التقلبات في أسعار أسهم المنظمات وتحقيق عائدات مالية إيجابية من خلال زيادة القيمة السوقية ورضا الزبائن. وعلى العكس من ذلك، فإن الافتقار إلى سمعة الاستدامة يمكن أن يعرض الشركة لمخاطر تشغيلية عالية. حيث أن الزبائن يتفاعلون سلباً مع ضعف استدامة المنظمة، ومع ذلك فهم يقدرون المنظمة التي تشاركهم اهتمامهم بالقضايا الاجتماعية

4.2.5. ابعاد الاستدامة Dimensions of sustainability

يتضمن مفهوم الاستدامة ثلاثة أبعاد رئيسة هي البيئة (Environment) والاقتصاد (Economy) والمجتمع (Society)، كما ينبغي ان تتكامل وتترابط مع بعضها البعض من اجل اجراء التحسينات الاقتصادية ورفع مستوى الحياة الاجتماعية بما يتناسب مع الحفاظ على المكونات الأساسية الطبيعية للحياة والتي تعد من العمليات طويلة الأجل [43] وكالآتي: -

1.4.2.5. البعد البيئي

تعتبر البيئة من الشروط الاساسية لوجود النشاط البشري والحفاظ على الموارد الطبيعية والحيوية ونقلها سليمة للأجيال اللاحقة ويظهر هذا البعد في المحافظة على الجو وذلك بتخفيض التلوث الناجم عن الصناعة والنقل والرفع من قاعدة استخدام الطاقة الى جانب الاعتماد على الطاقات المتجددة كالطاقة الشمسية [44]. اذ يساعد البعد البيئي على خلق بيئة آمنة وجميلة ويسعى إلى تقليل التأثيرات البيئية واصلاح الضرر البيئي. فضلاً عن ذلك فإن التحرك نحو التنمية المستدامة يتطلب حل المشاكل البيئية. كما يجب على المنظمات أن تنظر في مجموعة من الإجراءات والسياسات للإدارة المنهجية والتحسين المتواصل للأداء البيئي [45].

وتشمل الاستدامة البيئية سلامة النظام الايكولوجي والقدرة الاستيعابية والتنوع البيولوجي وهذا يعني تجنب الضغط على النظام البيئي وحدوده ومرونته واستقراره وتحمله [46]. كما تركز الاستدامة في البعد البيئي على تحقيق أهدافها، وذلك بضرورة ترشيد استهلاك الموارد والحفاظ على الاصول الطبيعية والاهتمام بها بقدر الامكان، لتوافر مستقبل بيئي آمن، مع مراعاة القدرات المحدودة للبيئة على استيعاب النفايات، ويركز البعد البيئي على حسن التعامل مع الموارد الطبيعية وتوظيفها لصالح الانسان دون احداث خلل في مكونات البيئة وذلك لن يتحقق الا بالاهتمام بالعناصر التالية [47]:-

1- التلوث البيئي الذي يخل بصحة الكائنات الحية.
2- التنوع البيولوجي المتمثل في البشر والنباتات والغابات والحيوانات.
3- الثروات والموارد المكتشفة والمخزونة من الطاقة المتجددة.

2.4.2.5. البعد الاقتصادي

تعد الاستدامة الاقتصادية الطريقة التي تمكن المنظمات من خلالها على البقاء في العمل لفترة طويلة من الزمن، وتهتم في المقام الأول برأس المال النقدي مع مراعاة رأس المال الطبيعي والاجتماعي والبشري [سبق تم ذكرة]. ويمكن وصف الاستدامة الاقتصادية على أنها عملية تخصيص الموارد النادرة وحمايتها، مع ضمان نتائج اجتماعية وبيئية إيجابية بما يضمن نمواً اقتصادياً دون الاضرار بالنسيج الاجتماعي للمجتمع أو الاضرار بالبيئة. لذلك فأن الاستدامة الاقتصادية هي صورة معقدة، لا يمكن فهم طبيعتها بالكامل دون النظر إلى كل من البيئة الداخلية والخارجية التي تعمل فيها المنظمات [48]. ان الاستدامة الاقتصادية تشير الى قدرة الاقتصاد على دعم مستوى محدد من الانتاج الاقتصادي إلى أجل غير مسمى، فالممارسات الاقتصادية تشير إلى تأثير ممارسات أعمال المنظمة على النظام الاقتصادي [49]. والاستدامة الاقتصادية تتعلق بقدرة الاقتصاد كأحد النظم الفرعية للاستدامة على البقاء والتطور في المستقبل من أجل دعم الأجيال القادمة [50] وذلك يعني التركيز على القيمة الاقتصادية التي تقدمها المنظمة للنظام المحيط بطريقة تزدهر بها وتعزز قدرتها على دعم الأجيال القادمة [51]. يركز البعد الاقتصادي للاستدامة على عمليات التحسين والتغيير في انماط الانتاج من خلال استعمال الطاقات النظيفة، الأخذ بالتكنولوجيات المحسنة، اختيار وتمويل وتحسين التقنيات الصناعية في مجال توظيف الموارد الطبيعية فضلاً عن ذلك النشاطات المرتبطة بالاستهلاك (التنظيم المستدام للموارد الطبيعية) [52].

3.4.2.5. البعد الاجتماعي

تشير الاستدامة الاجتماعية بشكل أساسي إلى جوانب متعددة مثل المهارات والدافع والولاء للموظفين وشركاء العمل، وهي تلزم المنظمة باستيعاب التكاليف الاجتماعية، والحفاظ على نمو رأس المال الاجتماعي وتوافره، وتجنب استغلال الفرد وتقديم الحوافز للعاملين، وتعزيز الديمقراطية، وتضخيم نطاق الخيارات الشخصية وتوزيع الموارد وحقوق الملكية بطريقة عادلة. كما إنها تجعل الإدارة تفهم تأثير عملياتها على الأنظمة الاجتماعية وكيفية النظر بعناية في توقعات المجموعات الاجتماعية المختلفة المتعلقة بالمنظمة. وان الاستدامة الاجتماعية تعد عملية لإنشاء أماكن ناجحة ومستدامة تعزز الرفاهية، من خلال فهم ما يحتاجه الناس من الأماكن التي يعيشون ويعملون فيها. كما تؤكد في إطار عملها على تعزيز الرفاهية داخل أعضاء المنظمة مع دعم قدرة الأجيال المستقبلية والحفاظ على مجتمع صحي. تشمل الاستدامة الاجتماعية تأثير المنظمات على الناس والمجتمع - سواء كانت منظمة أو قطاع عام أو تعليمية أو غير ربحية، فهي تعمل على تحسين حياة موظفيها وأصحاب المصلحة وزبائنها والمجتمع الذي تعمل فيه [سبق تم ذكرة].

كما يشير البعد الاجتماعي الى نمو يتوافق مع تطور المجتمعات، وبالتالي يعمل على خلق بيئة مناسبة للعيش والتكامل مع مختلف الفئات ثقافياً واجتماعياً مع الاهتمام بتحسين جودة ونوعية الحياة لجميع أفراد المجتمع [سبق تم ذكرة]. إذ يجعل من النمو وسيلة للالتحام الاجتماعي وضرورة اختيار الانصاف بين الأجيال، ويتوجب على الأجيال الراهنة النظر والانصاف والعدل، والقيام باختيارات النمو وفقاً لرغبات المنظمة ورغبات الأجيال القادمة، وهكذا فإن كلاً من البعد البيئي والاقتصادي يرتبط بشكل كبير بالبعد الاجتماعي الذي يمثله الانسان أو الفرد [سبق تم ذكرة]. يتضمن البعد الاجتماعي تحقيق العدالة الاجتماعية عبر توزيع وتقديم الخدمات الاجتماعية كافة لجميع أفراد المجتمع وبصورة عادلة. وتعد المسؤولية الاجتماعية أحد أهم المؤشرات التي تعبر عن ممارسة الاستدامة الاجتماعية ويشير مفهومها الى انها موقفاً عاماً تجاه موارد المجتمع الاقتصادية والبشرية، رغبة في رؤية أن هذه الموارد تُستخدم لغايات اجتماعية واسعة وليس لمجرد المصالح المحدودة للأفراد والمنظمات [53].

6- الجانب العملي

1.6. التحليل والوصف الاحصائي للبيانات

1.1.6. وصف وتحليل المتغير المستقل (التصنيع الذكي)

تم تصميم وتوزيع استمارة الاستبيان وللتأكد من الصدق الابتدائي للأداة، تمت مراجعتها أمام عدد من الخبراء المحكمين المتخصصين بعلوم الإدارة، لاستطلاع آراءهم حول صحة عباراتها وبنيتها، ومدى ملاءمتها للفرضيات والاهداف، وصلاحية الدراسة. وقد تحققت القدرة على قياس متغيرات الدراسة من خلال الحصول على موافقة من أغلبية المحكمين وبنسبة موافقة تزيد على (90%). وبناء على النتائج التي تحصل عليها تم تصحيح بعض المسائل مع الأخذ بالحسبان توصيات الأساتذة المحكمين، وقد تم استخدام التحليل العاملي الاستكشافي لمتغيرات البحث وهو اسلوب احصائي يستخدم لاستكشاف البنية الكامنة (العوامل) خلف مجموعة من الفقرات او المتغيرات، وبالتالي فهو يساعد الباحث على فهم ما الذي تقيسه الفقرات فعلياً. ويشير[54] أن حجم عينة يزيد عن 150 حالة يعد كافيا في العديد من الدراسات التي تعتمد التحليل العاملي، بشرط تحقق شروط ملاءمة العينة مثل مقياس KMO التي يجب ان تكون قيمته اكبر من 0.6 واختبار Bartlett الذي يجب ان يكون دالاً احصائياً. وبالاستناد إلى ما تم ذكره، فإن استخدام عينة مكونة من 171 مستجيباً في هذا البحث يعد مقبولا اذ شملت كل من المسؤولين في الادارات العليا، مدراء المصانع، مهندسين، فنيين، مسؤول قسم الجودة، ومشغلي المكائن. ويبين الجدول (1) ترتيب انشطة (ابعاد) التصنيع الذكي بحسب الوسط الحسابي كان كالاتي (المراقبة الذكية، الجودة الذكية، التحكم الذكي، التخطيط الذكي، التصميم الذكي، الجدولة الذكية)، في حين بلغ المتوسط الحسابي المرجح لأجمالي متغير التصنيع الذكي (3.905) وبانحراف معياري بلغت قيمته (0.699)، وبأهمية نسبية بلغت (78.1%) وكما موضح في الجدول (1)

جدول (1): وصف عام لإجابة العينة عن متغير ابعاد التصنيع الذكي (n = 171).

ت	المتغير	الأبعاد (المحاور)	وسط حسابي	انحراف معياري	أهمية نسبية	نتيجة التطبيق	الترتيب
1	التصنيع الذكي	التخطيط الذكي	3.892	0.825	77.8%	مرتفع	4
		التصميم الذكي	3.85	0.824	77%	مرتفع	5
		الجدولة الذكية	3.792	0.846	75.8%	مرتفع	6
		المراقبة الذكية	4.014	0.802	80.3%	مرتفع	1
		التحكم الذكي	3.9	0.745	78%	مرتفع	3
		الجودة الذكية	3.981	0.777	79.6%	مرتفع	2
		معدل متغير التصنيع الذكي	3.905	0.699	78.1%	مرتفع	

ويتضح من خلال الجدول (1) الوسط الحسابي العام مرتفع (3.905) على أن مستوى تطبيق انشطة التصنيع الذكي في عينة البحث مرتفع، أي أن شركة بغداد للمشروبات الغازية تطبق انشطة التصنيع الذكي بدرجة جيدة. كما أن الانحراف المعياري (0.699) يشير إلى تجانس آراء المبحوثين وعدم وجود تباين كبير بينهم.

2.1.6. وصف وتحليل المتغير المستجيب (الاستدامة)

يبين الجدول (2) بأن ترتيب ابعاد الاستدامة بحسب الوسط الحسابي كان كالاتي (البعد البيئي، البعد الاقتصادي، والبعد الاجتماعي)، في حين بلغ المتوسط الحسابي المرجح لأجمالي متغير الاستدامة (3.919) وبانحراف معياري بلغت قيمته (0.682)، وبأهمية نسبية بلغت (78.4%).

جدول (2): وصف عام لإجابة العينة عن متغير الاستدامة (n = 171)

ت	المتغير	الأبعاد (المحاور)	وسط حسابي	انحراف معياري	أهمية نسبية	نتيجة التطبيق	الترتيب
2	الاستدامة	البعد البيئي	3.968	0.746	79.4%	مرتفع	1
		البعد الاقتصادي	3.963	0.717	79.3%	مرتفع	2
		البعد الاجتماعي	3.797	0.82	75.9%	مرتفع	3
		اجمالي الاستدامة	3.919	0.682	78.4%	مرتفع	

تشير نتائج الجدول (2) إلى أن مستوى تطبيق ابعاد الاستدامة مرتفع، إذ بلغ الوسط الحسابي العام (3.919) وبأهمية نسبية (78.4%). وهذا يدل على أن شركة بغداد للمشروبات الغازية تولي اهماماً واضحاً بتبني مبادئ الاستدامة في مختلف أبعادها البيئية والاقتصادية والاجتماعية. كما أن انخفاض الانحراف المعياري (0.682) يدل على تجانس آراء المبحوثين .

2.6. اختبار فرضيات البحث

1.2.6. اختبار الارتباط بين متغيرات البحث

يتطلب تحليل النموذج النظري للبحث اختبار الفرضيات الرئيسة والفرعية وفق تسلسلها المعتمد في المنهجية البحثية. وتهدف هذه المرحلة إلى استكشاف طبيعة العلاقة ومستواها بين متغيرات البحث، المتمثلة في المتغير المستقل (التصنيع الذكي) والمتغير التابع (الاستدامة). كما تسعى إلى التحقق من مدى قبول أو رفض الفرضية الرئيسة الأولى وفروعها، وذلك بالاستناد إلى معامل الارتباط (Pearson) لقياس اتجاه العلاقة وقوتها بين المتغيرات. وقد تم إجراء التحليل باستخدام برنامج SPSS بإصداره الثامن والعشرين، والذي يُعد من الأدوات الإحصائية الموثوقة والمعتمدة في هذا المجال.

وبالإمكان تقسيم تصنيف قوة العلاقة واتجاهها بين المتغيرات بحسب ما ذكره بعض الباحثين الى فئات عدة فتكون العلاقة تامة طردية او عكسية عندما تكون قيمة معامل الارتباط مساوية للـ (1.0)±، بينما تكون قوية جداً عندما تكون قيمة معامل الارتباط ما بين (0.99 الى 0.80)±، وقوية عندما تكون القيمة محصورة بين (0.79 الى 0.60)±، وتكون العلاقة متوسطة القوة عندما تكون قيمة معامل الارتباط بين (0.59 الى 0.35)±، وضعيفة عندما تكون قيمة معامل الارتباط (0.34)± فأقل، في حين ينعدم وجود العلاقة بين متغيرين عنما تكون قيمة معامل الارتباط (0) .

1.1.2.6. اختبار علاقة الارتباط بين التصنيع الذكي والاستدامة

يبين الجدول (3) معاملات الارتباط بين التصنيع الذكي والاستدامة.

جدول (3): معاملات ارتباط Person لفحص وجود العلاقة بين التصنيع الذكي والاستدامة n=171

الفرضية		المتغيرات: المستقل	المتغيرات: المعتمد	معامل الارتباط البسيط Person	مستوى الدلالة Sig. (2-tailed)	اختبار Z Z-test	قوة العلاقة واتجاهها
الفرعية	1-1	التخطيط الذكي	الاستدامة	0.699**	P < (0.001)	11.216	قوية طردية
	2-1	التصميم الذكي		0.757**	P < (0.001)	12.821	قوية طردية
	3-1	الجدولة الذكية		0.745**	P < (0.001)	12.464	قوية طردية
	4-1	المراقبة الذكية		0.771**	P < (0.001)	11.604	قوية طردية
	5-1	التحكم الذكي		0.732**	P < (0.001)	12.093	قوية طردية
	6-1	الجودة الذكية		0.807**	P < (0.001)	14.496	قوية جدا طردية

الرئيسة الاولى	التصنيع الذكي	الاستدامة	0.864**	P<(0.001)	16.965	قوية جدا طردية
الفرضيات الارتباط المقبولة		العدد		سبع فرضيات معنوية من بين سبع فرضيات		

الرمز* يعني ان قيمة معامل الارتباط معنوية (0.05)، والرمز** يعني ان قيمة معامل الارتباط معنوية عند مستوى معنوي (0.01).

يتبين من خلال استعراض الجدول (3) بان هنالك علاقة ارتباط قوية ومعنوية، اذ قدرت قيمة معامل الارتباط Pearson (0.864) عند مستوى معنوية Sig. (2-tailed) (0.001) >P اي بحد ثقة بلغ اكثر من 99% وهذا الحد ضمن حدود منطقة القبول بين التصنيع الذكي والاستدامة، وهذا ما يعضده اختيار Z-test والتي بلغت قيمته المحتسبة (16.965) وهذه القيمة اكبر من القيمة الجدولية والبالغة (1.96) عند مستوى معنوية (0.05) و (2.576) عند مستوى المعنوية (0.01) والتي تمثل حدود المعنوية ضمن حدود منطقة قبول فرضية الوجود في الدراسات الادارية، والنتيجة هذه توضح الارتباط الوثيق والقوي جدا للتصنيع الذكي في دعم وتعزيز الاستدامة بحسب راي المستجيبين، وهذا يعني قبول فرضية البحث الرئيسة الاولى والتي نصت على "توجد علاقة ارتباط معنوية ذات دلالة احصائية بين التصنيع الذكي و الاستدامة".

2.2.6. اختبار التأثير بين متغيرات البحث

تهدف هذه الفقرة إلى اختبار فرضية البحث الرئيسة والمتعلقة باختبار التأثير بين متغيرات البحث التصنيع الذكي (المتغير المستقل) والاستدامة (المتغير المستجيب) والفرضيات المنبثقة عنها باستعمال تحليل الانحدار الخطي البسيط Simple Linear Regression والتي يمكن تمثيلها بالمعادلة الاتية

$$Y= \alpha + \beta (X1) \quad (1)$$

لاختبار فرضية البحث فيما اذا كان هناك تأثير معنوي للتصنيع الذكي في الاستدامة بشكل عام او لا فقد تم استعمال تحليل الانحدار الخطي البسيط Simple Linear Regression والنتائج موضح في الجدول (4)

جدول (4): تأثير التصنيع الذكي في الاستدامة.

المتغيرات	المتغير المستجيب						
المؤشرات	معامل الانحدار β	الخطأ المعياري S.E	Tβ	Tα	مستوى الدلالة Sig	الثابت α	النتيجة
المتغير التفسيري	.856	.038	3.716	3.750	P < (0.001)	0.567	معنوي
مصدر التباين	مجموع المربعات SS	درجة الحرية DF	متوسط المربعات MS	قيمة F المحسوبة	معامل التحديد R2	قيمة p	
الانحدار	60.792	1	60.792	496.138	.746	P < (0.001)	
الخطأ	20.708	169	.123				
المجموع	81.500	170					
F (0.01) = 6.76		F (0.05) = 3.91		T (0.01) = 2.611	T (0.05) = 1.974		

يوضح الجدول (4) نتائج تحليل الانحدار الخطي والتي تشير الى وجود علاقة خطية معنوية بين المتغير المستقل (التصنيع الذكي) والمتغير المستجيب (الاستدامة)، وقد بلغت قيمة معامل الانحدار (β=0.856) وهذا يشير الى وجود تأثير ايجابي قوي للتصنيع الذكي في الاستدامة ، بمعنى انه كلما زادت ممارسات التصنيع الذكي بوحدة واحدة فأن ذلك سيؤدي الى زيادة بمقدار (0.856) في مستوى الاستدامة وهذه القيمة معنوية لان قيمة اختبار t تجاوزت القيم الجدولية عند مستوى معنوية (0.05)،(0.01) مما يؤكد معنوية التأثير، وقد بلغت قيمة F-test المحسوبة (496.138) وهذه القيمة تفوق بشكل كبير القيم الجدولية عند مستوى المعنوية (0.05)،(0.01) والموضحة في الجدول اعلاه مما يوثق ان انموذج البحث المستخدم يفسر مقداراً كبيرا من التباين في المتغير المستجيب (الاستدامة) ويعزز من موثوقية النتائج ، وتشير قيمة معامل التحديد (R2) البالغة (0.746) والتي تعني أن ما مقداره (74.6%) من التغيرات التي تحدث في الاستدامة يمكن تفسيرها من خلال المتغير المستقل التصنيع الذكي وأن (25.4%) هو تباين مُفسّر من قبل عوامل اخرى لم تدخل الانموذج الانحداري للبحث الحالي، وتشير هذه النتائج الى ان التصنيع الذكي يعد احد المتغيرات المؤثرة بقوة في تعزيز الاستدامة في شركة بغداد للمشروبات الغازية والنتيجة هذه تدعم فرضية البحث الرئيسة الثانية، اذن يتم قبول هذه الفرضية، والتي نصت على "يوجد تأثير معنوي ذو دلالة احصائية للتصنيع الذكي في الاستدامة ".

وفيما يلي اختبار التأثيرات لأبعاد التصنيع الذكي كلا على حدا في الاستدامة على مستوى الفرضيات الفرعية وكما موضح في الجداول (5 - 10).

1.2.2.6. تحليل تأثير التخطيط الذكي في الاستدامة

تشير نتائج تحليل الانحدار الخطي الى وجود علاقة خطية معنوية بين بعد (التخطيط الذكي) والمتغير المستجيب (الاستدامة). وكما موضح في الجدول (5).

جدول (5): تأثير انحدار التخطيط الذكي في الاستدامة

المتغيرات	المتغير المستجيب						النتيجة
المؤشرات	معامل الانحدار β	الخطأ المعياري S.E	Tβ	Tα	مستوى الدلالة Sig	الثابت α	
المتغير التفسيري	**.587**	**.046**	**12.705**	**8.845**	**P < (0.001)**	**1.625**	معنوي
مصدر التباين	مجموع المربعات SS	درجة الحرية DF	متوسط المربعات MS	قيمة F المحسوبة	معامل التحديد R^2	قيمة p	
الانحدار	**39.816**	**1**	**39.816**	**161.425**	**.489**	**P < (0.001)**	
الخطأ	**41.684**	**169**	**.247**				
المجموع	**81.500**	**170**					
F (0.01) = 6.76		**F (0.05) = 3.91**		**T (0.01) = 2.611**		**T (0.05) = 1.974**	

وتشير هذه النتائج الى ان التخطيط الذكي يؤثر بشكل ايجابي في تعزيز الاستدامة في شركة بغداد للمشروبات الغازية والنتيجة هذه تدعم فرضية البحث الفرعية الاولى ضمن الفرضية الرئيسة الثانية، اذن يتم قبول هذه الفرضية، والتي نصت على "يوجد تأثير معنوي ذو دلالة احصائية للتخطيط الذكي في الاستدامة".

2.2.2.6. تحليل تأثير التصميم الذكي في الاستدامة

تشير نتائج تحليل الانحدار الخطي الى وجود علاقة خطية معنوية بين بعد (التصميم الذكي) والمتغير المستجيب (الاستدامة). وكما موضح في الجدول (6).

جدول (6): تأثير انحدار التصميم الذكي في الاستدامة

المتغيرات	المتغير المستجيب						النتيجة
المؤشرات	معامل الانحدار β	الخطأ المعياري S.E	Tβ	Tα	مستوى الدلالة Sig	الثابت α	
المتغير التفسيري	.636	.042	15.044	8.778	P < (0.001)	1.461	معنوي
مصدر التباين	مجموع المربعات SS	درجة الحرية DF	متوسط المربعات MS	قيمة F المحسوبة	معامل التحديد R^2	قيمة p	
الانحدار	46.659	1	46.659	226.332	.573	P < (0.001)	
الخطأ	34.840	169	.206				
المجموع	81.500	170					
F (0.01) = 6.76		F (0.05) = 3.91		T (0.01) = 2.611		T (0.05) = 1.974	

وتشير هذه النتائج الى ان التصميم الذكي يؤثر بشكل ايجابي في تعزيز الاستدامة في شركة بغداد للمشروبات الغازية والنتيجة هذه تدعم فرضية البحث الفرعية الثانية ضمن الفرضية الرئيسة الثانية، اذن يتم قبول هذه الفرضية، والتي نصت على "يوجد تأثير معنوي ذو دلالة احصائية للتصميم الذكي في الاستدامة".

3.2.2.6. تحليل تأثير الجدولة الذكية في الاستدامة

تشير نتائج تحليل الانحدار الخطي الى وجود علاقة خطية معنوية بين بعد (الجدولة الذكية) والمتغير المستجيب (الاستدامة). وكما موضح في الجدول (7).

جدول (7): تأثير انحدار الجدولة الذكية في الاستدامة.

المتغيرات	المتغير المستجيب						النتيجة
المؤشرات	معامل الانحدار β	الخطأ المعياري S.E	Tβ	Tα	مستوى الدلالة Sig	الثابت α	
المتغير التفسيري	.610	.042	14.523	9.780	< (0.001) P	1.596	معنوي
مصدر التباين	مجموع المربعات SS	درجة الحرية DF	متوسط المربعات MS	قيمة F المحسوبة	معامل التحديد R^2	قيمة p	
الانحدار	45.246	1	45.246	210.971	.555	P < (0.001)	

الخطأ	36.254	169	.215				
المجموع	81.500	170					
F (0.01) = 6.76	F (0.05) = 3.91			T (0.01) = 2.611	T (0.05) = 1.974		

وتشير هذه النتائج الى ان الجدولة الذكية تؤثر بشكل ايجابي في تعزيز الاستدامة في شركة بغداد للمشروبات الغازية والنتيجة هذه تدعم فرضية البحث الفرعية الثالثة ضمن الفرضية الرئيسة الثانية، اذن يتم قبول هذه الفرضية، والتي نصت على "يوجد تأثير معنوي ذو دلالة احصائية للجدولة الذكية في الاستدامة".

4.2.2.6. تحليل تأثير المراقبة الذكية في الاستدامة

تشير نتائج تحليل الانحدار الخطي الى وجود علاقة خطية معنوية بين بعد (المراقبة الذكية) والمتغير المستجيب (الاستدامة). وكما موضح في الجدول (8).

جدول (8): تأثير انحدار المراقبة الذكية في الاستدامة

المتغيرات	المتغير المستجيب						
المؤشرات	معامل الانحدار β	الخطأ المعياري S.E	Tβ	Tα	مستوى الدلالة Sig	الثابت α	النتيجة
المتغير التفسيري	.666	.042	15.734	7.140	P < (0.001)	1.237	معنوي
مصدر التباين	مجموع المربعات SS	درجة الحرية DF	متوسط المربعات MS	قيمة F المحسوبة	معامل التحديد R^2	قيمة p	
الانحدار	48.434	1	48.434	247.551	.594	P < (0.001)	
الخطأ	33.065	169	.196				
المجموع	81.500	170					
F (0.01) = 6.76	F (0.05) = 3.91			T (0.01) = 2.611	T (0.05) = 1.974		

تشير هذه النتائج الى ان المراقبة الذكية تؤثر بشكل ايجابي في تعزيز الاستدامة في شركة بغداد للمشروبات الغازية والنتيجة هذه تدعم فرضية البحث الفرعية الرابعة ضمن الفرضية الرئيسة الثانية، اذن يتم قبول هذه الفرضية، والتي نصت على "يوجد تأثير معنوي ذو دلالة احصائية للرقابة الذكية في الاستدامة".

5.2.2.6. تحليل تأثير التحكم الذكي في الاستدامة:

تشير نتائج تحليل الانحدار الخطي الى وجود علاقة خطية معنوية بين بعد (التحكم الذكي) والمتغير المستجيب (الاستدامة). وكما موضح في الجدول (9).

جدول (9): تأثير انحدار التحكم الذكي في الاستدامة

المتغيرات	المتغير المستجيب						
المؤشرات	معامل الانحدار β	الخطأ المعياري S.E	Tβ	Tα	مستوى الدلالة Sig	الثابت α	النتيجة
المتغير التفسيري	.680	.049	13.961	6.486	P < (0.001)	1.255	معنوي
مصدر التباين	مجموع المربعات SS	درجة الحرية DF	متوسط المربعات MS	قيمة F المحسوبة	معامل التحديد R^2	قيمة p	
الانحدار	43.650	1	43.650	194.896	.536	P < (0.001)	
الخطأ	37.850	169	.224				
المجموع	81.500	170					
F (0.01) = 6.76	F (0.05) = 3.91			T (0.01) = 2.611	T (0.05) = 1.974		

تشير هذه النتائج الى ان التحكم الذكي يؤثر بشكل ايجابي في تعزيز الاستدامة في شركة بغداد للمشروبات الغازية والنتيجة هذه تدعم فرضية البحث الفرعية الخامسة ضمن الفرضية الرئيسة الثانية، اذن يتم قبول هذه الفرضية، والتي نصت على "يوجد تأثير معنوي ذو دلالة احصائية للتحكم الذكي في الاستدامة".

6.2.2.6. تحليل تأثير الجودة الذكية في الاستدامة

تشير نتائج تحليل الانحدار الخطي الى وجود علاقة خطية معنوية بين بعد (الجودة الذكية) والمتغير المستجيب (الاستدامة). وكما موضح في الجدول (10).

جدول (10): تأثير انحدار الجودة الذكية في الاستدامة

المتغيرات	المتغير المستجيب						
المؤشرات	معامل الانحدار β	الخطأ المعياري S.E	Tβ	Tα	مستوى الدلالة Sig	الثابت α	النتيجة
المتغير التفسيري	.718	.040	17.744	6.388	< (0.001) P	1.049	معنوي
مصدر التباين	مجموع المربعات SS	درجة الحرية DF	متوسط المربعات MS	قيمة F المحسوبة	معامل التحديد R^2	قيمة p	
الانحدار	53.034	1	53.034	314.856	.651	P < (0.001)	
الخطأ	28.466	169	.168				
المجموع	81.500	170					
F (0.01) = 6.76	F (0.05) = 3.91			T (0.01) = 2.611	T (0.05) = 1.974		

تشير هذه النتائج الى ان الجودة الذكية تؤثر بشكل ايجابي في تعزيز الاستدامة في شركة بغداد للمشروبات الغازية والنتيجة هذه تدعم فرضية البحث الفرعية السادسة ضمن الفرضية الرئيسة الثانية، اذن يتم قبول هذه الفرضية، والتي نصت على "يوجد تأثير معنوي ذو دلالة احصائية للجودة الذكية في الاستدامة".

7. الاستنتاجات

اهم الاستنتاجات التي توصل اليها الباحث لشركة بغداد للمشروبات الغازية، وكالاتي:-

1- هنالك ضعف لدى إدارة الشركة بمفهوم التصنيع الذكي ونشاطاته والتقنيات المطبقة في نشاطاته، على الرغم من تطبيق بعض التقنيات في انشطة التصنيع الذكي.
2- تفتقر إدارة الشركة إلى استخدام نظام جدولة ذكي في تخصيص واستخدام الموارد وخطوط الإنتاج، مما يؤدي إلى ارتفاع التكاليف التشغيلية خلال فترات الذروة. فضلاً عن اعتماد إدارة الشركة في عمليات تحديد الطلب المتوقع لمنتجاتها على الخبرة الشخصية والبيانات التاريخية في عملية التنبؤ بالطلب.
3- تبين وجود علاقة ارتباط معنوية قوية جداً بين نشاطات التصنيع الذكي وأبعاد الاستدامة.
4- تبين الدراسة وجود تأثير للتصنيع الذكي في أبعاد الاستدامة، اذ يعد التصنيع الذكي في البيئات الصناعية بمقام اللبنة الاساسية للأداء الكفوء والفاعل ويؤدي دوراً رئيساً في تعزيز أبعاد الاستدامة.

8. التوصيات

تم التوصل اليها، يمكن تقديم بعض التوصيات لشركة بغداد للمشروبات الغازية وعلى النحو الاتي:-

1- ضرورة تبني إدارة شركة بغداد للمشروبات الغازية لمفاهيم التصنيع الذكي والاستدامة، وذلك لضمان استمرار ونمو اعمال الشركة ولمواكبة التطورات العالمية.
2- استخدام برامج وخوارزميات تتعلق بعملية الجدولة (الوقت، العمال، الآلات، والمواد). فضلاً عن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في عملية التنبؤ في تقديرات الطلب، مما يسهم في توقعات اكثر دقة.
3- في ضوء النتائج التي أظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية قوية جداً بين التصنيع الذكي وأبعاد الاستدامة، وكذلك وجود تأثير قوي للتصنيع الذكي على أبعاد الاستدامة، يوصي الباحث بضرورة تعزيز تبني مفاهيم وتقنيات التصنيع الذكي في انشطة التصنيع، لما لها من تأثير إيجابي مباشر في تحقيق أبعاد الاستدامة البيئية، الاقتصادية والاجتماعية.

9. مواد تكميلية

(لا يوجد).

10. مساهمات المؤلفين

علي احمد داود سلمان: كتابة وتحرير، زهرة عبد محمد: تفسير النتائج.

11. التمويل

(لا يوجد).

12. بيان توافر البيانات

(لا يوجد)

13. شكر وتقدير

يتقدم المؤلفون بالشكر والتقدير إلى جميع العاملين في شركة بغداد للمشروبات الغازية، على تعاونهم القيم ومساهمتهم الفعالة في إنجاز هذا البحث.

14. تضارب المصالح

يُعلن المؤلفون عدم وجود أي تضارب في المصالح.

References

[1] Kusiak, A., (2018)., Smart manufacturing. International journal of production Research, 56(1-2), p: 508-517. https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1351644

[2] Meng, Y., Yang, Y., Chung, H., Lee, P. H., & Shao, C. (2018). Enhancing sustainability and energy efficiency in smart factories: A review. Sustainability, 10(12), 4779. https://doi.org/10.3390/su10124779

[3] Nieuwenhuize, G. (2016). Smart manufacturing for Dutch SMEs: Why and how. Rotterdam school of Management–Erasmus University.

[4] Koul, P. (2025). Green manufacturing in the age of smart technology: A comprehensive review of sustainable practices and digital innovations. Journal of Materials and Manufacturing, 4(1), 1-20. https://zenodo.org/badge/DOI/10.5281/zenodo.14586656.svg

[5] Abd al Salam, Alaa Abd al Wahab, Muhammad, Susan Mahmoud, Saleh, Moatasem Hood Muhammad, (2022), The possibility of digitizing the foundations of smart manufacturing: A case study in the General Company for the Manufacture of Cars and Equipment, Journal of Business Economics, Volume 3, Issue 5, pp. 389-405. https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2022.3.5.20

[6] Hawas, Thamer Akab, (2020), The availability of smart manufacturing pillars: A survey study of the opinions of a sample of employees at Crown Beit Company, Tikrit Journal of Administrative and Economic Sciences, Volume 16, Issue 52, Part 3, pp. 30-49. http://dx.doi.org/10.25130/tjaes.16.52.3.2

[7] Subramanian, S. (2024). IoT and edge computing for smart manufacturing, Architecture and future trends. International Journal of Engineering and Computer Science, 13(10), 26504–26522. DOI: 10.18535/ijecs/v13i10.4922 https://doi.org/10.18535/ijecs/v13i10.4922

[8] Tarantino, A. (2022). Smart manufacturing: The Lean Six Sigma way. John Wiley & Sons. New Jersey. https://www.wiley.com/en-us/Smart+Manufacturing%3A+The+Lean+Six+Sigma+Way-p-9781119846611

[9] Suresh, P., Poongodi, T., Balamurugan, B., & Sharma, M. (Eds.). (2022). Big Data Analytics in Smart Manufacturing: Principles and Practices. CRC Press. U.S.A. https://doi.org/10.1201/9781003202776

[10] Tran, K. P. (2023). Artificial intelligence for smart manufacturing. Springer. New Jersey. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-30510-8

[11] Thoben, K. D., Wiesner, S., & Wuest, T. (2017). "Industrie 4.0" and smart manufacturing-a review of research issues and application examples. International journal of automation technology, 11(1), 4-16. https://doi.org/10.20965/ijat.2017.p0004

[12] Ghaithan, A. M., Alshammakhi, Y., Mohammed, A., & Mazher, K. M. (2023). Integrated impact of circular economy, industry 4.0, and lean manufacturing on sustainability performance of manufacturing firms. International journal of environmental research and public health, 20(6), 5119. https://doi.org/10.3390/ijerph20065119

[13] Rojko, A. (2017). Industry 4.0 concept: Background and overview. International journal of interactive mobile technologies, 11(5). https://doi.org/10.3991/ijim.v11i5.7072

[14] Qi, Q., & Tao, F. (2018). Digital twin and big data towards smart manufacturing and industry 4.0: 360 degree comparison. Ieee Access, 6, 3585-3593. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2793265

[15] Zheng, P., Wang, H., Sang, Z., Zhong, R. Y., Liu, Y., Liu, C., ... & Xu, X. (2018). Smart manufacturing systems for Industry 4.0: Conceptual framework, scenarios, and future perspectives. Frontiers of Mechanical Engineering, 13, 137-150. DOI:10.1007/s11465-018-0499-5

[16] Soori, M., Arezoo, B., & Dastres, R. (2023). Digital twin for smart manufacturing, A review. Sustainable Manufacturing and Service Economics, 2, 100017. https://doi.org/10.1016/j.smse.2023.100017

[17] Egger, J., & Masood, T. (2020). Augmented reality in support of intelligent manufacturing–a systematic literature review. Computers & Industrial Engineering, 140, 106195. https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106195

[18] Leutheuser, V., Müller, J. M., & Voigt, K. I. (2024). Weighing sustainability potentials: A DEMATEL analysis of interrelationships in smart manufacturing technologies. https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1351644

[19] Besharati-Foumani, H., Lohtander, M., & Varis, J. (2019). Intelligent process planning for smart manufacturing systems: A state-of-the-art review. Procedia Manufacturing, 38, 156-162. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.021

[20] Trstenjak, M., & Cosic, P. (2017). Process planning in Industry 4.0 environment. Procedia Manufacturing, 11, 1744-1750. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.303

[21] Oluyisola, O. E., Bhalla, S., Sgarbossa, F., & Strandhagen, J. O. (2022). Designing and developing smart production planning and control systems in the industry 4.0 era: a methodology and case study. Journal of Intelligent Manufacturing, 33(1), 311-332. https://link.springer.com/article/10.1007/s10845-021-01808-w

[22] Ullah, Z., Al-Turjman, F., Mostarda, L., & Gagliardi, R. (2020). Applications of artificial intelligence and machine learning in smart cities. Computer communications, 154, 313-323. https://doi.org/10.1016/j.comcom.2020.02.069
[23] Irbite, A., & Strode, A. (2021, May). Artificial intelligence vs designer: The impact of artificial intelligence on design practice. In Society. Integration. education. Proceedings of the international scientific conference (Vol. 4, pp. 539-549). http://dx.doi.org/10.17770/sie2021vol4.6310
[24] Cunha, B., Madureira, A., Fonseca, B., & Matos, J. (2021). Intelligent scheduling with reinforcement learning. Applied Sciences, 11(8), 3710. https://doi.org/10.3390/app11083710
[25] Rossit, D. A., Tohmé, F., & Frutos, M. (2019), Industry 4.0: smart scheduling. International Journal of Production Research, 57(12), 3802-3813. https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1504248
[26] Cao, Q., Giustozzi, F., Zanni-Merk, C., de Bertrand de Beuvron, F., & Reich, C. (2019). Smart condition monitoring for industry 4.0 manufacturing processes: An ontology-based approach. Cybernetics and Systems, 50(2), 82-96. http://dx.doi.org/10.1080/01969722.2019.1565118
[27] Lin, Y. J., Wei, S. H., & Huang, C. Y. (2019). Intelligent manufacturing control systems: The core of smart factory. Procedia manufacturing, 39, 389-397. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.382
[28] Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent manufacturing in the context of industry 4.0: a review. Engineering, 3(5), 616-630. https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015
[29] Galindo-Salcedo, M., Pertúz-Moreno, A., Guzmán-Castillo, S., Gómez-Charris, Y., & Romero-Conrado, A. R. (2022). Smart manufacturing applications for inspection and quality assurance processes. Procedia Computer Science, 198, 536-541. https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.282
[30] Ebni, M., Bamakan, S. M. H., & Qu, Q. (2023). Digital twin based smart manufacturing; from design to simulation and optimization schema. Procedia Computer Science, 221, 1216-1225. https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.08.109
[31] Zwain, A. A., & Abdulkarim, K. Z. (2021). The Impact of Intelligence Quality Management system on Sustainable Manufacturing. Rigeo, 11(12). doi : 10.48047/rigeo.11.12.126
[32] Arcagök, U. (2023). The sustainability concept and its historical development. In International Research and Reviews in Economics and Administrative Sciences, p: 1 – 17. Serüven Yayınevi. https://www.researchgate.net/publication/377086969_The_Sustainability_Concept_and_Its_Historical_Developmet
[33] Al-Saeedi, Karar Fadhel Khalaf, (2024), Green operations practices and their role in achieving environmental sustainability through smart quality management: An analytical study of the opinions of a sample of employees in Ur General Company - Dhi Qar, PhD thesis, Technical College / Baghdad, Middle Technical University, Republic of Iraq.
[34] Ali, Raghad Hussein, (2025), Artificial Intelligence Technology and its Role in Achieving Sustainable Development Goals, Journal of Administration and Economics, Vol. (50), No. 147, pp. 63-70. https://doi.org/10.31272/jae.i147.1378
[35] Salem, Haitham Hamid, Mohsen, Riyadh Malik, and Reda, Nour Naeem, (2024), Smart leadership and its impact on achieving sustainable development/an applied study in the Babylon Business Incubator, Journal of Administration and Economics, Volume (49), Issue 147, pp. 27-34. https://doi.org/10.31272/jae.i145.1277
[36] Youssef, Rafat Fathi Metwally, (2021), The economic role of standing and the possibility of achieving sustainable development in the Kingdom of Saudi Arabia according to Vision 2030, Journal of Administration and Economics, Volume (46), Issue 128, pp. 119-145. https://doi.org/10.31272/jae.i128.78
[37] National Research Council. (2011). Sustainability and the US EPA. Committee on Incorporating Sustainability in the US Environmental Protection Agency https://www.epa.gov/sustainability
[38] Arevalo, J. A., Castelló, I., De Colle, S., Lenssen, G., Neumann, K., & Zollo, M. (2011). Introduction to the special issue: integrating sustainability in business models. Journal of Management Development, 30(10), p: 941-954. http://dx.doi.org/10.1108/02621711111182466
[39] Younis, F., & Chaudhary, M. A. (2017). Sustainable development: Economic, social, and environmental sustainability in Asian economies. https://ideas.repec.org/s/pra/mprapa.html
[40] Al-Shammari, Tabarak Fadhel Muhammad, (2023), Evaluating the Reality of Compliance Management According to the Standard (ISO 37301: 2021) and Its Role in Achieving the Dimensions of Sustainability: A Case Study in the General Administration of Rafidain Bank, Master's Thesis, Administrative Technical College / Baghdad, Middle Technical University, Republic of Iraq.
[41] Ahmed, Abd al Nasser Mohamed Sayed, (2024), Organizational Sustainability: Definition, Objectives, Importance, Types, Principles, and Dimensions, Arab Journal of Literature and Humanities, Arab Organization for Education, Science, and Culture, Egypt, 8(30), February, pp. 237-248. https://doi.org/10.21608/ajahs.2024.341695
[42] Correia, M. S. (2019). Sustainability: An overview of the triple bottom line and sustainability implementation. International Journal of Strategic Engineering (IJoSE), 2(1), 29-38. http://dx.doi.org/10.4018/IJoSE.2019010103
[43] Al-Rumi, Noura Abdul Karim Mahdi, (2018), Evaluating the Application of Environmental Sustainability Requirements Using the Analytical Hierarchy Process, Master's Thesis, Administrative Technical College/Baghdad, Middle Technical University, Republic of Iraq
[44] Zaghbib, Shahrazad, and Omani, Lamia, (2011), Environment and Sustainable Development. Journal of Economics, Management and Business Sciences, Issue (6), pp. 246-263. https://repository.univ-msila.dz/bitstreams/b72e5cf9-05ec-4679-9b6d-b042caadfb5a/download

[45] Tooranloo, H. S., Azadi, M. H., & Sayyahpoor, A. (2017). Analyzing factors affecting implementation success of sustainable human resource management (SHRM) using a hybrid approach of FAHP and Type-2 fuzzy DEMATEL. Journal of cleaner production, 162, 1252-1265. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.109

[46] Ajor, L., & Alikor, L. O. (2020). Innovative mindset and organizational sustainability of small and medium enterprises in rivers state, Nigeria. British Journal of Management and Marketing Studies, 3(1), p: 20 – 36. DOI prefix: 10.52589/bjmms https://abjournals.org/bjmms/wp-content/uploads/sites/3/journal/published_paper/volume-3/issue-1/BJMMS_gvjIvguS.pdf

[47] Al-Jawzi, Jamila, (2012), The Importance of Transparency in Achieving Sustainable Development, University of Algiers, pp. 105-114. https://asjp.cerist.dz/en/article/9331

[48] Doane, D., & MacGillivray, A. (2001). Economic sustainability: The business of staying in business. New Economics Foundation, 1, 52. https://www.researchgate.net/publication/237302235_Economic_Sustainability_The_business_of_staying_in_business

[49] Elkington, J. (2004). Enter the triple bottom line. In A. Henriques & J. Richardson (Eds.), The triple bottom line: Does it all add up? (pp. 1–16). Earthscan. https://www.johnelkington.com/archive/TBL-elkington-chapter.pdf

[50] Spangenberg, J. H. (2005). Economic sustainability of the economy: concepts and indicators. International journal of sustainable development, 8(1-2), 47-64. http://dx.doi.org/10.1504/IJSD.2005.007374

[51] Arowoshegbe, A. O., Emmanuel, U., & Gina, A. (2016). Sustainability and triple bottom line: An overview of two interrelated concepts. Igbinedion University Journal of Accounting, 2(16), p: 88-126. https://www.researchgate.net/publication/322367106_SUSTAINABILITY_AND_TRIPLE_BOTTOM_LINE_AN_OVERVIEW_OF_TWO_INTERRELATED_CONCEPTS

[52] Al-Adhahi, Musa Misfir Abdullah, The Role of Entrepreneurship Projects in Achieving Sustainable Development: A Field Study in the Asir Region. Journal of Economics and Management Research, Volume 3, Issue 2, pp. 31-51. https://search.emarefa.net/detail/BIM-1490088

[53] Frederick, W. C. (1960). The growing concern over business responsibility. California Management Review, 2(4), 54–61. https://www.williamcfrederick.com/articles%20archive/growingconcern.pdf

[54] Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J., & Anderson, R.E. (2010). " Multivariate Data Analysis " . 7th Edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

المصادر

[1] كوسياك، أ. (2018). التصنيع الذكي. المجلة الدولية لأبحاث الإنتاج، 56(1-2)، ص: 508-517. https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1351644

[2] منغ، ي.، يانغ، ي.، تشونغ، هـ.، لي، ب. هـ.، وشاو، س. (2018). تعزيز الاستدامة وكفاءة الطاقة في المصانع الذكية: مراجعة. الاستدامة، 10(12)، 4779. https://doi.org/10.3390/su10124779

[3] نيوينهويز، ج. (2016). التصنيع الذكي للشركات الصغيرة والمتوسطة الهولندية: لماذا وكيف. كلية روتردام للإدارة جامعة إيراسموس

[4] كول، ب. (2025). التصنيع الأخضر في عصر التكنولوجيا الذكية: مراجعة شاملة للممارسات المستدامة والابتكارات الرقمية. مجلة المواد والتصنيع، 4(1)، 1-20. https://zenodo.org/badge/DOI/10.5281/zenodo.14586656.svg

[5] عبد السلام، علاء عبد الوهاب، محمد، سوزان محمود، صالح، معتصم هود محمد، (2022)، إمكانية رقمنة أسس التصنيع الذكي: دراسة حالة في الشركة العامة لصناعة السيارات والمعدات، مجلة اقتصاديات الأعمال، المجلد 3، العدد 5، ص 389-405. https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2022.3.5.20

[6] حواس، ثامر عقاب، (2020)، مدى توافر ركائز التصنيع الذكي: دراسة استقصائية لآراء عينة من العاملين في شركة كراون بيت، مجلة تكريت للعلوم الإدارية والاقتصادية، المجلد 16، العدد 52، الجزء 3، ص 30-49. http://dx.doi.org/10.25130/tjaes.16.52.3.2

[7] سوبرامانيان، س. (2024). إنترنت الأشياء والحوسبة الطرفية للتصنيع الذكي، العمارة والاتجاهات المستقبلية. المجلة الدولية للهندسة وعلوم الحاسوب، 13(10)، 26504-26522. DOI: 10.18535/ijecs/v13i10.4922 https://doi.org/10.18535/ijecs/v13i10.4922

[8] تارانتينو، أ. (2022). التصنيع الذكي: أسلوب لين سيكس سيجما. جون وايلي وأولاده. نيوجيرسي. https://www.wiley.com/en-us/Smart+Manufacturing%3A+The+Lean+Six+Sigma+Way-p-9781119846611

[9] سوريش، ب.، بونغودي، ت.، بالاموروغان، ب.، وشارما، م. (المحررون). (2022). تحليلات البيانات الضخمة في التصنيع الذكي: المبادئ والممارسات. مطبعة CRC. الولايات المتحدة الأمريكية. https://doi.org/10.1201/9781003202776

[10] تران، ك. ب. (2023). الذكاء الاصطناعي للتصنيع الذكي. نيو جيرسي. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-30510-8

[11] ثوبين، ك. د.، ويزنر، س.، وويست، ت. (2017). "الصناعة 4.0" والتصنيع الذكي - مراجعة لقضايا البحث وأمثلة تطبيقية. المجلة الدولية لتكنولوجيا الأتمتة، 11(1)، 4-16. https://doi.org/10.20965/ijat.2017.p0004

[12] غيثان، أ. م.، الشماخي، ي.، محمد، أ.، ومظهر، خ. م. (2023). التأثير المتكامل للاقتصاد الدائري والصناعة 4.0 والتصنيع الرشيق على أداء الاستدامة لشركات التصنيع. المجلة الدولية لبحوث البيئة والصحة العامة، 20(6)، 5119. https://doi.org/10.3390/ijerph20065119

[13] روجكو، أ. (2017). مفهوم الصناعة 4.0: الخلفية والنظرة العامة. المجلة الدولية لتقنيات الهاتف المحمول التفاعلية، 11(5). https://doi.org/10.3991/ijim.v11i5.7072

[14] تشي، كيو.، وتاو، ف. (2018). التوأم الرقمي والبيانات الضخمة نحو التصنيع الذكي والصناعة 4.0: مقارنة شاملة. IEEE Access، 6، https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2793265 3-3585 .

[15] تشنغ، ب.، وانغ، هـ.، سانغ، ز.، تشونغ، ر. ي.، ليو، ي.، ليو، س.، ... وشو، س. (2018). أنظمة التصنيع الذكية للصناعة 4.0: الإطار المفاهيمي، السيناريوهات، والآفاق المستقبلية. مجلة آفاق الهندسة الميكانيكية 13، 137-150. DOI:10.1007/s11465-018-0499-5

[16] سوري، م.، أريزو، ب.، وداستريس، ر. (2023). التوأم الرقمي للتصنيع الذكي، مراجعة. اقتصاديات التصنيع والخدمات المستدامة، 2، 100017.100017. https://doi.org/10.1016/j.smse.2023

[17] إيغر، ج.، ومسعود، ت. (2020). الواقع المعزز لدعم التصنيع الذكي - مراجعة منهجية للأدبيات. حواسيب وهندسة صناعية، 140، 106195. https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106195

[18] لوثيوسر، ف.، مولر، ج. م.، وفويجت، ك. إ. (2024). تقييم إمكانات الاستدامة: تحليل ديماتيل للعلاقات المتبادلة في تقنيات التصنيع الذكي. https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1351644

[19] بشاراتي-فوماني، هـ.، لوهتاندر، م.، وفاريس، ج. (2019). تخطيط العمليات الذكي لأنظمة التصنيع الذكية: مراجعة حديثة. وقائع التصنيع، 38، 156-162. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.021

[20] ترستينجاك، م.، وكوسيك، ب. (2017). تخطيط العمليات في بيئة الصناعة 4.0. بروسيديا للتصنيع، 11، 1744-1750. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.303

[21] أولويسولا، أو. إي.، بهالا، س.، سغاربوسا، ف.، وستراندهاغن، ج. أو. (2022). تصميم وتطوير أنظمة تخطيط ومراقبة إنتاج ذكية في عصر الصناعة 4.0: منهجية ودراسة حالة.مجلة التصنيع الذكي، 33(1)، 311-332. https://link.springer.com/article/10.1007/s10845-021-01808-w

[22] ولاه، ز.، الترجمان، ف.، موستاردا، ل.، وجاجلياردي، ر. (2020). تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي في المدن الذكية. اتصالات الحاسوب، 154، 313-323. https://doi.org/10.1016/j.comcom.2020.02.069

[23] إيربيت، أ.، وسترود، أ. (مايو 2021). الذكاء الاصطناعي في مواجهة المصمم: تأثير الذكاء الاصطناعي على ممارسات التصميم. في المجتمع. التكامل. التعليم. وقائع المؤتمر العلمي الدولي (المجلد 4، الصفحات 539-549). http://dx.doi.org/10.17770/sie2021vol4.6310

[24] كونيا، ب.، مادوريرا، أ.، فونسيكا، ب.، وماتوس، ج. (2021). الجدولة الذكية مع التعلم التعزيزي. العلوم التطبيقية، 11(8)، 3710. https://doi.org/10.3390/app11083710

[25] روسيت، د. أ.، تومي، ف.، وفروتوس، م. (2019)، الصناعة 4.0: الجدولة الذكية. المجلة الدولية لبحوث الإنتاج، 57(12)، 3802-3813. https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1504248

[26] كاو، كيو، جيستوزي، ف، زاني-ميرك، سي، دي برتراند دي بوفرون، ف، ورايش، سي (2019). مراقبة الحالة الذكية لعمليات التصنيع في الصناعة 4.0: نهج قائم على علم الوجود. علم التحكم الآلي والأنظمة، 50(2)، 82-96. http://dx.doi.org/10.1080/01969722.2019.1565118

[27] لين، ي. ج.، وي، س. هـ.، وهوانغ، س. ي. (2019). أنظمة التحكم في التصنيع الذكي: جوهر المصنع الذكي. وقائع التصنيع، 39، 389-397. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.382

[28] تشونغ، ر. ي.، شو، س.، كلوتز، إي.، ونيومان، س. ت. (2017). التصنيع الذكي في سياق الصناعة 4.0: مراجعة. الهندسة، 3(5)، 616-630. https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015

[29] غالينديو-سالسيدو، م.، بيرتوز-مورينو، أ.، غوزمان-كاستيلو، س.، غوميز-تشاريس، ي.، وروميرو-كونرادو، أ. ر. (2022). تطبيقات التصنيع الذكي لعمليات التفتيش وضمان الجودة. وقائع علوم الحاسوب، 198، 536-541. https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.282

[30] إبني، م.، بامكان، س. م. هـ.، وكو، كيو. (٢٠٢٣). التصنيع الذكي القائم على التوأم الرقمي؛ من التصميم إلى مخطط المحاكاة والتحسين. وقائع المؤتمر علوم الحاسوب، 221، 1216-1225. https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.08.109

[31] زوين، أ. أ.، وعبد الكريم، ك. ز. (2021). تأثير نظام إدارة الجودة الذكية على التصنيع المستدام. ريجيو، 11(12). doi: 10.48047/rigeo.11.12.126

[32] أركاجوك، يو. (2023). مفهوم الاستدامة وتطوره التاريخي. في البحوث والمراجعات الدولية في العلوم الاقتصادية والإدارية، ص: 1-17. سيروفين يابنوي.

[33] السعيدي، كرار فاضل خلف، (2024)، ممارسات العمليات الخضراء ودورها في تحقيق الاستدامة البيئية من خلال إدارة الجودة الذكية: دراسة تحليلية لآراء عينة من العاملين في شركة أور العامة - ذي قار، رسالة دكتوراه، الكلية التقنية الإدارية/بغداد، الجامعة التقنية الوسطى، جمهورية العراق

[34] علي، رغد حسين، (2025)، تقنية الذكاء الاصطناعي ودورها في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، مجلة الإدارة والاقتصاد، المجلد (50)، العدد 147، ص 63-70. https://doi.org/10.31272/jae.i147.1378

[35] سالم، هيثم حامد، محسن، رياض مالك، رضا، نور نعيم، (2024)، القيادة الذكية وأثرها في تحقيق التنمية المستدامة/دراسة تطبيقية في حاضنة أعمال بابل، مجلة الإدارة والاقتصاد، المجلد (49)، العدد 147، ص 27-34. https://doi.org/10.31272/jae.i145.1277

[36] يوسف، رأفت فتحي متولي، (2021)، الدور الاقتصادي للمكانة وإمكانية تحقيق التنمية المستدامة في المملكة العربية السعودية وفقًا لرؤية 2030، مجلة الإدارة والاقتصاد، المجلد (46)، العدد 128، ص 119-145. https://doi.org/10.31272/jae.i128.78

[37] المجلس الوطني للبحوث. (2011). الاستدامة ووكالة حماية البيئة الأمريكية. لجنة دمج الاستدامة في وكالة حماية البيئة الأمريكية https://www.epa.gov/sustainability

[38] أريفالو، ج. أ.، كاستيلو، ي.، دي كول، س.، لينسن، ج.، نيومان، ك.، وزولو، م. (2011). مقدمة للعدد الخاص: دمج الاستدامة في نماذج الأعمال. مجلة تطوير الإدارة، 30(10)، ص: 941-954. http://dx.doi.org/10.1108/02621711111182466

[39] يونس، ف.، وتشودري، م. أ. (2017). التنمية المستدامة: الاستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية في الاقتصادات الآسيوية. https://ideas.repec.org/s/pra/mprapa.html

[40] الشمري، تبارك فاضل محمد، (2023)، تقييم واقع إدارة الامتثال وفق المواصفة القياسية (ISO 37301:2021) ودورها في تحقيق أبعاد الاستدامة: دراسة حالة في الإدارة العامة لمصرف الرافدين، رسالة ماجستير، الكلية التقنية الإدارية/بغداد، الجامعة التقنية الوسطى، جمهورية العراق.

[41] كوسياك، أ. (2018). التصنيع الذكي. المجلة الدولية لأبحاث الإنتاج، 56(1-2)، ص: 508-517. https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1351644

[42] كوريا، م. س. (2019). الاستدامة: نظرة عامة على المحصلة النهائية الثلاثية وتطبيق الاستدامة. المجلة الدولية للهندسة الاستراتيجية (IJoSE) ، 2(1)، 29-38. http://dx.doi.org/10.4018/IJoSE.2019010103 .

[43] الرومي، نورا عبد الكريم مهدي، (2018)، تقييم تطبيق متطلبات الاستدامة البيئية باستخدام عملية التسلسل الهرمي التحليلي، رسالة ماجستير، الكلية التقنية الإدارية/بغداد، الجامعة التقنية الوسطى، جمهورية العراق.

[44] زغبيب، شهرزاد، وعماني، لمياء، (2011)، البيئة والتنمية المستدامة. مجلة الاقتصاد وعلوم الإدارة والأعمال، العدد (6)، ص 246-263. https://repository.univ-msila.dz/bitstreams/b72e5cf9-05ec-4679-9b6d-b042caadfb5a/download

[45] تورانلو، هـ. س.، آزادي، م. هـ.، وسياهبور، أ. (2017). تحليل العوامل المؤثرة على نجاح تطبيق إدارة الموارد البشرية المستدامة (SHRM) باستخدام نهج هجين يجمع بين FAHP ونموذج DEMATEL الضبابي من النوع الثاني. مجلة الإنتاج الأنظف، 162، 1252-1265. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.109

[46] أجور، ل.، وأليكور، ل. أو. (2020). العقلية الابتكارية والاستدامة التنظيمية للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة في ولاية ريفرز، نيجيريا. المجلة البريطانية لدراسات الإدارة والتسويق، 3(1)، ص: 20-36. بادئة المعرف الرقمي: 10.52589 https://abjournals.org/bjmms/wp-content/uploads/sites/3/journal/published_paper/volume-3/issue-1/BJMMS_gvjIvguS.pdf

[47] الجوزي، جميلة، (2012)، أهمية الشفافية في تحقيق التنمية المستدامة، جامعة الجزائر، ص 105-114. https://asjp.cerist.dz/en/article/9331

[48] دوان، د.، وماكجيليفراي، أ. (2001). الاستدامة الاقتصادية: أهمية الاستمرار في العمل. مؤسسة الاقتصاد الجديد، ١، ٥٢. https://www.researchgate.net/publication/237302235_Economic_Sustainability_The_businessof_staying_in_business

[49] إلكينجتون، ج. (2004). مدخل إلى المحصلة الثلاثية. في أ. هنريكس و ج. ريتشاردسون (المحرران)، المحصلة الثلاثية: هل كل شيء مترابط؟ (الصفحات 1-16). إيرثسكان.https://www.johnelkington.com/archive/TBL-elkington-chapter.pdf

[50] سبانجنبرج، ج. هـ. (2005). الاستدامة الاقتصادية للاقتصاد: المفاهيم والمؤشرات. المجلة الدولية للتنمية المستدامة، 8(1-2)، 47-64. http://dx.doi.org/10.1504/IJSD.2005.007374

[51] أروشيغبي، أ. أو.، إيمانويل، ي.، وجينا، أ. (2016). الاستدامة والنتائج الثلاثية: نظرة عامة على مفهومين مترابطين. مجلة جامعة إيجبيندين للمحاسبة، 2(16)، ص: 88-126. https://www.researchgate.net/publication/322367106_SUSTAINABILITY_AND_TRIPLE_BOTTOM_LINE_AN_OVERVIEW_OF_TWO_INTERRELATED_CONCEPTS

[52] الأضحي، موسى مسفر عبد الله، دور مشاريع ريادة الأعمال في تحقيق التنمية المستدامة: دراسة ميدانية في منطقة عسير. مجلة بحوث الاقتصاد والإدارة، المجلد 3، العدد 2، ص 31-51. https://search.emarefa.net/detail/BIM-1490088

[53] فريدريك، و. س. (1960). القلق المتزايد بشأن مسؤولية الأعمال. مراجعة إدارة كاليفورنيا، 2(4)، 54-61. https://www.williamcfrederick.com/articles%20archive/growingconcern.pdf

[54] هير، ج.ف.، بلاك، و.س.، بابين، ب.ج.، وأندرسون، ر.ي. (2010). "تحليل البيانات المتعددة المتغيرات". الطبعة السابعة. برنتيس هول، أبر سادل ريفر، نيوجيرسي.

https://doi.org/10.31272/jae.i150.1465
https://admics.uomustansiriyah.edu.iq
P-ISSN: 1813–6729 E-ISSN: 2707-1359

The Impact of Smart Manufacturing Activities on Promoting Sustainability: A Survey Study of a Sample of Employees at the Baghdad Soft Drinks Company

Ali Ahmed Dawood Salman
Dept. of Business Administration, College of Administration & Economics, Mustansiriyah University, Baghdad, Iraq.
Email: ali.ahmad@uomustansiriyah.edu.iq, ORCID: https://orcid.org/0009-0005-7295-9282
Zahra Abd Mohammad
Dept. of Business Administration, College of Administration & Economics, Mustansiriyah University, Baghdad, Iraq.
Email: zahra_abd@uomustansiriyah.edu.iq, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8384-0336

Article Information

Article History:
Received: 07 / 09 / 2025
Revised: 03 / 11 / 2025
Accepted: 09 / 11 / 2025
Available Online: 01 / 12 / 2025
Page no: 114 – 131

Keywords:
Smart Manufacturing, Smart Manufacturing Technologies, Smart Manufacturing Activities, Industry 4.0, Sustainability. Baghdad Soft Drinks Company.

Correspondence:
Researcher name:
Ali Ahmed Dawood Salman

Email:
ali.ahmad@uomustansiriyah.edu.iq

Abstract

This research aims to integrate innovative manufacturing technologies (sensors, the Internet of Things, artificial intelligence, etc.) into manufacturing activities (planning, design, scheduling, monitoring, control, and quality) to develop more efficient manufacturing processes. The research's significance lies in providing a comprehensive overview of innovative manufacturing activities and identifying the technologies used in each activity. To achieve this objective, a 51-item questionnaire was designed as a data collection tool for analysis and to determine the role of innovative manufacturing activities in promoting sustainability. The research employed a descriptive-analytical approach, which facilitates a comprehensive analysis of the research problem. Baghdad Soft Drinks Company was selected for the study's practical application, and the sample comprised 171 employees, including senior management, factory managers, engineers, technicians, and machine operators. The research concluded that the company's management has a weak understanding of the concept of smart manufacturing, its activities, and the technologies applied within them. Therefore, the research recommends that the company's management adopt modern manufacturing concepts supported by the technologies of the Industrial Revolution 4.0.

The work of this research is licensed under CC BY