إمكانية إقامة مرتكزات التصنيع الذكي
دراسة حالة في الشركة العامة لصناعة السيارات والمعدات ـ مصنع بطاريات بابل

م.م. آلاء عبدالوهاب عبدالسلام
جامعة الموصل
كلية الإدارة والاقتصاد
alaa.abdulwahhab@uomosul.edu.iq

م. سوزان محمود محمد
جامعة الموصل
كلية الإدارة والاقتصاد
suzan_mahmmod@uomosul.edu.iq

م.م. معتصم هود محمد صالح
جامعة نينوى
كلية القانون
Moatasem.hood@uoninevah.edu.iq

ISSN 2709-6475 DOI: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2022.3.5.20

تأريخ استلام البحث ٢٠٢٢/٧/١٠ تأريخ قبول النشر ٢٠٢٢/٧/٢٦ تأريخ النشر ٢٠٢٢/١١/٣٠

المستخلص

يهدف البحث إلى معرفة مدى توافر مرتكزات التصنيع الذكي في الشركة العامة لصناعة السيارات والمعدات-مصنع بطاريات بابل ومدى تلامس عملياتها وفق فلسفة هذا النظام، وانطلاقاً من المشكلة البحثية التي صيغت للتعبير عن افتقار الميدان المبحوث لمرتكزات التصنيع الذكي، على وفق ذلك اعتمد الباحثون على منهج دراسة الحالة في تشخيص الواقع الحالي للشركة المبحوثة، وتم إعداد قائمة فحص وزعت على عينة البحث والبالغ عددهم (52) فرداً. وقد توصلت الدراسة الى مجموعة من الاستنتاجات كان من بينها أن الشركة المبحوثة تمتلك مؤهلات نظام التصنيع الذكي وبنسب متباينة لمرتكزاته، أما أهم المقترحات فكانت على إدارة الشركة البدء بإجراءات التحول نحو المواد الذكية والهياكل الذكية وتخصيص مواد بديلة قابلة لإعادة التدوير من أجل الاستجابة للبيئة والعمل على استدامتها.

الكلمات المفتاحية: التصنيع الذكي، تقنيات التصنيع والعمليات، المواد، البيانات، الهندسة التنبؤية، الاستدامة.

مجلة اقتصاديات الأعمال
المجلد (٣) العدد (٥) ٢٠٢٢
الصفحات: ٣٨٩-٤٠٥

The Possibility of Establishing the Pillars of Smart Manufacturing
A case Study in the State Company for Automotive and Equipment's Industry-Batteries Factory

Abstract

The research aims to find out the availability pillars of smart manufacturing Automobile and Equipment Industry - Babel Battery Factory Industries, and the extent of its operations touching according to the philosophy of this system, and based on the research problem that was formulated to express the researched field's lack of smart manufacturing foundations, according to which the researchers relied on the approach Case study In diagnosing the current reality of the company in question, a checklist was prepared and distributed to the company's employees. The study reached a set of conclusions, including that the company in question possesses the qualifications of the smart manufacturing system and in varying proportions to its foundations.

Key words: smart manufacturing, manufacturing techniques and processes, materials, data, predictive engineering, sustainability.

المقدمة:

اعتمدت النظم الصناعية في عصر الثورة الصناعية الأولى على ممارسات لا تتعدى الرقابة البسيطة على عمليات الإنتاج والجدولة ومطابقة المدخلات على المخرجات ليتطور الأمر مع ظهور الحواسيب وصولاً الى ثورتها في تقانة المعلومات والاتصالات وبزوغ عصر الثورة الصناعية الرابعة القائمة على البيانات الكبيرة (Big Date) والسحابة وانترنت الأشياء لتقدم هذه الثورة أنظمة تصنيع ملائمة لعصرها كان من بينها نظام التصنيع الذكي القائم على الذكاء الصناعي المعتمد على البيانات الكبيرة والسحابة وغيرها ولتحقيق ممارسات كفؤة في المرونة والاتمتة والذكاء والتكامل والاستدامة.

في المقابل كان لابد ان تتكيف البيئات الصناعية لمثل هذه النظم المعاصرة، الا ان مرتكزات تحقيق وانتشار مثل هذه النظم تقف دون تنفيذها، والصناعة العراقية احدى هذه البيئات التي تحول الطبيعة الديناميكية المعقدة الى انتشار وتنفيذ هذه النظم، وعلى وفق ذلك صيغت مشكلة الدراسة تحت تساؤل رئيس يتمثل حول ما مدى توافر مرتكزات التصنيع الذكي في الشركة العامة لصناعة السيارات والمعدات - مصنع بطاريات بابل؟ وللإجابة على هذا التساؤل اختطت الدراسة أهدافها في الكشف عن المرتكزات الأساسية لنظام التصنيع الذكي في البيئة العراقية عموما والميدان المبحوث على وجه الخصوص، ولتحقيق ذلك قسمت الدراسة االى أربع محاور اختص المحور الاول لعرض منهجية البحث، فيما تناول المحور الثاني عرض الجانب النظري الخاص بالتصنيع الذكي ومرتكزاته، وخصص المحور الثالث للجانب الميداني، واختتم بالمحور الرابع الخاص بالاستنتاجات والمقترحات التي توصل إليها الباحثون.

المحور الأول: منهجية البحث:

أولاً: مشكلة البحث:

احتدم الجدل الفكري بخصوص مواضيع إدارة الانتاج والعمليات وخصوصاً بعد التطور الذي حدث في مجال إدارة الإنتاج والذكاء الصناعي، الأمر الذي دفع الشركات الى ابتكار طرق جديدة وحديثة تسهم في تحقيق التميز والريادة الذي ظهر واضحاً من خلال البحوث النظرية والفكرية التي تناولت هذا الموضوع، وانطلاقاً من الواقع الذي تعيشه الشركات الصناعية العراقية بصورة عامة يجعلها بحاجة الى التعرف على ماهية التصنيع الذكي وآلياته ومرتكزاته التي تسهم فيما لو طبقت بالشكل الأمثل في تحقيق التفوق التنافسي والزيادة في الإنتاجية والدقة في العمل كونها تمثل مدخلاً ونظاماً حديثاً من الأنظمة الإنتاجية الحديثة التي تعبر عن نجاح الشركات، ونظراً لافتقار الميدان البحوث لمرتكزات التحول نحو التصنيع الذكي فقد صيغت مشكلة البحث وفق هذا المنظور وتتضح مضامينها أكثر من خلال التساؤلات الآتية:

١. ما هي المرتكزات الاساسية والاطر الفكرية لنظام التصنيع الذكي؟
٢. ما مدى توافر مرتكزات التصنيع الذكي في الشركة العامة لصناعة السيارات والمعدات - مصنع بطاريات بابل.
٣. كيف يمكن تقييم مستوى الفجوة بين الواقع ومتطلبات التحول نحو مرتكزات التصنيع الذكي؟

ثانياً: أهمية البحث:

تنبع أهمية البحث الحالي بكونه يتناول موضوع مهم جداً ومعاصر في إدارة الإنتاج والعمليات، ولحاجة الشركات العراقية اليه تبرز اهمية البحث بما يأتي:

١. توضيح وتقديم منهجية نظرية وعملية تساهم في فهم كيفية اعتماد التصنيع الذكي في الميدان المبحوث، فضلاً عن تحديد ماهية التصنيع الذكي.
٢. يتصدى البحث الحالي الى أحد الموضوعات المعاصرة في مجال إدارة الانتاج والعمليات من خلال اثارة الجدل الفكري والفلسفي والتطبيقي لنظام التصنيع الذكي في البيئة العراقية.
٣. اغناء المكتبة العراقية بإحدى الدراسات الحديثة حول نظم التصنيع المعاصرة ومن بينها نظام التصنيع الذكي.

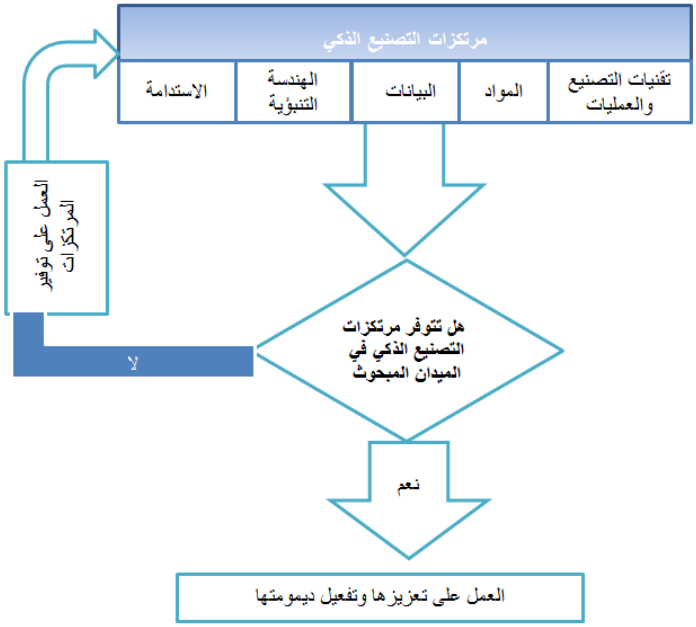
ثالثاً: أهداف البحث:

يهدف البحث الى تحقيق ما يأتي:

١. الحرص على تقديم إطار معرفي للتصنيع الذكي يستند الى تتبع المسارات الفكرية والمفاهيمية والتعمق في الجدل الفكري حول تحديد مرتكزات التصنيع الذكي.
٢. معرفة مدى توافر مرتكزات التصنيع الذكي في الشركة العامة لصناعة السيارات والمعدات- مصنع بطاريات بابل.
٣. التوصل الى الاستنتاجات وعرض أهم المقترحات التي يمكن للشركة المبحوثة الاستفادة منها.

رابعاً: المخطط الفرضي للبحث:

لغرض بيان فكرة البحث تم وضح المخطط الفرضي الموضح في الشكل (1).



الشكل (1) المخطط الافتراضي للبحث

المصدر: الشكل من إعداد الباحثين.

خامساً: فرضيات البحث:

استناداً لمشكلة البحث واتساقاً مع أهدافه صيغت الفرضيات الآتية:

الفرضية الرئيسة الأولى: تتوافر مرتكزات التصنيع الذكي في الشركة العامة لصناعة السيارات والمعدات - مصنع بطاريات بابل.

الفرضية الرئيسة الثانية: توجد فروقات معنوية بين مرتكزات التصنيع الذكي في الشركة العامة لصناعة السيارات والمعدات - مصنع بطاريات بابل.

سادساً: أساليب جمع البيانات والمعلومات:

اعتمد الباحثون في جمع البيانات والمعلومات على الآتي:

١. **الجانب النظري:** تم الاعتماد على الكتب والمجلات العلمية والورقية والالكترونية وكذلك الرسائل والأطاريح الجامعية الورقية والالكترونية، فضلاً عن المنشورات والمطبوعات الحكومية والدولية وشبكة المعلومات الدولية لتغطية الجانب النظري.

٢. **الجانب العلمي:** تم الاعتماد على قائمة الفحص المكونة من (24) فقرة والموضحة تفاصيلها في الملحق (1) واستخدمت كأداة رئيسة لجمع البيانات والمعلومات لتغطية هذا الجانب في الشركة المبحوثة.

سابعاً: مجتمع وعينة البحث:

تمثل البحث بالشركة العامة لصناعة السيارات والمعدات - مصنع بطاريات بابل، الذي وقع اختياره كميدان للدراسة لوجود خطوط انتاج تستند على التصنيع الذكي في عملياتها، وقد تمثل المجتمع بكل من الإدارة العليا والإدارة الوسطى وبقية الموظفين في تلك الشركة، وقد تم اعتماد الاختيار الشامل للمجتمع، وعليه تم توزيع (52) قائمة فحص وقد بلغت الاستمارات المستردة والصالحة للتحليل (41) استمارة، التي مثلت عينة للبحث الحالي، والجدول (1) يظهر نسبة الاستمارات المستردة من إجمالي الاستمارات الموزع.

الجدول (1) عدد استمارات قوائم الفحص الموزعة والمستلمة من الأفراد المبحوثين

البيان	الإجمالي
عدد القوائم الموزعة	52
عدد القوائم المستلمة الصالحة للتحليل	41
نسبة القوائم الصالحة للتحليل	%78.8

المصدر: الجدول من إعداد الباحثين.

ثامناً: منهج البحث:

اعتمد الباحثون على منهج دراسة الحالة كونه يمتاز بالتحليل الشامل والتفصيلي للظاهرة، فضلاً عن سماته من حيث امكانياته في الجمع بين أكثر من اسلوب بحثي في آن واحد، لذي يتمثل بالمشاهدات والمقابلات واستعمال قائمة الفحص والمقارنات وطرح الملاحظات والاستفسارات على نحو مباشر لغرض الحصول على البيانات والمعلومات المطلوبة التي يستوجبها البحث الحالي وصولاً للأهداف المنشودة.

تاسعاً: حدود البحث:

يتسم البحث بالحدود الآتية:

١. **الحدود الزمانية:** امتددت فترة انجاز البحث من ٢٠٢٢/٣/١ ولغاية ٢٠٢٢/٧/١٩.

٢. **الحدود المكانية:** شمل الشركة العامة لصناعة السيارات والمعدات - مصنع بطاريات بابل، اذ تأسس المصنع عام ١٩٧٥ بعد ان تم دمج كل من قسم البطاريات السائلة مع قسم البطاريات الجافه ويضم المصنع ثلاث معامل وهي معمل بابل (موقع الوزيرية) ومعمل مسبك الرصاص (موقع خان ضاري) ومعمل النور (موقع ابو غريب).

٣. **الحدود البشرية:** الأفراد المبحوثين في الشركة العامة لصناعة السيارات والمعدات-مصنع بطاريات بابل وهم الإدارة العليا والوسطى.

عاشراً: الأساليب الإحصائية المستخدمة في البحث:

استخدم الباحثون مجموعة من الادوات الاحصائية لتحليل البيانات وهي:

١. النتيجة: الاوزان × التكرار.

٢. المعدل: مجموع النتيجة / مجموع التكرارات.

٣. معدل الوسط الفرضي: النسبة المئوية لمدى المطابقة × المعدل / مجموع النتيجة.

٤. النسبة المئوية لمدى المطابقة: المعدل /١٠ أعلى درجة قياس × ١٠٠.

٥. مقدار الفجوة: ١- النسبة المئوية لمدى المطابقة.

٦. الوسط الحسابي والانحراف المعياري.

٧. اختبار T لاختيارات فرضيات البحث.

المبحث الثاني: الجانب النظري:

أولاً: جذور التصنيع الذكي ومفهومه:

يعود تاريخ التصنيع في العصر الحديث إلى العقد الخامس من القرن الماضي، وقد أدى التقدم في تكنولوجيا الحاسوب وبناء الآلات إلى اتمتة التصنيع والذي يتم تشغيل الأدوات والآليات إلى حد كبير بواسطة برامج الحاسوب بدلاً من المشغلين العمال، ويتم نقل المواد والمكونات بواسطة أنظمة معالجة المواد الآلية ويتم تخزينها في أنظمة تخزين واسترجاع آلية اعتماداً على نطاق ودرجة أتمتة أرضية التصنيع وتكامل مجالات الإنتاج الوظيفية المختلفة، وتم استخدام مصطلحات مختلفة لوصف التصنيع الآلي منذ الثمانينيات بدءاً من خلايا التصنيع المرنة وأنظمة التصنيع المرنة إلى التصنيع المتكامل بالحاسوب والتصنيع الذكي، ومن ثم تمت صياغة مصطلح التصنيع الذكي مطلع عام ١٩٩٠ ونشره أول مرة في مجلة التصنيع الذكي (Kusiak,1990)، ثم شرعت اليابان البحث في التصنيع الذكي الذي أدى إلى إنشاء برنامج نظام التصنيع الذكي (IMS) لدعم البحث الصناعي في عام ١٩٩٥. وقد تم إدراك أن الصناعة في بلد واحد وحدها لا تستطيع إعادة تشكيل التصنيع وأن التعاون الدولي ضروري، إذ بدأت الشركات الكبرى مثل اليابان والولايات المتحدة وأوربا جهوداً تعاونية بشأن مستقبل التصنيع، وتم تنفيذ الكثير من نظام التصنيع الذكي IMS تحت مظلة برنامج أنظمة تصنيع الجيل التالي (Next Generation Manufacturing System) الذي تم تأسيسه كمشروع غير هادف للربح في وقت لاحق، وتم توسيع النظام IMS، مع قيام الاتحاد الأوروبي ببذل جهود بحثية في التصنيع الذكي (Kusiak,2018:509).

على وفق ما تقدم يستعرض الباحثون مفهوم التصنيع الذكي وفقاً لآراء عدد من الباحثين وكما موضح في الجدول (2).

الجدول (2) مفهوم التصنيع الذكي

ت	الباحث والسنة	المفهوم
١	Patel,2014:7	استراتيجية لإنتاج سلعة جديدة وبشكل سريع من اجل التعامل مع الأسواق المتغيرة، كذلك القدرة على مواجهة البيئة التنافسية التي تتغير بشكل مستمر، كما يمكن وصفه بأنه مستوى تصنيع استراتيجي لتقديم منتجات جديدة بسرعه وحسب التغيرات في الأسواق وقدرة المنظمة على التطور في بيئة تنافسيه تتميز بالتغيرات المستمرة وغير المنظورة.
٢	Lu,*et.al.*,2016:32	نظام تصنيع متكامل وتعاوني يستجيب في الوقت الفعلي لتلبية المتطلبات المتغيرة وظروف العمل وشبكات التجهيز وحاجة الزبون.
٣	Yasar & Karakadilar, 2017:8	التصنيع الذي يقوم بالتركيز على تلبية متطلبات الزبائن مع المحافظة في الوقت نفسه على الجودة، والمواصفات العالية، والتحكم بالكلفة لإنتاج منتج معين وخاصة في المنظمات التي تعمل ضمن بيئة تنافسية عالية.
٤	Edgar & Pistikopoulos,2018:5	عبارة عن استراتيجية تدمج تكنولوجيا المعلومات والنماذج والمحاكاة التي تديرها بيانات المنظمة في الوقت الحقيقي ومقاييس الأداء. من خلال الاستفادة من أنظمة التحكم والأتمتة الحالية في العمليات.
٥	Yuanju,*et.al.*,2019:3	تطبيق مكثف لنظم الذكاء المتقدم التي تساعد على التصنيع السريع للمنتجات الجديدة والاستجابة الديناميكية الى طلب المنتجات والتحسين الأمثل في الوقت الحقيقي لإنتاج التصنيع وشبكات سلسلة التجهيز
٦	Wang & Hsu,2020:2	هو نظام فيزيائي موجه نحو الإنتاج، يدمج أنظمة الإنتاج والمستودعات والخدمات اللوجستية وحتى المتطلبات البيئية والاجتماعية لإنشاء رقمنة بيئة التصنيع المؤتمتة.
٧	Leng,*et.al.*,2021:120	هو نظام مادي متعدد المجالات مع أدوات توصيل معقدة بين مكونات مختلفة يشتمل تصميم نظام التصنيع بشكل تقليدي على تصميم وتحليل وتحسين تخطيط النظام، والقدرة الإنتاجية، وتدفق الإنتاج، ونظام مناولة المواد، وطرق التصنيع، ومرونة النظام، واستراتيجيات التشغيل، وينبغي تحسين القرارات المتعلقة باختيار الموارد وتكوينها في عملية التصميم.

المصدر: الجدول من إعداد الباحثين بالاعتماد على المصادر الواردة في الجدول.

ومما تقدم يرى الباحثون ان التصنيع الذكي هو أحد المفاهيم المستندة على التكنولوجيا الفائقة والتي تهدف الى شكل جديد من الاتمتة الصناعية وتركز على التخطّيط والتنفيذ والمراقبة والتحسّن المستمر لجمّع العمليات الإنتاجية وموارد الإنتاج.

ثانياً: أهمية التصنيع الذكي:

تحاول أنظمة التصنيع الذكية (SMS) تعظيم القدرات من خلال استخدام التقنيات المتقدمة التي تعزز من التدفق السريع والاستخدام الواسع للمعلومات الرقمية داخل وبين أنظمة التصنيع، ويقود التصنيع الذكي الى مكاسب غير مسبوقة في سرعة الإنتاج والجودة والكفاءة للشركات المصنعة، الذي يؤدي بدوره إلى تحسين القدرة التنافسية على المدى الطويل.

ويتفق كل من (Morris,2016:2)، (Mittal,*et.al.*,2017:5)، (Yuquan,2018:9) على أهمية التصنيع الذكي من خلال الآتي:

١.استخدام تحليل البيانات المتقدمة لاستكمال العلوم الفيزيائية لتحسين أداء النظام واتخاذ القرار.

٢.زيادة الانتشار والاستخدام الواسع لأجهزة الاستشعار وإنترنت الأشياء الذكية.

٣.تحسين الإنتاجية وتقليل وقت التوقفات عن العمل، واكتساب رؤية أفضل.

٤. تحسين الاستخدام الأمثل للأفراد والمواد والطاقة من اجل انتاج منتجات مخصصة عالية الجودة والتسليم في الوقت المحدد.
٥. امتلاك التصنيع الذكي مرونة تجعله قادر على إعادة التشكيل ومنخفض الكلفة وقابل للتكيف أو التحول.
٦. السرعة في الاستجابة للتغيرات الحاصلة في طلبات السوق وسلاسل التوريد.
٧. القدرة على تحقيق التكامل بين المجهزين وتطوير عمليات التصنيع، فضلاً عن زيادة استثمار المعدات من خلال قصر أوقات التصميم والتصنيع.
٨. تخفيض مصاريف التشغيل عن طريق التخفيض في تكاليف التخزين، وتخفيض التالف، وإعادة التصنيع وكذلك تخفيض العمل المباشر والتكاليف الصناعية المباشرة.

ثالثاً: مرتكزات التصنيع الذكي:

يستلهم التصنيع الذكي مرتكزاته من مفاهيم الحوسبة والذكاء الصناعي التي تظهر جلياً في مضامينه، إلا أن له هوية خاصة يمكن اظهارها من خلال مرتكزاته الخمسة الديناميكية القابلة للتغير طبقاً للتطورات الرقمية والتكنولوجيا الذكية المرتبطة بهذا النظام (Carla,*et.al.*,2018:32).

اتساقاً مع ما تقدم يرى الباحثون ان مرتكزات التصنيع الذكي يمكن تصنيفها على وفق الآتي: (Bosman,*et.al.*,2019:9)، (Zhang,2020:36)، (Dubey,*et.al.*,2020:5)، (Pathak, 2021:143)

١. **تقنيات التصنيع والعمليات:** تقنيات التصنيع هي حالة خاصة من عمليات النمو، اذ تهدف النمذجة في تقنيات التصنيع والعمليات الى تحسين أداء أجزاء الجهاز والآلة، والتي تؤدي الى تطور حالة المنتج النهائي في التصنيع الإضافي وهي ذات أهمية عامة للتقنيات الحديثة، وخاصة بالهندسة وصناعة الإلكترونيات وغيرها من المجالات، تسهل تقنيات التصنيع والعمليات في إنتاج الهياكل غير العشوائية في مجموعة متنوعة من المواد ذات الأشكال الهندسية والتي يمكن تحسينها ضمن مجموعة معينة من القيود، ويتوقع ظهور تقنيات وعمليات تصنيع بأشكال مختلفة في المستقبل القريب فقد تظهر مواد وقطع غيار ومنتجات جديدة، فالتصنيع المضاف هو خير مثال على هذه التقنية وهو الذي دفع الى تطوير مواد جديدة لها تأثير في تصميم وتصنيع المنتجات وفتحت الباب لتطبيقات جديدة مثل التصنيع الأحيائي (Horn & Harrysson,2012:275).
٢. **المواد:** المواد الذكية والهياكل الذكية هي تخصيص مواد ناشئ جديد تجمع بين علوم المواد المعاصرة وعلوم المعلومات، يتكون النظام الذكي من الاستشعار والمعالجة والتشغيل والتغذية العكسية والتشخيص الذاتي وأنظمة الاسترداد الذاتي، ويستخدم هذا النظام الخصائص الوظيفية للمواد المتقدمة من اجل تحقيق أداء عالي مع إمكانية التحديد والتمييز والتعديل والاستجابة للبيئة المتغيرة، يجب أن يكون لكل مكون من مكونات هذا النظام وظائف خاصة بالمواد الذكية، إذ تعد مجموعة فرعية من النظام الذكي (Wang & Kang,2012:5).
٣. **البيانات:** التوحيد القياسي هو مطلب أساسي لدمج الأنظمة والعمليات المختلفة وهو التحدي الأكبر في تطبيق التصنيع الذكي على نطاق واسع، ونظراً للطبيعة التعاونية والمتكاملة للتصنيع الذكي، فإن توحيد البنى، وتنسيقات تبادل البيانات، والواجهات أمر بالغ الأهمية لتعظيم المخرجات بين التقنيات والحلول المختلفة في التصنيع الذكي، لذا ينبغي أن يكون تركيز مبادرات التقييس الدولية على واجهات قابلة للتشغيل البيانات بين عمليات وأنظمة التصنيع الذكي (Lu & Wang, 2020:7).

٤. **الهندسة التنبؤية:** تعد الهندسة التنبؤية من الركائز الأساسية لتصنيع الذكي ولكنه يحتاج الى عدد كبير من العاملين لتطبيقات التعلم الآلي، إذ يعتمد معظم أداء التعلم الآلي وبشكل كبير على تمثيل متجه الميزات وهي من أحدث الاضافات حول التصنيع والذي سيحول الشركات الى شركات استباقية وليست شركات مستجيبة واعتماداً على الاحتياجات البشرية ومن أجل الوصول الى الحل الأمثل للمشكلة، هناك انتقال من معيار واحد إلى حالة متعددة من المعايير مقارنة بالماضي، تختلف هذه المعايير وفقاً لمجال عمل الشركات وهدفها الرئيسي هو تقليل الكلفة والوقت، حيث ان قدرة الشركات على تطوير الوسائل والأدوات اللازمة لمواجهة التغيرات البيئية والفرص التي قد تنشأ بكفاءة (Heaton,2016:9).

٥. **الاستدامة:** لا تتعلق الاستدامة فقط بما يتم تصنيعه ولكن كيف يتم تنفيذه، فهي القوة الرئيسة وراء تحقيق المساواة بين إعادة التصنيع وإعادة التهيئة وإعادة الاستخدام مع التصنيع، وبسبب الاستدامة سيبقى الخط الفاصل بين التصنيع والخدمة ضبابياً، على سبيل المثال تجديد المنتج المستخدم ليس نشاطاً صناعياً تقليدياً، ومع هذا قد يدخل قاموس التصنيع الجديد، أن للاستدامة اهمية كبيرة في التصنيع وجهود الاستدامة تتوجه نحو عمليات التصنيع واستخدام الطاقة والملوثات المنسوبة الى التصنيع، يمكن تحقيق أكبر مكاسب الاستدامة عندما يكون تطوير المنتجات والعمليات موجه لمعايير الاستدامة، ومن السيناريوهات المحتملة ان يدفع تصميم المنتجات المستدامة بعمليات التصنيع، وان تؤثر عمليات التصنيع المستدام على تصميم المنتجات، والتطوير الآني للمواد والمنتجات والعمليات المستدامة وكله يحدث في الوقت نفسه (Kusiak,2018:511).

تأسيساً على ما تقدم سيستحضر الباحثون مضامين التصنيع الذكي في الميدان المبحوث ومن خلال مرتكزاته الخمسة وبيان مدى تلامس الشركة العامة لصناعة السيارات والمعدات-مصنع بطاريات بابل مع هذه المرتكزات ومن ثم تحديد حجم الفجوة بين الواقع من جهة والمرتكزات من جهة أخرى.

المحور الثالث: الجانب الميداني:

يتطرق هذا المحور إلى عرض وتحليل المعلومات التي تم التوصل إليها من خلال قائمة الفحص حول مرتكزات التصنيع الذكي وكما يأتي:

أولاً: تحليل الفرضية الرئيسة الأولى (لا تتوافر مرتكزات التصنيع الذكي الشركة العامة لصناعة السيارات والمعدات ـ مصنع بطاريات بابل):

١. تقنيات التصنيع والعمليات:

ومن خلال تحليل نتائج استمارة الفحص الخاصة بهذا البند الواردة في الجدول (3) فقد حصلت الفقرات (2،4،5) على أعلى درجة إذ بلغت (10) من أصل (50) درجة أي بنسبة (20%) لكل منهم، وهي أعلى من الوسط الفرضي البالغ قيمته (16%)، مما يعني تكامل تقنيات التصنيع والعمليات في الشركة وتجمع بين العمليات التقليدية والحديثة، أما بالنسبة إلى الفقرة (1،3) فقد حصلت على (5) من أصل (50) درجة وبنسبة (10%) لكل منهما، وهي نسبة أقل من الوسط الفرضي البالغ (16%) مما يشير إلى قصور إدارة الشركة فيما يتعلق بامتلاكها لتقنيات حديثة في التصنيع وضعف في عملية تصميم منتجات تتوافق مع نظام التصنيع الحديث، إذ جاء المعدل العام (8) من أصل (10) درجة وبنسبة (80%) وهي تعد نسبة جيدة جداً، وبذلك يكون مقدار الفجوة (20%).

الجدول (3) تحليل استمارة الفحص الخاصة بتقنيات التصنيع والعمليات

رقم الفقرة	المتغير	متوفر كلياً	متوفر جزئياً	غير متوفر
أولاً: تقنيات التصنيع والعمليات:				
١	تمتلك شركتنا تقنيات حديثة في التصنيع		✓	
٢	تتكامل العمليات فيما بينها في شركتنا من اجل تصنيع أمثل	✓		
٣	تصميم المنتج يتوافق مع نظام التصنيع الحديث المتوفر في شركتنا		✓	
٤	توجد نظم تصنيع مؤتمنة في شركتنا تساهم في انجاح العمليات	✓		
٥	تجمع شركتنا بين العمليات التقليدية والعمليات الحديثة المضافة	✓		
	الأوزان	10	5	0
	التكرارات	3	2	0
	النتيجة	30	10	0
	المعدل	8		
	النسبة المئوية لدى المطابقة	%80		
	معدل الوسط الفرضي	%16		
	مقدار الفجوة	%20		

المصدر: الجدول من إعداد الباحثين استناداً إلى نتائج قائمة الفحص.

٢. المواد:

يتبين من خلال نتائج استمارة الفحص الخاصة بهذا البند الواردة في الجدول (4)، فقد حصلت الفقرة (9) على أعلى درجة، إذ بلغت (10) من أصل (40) درجة أي بنسبة (25%)، وهي أعلى من الوسط الفرضي البالغ قيمته (18.7%)، مما يعني ان الشركة لها القدرة الكبيرة على توفير المواد الاولية التي تحتاجها الشركة في عملية التصنيع، أما بالنسبة إلى الفقرة (6،8) فقد حصلت على (5) من أصل (40) درجة وبنسبة (12.5%) لكل منهما، وهي نسبة أقل من الوسط الفرضي البالغ (18.7%) مما يشير إلى قصور إدارة الشركة في استخدام تكاليف المنتجات المدورة بالشكل المطلوب الذي يسهم في عمليات التصنيع الذكي، أما الفقرة (7) فقد حصلت على اقل درجة (0) من أصل (40) درجة أي بنسبة (0%) وهي نسبة أقل من الوسط الفرضي البالغ (18.7%) مما يدل على ان الشركة لا تقوم بأعاده تدوير منتجاتها، إذ جاء المعدل العام (7.5) من أصل (10) درجة وبنسبة (75%) وهي تعد نسبة جيدة وبذلك يكون مقدار الفجوة (25%).

الجدول (4) تحليل استمارة الفحص الخاصة بالمواد

رقم الفقرة	المتغير	متوفر كلياً	متوفر جزئياً	غير متوفر
ثانياً: المواد:				
٦	المواد المستخدمة في التصنيع تساعد في تسهيل عمليات التصنيع الذكي.		✓	
٧	تقوم شركتنا في إعادة تدوير المنتجات.			✓
٨	تكاليف استخدام المنتجات المدورة كمواد أقل من استخدام مواد أولية جديدة.		✓	
٩	لدى شركتنا القدرة الكبيرة على توفير المواد الأولية.	✓		
	الأوزان	10	5	0
	التكرارات	1	2	1
	النتيجة	20	10	0
	المعدل	7.5		
	النسبة المئوية لدى المطابقة	%75		
	معدل الوسط الفرضي	%18.7		
	مقدار الفجوة	%25		

المصدر: الجدول من إعداد الباحثين استناداً إلى نتائج قائمة الفحص.

٣. البيانات:

يتضح من تحليل نتائج استمارة الفحص الخاصة بهذا البند الواردة في الجدول (5) فقد حصلت الفقرات (10،13) على أعلى درجة إذ بلغت (10) من أصل (50) درجة أي بنسبة (20%) لكل منهم، وهي أعلى من الوسط الفرضي البالغ قيمته (14%)، مما يعني ان الشركة لها قاعدة بيانات موحدة في جميع اقسامها، فضلاً عن العاملين يمتلكون مهارات وخبرة بشكل كافي لاستخدام الانظمة الحديثة، أما بالنسبة إلى الفقرة (11،12،14) فقد حصلت على (5) من أصل (50) درجة وبنسبة (10%) لكل منهما، وهي نسبة أقل من الوسط الفرضي البالغ (14%) مما يشير إلى ان ليس كل المعلومات متاحة للعاملين في الشركة وان الحواسيب داخل الشركة غير حديثة بما فيه الكفاية ووجود ضعف في التواصل بين العاملين في الشركة، إذ جاء المعدل العام (7) من أصل (10) درجة وبنسبة (70%) وهي تعد نسبة جيدة وبذلك يكون مقدار الفجوة (30%).

الجدول (5) تحليل استمارة الفحص الخاصة بالبيانات

رقم الفقرة	المتغير	متوفر كلياً	متوفر جزئياً	غير متوفر
ثالثاً: البيانات:				
١٠	تمتلك شركتنا قاعدة بيانات موحدة.	✓		
١١	المعلومات متاحة لجميع العاملين في الشركة.		✓	
١٢	تستخدم شركتنا احدث الحواسيب والأنظمة.		✓	
١٣	لدى العاملين في شركتنا القدرة والمهارة الكافية على استخدام الانظمة الحديثة والتعامل معها.	✓		
١٤	هناك تواصل مستمر من خلال شبكات التواصل بين العاملين في شركتنا.		✓	
	الأوزان	10	5	0
	التكرارات	2	3	0
	النتيجة	20	15	0
	المعدل		7	
	النسبة المئوية لدى المطابقة		%70	
	معدل الوسط الفرضي		%14	
	مقدار الفجوة		%30	

المصدر: الجدول من إعداد الباحثين استناداً إلى نتائج قائمة الفحص.

٤. الهندسة التنبؤية:

تشير نتائج استمارة الفحص الخاصة بهذا البند الواردة في الجدول (6) فقد حصلت الفقرات (16،17) على أعلى درجة، إذ بلغت (10) من أصل (50) درجة أي بنسبة (20%) لكل منهم، وهي أعلى من الوسط الفرضي البالغ قيمته (14%)، مما يعني يتوافر في الشركة منتجات ذو جودة عالية ووفق أسس ومواصفات الجودة، أما بالنسبة إلى الفقرة (15،18،19) فقد حصلت على (5) من أصل (50) درجة وبنسبة (10%) لكل منهما، وهي نسبة أقل من الوسط الفرضي البالغ (14%) مما يشير الى ان الشركة هناك قصور في الاستجابة إلى تحقيق رغبات الزبون، فضلاً عن ان هناك ضعف في المنهج الاستباقي للشركة، إذ جاء المعدل العام (7) من أصل (10) درجة وبنسبة (70%) وهي تعد نسبة جيدة وبذلك يكون مقدار الفجوة (30%).

الجدول (6) تحليل استمارة الفحص الخاصة بالهندسة التنبؤية

رقم الفقرة	المتغير	متوفر كلياً	متوفر جزئياً	غير متوفر
رابعاً: الهندسة التنبؤية:				
١٥	شركتنا تصمم منتجاتها وتضيف تطورات على المنتج قبل ان يطلب او يتوقعه الزبائن وفق المنهج الاستباقي.		✓	
١٦	توفر شركتنا منتج ذو جودة عالية.	✓		
١٧	تعمل شركتنا وفق أسس وموصفات الجودة العالمية.	✓		
١٨	تستخدم شركتنا التصميم الذكي الذي يساهم في تحقيق رغبات الزبائن.		✓	
١٩	تسعى شركتنا باستمرار لامتلاك نموذج جديد للمنتج لا يتوفر لدى المنافسين.		✓	
	الأوزان	10	5	0
	التكرارات	2	3	0
	النتيجة	20	15	0
	المعدل	7		
	النسبة المئوية لدى المطابقة	%70		
	معدل الوسط الفرضي	%14		
	مقدار الفجوة	%30		

المصدر: الجدول من إعداد الباحثين استناداً إلى نتائج قائمة الفحص.

٥. الاستدامة:

من خلال نتائج استمارة الفحص الخاصة بهذا البند الواردة في الجدول (7)، فقد حصلت الفقرة (21،22) على أعلى درجة إذ بلغت (10) من أصل (50) درجة أي بنسبة (20%)، وهي أعلى من الوسط الفرضي البالغ قيمته (12%)، مما يعني ان منتج الشركة مصمم بطريقة يمكن ان تكون العمليات فيه تقلل من الهدر في المواد الاولية، أما بالنسبة إلى الفقرة (20،23) فقد حصلت على (5) من أصل (50) درجة وبنسبة (10%) لكل منهما، وهي نسبة أقل من الوسط الفرضي البالغ (12%) مما يشير إلى انه من المرجح في بعض الأحيان ان منتج الشركة قد يسهم في تلوث البيئة ويسبب هدر في الطاقة اثناء انتاجه، أما الفقرة (24) فقد حصلت على اقل درجة (0) من اصل (50) درجة أي بنسبة (0%) وهي نسبة اقل من الوسط الفرضي البالغ (12%)، مما يدل على ان المواد الاولية المتوفرة في سوق العمل لا تغطي احتياجات الشركة مستقبلياً، إذ جاء المعدل العام (6) من أصل (10) درجة وبنسبة (60%) وهي تعد نسبة متوسطة وبذلك يكون مقدار الفجوة (40%).

الجدول (7) تحليل استمارة الفحص الخاصة بالاستدامة

رقم الفقرة	المتغير	متوفر كلياً	متوفر جزئياً	غير متوفر
خامساً: الاستدامة:				
٢٠	منتج شركتنا لا يساهم في تلوث البيئة.		✓	
٢١	منتج شركتنا بالإمكان اعادة استخدامه وتدويره مما يعكس ذلك في الحفاظ على البيئة.	✓		
٢٢	منتج شركتنا مصمم بان تكون العمليات تقلل من الهدر في المواد الأولية.	✓		
٢٣	منتج شركتنا مصمم بان العمليات في انتاجه لا تهدر الطاقة.		✓	
٢٤	المواد الاولية المتوفرة في سوق العمل لتغطية احتياجات الشركة المستقبلية.			✓
	الأوزان	10	5	0
	التكرارات	2	2	1

	النتيجة	20	10	0
	المعدل	6		
	النسبة المئوية لدى المطابقة	%60		
	معدل الوسط الفرضي	%12		
	مقدار الفجوة	%40		

المصدر: الجدول من إعداد الباحثين استناداً إلى نتائج قائمة الفحص.

ومن خلال الاطلاع على النتائج الواردة في الجداول السابقة يلخص الباحثون الجدول (8) نتائج استمارة الفحص من حيث نسبة المطابقة ومقدار الفجوة وكالآتي:

الجدول (8) ملخص نتائج استمارة الفحص

مرتكزات التصنيع الذكي		
الأبعاد	**نسبة المطابقة (%)**	**مقدار الفجوة (%)**
تقنيات التصنيع والعمليات	80	20
المواد	75	25
البيانات	70	30
الهندسة التنبؤية	70	30
الاستدامة	60	40
المؤشر الكلي	71	29

المصدر: الجدول من إعداد الباحثين استناداً إلى النتائج الواردة في الجداول السابقة.

يتبين من الجدول (8) ما يأتي:

١. سجل المؤشر الكلي لمرتكزات التصنيع الذكي نسبة مطابقة قدرها (71%) مما يؤشر إلى امتلاك الشركة مستوى جيد من مرتكزات التصنيع الذكي.

٢. بلغت نسبة المطابقة لكل مرتكز من مرتكزات التصنيع الذكي بشكل منفرد (80%، 75%، 70%، 70%، 60%) على التوالي والمتمثلة (تقنيات التصنيع والعمليات، المواد، البيانات، الهندسة التنبؤية، الاستدامة)، مما يدل على تحقق الفرضية الرئيسة الأولى التي تنص على (تتوافر مرتكزات التصنيع الذكي في الشركة العامة لصناعة السيارات والمعدات-مصنع بطاريات بابل).

ثانياً: تحليل الفرضية الرئيسة الثانية (توجد فروقات معنوية بين مرتكزات التصنيع الذكي في الشركة العامة لصناعة السيارات والمعدات ـ مصنع بطاريات بابل):

بهدف التعرف على استجابة ادارة الشركة (الشركة العامة لصناعة السيارات والمعدات-مصنع بطاريات بابل) لمرتكزات التصنيع الذكي استخدم الباحثون اختبار T-Test وكما مبين في الجدول (9).

الجدول (9) نتائج المختبر الإحصائي للإجابات المبحوثين في الشركة

المتغيرات	المتغيرات الفرعية	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	T	نسبة الاستجابة
تقنيات التصنيع وعملياته	X1	4.0149	0.86151	10.97*	%80=5/4
	X2	3.5970	0.83593	8.36*	
	X3	3.4179	0.76176	7.11*	
	X4	3.6716	0.91101	13.83*	
	X5	3.7910	1.09458	1.27(n.s)	
المواد	X6	3.3582	0.88252	2.10*	%75=4/3
	X7	3.5522	0.89245	13.00*	
	X8	3.3881	1.05823	1. 37(n.s)	
	X9	3.5075	1.07834	2.17*	
البيانات	X10	3.4179	0.90703	8.28*	%80=5/4
	X11	3.3134	0.87402	12.35*	
	X12	3.5373	0.82257	1.16(n.s)	
	X13	3.5672	1.01837	2.95*	
	X14	4.0149	0.86151	11.44*	
الهندسة التنويرية	X15	3.7313	0.96267	10.97*	%60=5/3
	X16	3.3881	1.07245	0.96(n.s)	
	X17	3.9552	0.66133	2.46	
	X18	3.5970	0.81760	8.22*	
	X19	3.4925	0.99046	0.95(n.s)	
الاستدامة	X20	3.6269	0.96665	1.02(n.s)	%60=5/3
	X21	3.8060	0.90853	7.36*	
	X22	3.3582	0.86518	12.21*	
	X23	3.4478	0.87531	0.87(n.s)	
	X24	3.4776	0.92710	1.68*	

(n.s) = not significant p <= 0.05 N = 54 T = 1.66

المصدر: الجدول من إعداد الباحثين بالاعتماد على النتائج الواردة في برنامج (SPSS).

إذ يمكن وصف نتائج الجدول (9) على النحو الآتي:

(١) نتائج المختبر الاحصائي (T) لمرتكز تقنيات التصنيع والعمليات (X1-X5):

اظهر الجدول (9) نتائج المختبر الاحصائي، إذ أن أغلب المتغيرات الفرعية قد حققت توافقاً ضمن مرتكز تقنيات التصنيع والعمليات وكانت قيمة (T) المحسوبة اكبر من قيمتها الجدولية البالغة (1.66) عند مستوى معنوية (0.05) وقد بلغت نسبة التوافق للشركة لهذا المرتكز (80%).

(٢) نتائج المختبر الاحصائي (T) لمرتكز المواد (X6-X9):

تبين لنا من خلال معطيات الجدول (9) اغلب المتغيرات الفرعية قد حققت توافقاً ضمن مرتكز المواد وكانت قيمة (T) المحسوبة اكبر من قيمتها الجدولية البالغة (1.66) عند مستوى معنوية (0.05) وقد بلغت نسبة التوافق للشركة لهذا المرتكز (75%).

(٣) نتائج المختبر الاحصائي (T) لمرتكز البيانات (X10-X14):

من خلال معطيات الجدول (9) اتضح لنا بأن اغلب المتغيرات الفرعية قد حققت توافقاً ضمن مرتكز البيانات وكانت قيمة (T) المحسوبة اكبر من قيمتها الجدولية البالغة (1.66) عند مستوى معنوية (0.05) وقد بلغت نسبة التوافق للشركة لهذا المرتكز (80%).

(٤) نتائج المختبر الاحصائي (T) لمرتكز الهندسة التنبؤية (X15-X19):

من خلال معطيات الجدول (9) اتضح لنا بأن النصف من المتغيرات الفرعية تقريباً قد حققت توافقاً ضمن مرتكز الهندسة التنبؤية وكانت قيمة (T) المحسوبة اكبر من قيمتها الجدولية البالغة (1.66) عند مستوى معنوية (0.05) وقد بلغت نسبة التوافق للشركة لهذا المرتكز (60%).

(٥) نتائج المختبر الاحصائي (T) لمرتكز الاستدامة (X20-X24):

من خلال معطيات الجدول (9) اتضح لنا بأن النصف من المتغيرات الفرعية تقريباً قد حققت توافقاً ضمن مرتكز الاستدامة وكانت قيمة (T) المحسوبة اكبر من قيمتها الجدولية البالغة (1.66) عند مستوى معنوية (0.05) وقد بلغت نسبة التوافق للشركة لهذا المرتكز (60%).

بناءً على نتائج المختبر الاحصائي (T) لمرتكزات التصنيع الذكي يمكن القول تحقق الفرضية الرئيسة الثانية التي تنص على (توجد فروقات معنوية بين مرتكزات التصنيع الذكي في الشركة العامة لصناعة السيارات والمعدات-مصنع بطاريات بابل)، وهذا يدل على انه هناك فروق معنوية بين مرتكزات التصنيع الذكي جميعها داخل الشركة العامة لصناعة السيارات والمعدات-مصنع بطاريات بابل.

المحور الرابع: الاستنتاجات والمقترحات:

يعرض هذا المحور مجموعة من الاستنتاجات التي بنيت على أساس نتائج البحث، وانطلق منها الباحثون نحو تقديم مجموعة من المقترحات بهدف إيجاد معالجات لإدارة الشركة المبحوثة في سعيها نحو تبني نظام التصنيع الذكي.

أولاً: الاستنتاجات:

١. يمثل التصنيع الذكي أحد المفاهيم المستندة على التكنولوجيا الفائقة التي تهدف إلى شكل جديد من الاتمتة الصناعية القابلة لإعادة التشكيل تركز على الذكاء الصناعي في تخطيط وتنفيذ ومراقبة العمليات الإنتاجية وتحسينها.

٢. يرتكز التصنيع الذكي على مجموعة من المرتكزات الرئيسة أهمها: تقنيات التصنيع وعملياته، الموارد، البيانات، الهندسة التنبؤية والاستدامة.

٣. أظهرت نتائج تحليل قوائم الفحص أن الشركة العامة لصناعة السيارات والمعدات - مصنع بطاريات بابل تسعى الى موائمة منتجاتها مع الاستدامة عن طريق جعلها قابلة لإعادة التدوير أو إعادة الاستخدام مما يجعل تأثيرها البيئي أقل، ويدل هذا بانها تعمل وفق مرتكزات نظام التصنيع الذكي ولو بشكل نسبي.

٤. عكست نتائج تحليل قوائم الفحص ان الشركة المبحوثة يتوفر فيها مرتكزات التصنيع الذكي وبنسب مرتفعة، إذ سجل المؤشر الكلي للمطابقة نسبة جيدة لمدى توافر المرتكزات الخاصة بالتصنيع الذكي وهو ما يعني إمكانية تكييف النظام الحالي بتجاه نظام التصنيع الذكي.

٥. من خلال نتائج المختبر الاحصائي (T) لمرتكزات التصنيع الذكي تبين ان هناك تباين في توافر مرتكزات التصنيع الذكي في الشركة العامة لصناعة السيارات والمعدات-مصنع بطاريات بابل، إذ حصل كل من ركيزة تقنيات التصنيع والعمليات وركيزة البيانات على اعلى نسبة استجابة.

٦. حصلت مؤشرات الاستدامة على أقل نسبة مطابقة وهو ما يعني ان الشركة المبحوثة تبتعد قليلاً عن فلسفة الاستدامة في عملياتها الإنتاجية مما يؤشر ضعف إدارة الشركة في هذا الجانب.

ثانياً: المقترحات:

١. العمل على تطوير تقانة المعلومات والاتصالات المعمول بها داخل الشركة وانشاء قاعدة بيانات كبيرة ومحدثة باستمرار وربطها بالخطوط الإنتاجية.

٢. تبني عمليات الهندسة التنبؤية وتنفيذها على نحو كفوء وفعال من خلال الخطوط الإنتاجية بهدف تحسين وإعادة تشكيل المكائن المرتبطة بهذه الخطوط.

٣. نشر فلسفة الاستدامة لدى القيادات الإدارية في الشركة وحث إدارة الشركة على بذل المزيد من الجهود نحو تبني عمليات إنتاجية مستدامة.

٤. على إدارة الشركة البدء بإجراءات التحول نحو المواد الذكية والهياكل الذكية وتخصيص مواد بديلة قابلة لإعادة التدوير من اجل الاستجابة للبيئة والعمل على استدامتها.

المصادر:

1. Bosman, L., Hartman, N. & Sutherland, J., (2019), How manufacturing firm characteristics can influence decision making for investing in Industry 4.0 technologies. Journal of Manufacturing Technology Management.
2. Carla, Goncalves Machado, Martin, kurdve & Mats, Winrothand David, Bennett, 2018, production Management and smart manufacturing from asystems perspective.
3. Dubey, R., Gunasekaran, A., Childe, S. J., Bryde, D., J., Giannakis, M., Foropon, C., & Hazen, B. T., (2020), Big data analytics and artificial intelligence pathway to operational performance under the effects of entrepreneurial orientation and environmental dynamism: A study of manufacturing organisations. International Journal of Production Economics, 226, 107599.
4. Edgar, T. F., & Pistikopoulos, E. N. (2018). Smart manufacturing and energy systems. Computers & Chemical Engineering, VOL.114, 130-144.
5. Heaton, J. (2016). An empirical analysis of feature engineering for predictive modeling. In SoutheastCon 2016 (pp. 1-6). IEEE.
6. Horn, T. J., & Harrysson, O. L. (2012). Overview of current additive manufacturing technologies and selected applications. Science progress, 95(3), 255-282.
7. Kusiak, A. (2018). Smart manufacturing. International Journal of Production Research, VOL.56(1-2), 508-517..
8. Leng, J., Wang, D., Shen, W., Li, X., Liu, Q., & Chen, X. (2021). Digital twins-based smart manufacturing system design in Industry 4.0: A review. Journal of manufacturing systems, 60, 119-137.
9. Lu, Y., Xu, X., & Wang, L. (2020). Smart manufacturing process and system automation–a critical review of the standards and envisioned scenarios. Journal of Manufacturing Systems, 56, 312-325.
10. Lu, Yan & Riddick, Frank, & Ivezic, Nenad,(2016), the paradigm shift in smart manufacturing system Architec-ture. IFIP International conference on advances in production management systems (APMS), Iguassu falls, Brazil.
11. Ma, S., Zhang, Y., Liu, Y., Yang, H., Lv, J., & Ren, S., (2020), Data-driven sustainable intelligent manufacturing based on demand response for energy-intensive industries. Journal of Cleaner Production, 274, 123155.
12. Mittal et al., 2017Smart manufacturing: characteristics, technologies and enabling factors proc imeche part b: j engineering manufacture 1-20.
13. Morris, K. C., Lu, Y., & Frechette, S. (2016). Current standards landscape for smart manufacturing systems. National Institute of Standards and Technology, NISTIR, 8107(3).
14. Patel, M. N. S., Mistry, M. V. S., Thakur, M. A. P., & Panzade, M. A.A., 2014, a review on agile manufacturing system. Journal Impact Factor. 5 (4), 01-07.

15. Pathak, S. (Ed.). (2021). Intelligent Manufacturing. Springer.١٧
16. Wang, J., & Hsu, C. C., (2020), a topic-based patent analytics approach for exploring technological trends in smart manufacturing. Journal of Manufacturing Technology Management.
17. Wang, Y., Huang, M., Zhu, X., & Zhao, L. (2016). Attention-based LSTM for aspect-level sentiment classification. In Proceedings of the 2016 conference on empirical methods in natural language processing (pp. 606-615).
18. Wang, Z. L., & Kang, Z. C. (2012). Functional and smart materials: structural evolution and structure analysis. Springer Science & Business Media.
19. Yanju,Qu&X,ming&Z,liu&Xianyu,zhang and, Z,Hou,2019,Smart manufacturing systems :state of the art and future trends, The International Journal of advancfd Manufacturing Technology.
20. Yasar, Sezen, & Karakadilar, 2017, Smart manufacturing systems: state of the art and future trends. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 103 (9), 3751-3768.
21. Zhang, L., Wang, J., Ma, Y., Gao, R. X., & Wu, D. (2018). Deep learning for smart manufacturing: Methods and applications. Journal of manufacturing systems, 48, 144-156.