نظام التصنيع الذكي Smart Manufacturing System

اولاً. مفهوم نظام التصنيع الذكي:

إنّ المقصود من التصنيع الذكي هو التصنيع الذي يقوم بالتركيز على تلبية رغبات الزبائن مع المحافظة في الوقت نفسه على مستوى الجودة وضمن المواصفات المحددة والتحكم بالكلفة لإنتاج منتج معين وبالأخص في المنظمات التي تعمل ضمن بيئة تنافسية عالية، إذ إنه من خلال تغيير بسيط في العمل او الاداء وتسليم المنتج بوقت أقل إلى الزبائن بأمكانه أن يؤدي ذلك إلى فرق كبير على المدى البعيد في سمعة و بقاء المنظمة الصناعية في أذهان الزبائن ،إن الشركات التي تقوم بإستخدام التصنيع الذكي يكون لها شبكات قوية من الموردين و الشركاء وبالتالي يعني لديها القدرة على زيادة الإنتاجية حسب متطلبات الزبائن وكذلك القدرة على إعادة تصميم المنتجات بالاستجابة الى السوق المفتوح. اما التجهيز في الوقت المحدد له نفس تأثير الإنتاج قي الوقت المحدد من ناحية تحسين أداء التسليم والكفاءة للمنظمة، وتعني عملية التجهيز في الوقت المناسب إن تقوم الشركة الصناعية بشراء المواد الاولية التي تحتاجها لتصنيع المنتج عن طريق شبكة الكترونية بين المنظمة والسوق من جهة وبين المنظمة والموردين من جهة أخرى، وأَن ذلك يمكن تحقيقه من خلال تكامل نظم تخطيط الموارد وتكنولوجيا الأعمال الإلكترونية إذ ستتمكن الشركة من تحقيق اهدافها عندما تقوم ادارتها بربط التجهيز بالوقت المحدد مع الإنتاج بالوقت المحدد من خلال تكامل نظم الموارد وتكنولوجيا الأعمال الإلكترونيه وبالتالي تتحكم بعملياتها التصنيعية بمرونة وفاعلية وهو ما يسمى بالتصنيع الذكي. الفكرة الرئيسية لنظام التصنيع الذكي هي استغلال إمكانات التقنيات والمفاهيم الجديدة مثل:

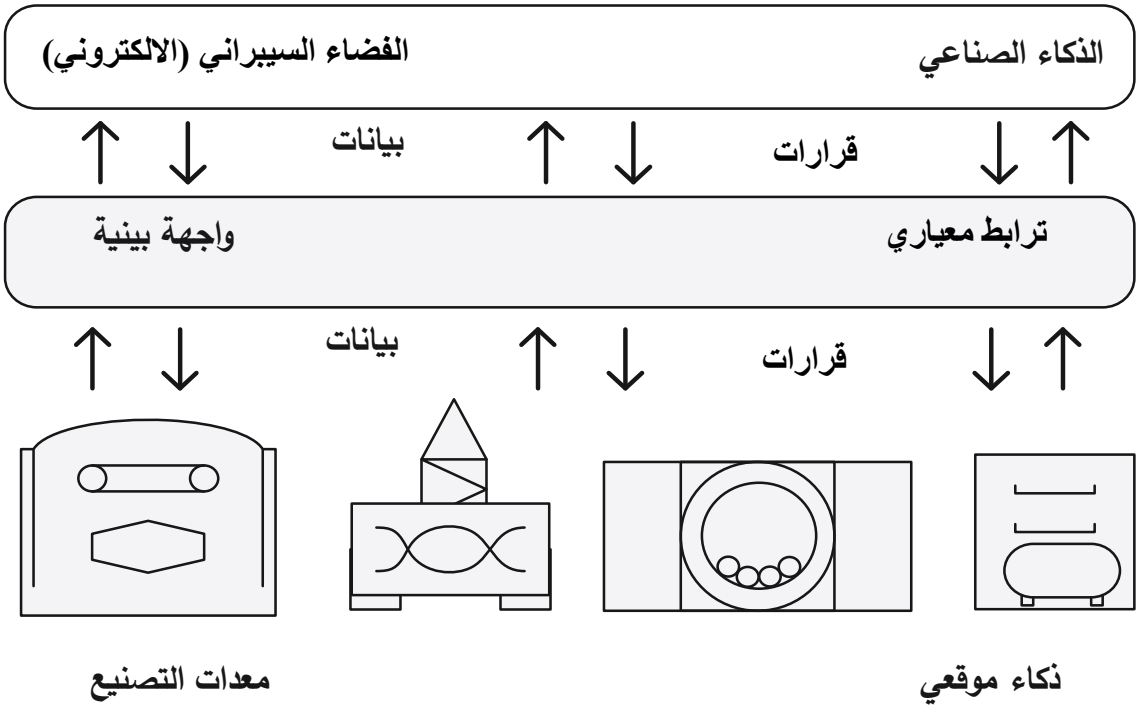
- توفر واستخدام الإنترنت وإنترنت الأشياء.

• تكامل العمليات الفنية والعمليات التجارية في الشركات.

• رسم الخرائط الرقمية والافتراضية للعالم الحقيقي.

• مصنع "ذكي" يتضمن وسائل "ذكية" للإنتاج الصناعي ومنتجات "ذكية".

يظهر الشكل (٢) المفهوم العام لمنظمة تصنيع ذكي ويتمثل في طبقتين اساسيتين وهي طبقة معدات التصنيع، والطبقة الالكترونية التي ترتبط بواجهة بينية، إن معدات التصنيع لها ذكاؤها الخاص وهناك ذكاء واسع في النظام الناتج عن الطبقة الالكترونية.



الشكل المفهوم العام لمنظمة التصنيع الذكي

والجدول الاتي يوضح عدد من وجهات نظر الباحثين حول مفهوم التصنيع الذكي.

الجدول: مفهوم التصنيع الذكي

التسلسل	الباحث، السنة، الصفحة	المضمون
١.	Slack *et al.,* 2004: 56	هو الاستجابة السريعة لمتطلبات السوق من خلال

التسلسل	الباحث، السنة، الصفحة	المضمون
		تقديم منتجات وخدمات جديدة.
.٢	Patel, 2014: 1-7	هو استراتيجية لانتاج سلعة جديدة وبشكل سريع للتعامل مع الاسواق المتغيره كذلك القدره على مواجهة البيئه التنافسيه التي تتغير بشكل مستمر، كما يمكن وصفه بأنه مستوى تصنيع استراتيجي لتقديم منتجات جديده بسرعه وحسب التغيرات في الاسواق وقدرة المنظمة على التطور في بيئه تنافسيه تتميز بالتغيرات المستمره والغير منظوره.
.٣	Nieuwenhuize, 2016: 9	هو مجموعة من الأنشطة التي تعتمد على استخدام وتنسيق المعلومات والأتمتة والحساب والبرمجيات والاستشعار والشبكات بهدف تحسين أداء شركة فردية وكذلك أداء سلسلة القيمة المرتبطة بها، من خلال الاستفادة من البيانات المتولدة في هذه الأنشطة.
.٤	Torres *et al.,* 2019: 3	هو يمثل المصانع الذكية والتي تقوم بتقديم عمليات التصنيع من خلال الرقمنة مع أنظمة المعلومات لتخطيط الإنتاج وإدارته، والهياكل والاستراتيجيات المرنة، والأتمتة والتبادل التلقائي للبيانات، للارتقاء بأنظمة التصنيع إلى مستوى أكثر تقدمًا.
.٥	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.

ومما تقدم يرى الباحث إنَّ التصنيع الذكي هو تكنولوجيا التصنيع التي تعمل على جمع وتوحيد وربط مفهوم المرونة ونظم التصنيع المتكامل بالحاسوب واستخدامه لغرض تطبيق

الأفكار أو هو قابلية التحول السريعة من إنتاج منتجات إلى منتجات آخرى باستخدام تقنيات المعلومات والاتصالات السريعة وادوات الإنتاج المرنة كما يمكن وصف التصنيع الذكي بكونه الخطوة الاولى نحو استخدام هذه التكنولوجيا والتي تؤدي إلى جعل المصنع أَو الشركة أَو المتجر أكثر كفاءة وفاعلية.

ثانياً. اهمية التصنيع الذكي:

لقد ازدادت أهمية التصنيع الذكي في القرن الحادي والعشرين من خلال قدرة المنظمات على مقابلة حاجات ورغبات الزبائن في أي وقت، وأي مكان بواسطة الاستجابة السريعة التي تمثل احدى مخرجات التصنيع الذكي، وانطلاقاً من الأهمية الأنفة الذكر، فقد تطلب من المنظمات مواكبة التطورات التقنية في التصنيع وتفضيلات الزبائن من خلال إعادة النظر في تصميم منتوجاتها بغية تحقيق الكلفة الأقل، والجودة العالية، والمرونة، والتسليم السريع، والإبداع، وتكمن أَهمية التصنيع الذكي في الآتي:

١. **التخصص:** إذ إن للتخصص فائدة عظيمة تعود على الشركة بالنفع حيث تشتهر ويتم تداول اسهمها في السوق وبذلك تتفوق عن غيرها من الشركات.
٢. **المرونة:** إن التصنيع الذكي يعمل وفق سياسة معينة تتميز بقدرة كبيرة من المرونة في ادارة الاعمال وبطريقة رشيقة في التعامل مع الزبائن ايضاً.
٣. **إنخفاض التكاليف:** تقوم المنظمات بالاعتماد على التصنيع الذكي لكي توفر الكثير من الاموال التي قد تُهدر بسبب التكاليف الباهظة للتصنيع الاخضر، لذا فأن هذا النوع من التصنيع يساعد على خفض تكاليف الانتاج.

٤. **الجودة الاعلى:** يتميز التصنيع الذكي باتباعه كافة خطوات ومعايير الجودة مقارنة بغيره من أَنظمة التصنيع الاخرى.

٥. **انخفاض المخزون:** بعد الاعتماد على التصنيع الذكي، اصبحت المنظمات التي تعتمد عليه لا تشكو من مشكلة امتلاء المخازن بالسلع والمواد الخام، إذ إن سياسة التصنيع الذكي تساهم بشكل كبير في تحقيق اقصى استفادة ربحية من الانتاج مع عدم الحاجة للاحتفاظ بالمخزون.

٦. **تقليل فترة الانتظار:** إذ إن بعض الاوقات يضطر الزبون لانتظار سلعة معينة من الشركة المصنعة حتى يتم انتاج كم مناسب يكفي توزيعه في السوق لكن مع الاعتماد على عمليات التصنيع الذكي باتت المنظمات لا تحتاج إلى وضع قوائم انتظار للزبائن حيث ستقل الفترات الانتظار بشكل كبير للغاية وما يحسن العملية البيعية والرواج التجاري والاقتصادي بالشركة

وتأسيساً على ما سبق يرى الباحث إن التصنيع الذكي هو مزيج من التقنيات والحلول والتي إذا ما تم تنفيذها بصورة مجتمعة فأنها ترفع من القدرة التنافسية للمنظمة على مواكبة السوق والتطور الحاصل فيه، إذ إن الهدف من التصنيع الذكي هو السماح للمنظمات بأن تكون تنافسية من خلال إعادة تشكيل برمجياتها وأدواتها وهياكلها التنظيمية بالإضافة إلى تخصيص أكبر للمنتج عن طريق دخول أسرع لمنتج معدَّل أو جديد، زيادة التركيز على المعرفة والعمال المدربين تدريباً عالياً، ويعزى الحاجة لهذا النوع من التصنيع لعدد من الأسباب، هي: زيادة المنافسة الكلّية، وتحوّل الأسواق الكبيرة إلى أسواق متخصصة، وتوقُّع الزبائن انخفاضاً في الحجم وزيادةً في مستويات الجودة، وقصر دورات حياة المنتج والتطوير.

ثالثاً. اهداف التصنيع الذكي: الاهداف الاساسية لاستراتيجيات الاداء في نظم التصنيع الذكي هي:

١. **العمليات الرشيقة المستقلة:** إن الهدف الرئيسي في إقامة نظام تصنيع ذكي رشيق مستقل وزيادة كفاءة واستقلالية نظام التصنيع، ومن الضروري تطوير نظام تقييم يأخذ في الحسبان التغير في المعالجات الناتجة عن هذه الاستقلالية.

٢. **استدامة القيمة المضافة:** إن تحقيق الاستدامة في التصنيع تتطلب نظرة شمولية تضم تصميم المنتج وعمليات التصنيع وسلسلة التجهيز بالكامل.

٣. **الشراكات:** إن هدف نظام التصنيع الذكي تحقيق شراكة فائزة ويقصد بالشراكة هنا هو دخول الشركة الصناعية في اتفاقيات تعاون مع المجهزين الآخرين تشمل التدفقات والموارد وربطها معًا لتحقيق الأهداف المشتركة المرجوة من هذه الشراكة ومن خلال الشراكات مع المنظمات الأخرى، فان عملية الشراكة هذه مع المجهزين تتأثر بعدة عوامل منها:

أ. **المشاركة الناجحة:** بمعنى ان المنافع الكلية والمتحققة من خلال عمل الشركاء أكبر من المنافع المتحققة من خلال الإسهامات الفردية، ويجب التفريق بين القرارات "الإستراتيجية التي لها أهمية مباشرة أكثر لبقاء واستمرارية المنظمة:

ب. ان علاقات الشراكة تقتضي إجراء تعهدات طويلة الأجل بين الشركاء.

ج. تعدد جهات التواصل: اي ان الاتصالات تجري بين الشركاء من خلال القنوات الرسمية وكذلك من خلال الأفراد في المنظمات الأخرى.

د. شفافية المعلومات: أَي أَن المعلومات الكفوءة هي المفتاح الرئيسي في علاقات الشراكة لكونها تعمل على بناء الثقة بين الشركاء.

هـ. التعليم المشترك: إذ يعمل الشركاء على التعلم من كل الخبراء الآخرين والملاحظات التي تتوضح في عمليات سلسلة التجهيز.

و. الثقة: وتعد العنصر الاساس في علاقات الشراكة والمقصود هنا الاستعداد الدائم لأي طرف من الأطراف على فهم المنافع الناتجة عن علاقة الشراكة، وتعد مصدر نجاح الشركاء في الأمد البعيد

رابعاً. ركائز التصنيع الذكي:

لكي تكون الشركة فعالة لذا وجب توفر عدة ركائز أساسية تمكنها من تحقيق الاهداف المنشودة لها ولتحقيق التسارع في النمو والميزة التنافسية للمنظمة ومن تلك الركائز ما يأتي:

١. تشكيل مؤسسة افتراضية (ادوات ومقاييس): خلقت التطورات الأخيرة في تكنولوجيا المعلومات والاتصالات فرصًا جديدة للمنظمات لبناء وإدارة فرق افتراضية، هي مجموعات من الموظفين الذين يتمتعون بمهارات فريدة، ويقعون في مواقع مختلفة ويتألفون من أعضاء يتعاونون بمساعدة التكنولوجيا عبر الزمان والمكان لتحقيق المهام التنظيمية الهامة :

٢. توزيع حسي لفرق التصنيع: من خلال الاستثمار في إنترنت الأشياء ونظام التصنيع الذكي، ستعيد الشركات تصميم سير عمل المصانع وتحسين تكاليف التوزيع وتحسين تدفق المواد.

٣. تكوين شراكة سريعة فيما يتعلق بالمقاييس والأدوات: في حين يمكن وصف المشاركة بطريقة مباشرة بأن العديد من الأفراد "يعملون معًا لتحقيق هدف مشترك، ويمكن تصور المنافسة على أنها شخص أو مجموعة واحدة "تحاول التفوق في الأداء، لا يمكن تبادل التشارك والمنافسة دون عواقب. بعد كل شيء، قد يبدأ الفرد في المشاركة أو يزيدها أو يحافظ عليها أو ينقصها أو ينهيها بناءً على مدى تميزه وقيمه للمشاركة و / أو المنافسة. بعبارة أخرى، قد يكون سبب الانخراط في المجتمع، جزئيًا، السعي وراء التشارك و / أو المنافسة نفسها.

٤. الهندسة المتزامنة: القابلية لإعادة البرمجة الذكية، سيتم تحسين استخدام تقنيات الذكاء الصناعي التحليلات التنبؤية وتقنيات المحاكاة والحكم على السلوك والتعديل الوظيفي لميزات النظام، ستتيح

المستشعرات (المادية والافتراضية) التي سيتم وضعها على الأشياء المادية إعادة البرمجة التلقائية وإعادة الهندسة بطريقة انعكاسية.

٥. تكامل نظم المعلومات للمنتج والإنتاج والأعمال: تضمن المفهوم نقل البيانات في الوقت الفعلي والشبكات على طول سلسلة القيمة بأكملها، ومع ذلك التكامل الرأسي والأفقي بالإضافة إلى الهندسة الشاملة من خلال الأنظمة الفيزيائية السيبرانية وأجهزة الاستشعار والمشغلات وواجهات البينية والآلة.

٦. النماذج الأولية السريعة: أظهرت البحوث أن النماذج الأولية أكثر فائدة في تقييم التصميم، لم تكن هناك حاجة لبناء المزيد من النماذج الأولية، وبالتالي توفير التكلفة والوقت إلى حد ما.

٧. التبادل الإلكترونية يسمح التبادل الإلكتروني للبيانات للأعمال بأتمتة العمليات وتسريع إنشاء المستندات ومعالجتها بنسبة ٪61، ونسبة أخطاء أقل، وتقليل ما لا يقل عن ٪30-40 من الأخطاء في المعاملات. يمكن للأتمتة توفير وقت أقل للموظفين بما يصل إلى ٪65، ويمكن تحسين أوقات التسليم بنسبة ٪30. تقليل وقت دورة الطلب، وكذلك تقليل "وقت التوقف عن العمل وتقليل تكلفة العمالة".

مستلزمات تطبيق التصنيع الذكي:

يوجود مدخلين حتى تتمكن الشركة او الشركة الصناعية للتحول إلى التصنيع الذكي وهي:

١. إعادة تنظيم نظام الإنتاج التي تعمل به ليكون فعالاً: ويمكن تحقيقه من خلال الاتي:

أ. تصميم المنتج

ب. التسويق

ج. عمليات الانتاج

٢. ادارة العلاقات لغرض التصنيع الذكي: يوجد نوعان من هذه العلاقات:

أ. العلاقات الداخلية: والمقصود بالعلاقات هنا التي تتكون داخل الشركة بين العاملين والمشرفين والرؤساء.

ب. العلاقات الخارجية: وهي علاقات تتكون بين الشركة والمجهزين والشركاء الخارجيين وتهدف الى إنشاء علاقات فاعلة مع الزبائن لتحقيق المزايا التجارية.

اي لكي تصل الشركة الصناعية إلى التصنيع الذكي يتطلب الأمر إجراء تغييرات تشمل كل عناصر الشركة، المهمات والتكنولوجيا والسياسات والبرامج والهيكل التنظيمي والأفراد التي تساعد في إنجاز الأهداف، اذ يؤكد هذا التغيير على إعادة هيكلة الموارد والامكانات لتطوير امكانياتها وتحسين العوائد.

خامساً. مبادئ التصنيع الذكي:

إنَّ تبني نظام التصنيع الذكي في منظمة ما يجب أَن تكون وفق المبادئ الصحيحة مع ضرورة الإحاطة بكل التطورات التكنولوجية من أَجل زيادة مستوى أداء العمليات في الشركة، ومواجهة التغييرات في بيئة العمل ومن هذه المبادئ

١. **التخطيط الاستراتيجي:** من أجل مواجهة التحديات الناجمة عن الاضطرابات التكنولوجية المفاجئة، تحتاج المنظمات إلى رؤية استراتيجية واضحة مع قدراتها لإعادة تنظيم سلاسل القيمة الخاصة بها بطريقة سريعة الاستجابة، يمكن للمنظمات اكتساب ميزة تنافسية من خلال استخدام تقنيات التصنيع المستدامة للمنتجات والعمليات الصديقة للبيئة، لصنع القرار المستدام بيئيا في التصنيع، تشكل التقنيات الرقمية مكونًا أساسيًا لأنها تساعد في تحسين استخدام الموارد، مما يقلل بدوره من التأثير الضار على البيئة.

٢. **قدرة التأثير في الزبائن:** تظهر نتائج البحوث أن تدابير التدريب يمكن أن تعكس التأثيرات السلبية لمسافة الزبائن العالية وتجنب عدم اليقين على التعامل، ومع ذلك يجب على المديرين أن يدركوا أنه بالنسبة للزبائن ذوي التوجه الطويل للتعامل، فإن تدريب سلوك التفاعل الموجه نحو الزبائن يمكن أن يأتي بنتائج عكسية.

٣. **التشجيع على المنافسة:** المنافسة يتأثر بشكل حاسم بـ هيكلية السوق وتركيبة السوق، إذ إن المنافسة العالية تقلل هوامش الربح وتزيد من مخاطر الفشل. تؤدي زيادة المنافسة أيضًا إلى زيادة التقلبات الشخصية وتكلفة ديون الشركة.

٤. **السرعة والمرونة في اجراء التعديلات اللازمة على عمليات الإنتاج والتنويع بالسلعة:** الاختلافات في إجراءات الشركات مدفوعة بثلاثة عوامل: الاختلافات في القدرات، ومستوى التطابق عبر قدرات الشركة وتطابق قدرات الشركة مع بيئتها، والمرونة التشغيلية في عزلة مع ربطهما بالبقاء والميزة التنافسية، يستكشف القليل جدًا من البحث في وقت واحد دور القدرات الديناميكية التنظيمية مثل سرعة الابتكار والمرونة التشغيلية في بيئات التنافسية المميزة عن طريق الاضطرابات البيئية، الحاجة للسرعة في البيئات التي لا يمكن التنبؤ بها، تكون المزايا قصيرة العمر، يمكن للشركات البقاء على قيد الحياة في مثل هذه البيئات المضطربة من خلال القدرة على التكيف باستمرار مع بيئاتها، وفي البيئات التي تتميز بسوق مستمر وتنافسي شديد والتغيرات التكنولوجية، تبحث شركات الخدمات باستمرار عن أفكار جديدة.

سادساً. خصائص التصنيع الذكي:

تتميز خصائص نظام التصنيع الذكي بالآتي:

١. رفع قيمة الزبو، وزيادة مرونة الشركه في التعامل مع التغيرات في الموارد.

٢. تعاون الشركة داخليا ومع الشركات الاخرى من أجل زيادة الميزه التنافسيه.

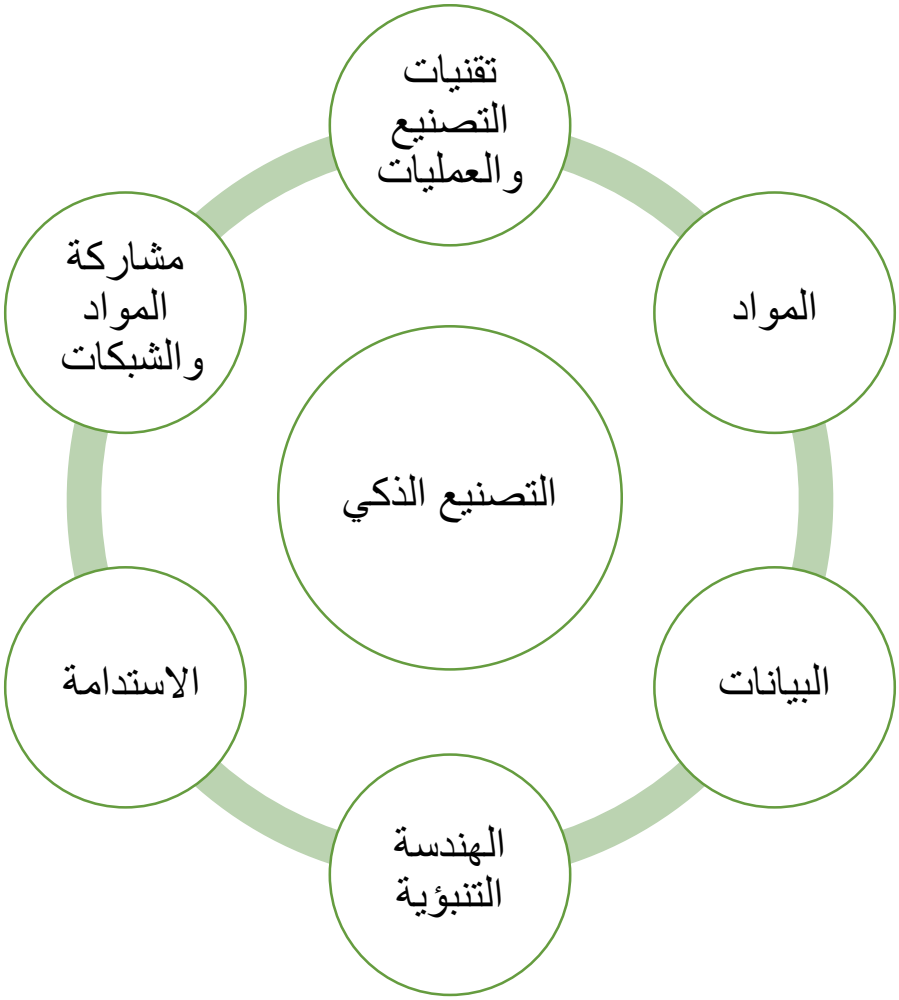
٣. اعطاء ثقافه رائدة تعمل على زيادة تأثير الأشخاص والمعلومات، تهتم بعنصر الوقت بشكل كبير وبسرعة اتمام دورة الانتاج في وقت قصير.

٤. هذا النوع من التصنيع يصل بسرعة كبيرة من المنتج الى السوق، يهتم بشكل وحجم المنتج وكيفية تجميعه وتركيبه مع بعضه.

٥. كما لدى هذا النوع من التصنيع خصائص متمثلة في الانتاج حيث يهتم بسرعة وكفاءة عمل الآلات والمعدات من حيث استخدام التقنيات الحديثة التي تتفاعل مع مهارات وخبرات وكفاءات العمال لتنتج كل جديد.

سابعاً. ابعاد التصنيع الذكي:

الشكل (٣)يوضح اهم ابعاد التصنيع الذكي



الشكل: (الابعاد الستة للتصنيع الذكي)

١. **تقنيات التصنيع والعمليات:** إذ من المتوقع ظهور تقنيات وعمليات تصنيع بأشكال مختلفة في المستقبل القريب ،فإن الهدف من التصنيع الذكي هو إنشاء عمليات انتاجية وأنظمة تصنيع قابلة للتكيف محليًا أو عالميًا من خلال دمج تكنولوجيا المعلومات المتقدمة وقدرات الحوسبة والذكاء الصناعي، من منظور الذكاء المستند إلى البيانات، وتعتمد المراسلة الفورية للحصول على البيانات في الوقت الفعلي وتوزيعها وتحليلها واستخدامها في الوقت المناسب من البشر والآلات والعمليات في أرضيات المتاجر والمصانع وعبر دورات حياة المنتج.

٢. **المواد:** إن المواد والمنتجات الذكية سوف تأخذ مسار تطورها الخاص بها، وان التصنيع الذكي مفتوح لجميع انواع المواد سواء كانت ذات اساس عضوي والتي ستستخدم في المنتجات المستقبلية ، وتختلف كل شركة تصنيع الى أخرى، وذلك نظرًا للتنوع الهائل في المنتجات المتاحة في السوق وما يرتبط بها من عدد لا يحصى من الأدوات المحتملة ومجموعة المواد والعمليات التي يمكن استخدامها لنقل منتج من المواد الخام إلى المنتج النهائي .

٣. **البيانات:** تنشهد البيانات في مجال التصنيع ثورة بعضها ناتج عن تطوير المتحسسات والتقنيات اللاسلكية والتقدم في مجال تحليل البيانات ، تحصل أنظمة التصنيع الذكية على بيانات في الوقت الفعلي تعمل على تحسين دقة اتخاذ القرار، وتعزز كفاءة وأداء المصنع، وتزيد من الإنتاجية الإجمالية وأَن التصنيع الذكي هو تطبيق الكلفة المدفوعة لبيع المنتج وانترنت الاشياء، الذي يتم تمكينه بواسطة أجهزة الاستشعار وتقنيات الاتصالات التي تلتقط البيانات على جميع مستويات ومراحل التصنيع حيث تصبح الشركة أكثر ذكاءً بمرور الوقت مع زيادة الإنتاجية وتقليل الأخطاء والهدر وتقليل الكلفة، يستخدم نظام التصنيع الذكي لبيان إمكانية الوصول إلى البيانات ووجودها في كل مكان لمساعدة منظمات التصنيع على التنبؤ بشكل أفضل بعملية الإنتاج والأنظمة والحفاظ عليها، ومن ثم تحسين الإنتاجية. استنادًا إلى تحليلات البيانات الضخمة، تعمل نظام التصنيع الذكي على تحسين عمليات الرقابة في عمليات التصنيع، بما في ذلك تخطيط الجدول الزمني، التشخيص والإمداد التنبئي والتقييم. ، أصبحت البيانات واحدة من أكثر الأصول قيمة للمنظمات الحديثة علاوة على ذلك، أصبحت المنظمات رقمية بشكل متزايد، ونتيجة لذلك يتم تنشيط حجم كبير من البيانات ومع ذلك، على عكس رأس المال لا قيمة للبيانات الضخمة بدون الأدوات التي يمكن من خلالها استخلاص المعلومات.

٤. **الهندسة التنبؤية** : وهي من احدث اضافات حلول التصنيع التي ستؤدي الى تكوين منظمات استباقية وليست منظمات مستجيبة ، واعتمادًا على الاحتياجات البشرية ومن أجل الحل الأمثل للمشكلة، هناك انتقال من معيار واحد إلى حالة متعددة المعايير مقارنة بالماضي، تختلف هذه المعايير وفقًا لمجالات عمل المنظمات الهدف الرئيسي من دراسات التحسين هو تقليل عامل التكلفة والوقت قدر الإمكان "وقدرة الشركة على تطوير الوسائل والأدوات اللازمة لمواجهة التغيرات البيئية والفرص التي قد تنشأ بكفاءة.

٥. **الاستدامة:** وهي بالغة الاهمية إذ إن هدف جهود الاستدامة سوف تتوجه الى عمليات التصنيع واستخدام الطاقة النظيفة وتقليل الملوثات المنسوبة إلى التصنيع، وان اكبر مكاسب الاستدامة تتحقق عندما يكون تطوير المنتجات وتحسين العمليات موجه إلى معايير الاستدامة، وأَن الاستدامة ليست حول ما يصنع بل كيفية اداء التصنيع وهي القوة وراء اعادة اتصنيع واعادة تكييف واستخدام المواد في التصنيع ، ومن خلال اعتماد انظمة تصنيع ذكية مستدامة تعتمد على البيانات الصناعات المستهلكة للطاقة على المنصة السحابية من خلال المراقبة في الوقت الفعلي لاستغلال الطاقة، وتقييم إدارة كفاءة الطاقة والتحليل الأمثل لكفاءة الطاقة، يمكن تحسين كفاءة الطاقة للمنظمات وتقليل تكاليف الطاقة للمنظمة من خلال مراعاة استجابة الطلب، تحتاج منظمات التكنولوجيا الفائقة إلى امتلاك القدرة على اكتساب وتطوير و / أو ترقية القدرات ديناميكيًا وتتطلب هذه القدرة التكيف المناسب والتكامل وإعادة تشكيل استراتيجية المؤسسة، بالإضافة إلى المهارات والموارد الداخلية والخارجية التي تتماشى مع التغيرات البيئية.

٦. **مشاركة المواد والشبكات:** بما أَن التصنيع اصبح رقمياً وافتراضياً لذا فأن معظم النشاطات الابتكارية ونشاطات صنع القرار ستحصل ضمن الحيز الرقمي ويمكن للمنظمات الاستفادة من

خلال جداول المدخلات والمخرجات العالمية التي يمكن متصلة ببعضها البعض من خلال تدفقات التجارة العالمية، حيث أنها توفر ملخصات شاملة لجميع المعاملات في الاقتصاد العالمي بين الصناعات والمستخدمين النهائيين للسلع والخدمات عبر العالم في سنة معينة على وجه الخصوص، تحتوي الجداول على بيانات حول المنتجات الوسيطة المستخدمة في إنتاج السلع والخدمات .