فلسفة التصميم الصناعى المعاصره فى ضوء الثورة الصناعية الرابعة

The philosophy of contemporary industrial design in the light of the fourth industrial revolution

م. د/ رحاب محمود عبد العظيم عبد الله

مدرس التصميم الصناعي – جامعة بني سويف – كلية الفنون التطبيقيه

Dr. Rehab Mahmoud Abdelazim Abdallah

Industrial Design, Faculty of Applied Arts, Beni Suef University, Beni Suef City, Egypt.

rehabdesign.rd@gmail.com

المستخلص

يرتبط التصميم بالقوى الإجتماعيه والتكنولوجيه على حد سواء واللذان يؤثران بدورهما على شكل وطبيعة وتنفيذ التصميم وبحلول الثوره الصناعيه الرابعه مقدمةً لفلسفه التصميم الصناعي المعاصره القائمه على التقنيات المعاصره كالطابعات الثلاثية الأبعاد وثورة الاتصالات فائقة السرعه في صورها المختلفه كإنترنت الأشياء وغيرها، ساهمت في التحول من الإنتاج الكمي إلى الإنتاج الفردي (التصنيع الأكثر تخصيصاً). ويتطلب ذلك طريقة مختلفة لتصميم وتحديث المنتج حيث ويوفر التقدم في نظرية التصميم وتكنولوجيا الحاسب فرصه أكبر للمنتجات والأنظمه الجديده للنجاح السريع دون تكلفه مضافه، وتوفر تكنولوجيا التصميم فرصة الاهتمام بتطوير الطراز كأحد الحلول المرضيه لتطوير المنتج وضمان قدرته التنافسيه والسريعه، واستخدام أدوات تصميم جديدة يدعمها الكمبيوتر للتعامل مع مجموعة كاملة من متطلبات التخطيط والتصميم. لذا يجب أن تحدث التغييرات الأساسية لفهم كيفية الاستفادة الكاملة من التقنيات الجديدة حيث سيتوقف جزء كبير من نجاح الاقتصاد العالمي في الألفيه الثالثه على القدره لإيجاد وسيلة لمشاركة التطورات في تكنولوجيا التصميم ومعرفة السوق.

وللمساهمة في ترسيخ هذا المفهوم، وجب تقديم دراسه حول تأثير متطلبات السوق الفائقة السرعه على عملية تحديث المنتج والاستفاده بتوظيف تكنولوجيا التصنيع لما يتماشى مع متطلبات المعاصرة مع الأخذ في الاعتبار مساهمة تعليم التصميم في بناء معرفة الدارس بمقتضيات تطوير وتحول الإنتاج من الكم إلى إنتاج دفعات سريعه ومرنه تغطي الطلب عليه بكميات محدوده بإصدار موديل جديد للمنتج، في ظل خفض التكلفه سداً لحاجة الأسواق الملحه للتجديد في وقت قياسي.

قامت خطة الدراسة على استخدام البحث المنهج الإستقرائي بتقديم اقتراح لكيفية مساهمة التصميم الصناعي في ظل معطيات الثوره الصناعيه الرابعه من خلال كيفية توجيه واستخدام الإمكانيات المعاصره لتصميم الطراز الأسرع والأرخص للمنتجات والخدمات مواكبةً لطبيعة السوق الحاليه.

كلمات مفتاحيه:

الثوره الصناعيه الرابعه، التصميم الذكى، الإنتاج الفردى، تصميم الطراز،

Abstract.

The design is linked always to both social and technological forces, which in turn influence the form, nature and implementation of the design and by the fourth industrial revolution a prelude to the philosophy of contemporary industrial design based on contemporary technologies such as 3D printers and the revolution of ultra-fast communications in its various forms such as the Internet of Things and others, contributed to the transition from quantitative production to individual production (more Specefic manufacturing). This requires a different way of designing and updating the product where advances in design theory and computer technology

provide greater opportunities for new products and systems for rapid success without added cost, and provides the opportunity to pay attention to the development of the model as one of the satisfactory solutions for product development and ensuring its competitive ness and speed, and the use of new computer-supported design tools to deal with a full range of planning and design requirements. Fundamental changes must be made to understand how to take full advantage of new technologies as much of the success of the global economy in the third millennium will depend on the ability to find a way to share developments in design technology and market knowledge.

In order to contribute to the consolidation of this concept, a study should be presented on the impact of high-speed market requirements on the process of product modernization and utilization of the use of manufacturing technology in line with contemporary requirements taking into account the contribution of design education in building the knowledge of the learner's knowledge of the requirements of the development and transformation of production from quantum to the production of fast and flexible batches covering the demand for it in limited quantities by issuing a new model of the product, in view of reducing the cost in order to meet the urgent need of markets for renewal in record time.

The study plan based on the Inductive Methodology provided a proposal for how industrial design contributes in the light of the 4th Industrial Revolution through how to guide and use contemporary possibilities to design the fastest and cheapest model of products and services matching with the current nature of the market.

Keywords:

4th industry revolution, Smart Design, Individual Production, Restyling

اشكالية البحث:

مواكبة متغيرات الإنتاج الذكي "الفردي والعاجل" في تطوير تصميم المنتج على نحو سريع بتقديم طراز مختلف يتيح تغيير بارمترات الإنتاج الذكيه بسهوله لإنتاج دفعات من التصميم الجديد، يمكن تغييره بعد وقت قصير تماشياً مع طبيعة السوق المتغايره باستمرار وانعكاس ذلك على تدريس مجال التصميم.

الظاهرة موضوع البحث:

تتعرض المصانع المنشأه على خطوط الإنتاج التقليديه لمواجهة تحديات وقوة تنافسيه دافعه لأنظمتها القديمه مع ظهور تأثير الجيل الرابع من الصناعه بتوفير وسائل الإنتاج الذكيه واللامركزيه والتي تمكن تغيير التصميم بسهوله دون الحاجه إلى عمليات إنتاج طويله ومعقده.

أهمية البحث:

استجابة للتحول في طبيعة الإنتاج جذرياً (من المركزيه التقليديه إلى اللامركزيه الذكيه) ، تطلب النظر في كيفية تطوير المنتج الصناعي و تأثر تعليم التصميم في ظل الثوره الصناعيه الرابعه.

هدف البحث:

ترسيخ مفهوم التصميم الفردي توازياً للإنتاج الفردي والإنتاج حسب الطلب، تفادياً لإنتاج كميه لا يحتاجها السوق الذي من سماته اليوم التغير المستمر، بالاستفاده من امكانات الثوره الصناعيه الرابعه وما تقدمه من دمج العالم المادي بالإفتراضي والتكنولوجيا الرقميه. وانعكاس ذلك على تدريس اتجاهات التصميم في المنظمات التعليميه كتدريس طرز التصميم بهدف التصميم الأسرع والأسهل انتاجياً.

منهج البحث:

اتبع البحث المنهج الاستقرائي. Inductive Approach

خطة البحث:

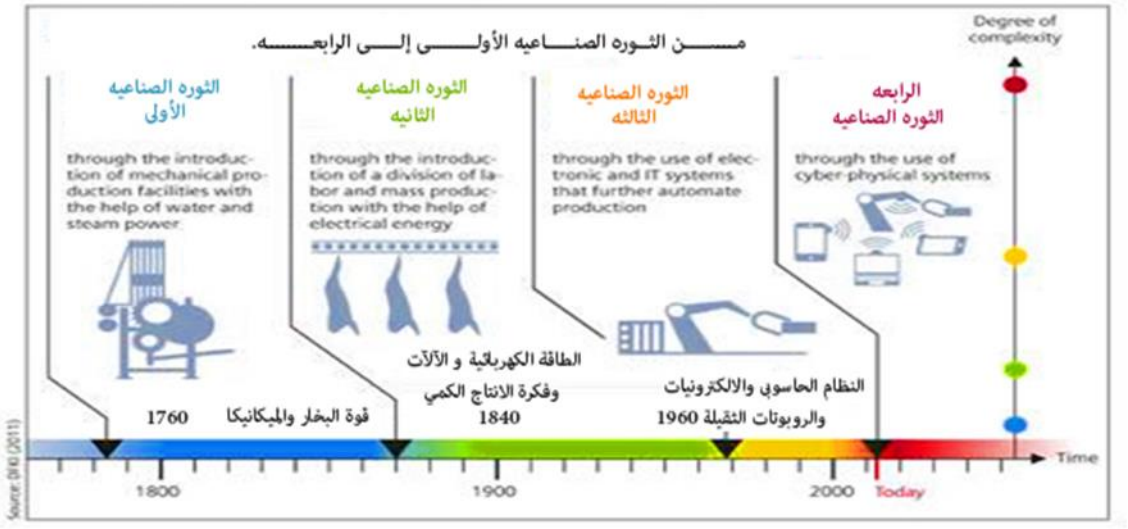
لإثبات صحة ادعاء البحث تم عرض مفهوم الثوره الصناعيه الرابعه ومؤشرات تأثيره على المصانع الذكيه والإنتاج الفردي لدفعات كمحاور أساسية مؤثره على تصميم طراز للمنتج الصناعي.

أولاً: المقدمة.

سيصبح قريباً الوفاء بالمتطلبات الفردية للعملاء والإنتاج حسب الطلب هو العامل الأكثر أهمية في تحديد القدرة التنافسية للمؤسسة. وستصبح الشركات التي تسعى جاهدة لتحقيق مفهوم المصنع الذكي رائدة في هذا المجال، مع التركيز على الجمع التلقائي ومعالجة البيانات حول العمليات وآلات الإنتاج واستخدام تكنولوجيات المعلومات الحديثة، مثل النظم الفيزيائية السيبرانية أوالشبكة البينية للأشياء (معالجة كميات هائلة من البيانات "البيانات الضخمة")، كأساس لمفهوم ما يعرف باسم الصناعة 4.0. "الجيل الرابع من الصناعه"، حيث أدت التطورات التكنولوجية الأخيرة إلى التحول الصناعي لتطوير وتقديم منتجات أكثر ذكاءاً ذات طرز جديدة في ظل القدره على الإنتاج الفردي السريع مما يعني تغييرات عميقة في عمليات تطوير المنتجات التي شهدت العديد من التقدم في السنوات الأخيرة من حيث النظرية والأساليب والنهج في ظل الثوره الصناعيه الرابعه التي تشمل التطورات التكنولوجية المكونه من الجمع بين أنظمة التصنيع الصناعي الأمثل والتكنولوجيات الرقمية المتقدمة ونظم الإنترنت المادية (CPS). ويعرض البحث، المعرفة حول نهج تطوير المنتجات الذكية smart products development(SPD) وتقديم طراز جديد للمنتج في ظل ظهور أدوات رقمية متقدمة لتطوير المنتجات والنماذج الأولية والتي تتيح تقديم منتجات فرديه وعاجله، تشمل هذه الأدوات منصات الحوسبة المتقدمة، مثل الواقع الافتراضي. وتسمح هذه التكنولوجيات بالجمع بين النماذج الرقمية والمادية، وهي تعيد كتابة قواعد عمليات تطوير المنتجات، مما يتيح فرصاً وتحديات لتطوير المنتجات الذكية smart products development(SPD). كما يقدم البحث مفهوماً عاماً للتصميم الذكي ومساعدة الإنتاج كعناصر رئيسية لتشغيل المصنع الذكي بكفاءة من خلال تقنيات مختلفة تساعد عملية تصميم المنتجات الفردية " individualized products" وتنظيم إنتاجها في سياق تحقيق استراتيجية التخصيص الشامل Mass Customization(MC)، والتي تسمح بتقصير وقت التطوير لمنتج جديد.

ثانياً: تطور الثورات الصناعيه.

امتازت كل ثوره صناعيه بابتكار تقني قائم على الأدوات المتوفره في عصر كل ثوره، تتسبب هذه الأدوات في تحولات صناعيه ومجتمعيه واقتصاديه بسبب قوة تأثير التكنولوجيا على مختلف القطاعات والصناعات والتي تؤثر بطبيعة الحال على توجهات التصميم وأهدافه مواكبةً لشكل الحياة الذي يتغير بسبب هذه الثورات، وبالنظر إلى تاريخ الثورات الصناعيه يتضح أن الثوره الصناعيه الأولى التي بدأت فى 1760 تأثرت بقدرة البخار وتأثيره على المحركات ونقل الطاقه والطاقة المائية لميكنة الإنتاج. أما الثوره الصناعيه الثانيه عام 1840فقد اعتمدت على الطاقة الكهربائية وانتشار الآلآت وفكرة الانتاج الكمي، بدأت الثوره الصناعيه الثالثه في الستينيات 1960 بدأت بظهور النظام الحاسوبى والالكترونيات والروبوتات الثقيلة والتى أدت إلى زيادة الإنتاجية والفاعلية فى المصانع من خلال خطوط الإنتاج الآليه والتحكم الإلكتروني والإنترنت.



شكل1: الأدوات المؤثره في ظهور كل ثوره صناعيه على حده.

1) تأثير الثورات الصناعيه على ريادة الأعمال والإبداع

يجب النظر في كيفية تطور التصنيع في القطاع الصناعي واختلافه بالمقارنة مع الثورات الصناعية الثلاث الماضية، والذي يشير إليه (شكل2)، كما يتعين اعتبار أن الثورات تشير في جوهرها إلى تسارع في معدل التغيير. وينبغي التأكد من أن التغير التكنولوجي في حد ذاته لا يكفي لتحديد الثورة الصناعية بل يجب أن يؤدي إلى مسار اقتصادي جديد. والجانب الثاني هو الصلة بين التغير التكنولوجي والتنظيم وجوانب تركيز كل ثوره على اتجاهات التصنيع المعاصر لها، ومستويات تركيز ريادة أعمالها، ويوضح (شكل2) ماهية ريادة الإبداع في كل ثوره صناعيه سابقه، مقابل اتجاهات الثوره الصناعيه الرابعه. يقول مكير Mokyr "إن الثورة الصناعية الحقيقية لا تتكون فقط من الابتكارات التكنولوجية ولكن من مثل هذه الابتكارات التي لها تأثير على مستوى التنظيم الصناعي" .(Mokyr, 1997, p.35).

شكل2: الثوره الصناعيه الرابعه مقابل الثورات الصناعيه السابقه.

2) عناصر الثوره الصناعيه الرابعه.

1. لأنظمة الفيزيائية السيبرانية cyber-physical systems
2. إنترنت الأشياء the Internet of things
3. الحوسبة السحابية.cloud computing
4. الحوسبة المعرفية. cognitive computing

والاختراقات التكنولوجية الناشئة والحامله لإمكانيات هائله في عدد من المجالات، بما في ذلك:

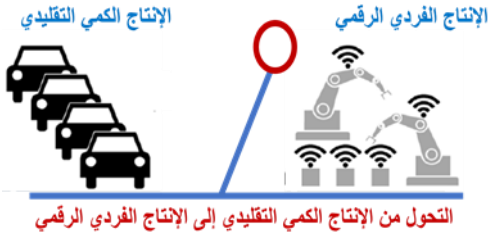
5. الروبوتات، والذكاء الاصطناعي robotics, and artificial intelligence
6. تقنية تحويل الأموال blockchain
7. تكنولوجيا النانوnanotechnology
8. الحوسبة الكمية quantum computing
9. التكنولوجيا الحيوية biotechnology ,
10. الطباعة ثلاثية الأبعاد 3D printing
11. المركبات المستقلة autonomous vehicles
12. البيانات الضخمة وتحليلات البيانات الضخمة Big data and big data analytics

ثالثاً: تحول فلسفة الإنتاج من المركزيه التقليديه إلى اللامركزيه الرقميه.

ظهر الجيل الرابع من الصناعه كمصطلح "Industry 4.0" فى ألمانيا عام 2014 في تقرير للحكومه الألمانيه بعنوان "استراتيجية الإبداع التقني في ألمانيا" نبع من مشروع استراتيجية التكنولوجيا الفائقة للحكومة الألمانية، والتي تعزز حوسبة التصنيع computerization of manufacturing. أشار المصطلح إلى التحول الهائل في التكنولوجيا الذي سيغير بدوره الصناعه والإقتصاد والمجتمع عن طريق عملية التحول الرقمى للمصانع والذي يبشر بحقبه جديده للإنتاج الصناعي من خلال موارد لعمليات تصنيع كامله وتحول طرق العمل المركزيه التقليديه إلى طرق رقميه غير مركزيه كما يشير إليه (شكل3).

شكل3: الإنتاج اللامركزي الرقمي في ظل الثوره الصناعيه الرابعه.

وعلى وجه التحديد، تنطوي الثورة الصناعية الرابعة على تحول عميق في طريقة الإنتاج، حيث يتم استبدال مصانع التصنيع التقليدية بمصانع ذكية تقوم على التواصل بين البشر والآلات والمنتجات من خلال تنفيذ أنظمة الفيزياء الإلكترونية (CPS)[1] للإنتاج الصناعي. ويتعين على الشركات العاملة في الصناعة أن تتعامل مع التطور السريع للمنتجات، والإنتاج المرن، والبيئات المعقدة والعالمية. ويشير (شكل4) إلى تحول فلسفة الإنتاج في الثورة الصناعية الرابعة بالنظر إلى علاقات سلسلة الإنتاج للمشاريع الصغيرة والمتوسطة الحجم. يركز" I4.0" "الجيل الرابع من الصناعه" على دور التكنولوجيا الرقمية في إنشاء منتجات وعمليات إنتاج ذكية مع تعزيز رقمي أو إعادة هندسة المنتجات والخدمات بغرض تقديم منتجات فرديه تفي برغبات المستعمل السريعة التغير.



شكل4: تحول الإنتاج في ظل الثوره الصناعيه الرابعه.

رابعاً: الجيل الرابع من الصناعه والتخصيص الشامل "mass customization".

تغير المشهد الصناعي في العقود الأخيرة بسبب التطورات التكنولوجية المتعاقبة. وبظهور مصطلح الصناعة 4.0، وعلى غرار الثورات الصناعية الثلاث الأولى، التي نتجت عن التطورات التكنولوجية، يمكن الإشارة إلى الصناعة 4.0 مبدئياً على أنها الثورة الصناعية الرابعة. يمكن وصف الثورة الصناعية الرابعة بشكل عام بأنها نظام تكنولوجي معقد يحتضن التصنيع الرقمي والاتصالات الشبكية وتقنيات الكمبيوتر والأتمتة، بالإضافة إلى العديد من المجالات الأخرى ذات الصلة.

وتوصف الصناعة 4.0 بأنها نموذج تصنيع جديد يجمع بين المصانع الذكية والآلات والأنظمة والإنتاج والعمليات في شبكة متكاملة تجمع بين العالم المادي والافتراضي من خلال استخدام تقنية CPS. وتنطوي الصناعة 4.0 على كل من المنتجات والعمليات المرتبطه في كثير من الأحيان بالـ CPS، وإنترنت الأشياء والمنتجات الذكية، كونها نهجاً صناعياً جديداً يحتضن مجموعة من التطورات الصناعية في المستقبل والتطورات التكنولوجية التي من شأنها تعزيز إنتاجية وكفاءة الشركات.

وسيكون لهذا النموذج الصناعي الجديد تأثير كبير في القطاع الصناعي، لأنه يمثل مجموعة من التطورات التكنولوجية ذات الصلة فيما يتعلق بالروبوتات الذكية، والنظم الفيزيائية السيبرانية (CPS)، والبيانات الضخمة، والواقع المعزز (AR) وإنترنت الأشياء (IoT).

يتم دمج كل شيء في بيئة التصنيع في إطار الصناعة 4.0، وتبادل المعلومات بشكل مستقل، مما يسمح بإنشاء عمليات أكثر ذكاءاً. ستؤثر الآثار المترتبة على الصناعة 4.0 على سلسلة القيمة للمنظمات بأكملها، مما يوفر إمكانات هائلة للقطاع الصناعي والاقتصادي ويوفر العديد من الفرص الجديدة فيما يتعلق بنماذج الأعمال وتكنولوجيا الإنتاج وفرص العمل وتنظيمه.

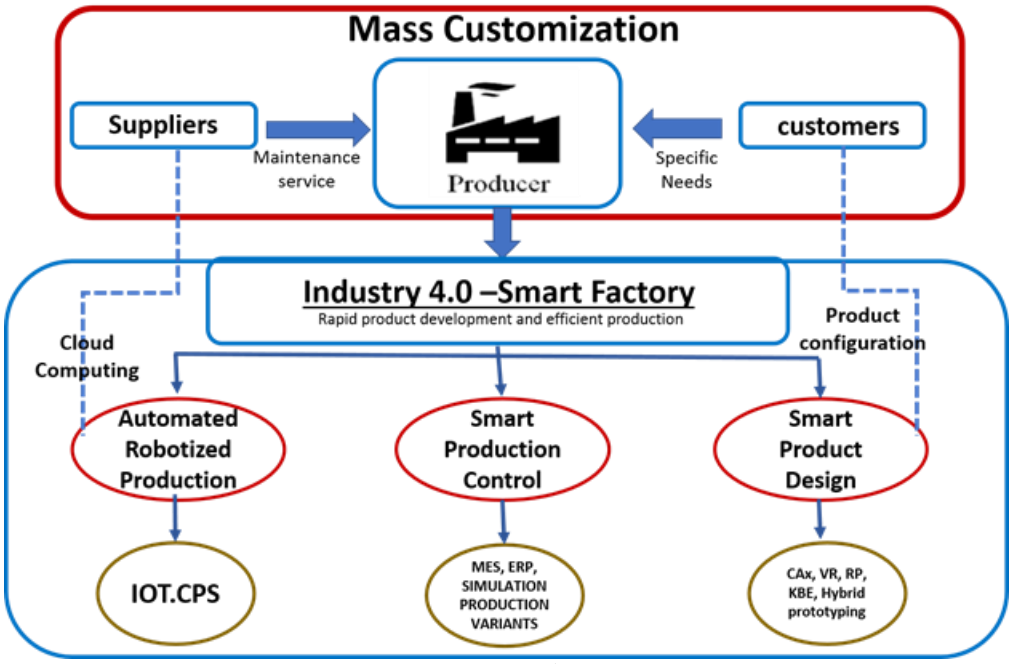
ويستخدم مصطلح الصناعة 4.0 للإشارة إلى عملية التطوير في عملية التصنيع، بما في ذلك سلسلة الإنتاج، والذي يفترض إعداد بيئة التصنيع المحوسبة والذكية لضمان المرونة والكفاءة العالية للإنتاج، والتكامل بين الأنشطة المختلفة والتواصل الفعال بين المصمم والمنتج، وكذلك بين المنتج والمستعمل. كما يضم مفهوم الصناعة 4.0 الإنجازات التكنولوجية في السنوات الأخيرة مع رؤية لأنظمة الإنتاج الذكية والآلية في المستقبل، حيث يرتبط العالم الحقيقي مع الافتراضي، لضمان استخدام أكثر كفاءة للمعلومات المتاحه.

وتقدم الثوره الصناعيه الرابعه تكنولوجيات إنتاج شاملة مخصصة ومرنة تعزز تفاعلاً جديداً بين التغير التكنولوجي والتنظيم الصناعي. وإنشاء شبكة اجتماعية تمكن للآلات التواصل مع بعضها البعض وذلك ما يعرف بإنترنت الأشياء the Internet of Things، ومع الناس، the Internet of People " بغرض السرعه والدقه.

هذا هو السبب في أن فكرة الصناعة 4.0 يمكن أن تكون أساسية في تحقيق افتراضات استراتيجية تعرف باسم التخصيص الشامل Mass Customization(MC)، والتي تركز على تلبية متطلبات العميل الفردية من قبل شركات الإنتاج. على الرغم من أن مفهوم MC معروف منذ سنوات، إلا أن تنفيذه الفعال لا يزال يمثل تحديًا هائلًا لأنه يتطلب من المصنعين الاستعداد لإجراء متغيرات المنتجات وعمليات التصنيع الخاصة بها بكفاءة، وكذلك اختيار أفضل الحلول وفقًا لمعايير مختلفة

(الاقتصاد، الجودة). لذلك، لا يمكن أن يقتصر بناء المصانع الذكية على الحلول التقنية الجديدة في مجال التصنيع فحسب. ويجب أن يستند عملها إلى المعرفة القائمة على خبرة الشركة بأكملها، وتحليل وتبادل كمية كبيرة من البيانات الحالية (المتطلبات مقابل قدرات الإنتاج)، فضلاً للاختبار السريع للعديد من الحلول البديلة من خلال المحاكاة المتقدمة.

يتطلب تحقيق الأهداف المحددة بهذه الطريقة المخاطرة بالاستثمار في أدوات جديدة، من مجال أنظمة CAx المتقدمة أو تقنيات الواقع الافتراضي أو عمليات التصنيع المضافة، مما يساعد على الإعداد الافتراضي والمادي لتصميم منتج جديد والنماذج الرقمية للمنتجات وعمليات الإنتاج والمعالجه مع قاعدة المعرفة المعدة بشكل صحيح، هي عناصر أساسية لأنظمة تكنولوجيا المعلومات الذكية، والإعداد التلقائي لتصميم المنتج المناسب وعملية التصنيع.



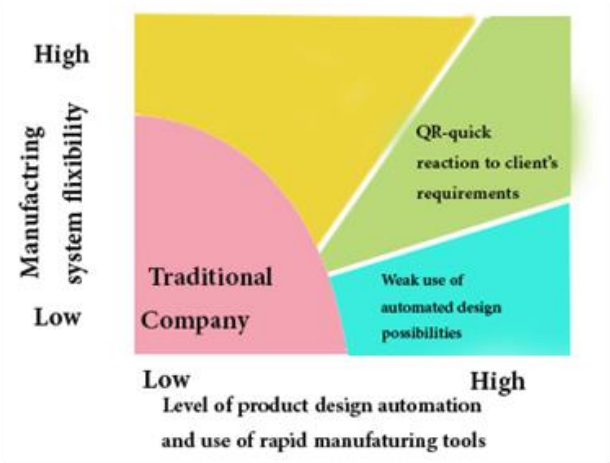
شكل5: التخصيص الشامل لتلبية احتياجات العميل في ظل الصناعه الرابعه.

1) تحديات التخصيص الشامل mass customization

يتم تعريف التخصيص الشامل من خلال نوع من التناقض حيث ينبغي أن تنضم إلى مزايا إنتاج قطعة واحدة (بشكل فردي ودقيق) والإنتاج الضخم (ضخم ومكلف)، ويتسم تنفيذه بجاذبية كبيرة من وجهة نظر العميل، ولكنه يشكل عائقا كبيراً أمام الشركة ويلوح بخطر الفشل، لا سيما نتيجة لزيادة تكاليف التصميم والتصنيع. على النقيض من الإنتاج الضخم، وهو كميات كبيرة من المنتجات المكررة (متطابقة)، يسمح MC بالوفاء بتوقعات كل عميل عن طريق ضبط المنتج لاحتياجات العميل. تصبح استراتيجية MC تنافسية بشرط أن تكون الشركة قادرة على الاستجابة بسرعة لتوقعات ومتطلبات عملائها. فهي قادرة على الانضمام إلى استراتيجية أخرى تعرف باسم الاستجابة السريعة. هذا الاتصال ممكن إذا كانت الشركة لديها نظام تصنيع مرن وإمكانية التصميم السريع (من حيث المدة)، فضلاً عن تنفيذ منتجات وعمليات جديدة من تصنيعها.

أحد مقاييس مرونة نظام التصنيع هو قدرته على أداء مهام مختلفة و "السرعة" التي يمكن أن تكون مستعدة لمهمة جديدة. التصميم السريع للمنتج يعني التصميم الآلي وتوجه التصميم إلى التوجه نحو تقديم طراز جديد لنفس المنتج بحيث يسهل تغيير أجزاء تضفي عليه الجده بالنسبه للمستعمل، وتسهل من مهام الإنتاج الفردي السريع في عملية التصنيع، التي تسهل في ظل توافر تقنيات كالطباعه الثلاثية الأبعاد والاتصال الشبكي بين الآلآت كتقنيات التصنيع السريع. ويبين المخطط في (شكل6) أنه إذا كان أي من هذه العوامل – المرونة أو التشغيل الآلي – غير كافٍ، فمن الصعب تحقيق هدف الاستجابة

السريعة. في حالة عدم كفاية المرونة، يجب أن تنتظر المنتجات المصممة في وقت قصير دورها. إذا فشل التصميم (بمعنى أنه يدوم طويلاً جداً)، فإن نظام التصنيع لا يتم تحميله بالكامل. في كلتا الحالتين، يكون الوقت المتوقع للعميل طويلًا وهو ما لا يقبله العميل



شكل6: استراتيجية الإستجابه السريعه

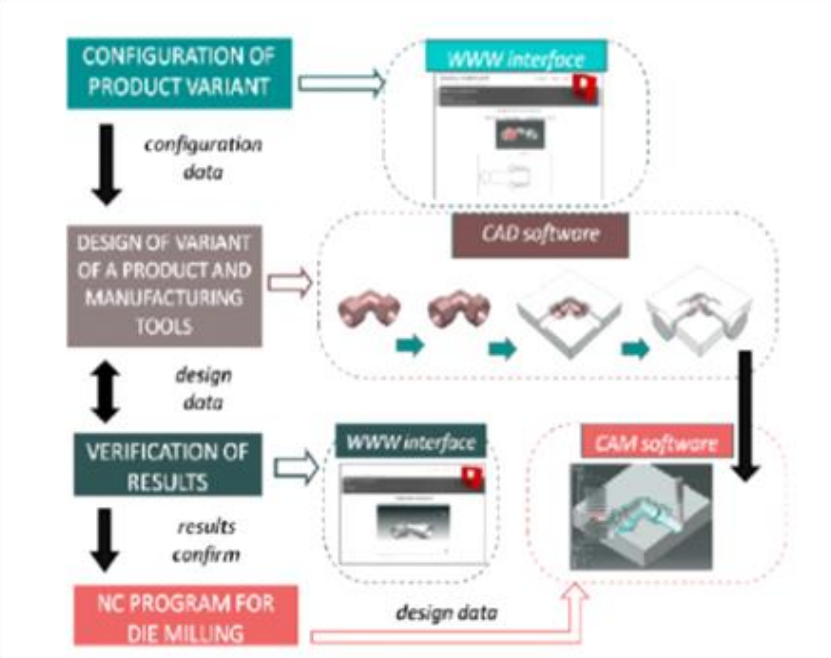
تعتمد فعالية استراتيجية MC أيضاً بشكل كبير على نوع التأثير على شكل المنتج من وجهة نظر المستعمل، لأن نطاق تكوين تصميم المنتج يقرره المصمم. حيث يتم تحقيق أعلى مستوى من التخصيص، المعروف باسم تخصيص التعاون، عندما يفترض أن المستعمل قد تم أخذ وجهة نظره في الاعتبار أثناء تصميم وتصنيع متغيرات المنتج. ولتحقيق هذه الغاية، يتم استخدام أنواع خاصة من تطبيقات البرامج بشكل متكرر أكثر لتصميم وتطوير أجزاء المنتجات. فهي تسمح للعملاء بتحديد متطلباتهم بدقة بأنفسهم. ويتوفر اليوم العديد من التطبيقات الخاصه بكل مجال على حده، على سبيل المثال، السيارات والملابس والأثاث أو الهندسة المدنية، ومساعدة عملية البيع وتحسين الاتصال بين المنتج والمستعمل. وقد أجبر التطور الديناميكي للتطبيقات القائمة على شبكة الإنترنت في السنوات الأخيرة الشركات على مشاركة المنتج البديل أو التعديلات الطارئه عليه، أو طرازه الجديد مع عملائها من خلال شبكة الإنترنت.

هناك خيار داخل مجموعة محدودة من الخيارات المتغيرة وقيمها، في حين أن بعض الحلول تسمح للمستعمل بتحديدها بحرية، مما يزيد من مستوى التخصيص. وهذا يزيد من جاذبية عروض الشركة من ناحية ولكنها تحد تنظيمي كبير من ناحية أخرى.

وتستخدم أنظمة CAx المتقدمة لهذا الغرض، مما يسمح بإثراء نماذج CAD الهندسية للمنتجات الرقمية والذكية التي تم إنشاؤها بهذه الطريقة هي قاعدة ما يسمى أنظمة الهندسة القائمة على المعرفة Knowledge Based (KBE) Engineering، يشير تصميم المنتج الذكي إلى التصميم الأسهل والأسرع، والأهم من ذلك – الأدق، ويفي التصميم القائم على KBE بهذه الافتراضات. تحتوي حلول فئة KBE على معرفة الخبراء حول كيفية تحديدها ومتى وما يجب القيام به، وجمعها ومعالجتها بشكل أكبر من قبل نظام كمبيوتر، مما يسمح بتطبيقها بشكل أسهل في المشاريع الجديدة.

بناء وتنفيذ نظام KBE في عملية تصميم المنتجات المتغيرة يمكن أن يكون وسيلة تمكن للشركة تحقيق افتراضات استراتيجية MC، وأهم سبب للنظر في بناء نظام KBE هو إمكانية ترشيد عملية التصميم. حيث يتم إنفاق 80٪ من وقت التصميم على المهام الروتينية. يمكن أن يساعد التسارع بشكل كبير في تحسين دورة حياة المنتج بالكامل ويوفر الكثير. هذا هو السبب في أن الميزة الأساسية لاستخدام حلول KBE هي إمكانية أتمتة المهام القابلة للتكرار، والتأثير في الوقت نفسه على قدرات

الإبداع وتعالج مشاكل جمع المعارف وتمثيلها وتطبيقها في نظم الحاسوب من فئة KBE من خلال هندسة المعارف، التي تعرف كفرع يتعلق بإنشاء قواعد بيانات المعرفة واستخدام التكنولوجيات الدلالية لمعالجة المعرفة من خلال النظم الحاسوبية. مثال يوضح كيفية الحصول على تصميم ذكيّ بإستعمال KBE. يعرض (شكل 7) حل للتكامل بين عمليات التصميم المتغيرة والمنتج بطريقة لتوليد الوثائق الفنية للمنتج وأدوات إنتاجه تلقائيًا في نظام CAD



شكل7: التكامل بين عمليات التصميم المتغيرة والمنتج.

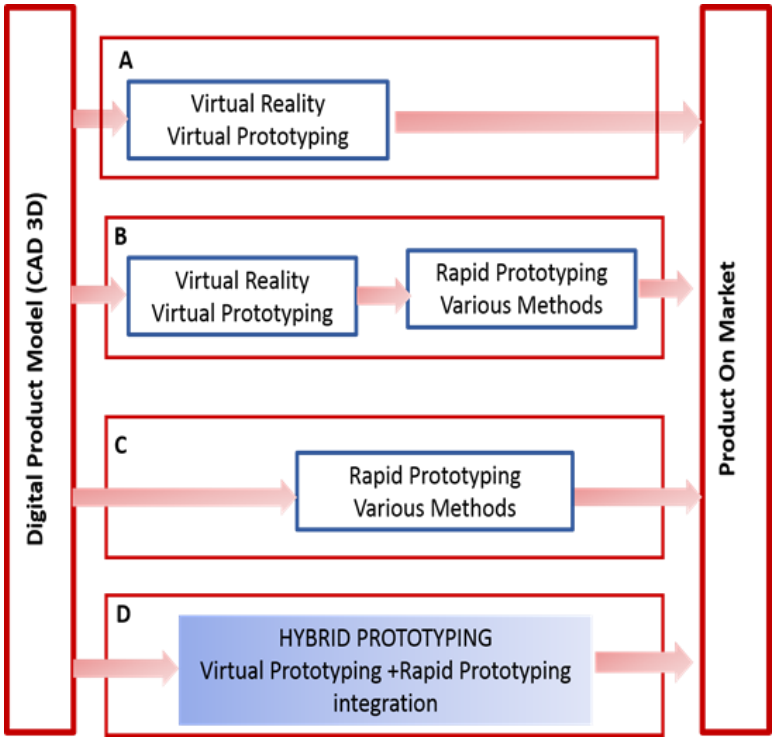
لا يقرر KB فعالية التصميم الذكي فحسب بل ايضاً يمكنه تقصير وقت بناء نموذج أولي للمنتج والتحقق منه من خلال تطبيق الواقع الافتراضي (VR) التي تستخدم أنظمتها على نحو متزايد في التصميم الصناعي.

وكثيراً ما يكون التحقق من نموذج أولي افتراضي غير كاف ويجب إعداد نموذج أولي مادي. بناء نموذج أولي باستخدام تقنيات التصنيع التقليدية يعتبر إهدار للوقت وباهظ التكلفه. ومع ذلك، لا يمكن حذف هذه المرحلة في عملية التصميم، لذا يجب استخدام أساليب وأدوات نهج التصميم الذكي.

الحل الواعد لهذه المشكلة هو دمج تقنيات النماذج الأولية السريعة مع الواقع الافتراضي. وتصنف هذه التقنيات في بعض الأحيان على أنها تنتمي إلى ما يسمى بتكنولوجيات ضغط الوقت time-compression technologies. في حالة تقنيات النماذج الأولية السريعة، يتم إنتاج نموذج أولي مباشرة من نموذج رقمي للمنتج ويكون وقت الحصول على النموذج الأولي أقصر بكثير من استخدام تقنيات التصنيع التقليدية.

في حالة الواقع الافتراضي، يتم تحقيق تأثير تقصير الوقت في الغالب من خلال تنفيذ ما يسمى النموذج الافتراضي، مما يعني إنشاء نموذج رقمي مشابه للغاية في بعض الجوانب لمنتج حقيقي، ومن ثم إجراء الاختبارات والدراسات اللازمة عليه، دون الحاجة إلى بناء نموذج أولي فعلي. في الصناعة، لا يزال الوعي بالتطبيقات المحتملة لكلا التقنيتين منخفضًا، وإذا تم استخدامها، فإنه يحدث بشكل تسلسلي ومنفصل (الشكل 8 ، المسارات A و B و C) - لا علاقة للنموذج الافتراضي بالنموذج المادي. ويعرف هذا النهج الجديد باسم النماذج الهجينة hybrid prototyping (الشكل 8 - المسار D) يفترض توصيل بين نماذج افتراضيه وأخرى حقيقيه. للحصول على نماذج سريعه مع نماذج تفاعليّة ظاهريّة. يتم استخدام النماذج الفيزيائية المصنعة بواسطة تقنيات RP (بطريقة الطبقات) بأجهزة الواقع الافتراضي المتقدمة كأدوات للتفاعل في بيئة

افتراضية. وهذا يساعد على زيادة واقعية محاكاة الواقع الافتراضي ويفتح مجالات جديدة تماماً للمحاكاة، خاصة من الناحيه الإرجونوميكه.



شكل8: اعدادات تكنولوجيا ضغط الوقت في عمليات التصنيع

خامساً: تصميم طراز مقترح للمنتج الصناعي بالإستفاده من الإنتاج الذكي.

من أجل الحفاظ على القدرة التنافسية وتلبية متطلبات السوق في بيئة سريعة التغير، يتعين على الشركات مواجهة العديد من التحديات، وإدخال منتجات وعمليات وتقنيات جديدة باستمرار، وكونها أكثر فعالية من منافسيها في تطوير منتجاتها. شهدت عمليات تطوير المنتجات العديد من التطورات في السنوات الأخيرة من حيث النظرية والأساليب والنهج.

وفقاً لبيرسون Persson، فإن القوى الدافعة الرئيسية لتطوير المنتجات هي التكنولوجيا والسوق، ومع ذلك، في العقود الأخيرة، أصبح المجتمع أكثر وضوحاً كقوة دافعة ثالثة. تتأثر اتجاهات تطوير المنتجات بشكل كبير بالتقدم التكنولوجي الجديد الذي أدى إلى نوع مبتكر جديد من المنتجات والتطور فيما يتعلق بمتطلبات السوق الجديدة. وتتأثر المؤسسات بشكل كبير بعمليات تصميم المنتجات وتطويرها. ولهذه العمليات تأثير كبير في سلسلة القيمة بأكملها، والقرارات مثل الجودة والتكلفة والوقت حاسمة لتحقيق ميزة تنافسية. هدف تطوير المنتجات هو دمج متطلبات التصميم الهندسي والصناعي من خلال عملية منظمة تسمح بتحقيق تكلفة أقل وجودة أعلى ووقت تطوير أقصر. وعلاوة على ذلك، فإن تطوير منتجات جديدة عملية معقدة وديناميكية ومتطلبات السوق وارتفاع الطلب على جودة المنتج يمكن أن يؤدي إلى ضعف تصميم المنتجات وزيادة التكاليف والتأخير. من الآن فصاعداً، تحتاج المؤسسات التي تنتج منتجات ذكية إلى اعتماد نهج تطوير المنتجات الذكية الأكثر ملاءمة ، بمجرد أن يكون أحد أهم عامل نجاح رئيسي لضمان جودة المنتجات وتلبية متطلبات السوق. يمكن أن يؤثر اختيار هندسة المنتج وأساليب التصميم بشكل كبير على نجاح أو فشل عملية تطوير المنتج وفعاليته. وفقا لـ إنغلبريكتسون Engelbrektsson وسودرمان Söderman، فإن أهم العوامل التي يجب أخذها في الاعتبار لنجاح تطوير المنتجات هي: استخدام أساليب لتحديد متطلبات العملاء واستخدام تمثيلات المنتجات المناسبة من أجل دعم الاتصالات في تقييم المنتج المبكر، لذلك تتوجه الصناعه تجاه الإنتاج بالطلب أو الإنتاج الفردي بتقديم طراز جديد للمنتج بحيث يسهل اضافة

تعديلات يسهل تنفيذها بشكل فوري في ظل تقنيات الثوره الصناعيه الرابعه كتقنية الطباعه الثلاثية الأبعاد والتي سيتناولها البحث تفصيلاً وتمثيلاً.

تركز الصناعة 4.0 على ابتكار المنتجات والعمليات الذكية، من خلال تحويل المصانع التقليدية إلى مصانع ذكية لكونها واحدة من السمات الرئيسية لهذا النموذج الصناعي الجديد، كونها حلاً للتصنيع الذي يسمح لأداء العمليات المرنة والتكيفية التي هي مناسبة لتلبية متطلبات السوق بشكل حيوي وسريع.

كما أن المصانع الذكية قادرة على إدارة التعقيد وزيادة كفاءة التصنيع. تتميز بيئة المصنع الذكية بالتواصل في شبكة بين الموارد البشرية والآلات والأشياء، مثل المنتجات الذكية. يتم دمج المنتجات الذكية مع عملية التصنيع بأكملها وتدعم بنشاط عملية التصنيع الخاصة بها ، وتتحكم في مراحل الإنتاج الفردية بشكل مستقل. وعلاوة على ذلك، كسلع تامة الصنع. الحسابات وتخزين البيانات والاتصالات والتفاعل مع بيئتهم هي السمات الرئيسية للمنتجات الذكية. هذه المنتجات قادرة على تعريف نفسها وتقديم معلومات حول تقدمها في جميع أنحاء سلسلة القيمة الخاصة بها، وتخزين المعلومات حول خطوات العملية السابقة وتوفير معلومات حول خطوات عملية أخرى فيما يتعلق بالإنتاج والصيانة. وعلاوة على ذلك، فإن المنتجات الذكية قادرة على إدراك بيئتها المادية والتفاعل معها دون أي تدخل بشري. لهذا السبب ، يمكن وصف المنتجات الذكية بأنها CPS ، بمجرد أن تمكن هذه الأنظمة من الاتصال بين عمليات العالم المادي والبنية التحتية للحوسبة في عالم الإنترنت.

تقضي المنتجات الذكية، كـ CPS على الحدود بين العالم المادي والظاهري، وتقدم المنتجات الذكية والمتصلة مجموعة من القدرات الجديدة، مثل القدرة على رصد المعلومات ذات الصلة والإبلاغ عنها في الوقت الحقيقي عن نفسها وبيئتها، فضلًا عن إمكانية التحكم فيها عن بعد. تتميز المنتجات الذكية والمتصلة بدرجة عالية من الاستقلالية ، حيث يمكن تشغيلها بشكل مستقل وتنسيقها ذاتيًا وتشخيصها ذاتيًا. الدرجة الأولى تشير إلى الوعي بخصائصه ووظائفه، فضلاً عن تاريخ المنتج والثانية تتعلق بقدرة المنتجات الذكية على التفاعل مع بيئتها ومكوناتها وكائناتها. وأخيراً، ترتبط الدرجة الثالثة بالقدرة على التفاعل مع مستخدميها خلال دورة حياتهم بأكملها، مما يوفر المعلومات ذات الصلة حول وضعهم وصيانتهم. ولن تقتصر قيمة المنتجات الذكية على الخصائص الفيزيائية، بل وأيضاً من دمج تجربة العملاء والشركاء في التوريد، منذ المراحل الأولى من الهندسة والتصميم. يتم دمج كل شيء مع خدمات عالية الجودة في فئة جديدة من المنتجات الهجينة.hybrid products . المنتجات الذكية المدمجة في تدفقات الإنتاج الحديثة قادرة على المعالجة الذاتية وتخزين البيانات والتواصل والتفاعل مع النظام البيئي الصناعي.

سيؤدي تكامل المنتجات الذكية مع الإنتاج الذكي والخدمات اللوجستية الذكية والشبكات الذكية وإنترنت الأشياء إلى تحويل سلاسل القيمة الحالية وظهور نماذج أعمال جديدة ومبتكرة، مما يجعل المصنع الذكي والمنتجات الذكية عناصر رئيسية للبنية التحتية الذكية المستقبلية .

وقد عززت متطلبات السوق الجديدة فيما يتعلق بالمنتجات المعقدة والمبتكرة والأذكى ظهور بدائل افتراضية لتطوير المنتجات الذكيه "SPD" يسمح استخدام أدوات نمذجة المنتجات الرقمية والمحاكاة الفعالة أثناء تطوير المنتجات المعقدة بتقليل أوقات التطوير والاستخدام الأمثل لاستهلاك الموارد وهو ما يعني التكامل بين المعلومات والناس على مستوى عديد ة وبطرق مختلفة كثيرة ، وقد أحدثت ثورة في سلاسل القيمة كلها ، من تنظيم الإنتاج إلى أنظمة تصميم الإنتاج ، وفتح مجموعة من الحلول الجديدة لتخصيص دورة حياة المنتج. وكان لهذه التغييرات تأثير في دورة حياة المنتج بأكمله، ولا سيما خلال مرحلة التطوير مع ظهور أدوات رقمية متقدمة لتطوير المنتجات والنماذج الأولية.

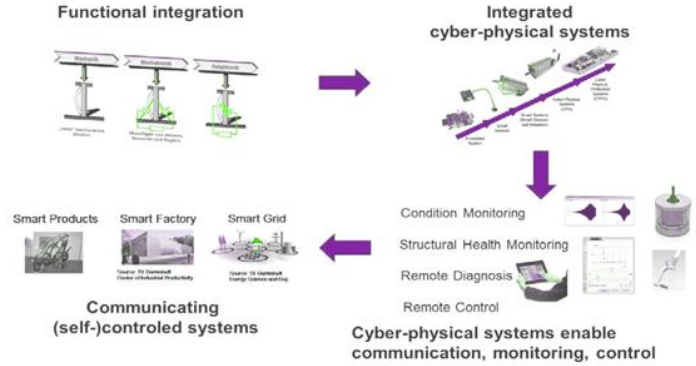
النماذج الأولية هي نشاط حاسم في تطوير المنتجات الذكيه "SPD "، هدفه استكشاف فرص جديدة أو تحسين الحلول القائمة. أصبحت سرعة هذه الأداة القيمة في SPD عاملاً حاسماً ينبغي التقليل منه، وبالتالي فإن الأدوات المتقدمة المتاحة التي ظهرت مع النموذج الصناعي الجديد ضرورية لتحسين هذه العمليات . في المستقبل، من المتوقع أن يتم تنفيذ العديد من عمليات الإنتاج المنبع في العالم الافتراضي، من أجل تحقيق أوقات تطوير المنتجات أقصر وزيادة الإنتاجية . على الرغم من الأدوات الرقمية الذكية القائمة والحل بحاجة إلى مزيد من التطوير بدعم من الصناعة 4.0، فإن التقنيات الرقمية التي تضم منصات الحوسبة المتقدمة، مثل الواقع الافتراضي (VR) أو الواقع المعزز (AR) أو الواقع المختلط (MR) بدأت في إعادة كتابة وتغيير قواعد عمليات تطوير المنتجات، مما يجلب فرصا وتحديات جديدة لـ SPD].

وعلاوة على ذلك، فإن الجمع بين النماذج الرقمية والمادية له إمكانات هائلة في SPD، مما يسمح بإنشاء منتجات مرنة للغاية بتكلفة معقولة. ومع ذلك، ينبغي تحليل أساليب التصميم والنماذج الأولية واختبارها وتكييفها مع مدى ملاءمتها، لأن اختيار أنسب أداة رقمية لدعم عملية SPD أمر بالغ الأهمية لضمان التكامل الدقيق بين جميع مجالات الكفاءات وتحقيق أفضل النتائج.

سادساً: المصانع الذكيه والإنتاج الفردي.

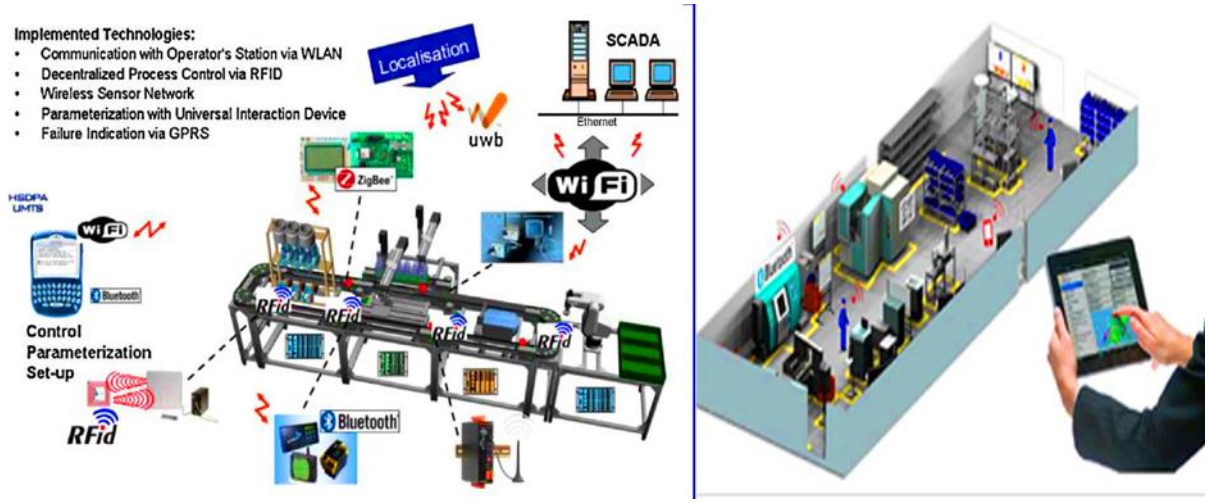
تتواصل المنتجات داخلها مع بعضها البعض وتدفع الإنتاج متعاونةً مع المواد الخام والآلآت المترابطه بانترنت الأشياء بهدف إنتاج منتجات بقدر لا يفوق الحاجه (منتجات فرديه)، شديدة المرونه وفرديه وصديقه للموارد،تلك هي رؤية الثوره الصناعيه تجاه الإنتاج بخرق قوانين وطبيعة وصرامة الإنتاج التقليدي ذو خطوط الإنتاج الطويله.أما في المصانع الذكيه فكل شيء متصل ببعضه لاسلكياً في شبكه شامله. كل الأجهزه والآلات والمواد ستكون مجهزه بحساسات وتكنولوجيا اتصالات وتتصل مع بعضها البعض تعرف هذه النظم بالنظم الفيزيائيه الشبكيه ميزتها قدرتها على التواصل ببعضها البعض كما تتحكم ببعضها البعض بصوره تعاونيه مما يجعل الإنتاج الصناعي في شكله الأمثل.

ويعتبر تقديم منتج سريع الانتاج ليقابل تغيرات السوق المتلاحقه ودورة حياة المنتج الأقصر في المستقبل والشديدة السرعه، ويتصف هذا المنتج بأنه شديد المرونه في تصنيعه وكذلك بسعر ميسور أحد أهم انجازات المصانع الذكيه والثوره الصناعيه. في مركز الأبحاث الألماني للذكاء الصناعي "كايزرسلاوتن" تجرى أبحاث عن ماهية الإنتاج الصناعي مستقبلاً،ويبشرون بأن المصانع مستقبلاً ستتكون من وحدات ذكيه تقترب من فكرة "الليجو"، ويعلن المركز بأن لديه وحدات قياسيه يمكن وصلها ودمجها لكل وحده وظيفه محدده في المستقبل. ويمكن فهم النظم الذكية على أنها تكنولوجيا لاحقة للنظم الميكاترونيكسية والأنظمة التكيفية. والسمة الرئيسية هي تكامل النظم الفيزيائية السيبرانية لتمكين الاتصال بين النظم وتشغيلها بالتحكم فيها ذاتياً. ومن المقرر استخدام النظم الذكية لرصد الحالة، والتشخيص عن بعد، والتحكم عن بعد. وهي عنصر نواة للمنتجات الذكية، والمصانع الذكية، والشبكات الذكية، والخدمات اللوجستية الذكية أو حتى المدينة الذكية (الشكل 9).



شكل9: استخدامات النظم الذكيه في حالات التصنيع المختلفه.

شهدت أساليب الإنتاج تحولاً جذرياً بسبب اتجاهات الرقمنة. وقد أدى الظهور الأخير للتكنولوجيات الرقمية الجديدة مثل إنترنت الأشياء (IoT) والمحاكاة الافتراضية وشبكات الاستشعار اللاسلكية والبيانات الضخمة والحوسبة السحابية والإنترنت عبر الهاتف المحمول إلى ظهور مفهوم تغيير المشهد الصناعي بقيادة الثورة الصناعية الرابعة. تتوخى هذه الحقبة الجديدة من أنظمة التصنيع الرقمية إنشاء مصانع ذكية متكاملة متكيفة فيما يتعلق بتصنيع المنتجات المخصصة في أحجام الدفعات الصغيرة (Kusiak 2017). يمكن للأجهزة والمكونات في المصنع الذكي توليد كمية هائلة من البيانات المتعلقة بالتصنيع.



شكل10: رصد عمليات التصنيع في بيئة مصنع ذكي.

وبما أن المنتجات أو مكونات المنتجات تستند إلى الأنظمة الفيزيائية السيبرانية، فإن أجهزة الاستشعار الذكية قادرة على تقديم بيانات حول حالة المنتجات أو المكونات. وقد تكون هذه البيانات مثل درجة الحرارة أو الإجهاد أو الاهتزاز. تحليل وتقييم تدفقات البيانات وتقديم معلومات حول حالة المنتجات أو المكونات. وبالتالي يمكن تزويد أساليب مراقبة العملية بمعلومات تشير إلى استقرار العملية أو عدم الاستقرار. يمكن اتخاذ إجراءات لضمان استقرار العملية مثل موازنة الحمل والصيانة التنبؤية. ويوضح (الشكل 10) رصد العمليات في بيئة التصنيع.

المصنع الذكي فيما يتعلق بالتصنيع هو للدلالة على رؤية أنظمة التصنيع المستقبلية (Zuehlke 2008) بوصف الشروط الأساسية للمصنع الذكي على هيئة هياكل وحدات مترابطة بشبكة لاسلكية، والعوامل التمكينية للتصنيع الذكي كالبيانات الضخمة والحوسبة السحابية والطباعة ثلاثية الأبعاد وأجهزة الاستشعار الذكية والأنظمة الفيزيائية السيبرانية.

ولا يزال تحقيق التصنيع الذكي يحتوي على العديد من القضايا التي ينبغي النظر فيها من حيث البحث والتطوير. ويجري باستمرار تحسين التكنولوجيات التمكينية الرئيسية ولكن يلزم معالجة الاعتبارات العملية لزيادة التكامل والمرونة.

تعطي اتجاهات البحوث لمحة عامة عن تطوير تقنيات التصنيع المتطورة. يؤدي هذا إلى التفكير في تشغيل عملية تصميم وتطوير المنتج بالتوازي مع إعدادات التصنيع. فالنجاح في تحقيق عملية متكاملة للتصنيع والتصميم يمكن تحقيقه من خلال التطوير المتوازن وتطبيق التكنولوجيات المعاصره للصناعة.

وتعتبر القدرة والمرونة على التكيف مع الاحتياجات والظروف المستقبلية مع الحد الأدنى من الجهود سمة هامة من سمات المصنع الرقمي الذكي ،وهناك نهج مختلف لتحقيق هذه المرونة في نظام التصنيع يجادل بأن نظام التصنيع نصف التلقائي وحدات، وهو مزيج من الأتمتة والمهارات البشرية، هو أفضل حل للمرونة حيث يمكن إجراء تعديل الحجم عن طريق إضافة وحدات جديدة. وثمة نهج آخر نحو المرونة يتمثل في نظام تصنيع قابل لإعادة التشكيل (RMS) يوفر تغييراً سريعاً

في مكونات الهيكل والأجهزة والبرامج من أجل تعديل القدرة الإنتاجية والوظائف بسرعة استجابةً للتغيرات المفاجئة في السوق.

يقترح (شكل11) إطار تطوير المنتجات الذكية باستخدام مصنع ذكي قابل للتكيف يعمل بالتوازي ويتواصل مع عملية تصميم وتطوير المنتج. يشبه هذا المفهوم مصانع التعلم حيث يتم تطوير أنظمة إنتاج صغيرة الحجم للتعلم والتجريب. وهذه النظم ذات نطاق مخفض ولكنها تتألف من تعقيد مواز كمصنع كبير الحجم.

الشكل 11: الإطار المفاهيمي للتصنيع المتكامل وتطوير المنتجات الجديدة

منصة التصنيع الرقمية القابلة للتكيف قادرة على إنتاج نماذج وظيفية عند تلقي بيانات التصميم. ويستكشف نظام الإنتاج تطبيق التقنيات الناشئة مثل إنترنت الأشياء (IoT) والتصنيع الإضافي والبيانات الضخمة وأجهزة الاستشعار المتقدمة والروبوتات التعاونية لزيادة تعزيز المرونة والرقمنة. وسيتم التواصل مع الأجهزة والآلات الذكية في المصنع الرقمي المقترح ومع العاملين بالإنتاج.

سابعاً: الطابعه ثلاثيه الابعاد لإنتاج الطراز الفردي.

هى إحدى التقنيات الحديثة فى عملية الصناعة والتى تسمى بطريقة الطبقة فوق طبقة حتى يكتمل الجسم المراد تصنيعه أو التصنيع بالإضافة, أو نحت التصميم المراد تنفيذه على المادة الخام نفسها باستخدام الطابعات الضوئية أو باستخدام طابعات الليزر وهى عبارة عن مجموعة من العمليات الصناعية يستخدم فيها مجموعة من مختلفة من مواد التصنيع لصناعة نماذج ثلاثية الأبعاد، وتتيح تقنية الطباعه الثلاثية الأبعاد دمج البرمجيات مع علم المواد فهي تستهلك قدر أقل من الطاقه والعماله عند تطبيق التصميم الجديد، كما تتيح إنتاج المنتجات بكميات أقل وهي الأقرب للإستهلاك، فالمستعمل يطمح للتغيير المستمر لذا لا داعي اليوم لفكرة الإنتاج الكمي الذي ارتبط دوماً بصعوبة تغيير بارامترات وقوالب التصنيع الثقيله والباهظه من حيث التكاليف. فهي إحدى التكنولوجيات التي ستسبب في احداث ثوره في تدفق المنتجات وحجم أسواقها. وهي في طريقها لتغيير جذري في شكل التصنيع. كان يقتصر استخدام الطابعه ثلاثيه الابعاد فى عمليه التصميم فى مرحله تنفيذ النموذج المبدئى أو ما قبل عملية الانتاج مما يعطي شكل مماثل للمنتج قبل تصنيعه لمعرفه الاخطاء الموجوده وعلاجها قبل عمليه التصنيع او اضافه افكار جديدة ابتكاريه فى التصميم .إلا أنه وبحلول مفاهيم الثوره الصناعيه الرابعه أصبح التوجه إلى استخدامها في عملية الإنتاج الفرديه (بدفعات محدوده) أو الإنتاج حسب الطلب وبمواصفات خاصة وذلك بعد وضع تصميم الشكل باستخدام برامج التصميم اللازمة مثل برنامج Solidworks , 3d studio وتستخدم هذه البرامج فى تصميم القطع الصناعية المعقدة والأشكال المختلفة .

1) القيمه المضافه لتقنية الطباعه الثلاثيه فى عمليه التصنيع:

1. تقليل الفاقد فى الخامات لأنها تبني طبقات طبقاً للرسم المدخل للمكنه دون وجود فقد فى المواد
2. معالجة مشكلة الإفراط في الانتاج.
3. طباعة مجموعه من الأجزاء كجزء واحد مما يوفر الوقت، ويوفر الموارد ويقلل التكلفه.
4. تجنب مشكلات النقل للكميات الكبيره.
5. تقليل المجهود مقارنةً بطرق الإنتاج التقليديه.
6. المرونه فى تعديل التصميم واضافه أو حذف بعض الاجزاء
7. ارتفاع مستوى المنتج وجوده التصنيع
8. امكانية تصنيع منتج واحد أو انتاج كدفعات (مئات).
9. ميزه بيئيه بتوفير 6 طن من انبعاثات ثاني اكسيد الكربون عن كل كيلوجرام.

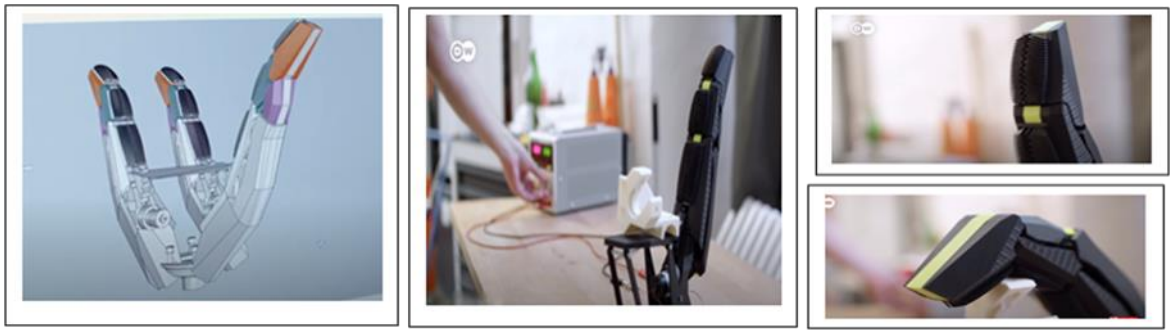
2) دراسات حاله لشركات آثرت استخدام الطباعه الثلاثيه في عمليات الإنتاج الفردي.

1.شركة بيج جريب الألمانيه.

شركة تصنيع للطابعات الثلاثيه الأبعاد، تقوم بعمل نماذج سريعه تحل مشاكل قطع الغيار، أو اضافة قيم مضافه للمنتجات الحاليه بتطوير امكانيتها، قامت الشركه بتصميم دراجات ناريه (شكل12) مطبوع أجزائها بتقنية الطباعه الثلاثية بالكامل. تم صناعته من بلاستيك قابل للتحلل.

شكل12: دراجة بيج جريب المطبوعه بالكامل.

ومن هنا يظهر التحول في استخدام تقنية الطباعه الثلاثيه الأبعاد من مجرد تطبيق للنموذج الأولي فحسب، لإمكانية استخدامها للإنتاج الفردي الذي يتيح إنتاج تصميمات معقده يصعب تنفيذها بطرق التصنيع المعياريه (الإنتاج الكمي التقليدي)، بدقه وسرعه وبتكلفه منخفضه، يوضح (شكل13) مثال على ذلك، تصميم يد روبوت مزوده بشرائح مرنه لتقدم قبضه متينه

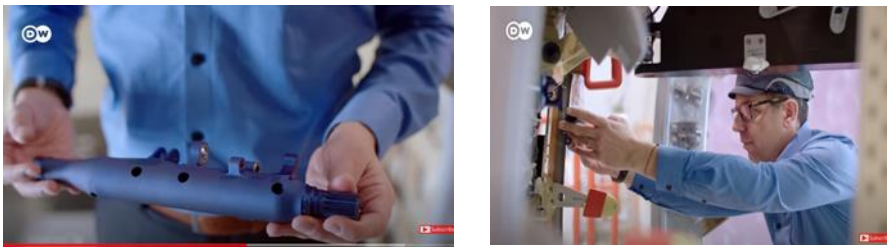


شكل13: يد روبوت مطبوعه ومزوده بشرائح مرنه محاكاة لليد البشريه.

فلا يعوق المصمم محددات عمليات الإنتاج الصارمه كالنشر أو التفريز، مما يحسن هذه الثوره الجديده من اتجاهات المصانع والمنتجات في شكلها وامكانياتها وطريقة تقديمها للمستعمل.

2. شركة ايرباص Air Bus

تطبع عمود قفل الباب (شكل14) لطائرة الركاب A350 بكميات كبيره، كجزء واحد بدلاً من إنتاجه على 10 أجزاء فرعيه مما قلل وزنه، توجد قطعتان من هذا الجز في كل باب، مما يجعل وزن الطائر أخف بمقدار 4 كيلوجرام مما يقلل استهلاك البنزين وانبعثات ثاني أكسيد الكربون، خلال 30 عاماً من عمر الطائره، فإن كل كيلو جرام ينقص من وزن الطائره يوفر نصف مليون لتر من الوقود لذا فإن شركات الطيران تطمح كثيراً لكل تقنيه تساعدها على تخفيف الوزن بشرط الجوده.



شكل14: عمود قفل طائرة الركاب A350

تحتوي الطائره A350 على العديد من الأجزاء المطبوعه:

- 16 عمود قفل للباب.
- 20 رفاً في حجرات النوم.
- 1000 جزء في ألواح وأنظمة تهويه ومعدات الكترونيه مختلفه
- كابلات كهربائيه.

3. الانتاج حسب الطلب (شركة أديداس مع شركة كاربون الأمريكيه)

استخدام الطباعه الثلاثيه الأبعاد في الإنتاج لقطع مصممه حسب الطلب بدل من استخدامه لمجرد النمذجه الأوليه (شكل15)، وهو ما قلل تكاليف تجهيز قوالب للنعل وهو بديل مجزي عن الانتاج التقليدي، وتقدم شركة كاربون مجهودات مبشره حيث كان يستغرق طباعته ساعتين إلا أنهم قاموا بتطوير ماكينة الطباعه الثلاثيه لتنهي المهمه في 30 دقيقه فقط.

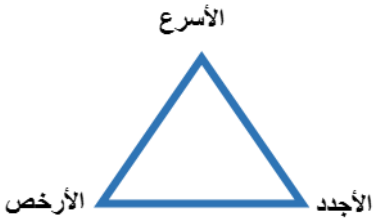
شكل15: نعل حذاء أديداس (إنتاج تحت الطلب).

الاستدامه الرقميه هي خليط من تقليل المواد المستخدمه وتقليل سلاسل التوريد والانتاج القطع حسب الطلب، وتبذل شركة كاربون مجهودات لانتاج منتجات تصميماً أكثر تعقيداً ولكن أخف في الوزن من راتنجات صناعيه. تعمل أيضاً على ايجاد طرق لجعل منتجاتها أكثر استدامه وهو ما تطمح إليه الصناعه في المستقبل القريب.

ثامناً: تطبيق طلاب التصميم الصناعي لفكرة تصميم طراز جديد بالاستفاده من مقتضيات الصناعه الرابعه.

توازياً مع تغيرات السوق الفائقة السرعه، وفي ظل مقتضيات الصناعه الرابعه، تم اختيار فكرة تقديم طراز جديد كمقترح للتصميم السريع الذي يمكن انتاجه بتقنيات الطباعه الثلاثية الأبعاد وماكينات التقطيع والحفر بالليزر بإجراء تعديلات طفيفه على المنتج الحالي إنتاجياً (الإنتاج الذكي) بمجرد تغيير بعض بارامترات في الانتاج دون الحاجة إلى انتاج ضخم يفوق الحاجة من ناحية، ومن ناحية أخرى يبدو في عين العميل كطراز جديد يروق له امتلاكه واستعماله. فيراعي المصمم متطلبات السوق ويترجمها إلى جوانب تصميم لعمل طراز جديد تتوافر فيه مثلث القوى التنافسيه الذي يحافظ على وجود المنتج والإقبال عليه

وهو ما تم توضيحه بالتخطيط التالي:



شكل16: جوانب تصميم الطراز

وفي محاوله لتدريب الطلاب (الفرقه الأولى 2020/2019- قسم التصميم الصناعي -كلية الفنون التطبيقيه- جامعة بني سويف-مصر)على مفهوم تصميم طراز للمنتج الصناعي بغرض تحسينه ليناسب اتجاهات التصميم المعاصره في ظل الثوره الصناعيه الرابعه، وتم شرح المفاهيم المرتبطه بتصميم الطراز، وكذلك الأدوات التصميميه التي تؤهلهم لإخراج مقترحاتهم في تجديد المنتج بتقديم طراز جديد له.

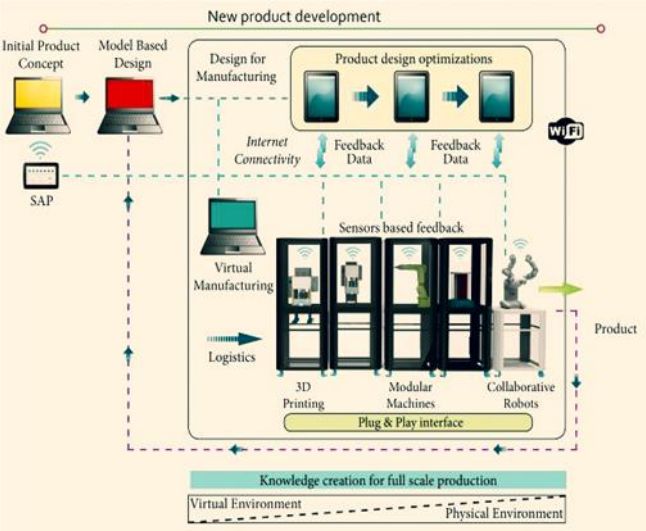
فكانت النتائج: اتجه بعض الطلاب لاحياء منتجات كلاسيكيه، تماشياً مع أحد اتجاهات التصميم 2020 (شكل17).

شكل17: تصميم طرز مقترح للطلاب في ظل اتجاهات التصميم الحديثه وامكانيات الصناعه الرابعه.

ابتكر الطلاب طرز جديده للمنتجات المختاره بحيث يظهر كموديل جديد من خلال تحديث الخامه واللون أو بعض الأجزاء التي يمكن تغذيتها للمنتج "كفوانيس السياره"، أو بإضافة ملامس على السطح الخارجي، أو بعض أعمال الحفر أو الطباعه بحيث يحقق ظهوراً أحدث للسوق، في ظل تعديلات بسيطه انتاجياً يسهل طباعتها وتجميع أجزائها إنتاجياً.

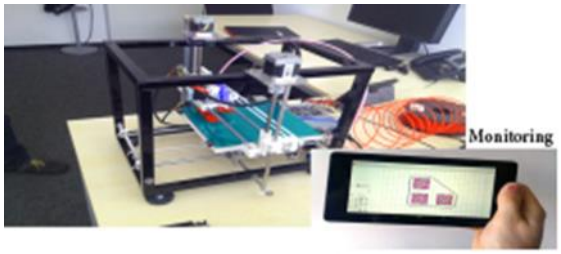
المرحلة الأولى: هي تصميم قابلية التغيير والمرونة في منصة التصنيع. بحيث تتمكن منصة التصنيع الرقمية من الاستجابة بسرعة للتغيرات في تصميم المنتج ومتطلباته الهندسية، وستؤدي إلى تحسين النظام فيما يتعلق بالطلب والشكل والمهام المطلوبة بأقل قدر من التدخل البشري مما سيجعل عمليات تغيير الإنتاج مرنة وأسرع لتكون قادرة على التكيف مع الطرز الجديده وظروف التصنيع. ولمحاكاة وتصور سلوك منصة التصنيع، سيتم استخدام أدوات المحاكاة والتصور.

المرحلة الثانية: سيتم جعل البيانات التي تم إنشاؤها قابلة للاستخدام لتحسين تصميم الطراز وتوفير أجهزة الاستشعار لرصد عمليات التصنيع التي يمكنها إنتاج منتجات مخصصة منخفضة الحجم انتاجياً للعميل. ويمكن اجراء مسح مفصل لتحديد الأنشطة الرئيسية التي تستخدم أقصى قدر من الموارد في تطوير النماذج الأولية. وساعدت البيانات والمقابلات التي تم جمعها على وضع مفهوم أولي لإطار المرونة لمنصة التصنيع المقترحة. وسيتم تصميم هذا التصميم الأولي لنظام التصنيع على غرار ومحاكاة لتصميم مفصل والتقييم والتحسين. ويشير (شكل18) إلى مراحل التطوير باستخدام الإنتاج الذكي.



شكل18: مراحل تطوير المنتج باستخدام الإنتاج الذكي

وبمجرد وضع التصميم الأولي لنظام التصنيع المقترح، سيجري تقييمه من خلال عمليات المحاكاة الافتراضية. وسيشمل إجراء محاكاة لتصميم نظام التصنيع على ثلاثة مستويات، أي محاكاة مستوى عملية التصنيع، ومحاكاة مستوى الخلايا الآلية، ومحاكاة مستوى مصنع الإنتاج لتقييم جدوى منصات التصنيع المرنة المقترحة. وستساعد النتائج المحققة على تحسين تصميم نظام الإنتاج وميزاته. وتتألف المرحلة النهائية من اختبار أفضل حل جديد كامل لإطار NPD وتحسينه، وبالتالي تخفيض كبير في تطوير المنتجات الجديدة (الشكل 19).

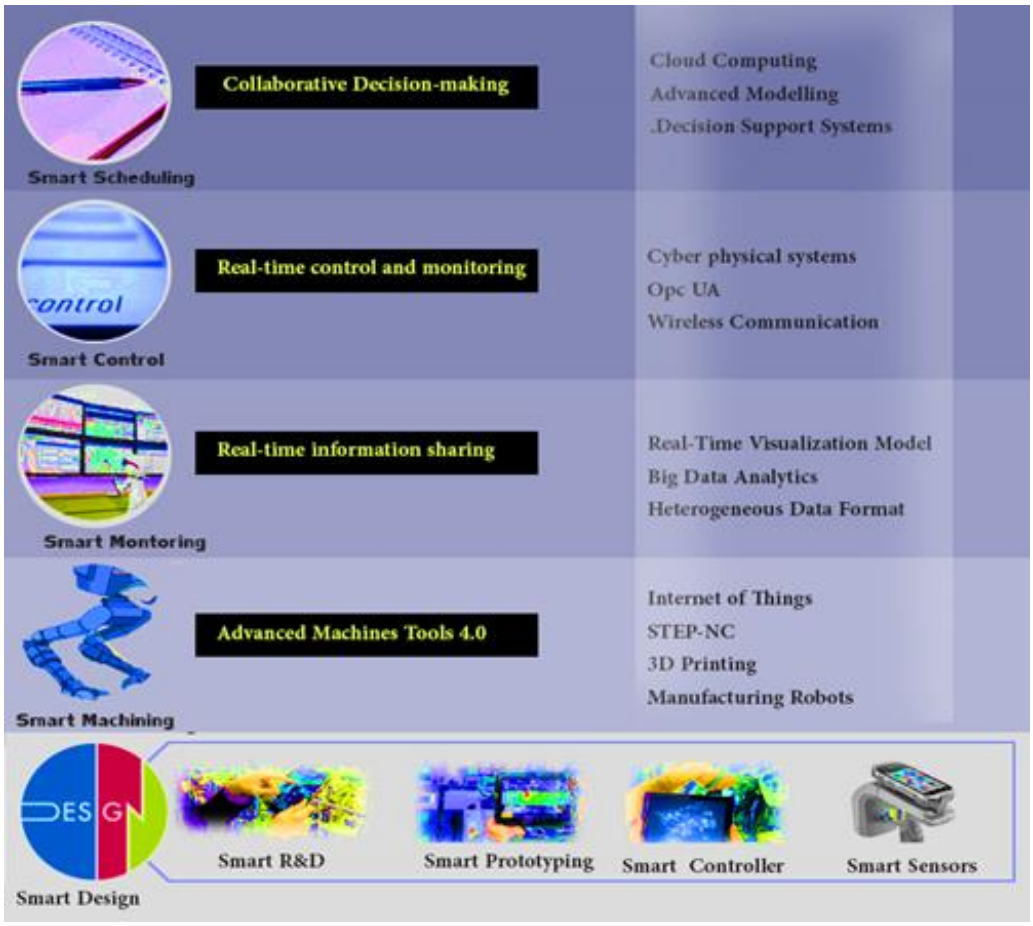


شكل19: تقييم التصميم بالمحاكاه الافتراضيه.

يقدم (الشكل 20) إطارا لأنظمة التصنيع الذكية لكونه نموذج تصنيع واسع يدمج التصميم والإنتاج والتحكم وصنع القرار من خلال الاستفادة الكاملة من التقنيات المتطورة لتمكين الإنتاج الذكي في عصر الصناعة الرابعه.

- تصميم ذكي. تصميم البرمجيات مثل CAD قادرة على التفاعل مع أنظمة النموذج الذكي المادية في الوقت الحقيقي يمكن من خلال الطباعة 3D توأمة التغييرات الهندسية والإنجازات المادية تحقيق نموذج التصميم الذكي.
- الآلات الذكية. في ظل الصناعة الرابعه، تؤدي الآلات الذكية عملها بمساعدة الروبوتات الذكية.
- مراقبة ذكية. يمكن الرصد الذكي بالاستفاده من الانتشار الواسع للأنواع المختلفة من أجهزة الاستشعار.

- التحكم الذكي. بالقدره على إيقاف تشغيل جهاز أو روبوت عبر هواتفهم الذكية. ويسهل تنفيذ القرار في الوقت المناسب بمواقع التصنيع مباشرة كخطوط التجميع القائمة على الروبوت أو الآلات الذكية.
- جدولة ذكية. تتضمن بشكل رئيسي نماذج وخوارزميات متقدمة للاستفادة من البيانات التي يتم التقاطها من أجهزة الاستشعار. بمساعدة آليات إدخال البيانات، يتم تغذية قرارات المخرجات مرة أخرى إلى الأطراف المعنية بطرق مختلفة.



شكل20: إطار لتصنيع أنظمة تصنيع ذكيه.

النتائج

1) اتجاه تصميم الطراز هو أنسب اتجاه لتطوير التصميم للتوازي مع مقتضيات الثوره الصناعيه الرابعه، لتقديم منتج جديد للمستعمل سهل وسريع واقتصادي إنتاجياً.

2) تفاعل ايجابي من الطلاب وتحقيق نتائج أعلى من التوقعات في فترة التدريب على تصميم الطراز طبقا لمفوم الindividualized production يرجع لشعورهم بأنه اتجاه مواكب لحداثة التصنيع الذكي.

3) محاكاة اختبار فاعلية التصميم انتاجياً يوفر من التكاليف الباهظه عند إيقاف خط الإنتاج لإختبار العينه الأولى "Zero Lot"، مما يؤكد أو يبرهن على فعالية التصميم من عدمه إنتاجياً.

4) توظيف أدوات التكنولوجيا الرقميه في تصميم وإنتاج ورصد واختبار المنتج بشكل يقلل من احتمالية الأخطاء وسهولة التغذيه المرجعيه.

5) سرعة تواجد المنتجات وجودتها وجدتها، هم مثلث النجاح للمنتجات في ظل الصناعه الرابعه.

6) ستدعم مقتضيات الثوره الصناعيه الرابعه في السنوات القليله القادمه، فكر الإنتاج الفردي والإنتاج تحت الطلب وستتطور تقنيات وحدات الإنتاج عالية التكنولوجيا من امكانياتها تحقيقاً لهذا الهدف.

7) ستدعم فكرة الشراكه بين الشركات في التخصصات المختلفه لتحقيق هدف التطوير المشترك (كشراكة شركة كاربون وأديداس في مشروع الإنتاج تحت الطلب).

8) يمكن لإمكانيات التكنولوجيا الحديثه أن تكون مصدر إلهام للتصميم، بحيث يمكن معالجة التصميم فنياً وهندسياً ليؤدي وظيفته بشكل أفضل، يعالج المشاكل التي عجز عنها الإنتاج التقليدي في معالجتها في هيئه مفضله أكثر.

9) تتنبأ الأبحاث بأن الثوره الصناعيه الرابعه، ستساعد على الموارد البيئية واستدامة المنتجات، وتطوير عملية الإنتاج.

10) تساعد على تلبية احتياجات حجم الأسواق دون فائض وتوفير سُبل رفاهية مختلفة

11)تزيد من التنافسية بين المؤسسات الصناعية على التطوير والإبداع.

12)تلبية الاحتياجات المستقبلية بتطوير واعتماد تكنولوجيات جديدة للمنتج.

التوصيات:

1) تحتاج مؤسسات التعليم والتدريب التقني والمهني إلى تعديل طريقة تنفيذ تعليمها وتدريبها على أساس العلم والتكنولوجيا لا سيما في سد فجوة الكفاءة مع مقتضيات الثورة الصناعية الرابعة.

2) وفقاً للمنتدى الإقتصادي العالمي يشغل 0.5% فقط من العاملين اليوم وظائف في هذه القطاعات الذكيه، لذا فهو اتجاه مثمر لإعداد الطالب لسوق العمل المستقبلي بادراج مناهج تناسب عناصر الصناعه الرابعه وتأثيرها على مجال التصميم على وجه الخصوص.

3) إقامة الندوات والمؤتمرات حول مقتضيات الثوره الصناعيه الرابعه وكيفية الاستفاده منها.

4) توفير نظام تعليمي يهدف إلى ترسيخ مفهوم التصميم الفردي السريع استجابة لاحتياجات السوق المحدوده لنفس المنتج لتمكين الشباب من الالتحاق بسوق العمل بمواكبة التطورات التقنية والمعلوماتية.

5) إدراج منهج لتصميم الطراز (التصميم الفردي) في مناهج تدريس التصميم كأحد اتجاهات التصميم المعاصره، على ألا يقتصر مفهوم التدريس على التطويرات الجذريه، أو المغالاه في التغييرات التي تتسبب في تكاليف باهظه إنتاجياً.

6) إتاحة الفرصة للاستثمارات التي تمتلك القدرة على العمل في قطاع المعلومات وتمتلك الخبرة وروح المبادرة والتنظيم الإداري المتطور مما يشكل فرصة عظيمة أمام الجيل الجديد من المستثمرين وتستفيد من شبكة الإنترنت واستخدام تكنولوجيا المعلومات.

المراجع

1. Adil, Dina Aliraqi & Ali ,Mahir Abdul Hafiz (Alduktur) &Syd, faysal 'Ahmad (alduktur). dawr altiknulujia alhaditha fa tasmim almaqaeid almaydania almueasr: majalat aleimarih walfunun waleulum al'iinsaniih, almjld5, aleadad 22,2020, s7

2. Anderl, Reiner. Industrie 4.0 - Advanced Engineering of Smart Products and Smart Production: October 2014.

3. Banno, Mariasole & M. D'Allura, Giorgia &Trento, Sandro. The Impact of the 4th Industrial Revolution on the High-Tech Industry :2018.

4. Bilberg, Arne &Malik, Ali Ahmad. Exploring Smart Factory for New Product Development, IFAC Proceedings Volumes: August 2019.

5. Corporaal, Stephan& Peters , Sjoerd& Wolffgramm,Milan, Preparing Technicians for the 4th Industrial Revolution:2019.

6. Filho, Hélio Barreto dos Santos. NEW STAGE OF THE REVOLUTION INDUSTRY, socializing: July 2016.

7. Hozdić, lvis. Smart factory for industry 4.0: A review: January 2015.
8. Nunes, M. Lopes.facturing Engineering Society International Conference:2017.
9. Sun,Zhaohao.Innovation and Entrepreneurship in the 4th I Revolution:July 2018.
10. Zawadzki,Przemysław &Żywicki,Krzysztof.Smart Product Design and Production Control for Effective Mass Customization in the Industry 4.0 Concept: 2016.

[1] CPS هي شبكات من أجهزة الكمبيوتر الصغيرة وأجهزة الاستشعار والآلات التي يمكن تضمينها في المواد أو الأجهزة أو الآلات ، ويتم توصيلها من خلال الإنترنت على طول سلسلة القيمة .(Porter & Heppelmann, 2014; Rudtsch et al., 2014)