AL KUT JOURNAL OF ECONOMIC AND ADMINISTRATIVE SCIENCES
Publisher: College of Economics and Management - Wasit University

نظام التصنيع الذكي: مقال مراجعة

Intelligent Manufacturing System (IMS): Article Review

م .م. احمد حسين خنفاس

كلية الهندسة / جامعة تكريت

ahmed.husain@tu.edu.iq

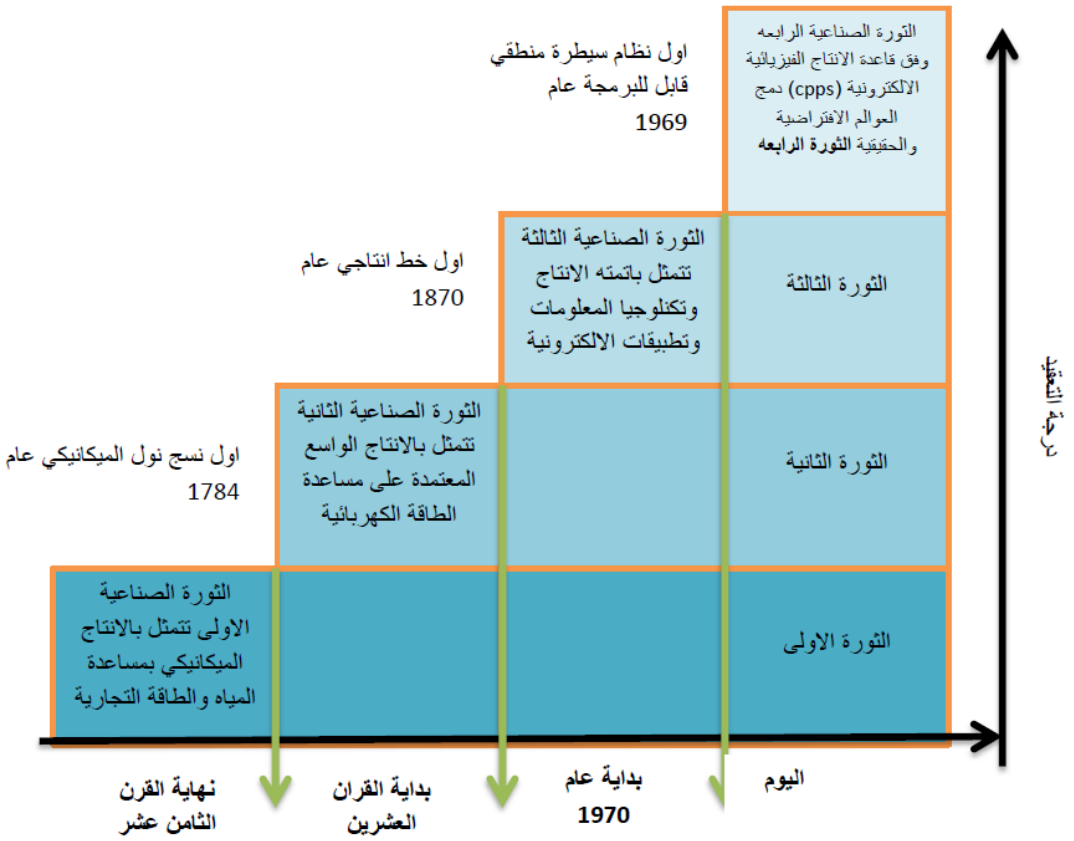
أولاً: الجذور المعرفية للتصنيع الذكي : في الثورة الصناعية الأولى كان تصميم النظام لا يمتلك أي اعتبارات لنظام رقابة أو إدارة رقمية، أمّا في عصر الثورة الصناعية الثانية ظهر الانتاج الواسع وخطوط التجميع وبدأ نظام الرقابة يؤخذ في الحسبان بسبب الحاجة إلى جدولة العمليات وتحقيق العمليات الكفؤة، أمّا في المرحلة الثالثة من الثورة الصناعية بدأت الحواسيب والاتمتة بالظهور، وكان تصميم النظم المادية ونظم الرقابة كلأهما مهمين ، ومع ظهور وتوفر البيانات الكبيرة وتقدم القدرات الحاسوبية وشيوع الاجهزة الذكية فان التصنيع يسير باتجاه عصر جديد وهو عصر الثورة الصناعية الرابعة، وكما موضح في الشكل رقم (1) وسمي نموذج التصنيع الجديد بالتصنيع الذكي الذي يجمع ما بين الذكاء

الصناعي وتقنيات الاتصالات ومن أهم أهدافه هو زيادة المرونة والاتمتة والذكاء والتكامل والاستدامة. يصعب تحديد قوانين ثابتة وموحده يمكن تكرارها لجميع أنظمة التصنيع؛ وذلك نظرا لطبيعة تعقيد مكوناتها وديناميكية عملياتها فتعدد مدخلاتها ومخرجاتها وعواملها المطلوبة مثل سرعة الماكينات المثالية، ونسبة الاستعمال، وموثوقية المكائن، وزمن الانتاج ومكوناته، ونسبة التحميل Kim، (2005:277) ويشير التصنيع الذكي إلى القدرة على الانتقال من منتج إلى آخر مع تسهيلات الانتاج المرنة .Slack et al)،(88 :2010 ولما كان الهدف من التصنيع الذكي هو تحديد الغايات واختيار أفضل الطرائق في انتقال المنظمة إلى أساليب التصنيع الذكي، بتطبيق المنهج العملي في تحديد حاجات الزبون

والإفادة من نظام تكنولوجيا معلومات متطور يستعمل في تحقيق عمليات التبادل الالكتروني بين وحدات التصنيع.

شكل (1) تطور الثورات الصناعية الأربعة

Source: Schläpfer، R. C.، Koch، M.، & Merkofer، P. (2015). Industry 4.0 challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. Basel: Deloitte، 32. P.3

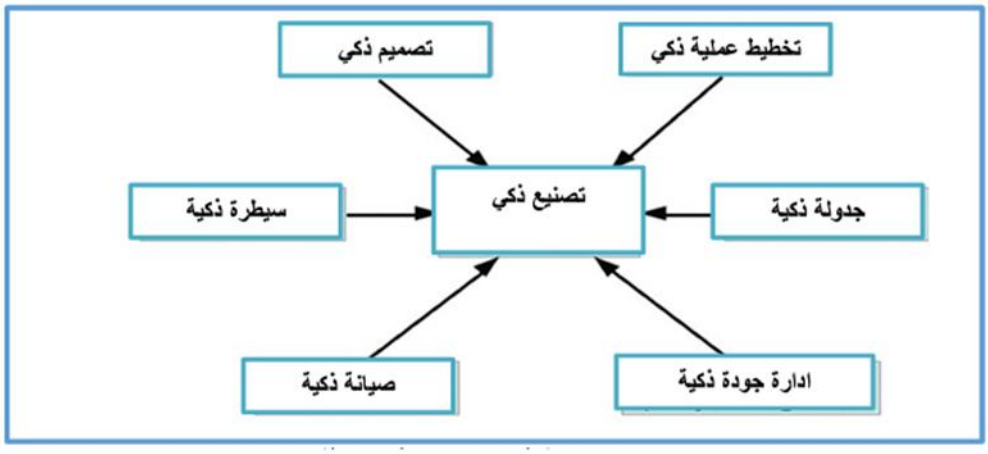


ثانياً/ مفهوم نظام التصنيع الذكي

برز مفهوم نظام التصنيع الذكي ضمن إدارة الإنتاج والعمليات الذي جاء انسجاما مع طروحات الثورة الصناعية الرابعة ليكون طريقة جديدة تمكن المنظمة من تحقيق أهدافها بأسلوب يلبي ما يطلبه الزبون (Lee & Sechia ،2011:6) وذلك عن طريق استعمال تكنولوجيا المعلومات الحديثة، مثل الأنظمة الإلكترونية أو ما يعرف بأنترنت الأشياء، ومعالجة كميات هائلة من البيانات (البيانات الكبيرة)، وضمان المرونة وكفاءة الإنتاج العالية، ودمج الأنشطة المختلفة والتواصل الفعال بين الزبون والمنتج.

والتصنيع الذكي يعد مستوى جديد (فائق) من الاتمتة العالية وربط عمليات الإنتاج بالتكنولوجيا المتقدمة والاعتماد على التصاميم الهجينة للمنتجات بين العالم الحقيقي والعالم الافتراضي. فضلاً عن الرقابة الشديدة على عمليات الإنتاج

عبر الانترنت والاستعمال المكثف للمعلومات ما يؤهل المنظمة للتصرف واتخاذ التدابير اللازمة قبل الاخرين (Bai &Sarkis،2017:89) والشكل رقم (2) يبين محتوى التصنيع الذكي.



شكل (2) محتوى التصنيع الذكي

Source: Rackov، M.، Mitrović، R.، & Čavić، M. (2022) Machine and Industrial Design in Mechanical Engineering،pp:36.

ثالثاً: أهمية التصنيع الذكي

تحاول أنظمة التصنيع الذكية تعظيم القدرات من خلال استعمال التقنيات المتقدمة التي تعزز من التدفق السريع والاستعمال الواسع للمعلومات الرقمية داخل وبين أنظمة التصنيع، ويقود التصنيع الذكي إلى مكاسب غير مسبوقة في سرعة الإنتاج والجودة والكفاءة للشركات المصنعة، الذي يؤدي إلى تحسين القدرة التنافسية على المدى البعيد. ويتفق كل من (Mittal، et al.، Morris) (2017:5،2016:2) على أهمية التصنيع الذكي من خلال الآتي:

1- استعمال تحليل البيانات المتقدمة لتحسين أداء النظام واتخاذ القرار.
2- زيادة الانتشار والاستعمال الواسع لأجهزة الاستشعار وإنترنت الأشياء الذكية.
3- تحسين الإنتاجية وتقليل وقت التوقفات عن العمل، واكتساب رؤية أفضل.
4- تحسين الاستعمال الأمثل للأفراد والمواد والطاقة من أجل انتاج منتجات مخصصة عالية الجودة والتسليم في الوقت المحدد.
5- امتلاك التصنيع الذكي مرونة تجعله قادر على إعادة التشكيل ومنخفض الكلفة وقابل للتكيف أو التحول.
6- السرعة في الاستجابة للتغيرات الحاصلة في طلبات السوق وسلاسل التوريد.
7- القدرة على تحقيق التكامل بين المجهزين وتطوير عمليات التصنيع، فضلا عن زيادة استثمار المعدات من خلال قصر أوقات التصميم والتصنيع.

8- تخفيض مصاريف التشغيل عن طريق التخفيض في تكاليف التخزين، وتخفيض التالف، وإعادة التصنيع وكذلك تخفيض العمل المباشر والتكاليف الصناعية المباشرة.

رابعاً: الركائز الأساسية للتصنيع الذكي

يمثل موضوع التصنيع الذكي أحد الموضوعات الحديثة في فكر إدارة الاعمال ومجالات التصنيع المتنوعة عالميا ولهذا سعى الباحثون إلى التركيز على عملية تطبيق التصنيع الذكي المستند للتكنولوجيا المتقدمة ومبادئ الثورة الصناعية الرابعة ومعرفة إمكانات التصنيع الذكي وصعوبات تطبيقه في مختلف الصناعات، لذا تم تحديد ثماني مكونات رئيسة للإنتاج الذكي(Dolgui ،(2021:4774 كما يأتي:

1- الذكاء الاصطناعي :وهو علم هدفه الأول جعل الحاسوب وغيره من الآلات تكتسب صفة الذكاء باستعمال انظمة تحليل ومعالجة البيانات تمهيدا لاتخاذ القرارات، وتستفيد البيئة الصناعية الجديدة من الكثير من الأدوات والتطبيقات الذكية التي تساعد على انشاء نظام ذكي قادر على اداء المهام المستقلة، وبات مجال الذكاء الاصطناعي قاعدة اساسية لدعم وتوطيد التصنيع الذكي.

2- الواقع المعزز: تقنية تفاعلية متزامنة تدمج خصائص العالم الحقيقي مع العالم الافتراضي بشكل تنائي أو ثلاثي الأبعاد، حيث لا تعرض تقنية الواقع المعزز بيئة اصطناعية بالكامل وإنما تدمج المعلومات الجديدة مع المعلومات المستسقاة من الواقع للاهتمام بعرض مزيد من المعلومات حول المنتجات وكذلك توفر جميع بيانات عمليات التشغيل وكفاءة العملية وجودتها فضلاً عن تخطيط العمليات عبر استغلال توفر الوقت الحقيقي ومدعوم بالواقع المعزز ومحسن ضمن شبكات متكاملة (Sarmah،2019:2164)

3- الروبوتات :وهي آلات قابلة للبرمجة تقوم أوتوماتيكياً بالتصرف الذاتي للعديد من الأعمال المعقدة ويمكن التحكم فيها بأجهزة خارجية أو داخلية، وقد تزايد الطلب على الروبوتات بسبب الاتجاه المستمر نحو الأتمتة في العمليات الصناعية لتحقيق مزايا أهمها تقليل وقت دورة الانتاج، وتخفيض الوحدات المعيبة والتالف وتقليل النفايات.

التطبيقات الصناعية لإنترنت الاشياء وهو لا يشير فقط إلى شبكة من الأجهزة المادية في الصناعة :4- انترنت الاشياء ولكنها تشمل ايضا التمثيل الرقمي للمنتجات والعمليات والبنية التحتية للتصنيع مثال النماذج ثلاثية الابعاد، وتقدم انترنت الاشياء رؤية افضل ونظرة ثاقبة لعمليات المنظمة واصولها عبر دمج اجهزة الاستشعار المدمجة في الآلات مع والشبكات وتقوم على فلسفة ان الاجهزة الذكية تفوق البشر على التقاط البيانات وتوصيلها البرمجيات وانظمة التخزين بدقة وبشكل مستمر ، بما يؤدي لتوفير امكانيات كبيرة وبما يكفل بتقديم خدمات الصيانة واستعمال الموارد والطاقة (Popp،2018:8)

5- الطباعة ثلاثية الابعاد: - تمكن هذه التكنولوجيا بشكل خاص المنظمات الصناعية من انتاج النماذج الأولية للمنتجات والتأكد من التصميمات والتي تؤدي لتبسيط وتسريع عمليات تصميم وتصنيع المنتجات الجديدة ، مما يؤدي الي تحسين العلاقات مع الزبائن ويمكن ان تدعم هذه التقنية فكرة التصنيع الذكي عبر السرعة في الانتاج والحرية في التصميم وتخفيض سلسلة التوريد وتقليص الفاقد والتالف في المنتجات ، أصول الطباعة ثلاثية الأبعاد يمكن أن ترجع إلى مخترع يسمى تشارلز هال، ومنذ عقد التسعينات، اقتصر استعمال هذه التكنولوجيا في التطبيقات الصناعية فحسب وذلك بسبب التكاليف المرتفعة جداً للطابعات حيث تسمح هذه التقنية بالانتقال المباشر للتصاميم من المصمم إلى

الطباعة، مفسحة المجال للنماذج الأولية السريعة وخفض أوقـــات التجهيز والتسليم التقليدية، من شراء تصاميم منتجاتهم على الإنترنت، وسيتمكن الناس أيضا طباعتها ويجري تسليمها في نفس اليوم، ومـــع النوعية ذاتها اي توفرها الشركات المصنعة التقليدية

6- البيانات الواسعة: هي مجموعه من البيانات الواسعة جدا والمعقدة لدرجه انه يصعب معالجتها باستعمال اداة واحدة فقط من ادوات قواعد البيانات أو باستعمال تطبيقات معالجه البيانات بصورة تقليدية. (Barata،2020:2225)

7- الحوسبة السحابية :- يمثل إحدى ركائز الثورة الصناعية الرابعة فقـــــد تطور مفهوم نموذج الحوسبة السحابية اعتمادا على التطورات الحديثة فـــي الأجهزة المادية وكذلك تكنولوجيا التمثيل الافتراضي حيث تمكن هذه التقنية من تكامل موارد التصنيع الموزعة، وانشاء بنية تحتية مرنه وتشاركيه عبر مواقع التصنيع والخدمات و هذا بدوره يوفر نموذج التصنيع السحابي ك(نموذج تصنيع الجيل القادم) ، أمّا إحدى السمات الرئيسة للحوسبة السحابية فهي المرونة، أي قدرتها على التقلص والنمو وفقاً للمتطلبات التنظيمية، ومـــــدى موثوقية هذه الخدمات (Tsochev،2020:18)

8-المحاكاة والنمذجه : تهدف هذه التقنية إلى تبسيط والوصول إلى النموذج الاقتصادي للتصميم والاختبار والتشغيل المباشر لأنظمة التصنيع ، للاستفادة من المحاكاة والنمذجة من الوصول إلى البيانات في الوقت الحقيقي؛ لتعكس العالم المادي في نموذج افتراضي الذي يمكن ان يشمل الآلات والمنتجات والبشر، ومن ابرز المزايا المحققة في هذا الصدد انها تجنب الأخطاء في مراحل مبكرة والتي قد تؤدي إلى ارتفاع التكاليف وايضا تحسن عملية التشغيل

اليومية مما يؤدي إلى خفض وقت الاعداد لعملية التشغيل الفعلية . (Deepa،2016:1331) ، والشكل (3) يوضح الركائز الرئيسة للتصنيع الذكي

شكل (3) الركائز الرئيسة للتصنيع الذكي

Source: GEISERT،(2017)،"INTELLIGENT PRODUCTION SYSTEMS IN THE ERA OF INDUSTRIE 4.0 – CHANGING MINDSETS AND BUSINESS MODELS"، Journal of Machine Engineering، Vol. 17، No. 2،pp9.

خامساً: تأثيرات التصنيع الذكي

1- الآثار التقنية لأنظمة التصنيع الذكية

خطوط الإنتاج التقليدية تتكون من خط وأحد يقوم بتصنيع نـــوع واحـــد مـــن المنتجات، فإن الهدف من نظام إنتاج المصنع الذكي هو معالجـــة أنـــواع متعددة من المنتجات في وقت واحد، وفي أنظمة الإنتاج التقليدية يتم إعادة تشكيل الآلات يدويا. ومع ذلك، يمكن إعادة تشكيل أنظمة التصنيع الذكية تلقائيا لتصنيع منتجات متعددة.

2- الآثار الاقتصادية لأنظمة التصنيع الذكية

الهدف الرئيس لشركة التصنيع هو أن تكون منظمة رابحة لذلك، من المهم تقييم الآثار الاقتصادية لأنظمة التصنيع الذكية. يعد التنفيذ الأولي للنظام أكثر تكلفة من تطبيق نظام الإنتاج التقليدي الا إن تحسن جودة المنتج وسرعة الإنتاج وسرعة تلبيـــة متطلبـــات الزبـــون عبـــر التصـــنيع الـــذكي سيســـهم بشـــكل كبيـــر فـــي زيـــادة ربحيـــة المنظمـــة وتنافســـيتها. (Regattieri،2018:16)

3- الآثار البيئية لأنظمة التصنيع الذكية

بسبب التوجيـــــه الذكي لعملية التصنيع بأكملها، فإن أنظمة التصنيع الذكي تقلل من النفايات، والإفراط في الإنتاج واستهلاك الطاقة. تستخدم اللوجســـتيـة فـــي المصنع الذكي مبدأ السحب الذي يعني أنه يتم طلب المـــواد الخـــام أو مـــواد الإنتاج شبه النهائية عند الطلب، يقوم نظام الإنتاج في الشركة الصناعية بطلب المواد أو الأجزاء تلقائيا من مورديها عند الحاجة. في أوقات انخفاض معدلات المبيعات يتم طلب عدد اقل من المواد الخام

4- الآثار الاجتماعية لأنظمة التصنيع الذكية

ان تنفيذ أنظمة التصنيع الذكية ستؤدي إلى خلـــق طلب من المتخصصين في تكنولوجيا المعلومات، سيتطلب قطاع تكنولوجيـــا المعلومات من الأشخاص المهرة تصميم برامج الشبكات وتطويرها وتشغيلها وصيانتها. وسيكون هناك زيادة في فرص العمل في مجال تكنولوجيا المعلومات. (Pershina،2017:1)

سادساً: خلاصة المراجعة

أدّت المنافسة الشديدة وعدم الاستقرار في بيئة الاعمال إلى جانب التطورات المتلاحقة في تقنية المعلومات والاتصالات إلى عزم الكثير من شركات التصنيع على تغيير عملياتها وانظمتها الانتاجية وباتت امراً حتمياً خلال العقود القليلة الماضية إلى ضرورة اعتماد الشركات نماذج جديدة في ميدان التصنيع في مجال البحث والتطوير نتيجة انجازات مجالات البحث والتطوير التي ركزت على التصميم والخصائص للمنتج ووضع نظم الاداء وتطبيق نظام انتاجي للمعالجة الذاتية والتكييف الذاتي وكانت لتقنية المعلومات الاسهام الكبير في الابتكار وزيادة الانتاجية من خلال تأثيرها على العمليات المرتبطة بتدفقات الموارد مثل التصنيع، مراقبة الانتاج، الاتمتة، وقد كان للقوى المركزية التالية الاساس لابتكار نظم تصنيع متقدمة (المناخ الاقتصادي العالمي المتسارع في التنافس، التقدم السريع في العلوم التقنية وخاصة مجالات عالم المواد أو النانو، التحديات البيئية ومتطلبات الاستدامة، الجوانب الاجتماعية، المعايير المتعلقة بالبيئة

والسلامة ... الخ) هذه القوة كانت الدافع الكبير للتفكير باتجاه احتوائها والتفاعل معها من خلال السعي لتطوير انظمة التصنيع وتشكيل اسس والانتقال لنظم تصنيع متقدمة منها نظام التصنيع الذكي.

بات موضوع دخول تقنيات الذكاء لنظم التصنيع الجيل القادم (NGMS) سبيلا قيماً لإعطائها خاصة تكاملية لان تقنية الذكاء بإمكانها المساعدة في التغلب على الظواهر غير المتوقعة بالسوق المعاصر لا سيما تنوع الطلب والمنافسة الشديدة مقارنة بالتقنيات التي تعتمد على نظم التصنيع المرنة التي ليس بإمكانها التكيف بهذا الاتجاه.

هذا التحول نقل التفكير بنظم التصنيع إلى نمط جديد عرف بـ انظمة التصنيع الذكية. وهي شبكة متكاملة من الموارد الموزعة لها القدرة على جمع المعرفة والمعالجة للموارد وبذلك فان نظام الإنتاج سيكون ذكيا متعددا قابل لإعادة التشكيل (ديناميكي أو بنية افتراضية) لا مركزية قادرة على التعامل مع الظروف غير الاعتيادية التي يتعرض لها نظام الانتاج (توقفات الآلة) وتقديم تقنيات وعمليات جديدة والهدف هو الحصول على عمليات تصنيع فعالة وكفؤة مع أقل وقت للتوقف لإعادة التشكيل أو الجدولة لعمليات التصنيع .

المصادر

1- Kim ، 2005، (development of assessment model using AHT technology for order projects)، Vol 5 p 227.

2- 36- Slack، Nigel & Chamber، Stuart & Johnson، Robert، 2010،(Operation Management) ،6th. ed، Hall، New York.

3-Schläpfer، R. C.، Koch، M.، & Merkofer، P. (2015). Industry 4.0 challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. Basel: Deloitte، 32. P.3

4-Lee، E. A.، & Seshia، 2011،S. A. Introduction to Embedded Systems-A Cyber-Physical Systems Approach،. URL http://LeeSeshia. org، 6، 18.

5- Bai، C.، & Sarkis، J. (2017). Improving green flexibility through advanced manufacturing technology investment: modeling the decision process. International Journal of Production Economics، 188، 86-104.

6- Rackov، M.، Mitrović، R.، & Čavić، M. (2022) Machine and Industrial Design in Mechanical Engineering،P367.

7-Mittal .M ، 2017،Smart manufacturing: characteristics، technologies and enabling factors proc imeche part b: j engineering manufacture 1-20.

8-Morris، K. C.، Lu، Y.، & Frechette، S. (2016). Current standards landscape for smart manufacturing systems. National Institute of Standards and Technology، NISTIR، 8107(3).

9-Dolgui،2021،Machine Learning In Manufacturing And Industry 4.0 Applications، International Journal Of Production Research 2021، Vol. 59، No. 16،Pp 4773–4778.

10- Sarmah،2019،Concept of Artificial Intelligence، its Impact and Emerging Trends، International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) e- Volume: 06 Issue: 11،pp2164.

11- Popp،2018،The Role and Impact of Industry 4.0 and the Internet of Things on the Business Strategy of the Value Chain—The Case of Hungary،pp.8.

12-Barata،2020،Industrial Artificial Intelligence In Industry 4.0 – Systematic Review، Challenges And Outlook، Volume 8،pp.2225،Https:// Creativecommons.Org/Licenses/By/4.0.

13- Tsochev،2020،The Use of Artificial Intelligence in Industry 4.0 ، Vol. 73، pp. 17-29.

14- Deepa،2016، Vision، Applications And Future Challenges Of Internet Of Things: A Bibliometric Study Of The Recent Literature، Journal Of Industrial Management & Data Systems Vol. 116 No. 7،Pp. 1331-1355.

15- GEISERT،2017،INTELLIGENT PRODUCTION SYSTEMS IN THE ERA OF INDUSTRIE 4.0 – CHANGING MINDSETS AND BUSINESS MODELS، Journal Of Machine Engineering، Vol. 17، No. 2.

16-Regattieri ، Daniel،2018،Economics of artificial intelligence: Implications for the future of work، journal of Labor Policy، Vol. 9، Iss. 1، pp. 1-35.،2018،The impact of digital technologies and artificial intelligence on production systems in today Industry 4.0 environment، Network Industries Quarterly ، Vol. 20 ، N°2،pp16.

17- Pershina،2017،A new paradigm of industrial system optimization based on the conception "Industry 4.0، Journal of Volgograd State University، 7، 133،pp1-5.