ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/336073951

تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في منظمات الأعمال

Book · August 2018

CITATIONS
0

READS
5,480

1 author:

Mahmoud Abdelrahman Kamel
Benha University
17 PUBLICATIONS **66** CITATIONS

SEE PROFILE

All content following this page was uploaded by Mahmoud Abdelrahman Kamel on 15 December 2019.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

Remove Watermark Now

1

الفصل الأول

مدخل للثورة الصناعية الرابعة

Introduction to Industry 4.0

بعد قراءتك لهذا الفصل تكون تعرفت على:

- دوافع التحول نحو الثورة الصناعية الرابعة
- الدعائم الرئيسية للثورة الصناعية الرابعة
- متطلبات نجاح الثورة الصناعية الرابعة
- تأثيرات الثورة الصناعية الرابعة على منظمات الأعمال

pdfelement

Remove Watermark Now

Remove Watermark Now

مدخل للثورة الصناعية الرابعة

يُشار للثورة الصناعية الرابعة التي نعيشها الآن بمصطلح " Industry 4.0 " لقد امتدت الثورات الصناعية الثلاثة السابقة على هذه الثورة المعاصرة إلى ما يقرب من 200 عام، حدثت الثورة الصناعية الأولي في نهاية القرن السابع عشر وقد كانت مدفوعة بظهور محركات البخار وقوة المياه والميكنة، ثم جاءت الثورة الصناعية الثانية مدفوعة بخطوط التجميع التي كان أبرز مطوريها هو " هنري فورد " وهو أول من استخدم الإنتاج كبير الحجم Mass Production منذ قرن مضي.

بينما كان الدافع وراء ظهور الثورة الصناعية الثالثة منذ عام 1970 هو استخدام الكمبيوتر والأتمتة في عمليات التصنيع وتزاوج علوم الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات، لقد ظهر مصطلح الثورة الصناعية الرابعة لأول مرة في استراتيجية الصناعة الألمانية والذي تم طرحة في معرض " هانوفر " حيث أصبحت تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة محل اهتمام الحكومة الألمانية والعديد من الدول الأوروبية.

pdfelement

وبشكل عام يشير مصطلح " Industry 4.0 " إلى تطبيق الأنظمة المادية الإلكترونية في الإنتاج الصناعي Cyber-Physical Systems، كما تم الإشارة الى هذا المصطلح من قبل شركة جنرال الكتريك على أنه يعني " الإنترنت الصناعي Industrial Internet "، ويلاحظ أن معظم تقنيات التصميم والتطبيقات التي تقوم عليها الثورة الصناعية الرابعة قد تم استخدامها بالفعل في الواقع العملي وأصبحت مجالاً خصباً للعديد من الكتاب والباحثين.

نحن نقف على أعتاب ثورة تكنولوجية سوف تغير الطريقة التي يعيش بها الإنسان ويعمل بها ويتفاعل بها مع باقي أفراد المجتمع، كما ستغير طريقة عمل المنظمات وتفاعلها مع البيئة المحيطة بها، وسيختلف هذا التحول عن الطفرات السابقة في الثورات الثلاثة، حيث تقوم هذه الثورة الجديدة على المزج بين التقنيات المادية والرقمية والبيولوجية فهي تقوم على المزج بين عدة تكنولوجيات من أهمها:

Remove Watermark Now

الذكاء الاصطناعي والروبوتات Artificial Intelligence& Robots، تكنولوجيا النانو Nano Technology، إنترنت الأشياء Internet of Things، التكنولوجيا الحيوية أو البيولوجية Biotechnology، الطباعة ثلاثية الأبعاد 3D Printing، الحوسبة السحابية والضبابية Cloud & Fog Computing، وتحليلات البيانات الكبيرة وغيرها من التقنيات.

اجتهد العديد من الباحثين في طرح وجهات النظر المختلفة لتحديد بنية ومكونات الثورة الصناعية الرابعة استناداً الى مبادئ التصميم والتطورات التكنولوجية، وقد أشار البعض إليها بأنها " نظام ديناميكي متكامل للسيطرة على سلسلة القيمة لدورة حياة المنتجات "

وفي هذا الإطار يعتبر التكامل الأفقي والرأسي بين العالمين المادي والافتراضي هو قلب الثورة الصناعية الرابعة، وتساعد التكنولوجيات المتطورة مثال نظم الإنتاج المادي الإلكتروني CPS وانترنت الأشياء IOT وسلسلة الكتل وانترنت الخدمات وغيرها في تحقيق هذا المستوي من التكامل على المستوي المحلي والعالمي.

pdfelement

وتعتبر نظم الإنتاج المادي الإلكتروني الأساس التي قامت علية الثورة الرابعة نظراً لأنها توفر أعلى مستويات التحكم والرقابة والسيطرة والشفافية والكفاءة في عمليات الإنتاج وصولاً إلى المنتجات الذكية ومفهوم المنتج كخدمة، تتصل هذه النظم عبر البنية التحتية لإنترنت الأشياء لتحقيق ما يسمي بالمصنع الذكي الذي يعمل بنظام الإنتاج اللامركزي حيث تتواصل الآلات والعمليات والبشر والموارد مع بعضها البعض في الوقت الحقيقي.

ونظراً للطريقة التي تتفاعل بها الآلات والأجهزة والموارد البشرية مع بعضها البعض في بيئة المصنع الذكي، تعد تقنيات الحوسبة السحابية وتحليلات البيانات الضخمة أمراً جوهرياً لجمع وتخزين وتحليل أكبر قدر ممكن من البيانات التي تولدها العمليات والإنتاج وسلاسل التوريد.

Remove Watermark Now

كما تعتبر تقنيات التنقيب عن البيانات Data Mining للحصول على المعلومات اللازمة لدعم اتخاذ القرارات إلى جانب التمثيل الافتراضي للبيانات Virtualization من الأدوات الأساسية لتمكين المصنعين من الحفاظ على الميزة التنافسية في إدارة العمليات، وتحقيق أعلى كفاءة إنتاجية.

وباعتبارها إحدى المكونات الهامة من مكونات المصنع الذكي تحقق تكنولوجيا الواقع المعزز Augmented Reality إمكانات هائلة للمنظمات فيما يتعلق بتسهيل عمليات الصيانة، وتدريب العاملين في مواقع العمل، وإدارة العمليات ورقابتها، وتوسيع حدود ومجالات الابتكار.

هذه المكونات جنباً إلى جنب مع تطبيقات الروبوتات الصناعية والطابعات ثلاثية الأبعاد سوف تمكن المنظمات من تحويل استراتيجية الإنتاج المتبعة من الإنتاج كبير الحجم إلى استراتيجية التخصيص الشامل والإنتاج بشكل شخصي Mass Customization & Mass Personalization.

لقد أصبحت تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة هي الظاهرة التكنولوجية المهيمنة والتي تتطلب من منظمات الأعمال الاستعداد الجيد لاحتضان هذه الثورة لتبقي قادرة على البقاء والمنافسة في سوق شديدة التنافس. حيث تؤثر التغيرات والابتكارات التكنولوجية على أداء المنظمات وبيئة عملها في المدي القصير وعلى استمراريتها واستدامتها في الأجل الطويل." (Morteza Ghobakhloo, 2018).

دوافع التحول نحو الثورة الصناعية الرابعة

تقوم الثورة الصناعية الرابعة على عدد من الدوافع التي تقود عملية التحول نحو تطبيقاتها من أبرزها: (John Moavenzadeh ,2015)

1- التحول الرقمي وتكامل سلاسل القيمة الرأسية والأفقية

تؤدي تطبيقات الثورة الـ صناعية الرابعة إلى تحويل العمليات رقمياً وتكاملها رأ سياً في المنظمة بدءاً من عمليات تطوير المنتج والشراء وصولاً إلى عمليات التصنيع والخدمات اللوجستية وتقديم الخدمة. بينما يمتد التكامل الأفقي خارج المنظمة إلى ما بعد العمليات الداخلية بدءاً من الموردين

Remove Watermark Now

ووصـولاً إلى العملاء وجميع شـركاء سـلسـلة القيمة، كما أنه يشـمل جميع التكنولوجيات مثال أجهزة الاستشعار والتعقب في الوقت الحقيقي.

2- التحـول الرقمي في المنتجات والخدمات

يتضمن هذا التحول تغيير نوعية المنتجات والخدمات لتصبح رقمية مثال إضافة المستشعرات الذكية أو أجهزة الاتصـــال التي يمكن اســـتخدامها مع أدوات تحليل البيانات ومن ثم تطوير منتجات رقمية جديدة. علاوة على أن المنظمات ســـوف تتمكن من جمع وتحليل البيانات وتوليد بيانات جديدة حول كيفية استخدام المنتج لتلبية تطلعات العملاء.

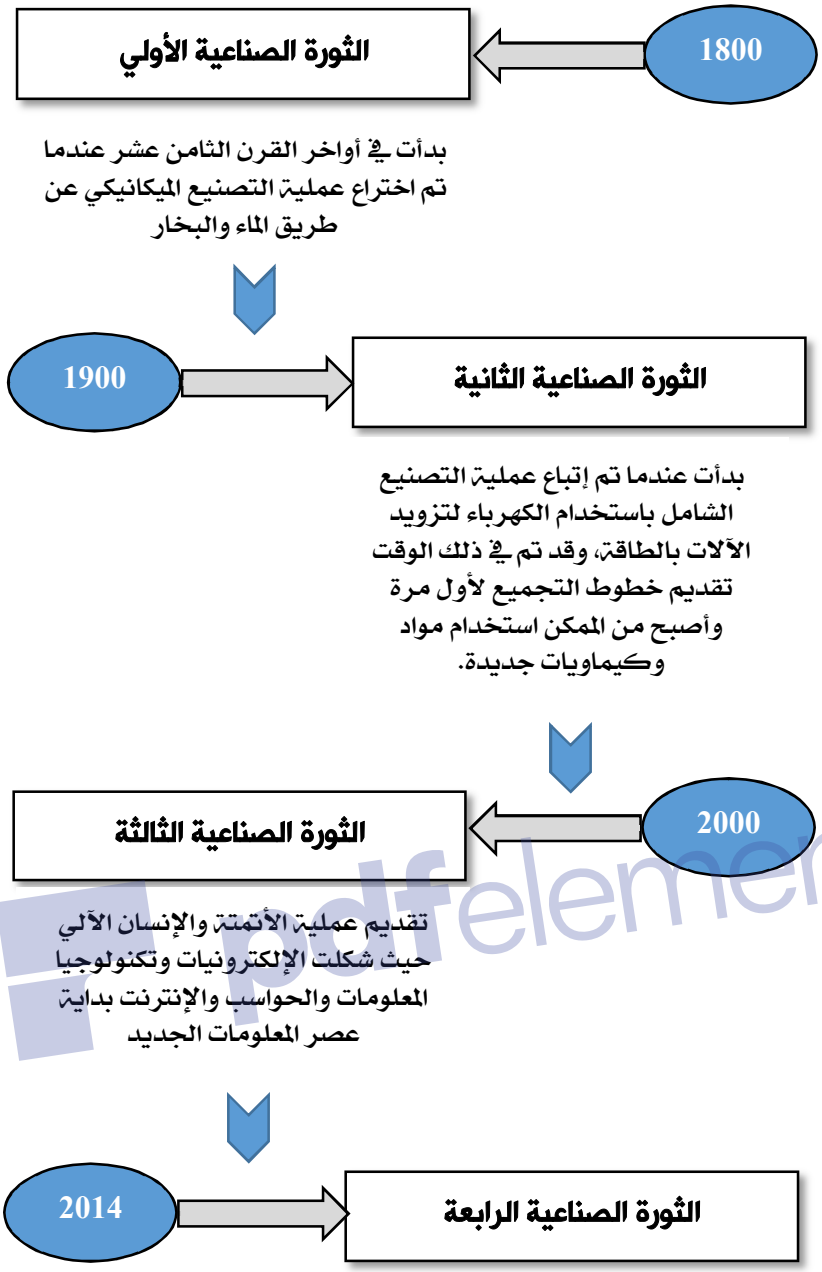
3- تطوير نماذج أعمال رقمية للوصول إلى العملاء

ســوف تفرض تطبيقات الثورة الصـناعية الرابعة على المنظمات ضـرورة السـعي لتقديم حلول رقمية ثورية تواكب التحولات الجديدة مثال الخدمات المبنية على البيانات وحلول المنصات المتكاملة.

يؤدي اســـتخدام التكنولوجيا الرقمية إلى إحداث تغييرات جذرية في نماذج الأعمال من خلال ما يسـمي بالابتكار الرقمي بهدف زيادة الإنتاجية عن طريق تقصـير الفترة الزمنية بين تطوير منتج جديد وتسليمة الى العملاء وبالتالي تتحقق درجة أكبر من الجودة والكفاءة ووفورات الطاقة لتحسين القدرات التنافسية للمنظمات.

يرتبط جوهر الثورة الصـــناعية الرابعة بإدخال أنظمة ذكية مترابطة شـــبكياً والتي تحقق انتاج ذاتي التنظيم Networked– Linked Intelligent Systems والذي يحقق التواصل بين الأفراد والآلات مع بعضـهم البعض واسـتخدام الموارد بكفاءة، حيث تتواصـل جميع الآلات والمعدات التي تشـارك في الإنتاج مع بعضـــها البعض وتتدفق المعلومات عن طريق نظام التحكم المركزي في الإنتاج مما يعني دمج الواقع الافتراضي والفعلي معاً أثناء الإنتاج وبالتالي تكون المصانع مدارة ذاتياً.

pdfelement



شكل (1-1) تطور الثورات الصناعية المعاصرة

Remove Watermark Now

تأثيرات الثورة الصناعية الرابعة على منظمات الأعمال

هناك أربعة تأثيرات رئيسة للثورة الصناعية الرابعة على منظمات الأعمال تشمل: -

1- **التأثير على توقعات العملاء**: من المتوقع أن تؤثر تطبيقات الثورة الرابعة على توقعات وتفضيلات العملاء حيث سوف تحسن من الخدمات المقدمة للعملاء بشكل كبير فيما يتعلق بمعدلات أداء الخدمة والوقت المستغرق وإجراءات الحصول عليها وكذلك مكان تقديم الخدمة.

2- **تطوير وتحسين المنتجات**: تساهم تطبيقات الثورة الرابعة من خلال المزج بين التقنيات المادية والرقمية في تحسين وتطوير المنتجات التي تقدمها منظمات الأعمال من خلال تكامل القدرات الرقمية التي تعمل على زيادة القيمة حيث تجعلها أكثر جودة ومرونة واستجابة لتوقعات العملاء.

3- **الإبتكار التعاوني**: تساعد تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة على الاهتمام بشكل أكبر بالمشاركة والتعاون والابتكار لتلبية تطلعات العملاء والتي يكون العميل عنصر رئيسي فيها لخلق نماذج عمل جديدة.

4- **أشكال وهياكل تنظيمية جديدة**: بنفس الطريقة التي غيرت بها ثورة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات شكل الهياكل التنظيمية بالمنظمات، فإن التحولات الجديدة المصاحبة للثورة الصناعية الرابعة تتطلب أشكال جديدة من المنظمات تقوم على إعادة هيكلة المنظمات والثقافة وإدارة المواهب.

وبشكل عام فإن التحول الجوهري من الرقمنة البسيطة " الثورة الصناعية الثالثة" إلى الابتكار القائم على مزيج من التكنولوجيات المتكاملة " الثورة الصناعية الرابعة" سوف يحتم على المنظمات إعادة النظر في طريقة ممارسة الأعمال، وبالتالي يتطلب ضرورة فهم واستيعاب قيادات المنظمات والإدارة التنفيذية لهذه التحولات الجديدة والبيئة المحيطة بهم لإمكانية مواكبة مفرزات هذه الثورة التكنولوجية الجديدة.

pdfelement

Remove Watermark Now

ومن ثم فإن أهم ما يميز الثورة الصناعية الرابعة ما يلي: Clause Schwab

1- **السرعـــة**: على عكس الثورات السابقة عليها تسير هذه الثورة بمتوالية هندسية تضاعفيه وليسـت بمتتابعة حسـابية خطية، والتي أفرزت أشـكال جديدة من المنظمات أطلق عليها " المنظمات الأسية Exponential Organization "

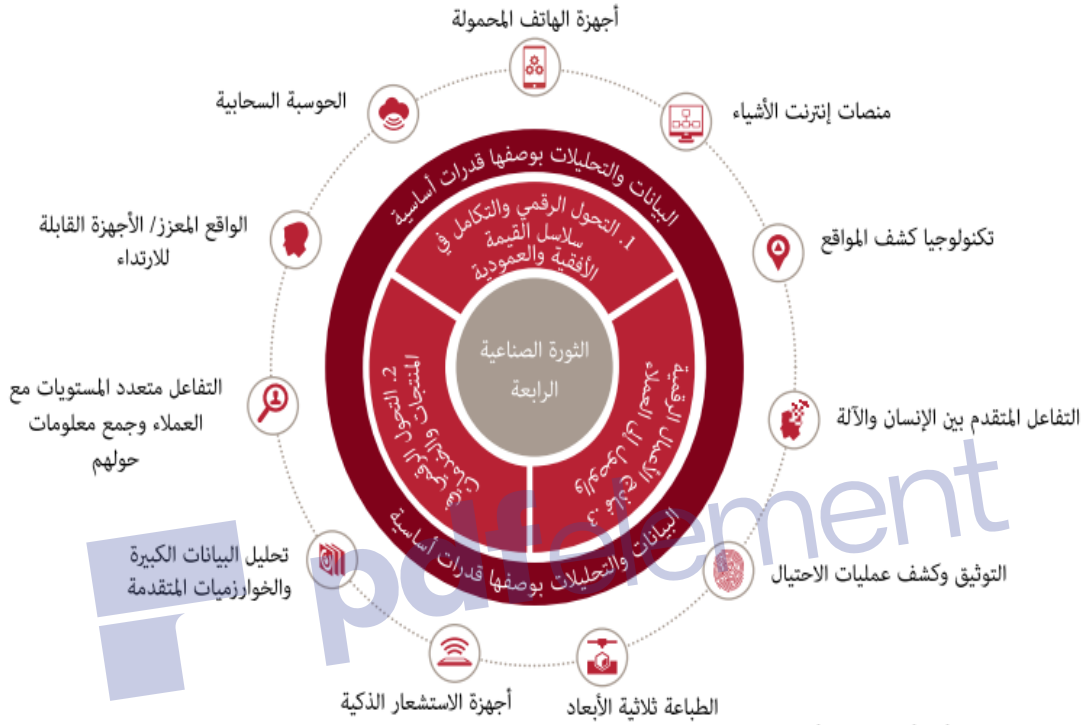
2- **التأثير المتـد**: تمتد تأثيرات هذه الثورة لكافة مناحي الحياة فلها تأثيراتها على المجتمعات والأفراد والمنظمات والحكومات، فهي لا تغير فقط من آلية عمل الأشـــياء بل تغير أيضـــاً الطريقة التي ننظر بها لأنفسنا.

3- **النظـــــــام التعددي**: من شـأن هذه الثورة أن تغير النظم القائمة سـواء داخل الدولة أو المنظمة أو المجتمع ككل، فسـوف تلقى بظلالها على كافة مجالات الحياة السـياسـية والاقتصادية والاجتماعية، فنجد السيارات ذاتية القيادة تحل محل السائق، والروبوتات تحل محل العمالة ، والدرونز " طائرات بدون طيار" تحل محل عمال توصيل الطلبات ، وفى الوقت نفسـة سـوف تخلق الطابعات ثلاثية الأبعاد مجالات جديدة للتصـميم والإنتاج ، ومع تطور عملية التسـويق الإلكتروني سـوف تتطور أنظمة جديدة للمعاملات الإلكترونية مثال عملات البتكوين والإيثريوم وغيرها.

يتطور العالم من حولنا بشـكل يومي بالتوازي مع تطور الحضـارة الإنسـانية لذلك فإن التطورات الفنية والتكنولوجية للإنتاج تتغير بقدر مماثل، لذلك فإن الثورة الصـــناعية الرابعة هي نموذج يبين كيف يتبع الإنتاج الصـــناعي أحدث التطورات والتغيرات بمرور الوقت، حيث أدي تطوير النظم المادية الإلكترونية وانترنت الأشـــياء الى تحسـينات كبيرة تتعلق بزيادة الأتمتة وتقصـير الفترة الزمنية بين تطوير منتج جديد وطرحة في السوق.

لذلك فإن الإنسان والآلة يشكلان عناصر متكاملة في شبكة واحدة ذكية يتم فيها ربط الأجهزة الرقمية الذكية بالشـبكات، وتتصـل المواد الخام والمنتجات والآلات والروبوتات والأفراد. بما يحقق المرونة وسـهولة الاسـتخدام والتكامل مع العملاء وشـركاء الأعمال، والاسـتخدام الكفء للموارد، كما

يؤدي هذا التكامل الى ظهور نماذج أعمال جديدة مثال المصنع الذكي أو المصنع الشبكي الذي يصبح فيه الروبوتات والبشـر شـركاء ولديهم درجة أعلى من الذكاء الاصـطناعي مقارنة بالجيل السـابق من الروبوتات حيث تمكن أجهزة الا ستشعار التي تستجيب لأقل إ شارة مضمنة في الروبوتات من تحقيق قدر كبير من التعاون بين الإنسان والآلة. (Dragan Vuksanovic ,2017)



الدعائم الرئيسة للثورة الصناعية الرابعة

تقوم الثورة الصـناعية الرابعة على عدد من العوامل المتكاملة التي تدعم انتشـار وتطور هذه الثورة الجديدة منها: (Deepa Mishra, et al. (2016), (Guban & Kovacs,2017)

1- الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence

لقد أصـبحت تطبيقات الذكاء الاصـطناعي في كل مكان حولنا من السـيارات ذاتية القيادة الى الطائرات بدون طيار الى المسـاعدين الافتراضـيين وغيرها، وقد أصـبح هذا التطور مدفوعاً بالقدرات الكبيرة للحوسـبة وتوافر كميات هائلة من البيانات كما تتفاعل تكنولوجيا التصـنيع الرقمي مع التكنولوجيات البيولوجية بشكل يومي.

Remove Watermark Now

وبالتالي سوف تؤثر تقنيات الذكاء الاصطناعي على المنظمات من جانب العرض حيث تشهد العديد من الصناعات إدخال تكنولوجيات جديدة توفر طرقاً جديدة تماماً لتلبية الاحتياجات الحالية والمستقبلية للعملاء، كذلك سوف تؤدي الى اضطرابات من المنافسين المبتكرين الذين يصلون لمنصات رقمية عالمية للبحث والتطوير والتسويق والمبيعات من خلال تحسين الجودة والسرعة والسعر لتوفير قيمة للعملاء.

كما أن هناك تحولات كبيرة في جانب الطلب حيث أن الشفافية المتزايدة ومشاركة المستهلك وظهور أنماط جديدة من سلوك المستهلك التي تعتمد على الوصول المباشر الى شبكات المحمول والبيانات، سوف تفرض على المنظمات التكيف مع طريقة تصميمها وتسويقها وتقديم منتجاتها وخدماتها.

2- **انترنت الأشياء** "IOT" Internet of Things

يشار اليه أيضاً في سياق الثورة الصناعية الرابعة بالإنترنت الصناعي الذي يتناول التطبيقات الصناعية لإنترنت الأشياء، وهو بهذه الطريقة لا يشير فقط إلى شبكة الأشياء المادية في الصناعة ولكنها تشمل أيضاً التمثيل الرقمي للمنتجات والعمليات والبنية التحتية للتصنيع مثال النماذج ثلاثية الأبعاد.

وتقدم انترنت الأشياء رؤية أفضل ونظرة ثاقبة لعمليات المنظمة وأصولها من خلال دمج أجهزة الاستشعار المدمجة في الآلات مع البرمجيات وأنظمة الحوسبة السحابية وأنظمة التخزين والشبكات، وتقوم على فلسفة أن الأجهزة الذكية تفوق البشر في التقاط البيانات وتوصيلها بدقة وبشكل مستمر، بما يؤدي لتوفير إمكانات كبيرة لتمكين خدمات الصيانة التنبؤية ومبادرات التصنيع الخضراء وتحسين استخدام الموارد والطاقة. (Guban & Kovacs,2017)

Remove Watermark Now

3- الحوسبة السحابية Cloud Computing

الحوسبة السحابية كأحد دعائم الثورة الصناعية الرابعة ليست مفهوما حديثاً، ومع ذلك لا يوجد تعريف موحد لها فلقد تطور نموذج الحوسبة السحابية اعتماداً على التطورات الحديثة في الأجهزة المادية وسعاتها التخزينية وكذلك تكنولوجيا التمثيل الافتراضي Virtualization والحوسبة الموزعة وتقديم الخدمات عبر الإنترنت.

يوفر تطبيق الحوسبة السحابية للمنظمات تطبيقات برمجية تعتمد على السحابة ولوحة تحكم على شبكة الإنترنت ومشاركة الملفات، وتمكن هذه التقنية من تكامل موارد التصنيع الموزعة وإنشاء بنية تحتية مرنة وتشاركية عبر مواقع التصنيع والخدمات المنتشرة جغرافياً ويؤدي ذلك بدورة إلى توفير نموذج " التصنيع السحابي Cloud Manufacturing" كنموذج تصنيع الجيل القادم.

4- تكنولوجيا البيانات الضخمة Big Data Technology

تشير إلى جيل جديد من التقنيات التي تمكن المنظمات من استخلاص قيمة اقتصادية " معرفة" من خلال اكتشاف وتحليل كميات كبيرة جداً من البيانات، حيث تمكن المنظمات المعاصرة من الحصول على قيمة أفضل من الكميات الهائلة من البيانات التي لديها بالفعل وتحديد والتنبؤ بما هو محتمل حدوثه لاحقاً وما هي الإجراءات الواجب اتخاذها لتحقيق النتائج المأمولة.

وتتجه المنظمات في الوقت الحاضر الى تحليلات البيانات الضخمة لتحديد الرؤي المستقبلية للقرارات الفورية غير المهيكله والحفاظ على قدراتها التنافسية، فسوف تعمل تحليلات البيانات الضخمة بشكل خاص على تمكين المنظمات المصنعة من تحسين كفاءة الأصول وإدارتها وتحسين تخصيص المنتجات للعملاء ، وتحسين إدارة الصيانة التنبؤيه ومنع توقف الأصول عن العمل وإدارة وتبسيط عمليات الإنتاج وإدارة سلسلة التوريد بشكل أكثر كفاءة وتعتبر خدمة التصنيع المعرفي Cognitive Manufacturing لشركة IBM مثالاً للتطبيق الصناعي لتحليلات البيانات الضخمة.

Remove Watermark Now

5- سلسلة الكتل Blockchain

تعرف أيضاً بتكنولوجيا " دفتر الأستاذ الموزع " وهي أساس العملات الرقمية الافتراضية أو المشفرة مثال البتكوين واللايتكوين والايثريوم ولكن قدراته تمتد إلى أبعد من ذلك، فسلسلة الكتل غير قابلة للتغيير وتتميز بالشفافية وتعيد تجديد الثقة بين الأطراف المتعاملة لأنها تتيح حلولاً عامة أو خاصة ذات شفافية عالية وأمنه وجديرة بالثقة وسريعة، ويعتقد المجتمع العالمي ان تكنولوجيا سلسلة الكتل مهمه للغاية للثورة الصناعية الرابعة لأن العملات الرقمية المشفرة تسمح لعدد لا يحصي من الأجهزة الذكية بإجراء معاملات مالية آمنه وسريعة ومستقلة بالكامل " أي لا يوجد طرف ثالث" دون تدخل بشري في بيئة انترنت الأشياء.

جدير بالذكر أن تطبيق سلسلة الكتل لا يقتصر فقط على الخدمات المالية ولكن يمكن استخدامها أيضاً لكافة أنواع عمليات نقل البيانات الرقمية، ويمكن ان تساهم سلسلة الكتل كوسيط لتطوير علاقة موثوقة ومستقلة بين مكونات مختلفة من المصانع الذكية والموردين والعملاء ومختلف أصحاب المصالح.

pdfelement

6- الأتمتة والروبوتات الصناعية Automation & Robotics

يتزايد استخدام الروبوتات والأتمتة في التصنيع وبشكل خاص في الآونة الأخيرة، فقد أفاد الاتحاد الدولي للروبوت IFR أنه بنهاية عام 2016 ارتفعت مبيعات الروبوت بنسبة 16 ٪ الى 294312 وحدة، وذلك بفضل الدور البارز لصناعة الإلكترونيات وصناعة السيارات باعتبارهما من أكبر المستخدمين الرئيسيين للروبوت الصناعي.

وقد تزايد الطلب على الروبوت بسبب الاتجاه المستمر نحو الأتمتة في العمليات الصناعية لتحقيق عدة مزايا من أهمها تقليل وقت دورة الإنتاج، وتخفيض الوحدات المعيبة والتالفة وتقليل النفايات وتحسين استخدام المساحات المتاحة، مما يجعل الروبوتات أمراً لا غني عنه للمصنعين العالميين.

Remove Watermark Now

7- التصـــنيع بالإضـــافة أو الطباعة ثلاثية الأبعاد Additive Manufacturing – 3D Printing

يشير التصنيع بالإضافة أو التصنيع التجميعي الى تقنية التصنيع التي يتم فيها بناء الأجزاء عن طريق إذابة طبقات رقيقة من المسحوق وإضافة طبقة واحدة من المادة الخام إما من البلاستيك أو من المعدن مثلاً طبقة تلو الأخرى بناءً على التصميمات التي تتم بمساعدة الكمبيوتر CAD.

وتمكن هذه التكنولوجيا المعروفة باســم " الطباعة ثلاثية الأبعاد بشــكل خاص المنظمات الصـناعية من إنتاج النماذج الأولية للمنتجات والتأكد من التصـميمات والتي تؤدي لتبسـيط وتسـريع عمليات تـصميم وتـصنيع المنتجات الجديدة، و سوف تجعل الثورة الـصناعية الرابعة العملاء والموردين متصلين ومتقاربين بشكل كبير حيث سيتمكن العملاء من إرسال أوامر الإنتاج بشكل فوري إلى شركاء الإنتاج ، في مثل هذه الظروف يمكن أن يدعم التصنيع بالإضافة فكرة المصنع الذكي من خلال السرعة في الإنتاج والحرية في التصميم وتخفيض سلسلة التوريد وتقليص الفاقد والتالف في المنتجات.

8- الأنظمة المادية الإلكترونية Cyber- Physical Systems

هي عبارة عن مجموعه من التقنيات التحويلية التي تمكن من ربط عمليات الأصـــول المادية " الآلات " بالقدرات الحاســـوبية " الحوســـبة"، ويتم التحكم في هذه النظم ومراقبتها عن طريق أجهزة الكمبيوتر المعتمدة على الخوارزميات ويتم دمجها بإحكام مع مـستخدميها " الكائنات والبـشر والآلات " عبر الإنترنت.

ويري البعض أن هذه النظم تمثل أي شـــيء يمكن التحكم فيه من خلال الكمبيوتر وبالتالي يمكن اعتبار المشغل البشري في خط الإنتاج هو نظام مادي الكتروني وكذلك مصنع ذكي، وكمثال آخر يمكن اعتبار خط الإنتاج الذكي بمثابة نظام مادي الكتروني حيث يمكن للآلات والمشـــغلين والمواد التواصـل مع بعضـهم البعض ومراقبة معلومات الإنتاج أو نقلها إلى طرف آخر مرتبط بالشـبكة واتخاذ القرار وتوفير التغذية المرتدة عند الحاجة.

Remove Watermark Now

9- الواقع المعزز Augmented Reality

تعتبر تقنية الواقع المعزز من التقنيات الواعدة للغاية حيث تسـمح بتخيل وتصـور الرسـومات والتصميمات الحاسوبية بوضعها في البيئة الحقيقية، وبفضل التقدم المستمر في برمجيات الكمبيوتر وتصـميم وتطوير الأجهزة المادية يسـتخدم الواقع المعزز في وصـف وتخطيط ورقابة التشـغيل في الوقت الحقيقي بالإضافة إلى تشخيص الأعطال واصلاحها كما تستخدم أيضاً في تدريب العاملين على المهام المطلوبة وتبسيط مهام الصيانة ومحاكاة ممارسات ضبط الجودة وتصميم المنتجات وغيرها.

10- التقنيات الدلالية Semantic Technologies

هي بديل أو تطور للشـبكة العنكبوتية WWW فهي يمكن أن توفر معياراً مشـتركاً للتواصـل والاتصـال ولغة موحدة لتبادل المعلومات بين الأطراف المختلفة للثورة الصـناعية الرابعة، وتحقق هذه التكنولوجيات الاتصال من خلال توفير طبقة إضافية بالإضافة الى تكنولوجيات انترنت الأشياء والبنية التحتية لربط البيانات والمحتوي والعمليات.

فعلى الرغم أن إنترنت الأشياء توفر بيئة يتم فيها دمج الأجهزة المادية في الأنظمة الإلكترونية ومراقبتها والتفاعل معها عبر مختلف الواجهات المسـتخدمة، إلا أنها تفتقر إلى بروتوكول التطبيق الشامل والموحد والذي يمنع تكامل الآلات من جهات التصنيع المختلفة والمكونات المختلفة للصنع الذكي في تطبيق واحد.

وفي مثل هذه الظروف يمكن أن يحقق تكامل الويب الدلالي Semantic Web مع انترنت الأشياء تمثيل رسمي للمعرفة والمعلومات او ما يعرف بلغة الآلة على الويب، هذه الميزة بدورها تسهل التشـغيل البيني بين الآلات وخدماتها عبر النطاقات المختلفة وتسـهل الاتصـالات بين المكونات غير المتجانسة في بيئة الثورة الصناعية الرابعة.

Remove Watermark Now

11- المحاكاة والنمذجة Simulation & Modeling

تهدف تقنيات المحاكاة والنمذجة الى تبسـيط والوصـول الى النموذج الاقتصـادي للتصـميم والاختبار والتشـغيل المباشـر لأنظمة التصـنيع، ففي المصـانع الذكية سـوف تكون المحاكاة والنمذجة ضـرورية للاسـتفادة من البيانات في الوقت الحقيقي لتعكس العالم المادي في نموذج افتراضـي والذي يمكن أن يشمل الآلات والمنتجات والبشر.

ومن أبرز المزايا المحققة في هذا الصـدد أنها لا تعمل فقط على تمكين المصـنعين من تجنب الأخطاء في مراحل مبكرة والتي قد تؤدي الى تكاليف كبيرة، ولكن أيضـاً تحسـين عملية التشـغيل اليومي المستمر، على سبيل المثال يمكن محاكاة تشغيل الأجزاء باستخدام بيانات من الآلة مما يؤدي لخفض وقت الإعداد لعملية التشغيل الفعلية بنسبة تصل إلي 80 ٪ ، وأيضاً إمكانية الاختبار الافتراضي لأنظمة الإنتاج ككل.

متطلبات وعوامل نجاح الثورة الصناعية الرابعة

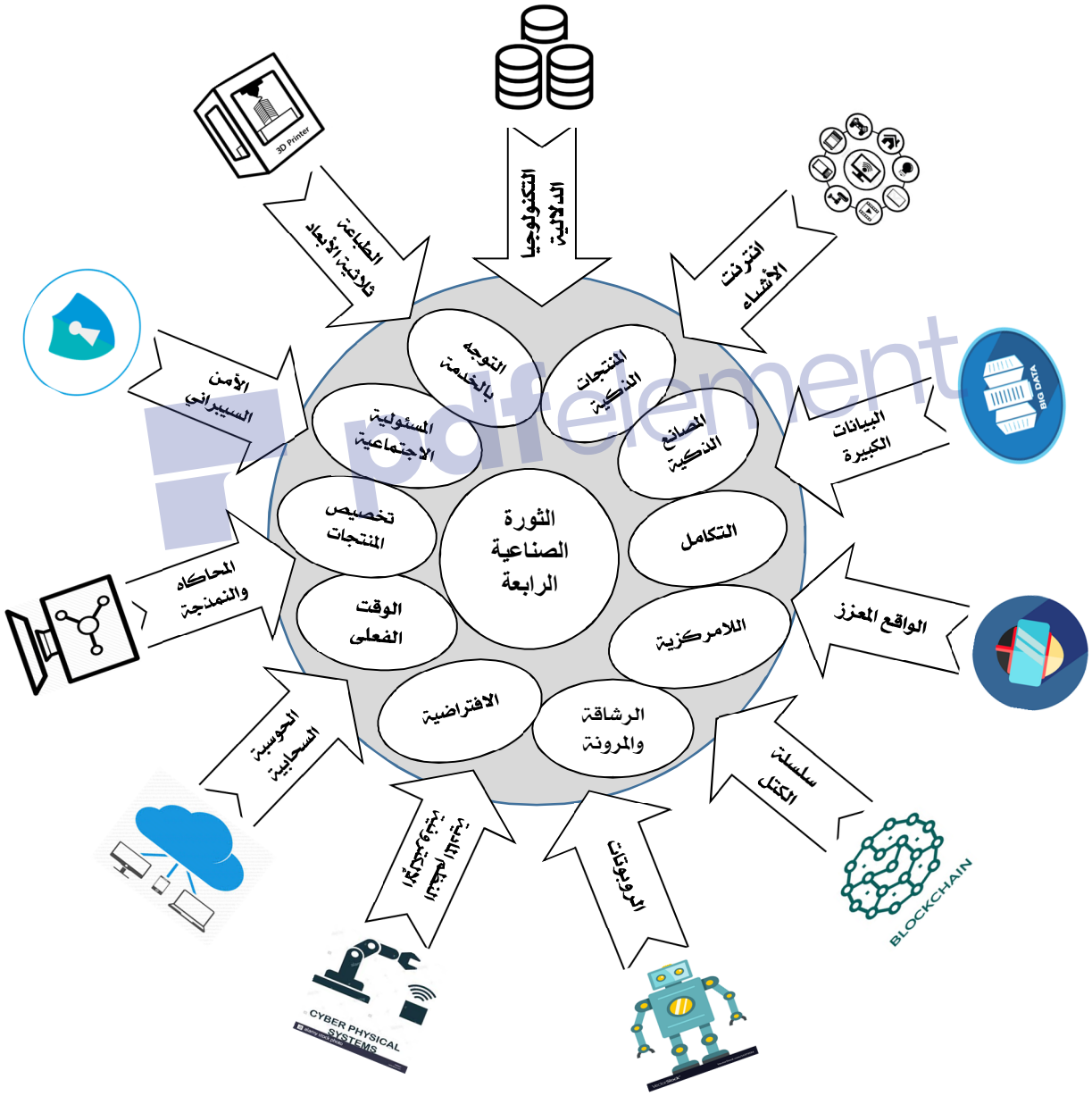
تقوم الثورة الصـناعية الرابعة " Industry 4.0 " على عدة مبادئ أو ممكنات تشـكل عوامل نجاح تطبيقاتها في منظمات الأعمال من أهمها: (Morteza Ghobakhloo, 2018)

1- التوجـه بالخـدمة Service Orientation

في محتوي بيئة الثورة الصـناعية الرابعة يشـار للتوجه بالخدمة بنموذج التصـنيع كخدمة Manufacturing as-a Service " MAAS " ونموذج المنتج كخـدمـة "Product as-a Service PAAS " وهي تشير الى الاستخدام الانتقائي للبنية التحتية الشبكية للتصنيع وإنتاج السلع.

لقد أتاح الترابط بين المنظمات وانتشـار انترنت الأشـياء والحوسـبة السـحابية توفير أنظمة جديده للتصـنيع من خلال السـماح للمنظمات بالإبلاغ عن احتياجاتها وقدراتها التصـنيعية بشـكل تلقائي، في هذه البيئة يمكن انجاز مهام التشـغيل والتصـنيع المعقدة بشـكل تعاوني من خلال العديد من خدمات التصنيع من شركات مختلفة.

وهذا يعني أنه بدلاً من المنتج المادي يمكن اعتبار الطاقة الإنتاجية للمصنعين كسلعة أساسية وبالتالي يتم توفير المنتجات كخدمة أو تجربة افتراضية، وبدلاً من دفع مقابل المنتج بشكل فردي مقدماً دفعة واحدة، يشترك العملاء في المنتج ويدفعون رسوماً متكررة على أساس دائم لكل عملية، ويتم تفعيل نموذج العمل هذا من خلال تقنيات انترنت الخدمات Internet of Service كجزء من أنترنت الأشياء.



شكل (1-3) عوامل نجاح الثورة الصناعية الرابعة

Remove Watermark Now

2- المنتج الذكي Smart Product

يشير إلى جيل جديد من المنتجات المادية التي تتميز بوجود أنواع مختلفة من أجهزة الاستشعار المدمجة فيها، والتي يمكنها التواصـل مع البيئة المحيطة بها وجمع وتخزين ونقل البيانات خلال دورة حياة المنتج.

وهذا يعني أنه في مرحلة التصـــنيع يمكن للمنتجات الذكية في خط الإنتاج أن تنقل المعلومات المفيدة فيما يتعلق بالمكان الذي يتم فيه تصـنيعها وحالتها الحالية والخطوات اللازمة لوصـولها الى الحالة المطلوبة، وفي مرحلة الاسـتهلاك بجانب البنية التحتية لإنترنت الخدمات فإنها تسـهل تجسـيد نموذج أعمال المنتج كخدمة.

3- المصنع الذكي Smart Factory

يشير إلى وجود بيئة تصنيع ذكية ذات إنتاجية مرتفعة من الآلات والمواد الذكية المتصلة والتي تتميز بانخفاض الفاقد والتالف والتوقف وجميع أنواع الهدر في الموارد، ويتم في هذه البيئة تحســين كفاءة العمليات من خلال أتمته الآلات والمعدات والتحسين الذاتي.

pdfelement

ويعتبر المصـــنع الذكي نظاماً ديناميكياً متكاملاً بين الإنســـان والآلة فهو نظام مادي الكتروني بشـري حيث تنفذ الأشـياء المادية كأشـياء ذكية تتواصـل مع بعضـها البعض ومع الموارد البشـرية من خلال البنية الأساسية للإنترنت الصناعي.

4- قدرات التفاعل والتكامل Interoperability

في سياق بيئة الثورة الصناعية الرابعة تعرف قدرات التفاعل والتشغيل البيني بأنها قدرة جميع المكونات مثال الموارد البشرية والمنتجات الذكية والمصانع الذكية وأي تكنولوجيات ذات صلة على الاتصال والتواصل والعمل معاً من الإنترنت الصناعي وانترنت الخدمات وغيرها.

وتعرف قدرات التفاعل والتكامل على أربعة مستويات مختلفة من التشغيل على المستوي الدلالي والتشغيلي والنظامي والتقني، ومن الأهمية بمكان ملاحظة أن قابلية التفاعل والتشغيل البيني تختلف

Remove Watermark Now

عن تنميط البيانات لأنها تهتم بمحتويات البيانات وكيف يمكن لمكونات النظام المختلفة أن تتصل مع بعضها البعض لاستيعاب معني البيانات واتخاذ قرارات يعتمد عليها.

5- الرشاقة والمرونة Modularity & Flexibility

تهتم بالتحول من التصنيع الخطي والنظم الصلبة ونماذج الإنتاج غير المرنة إلي نظام رشيق يمكنه التكيف مع ظروف ومتطلبات البيئة دائمة التغير، وتتضمن هذه المنظومة مستويات الإنتاج والتصنيع بكاملها وتعتمد على سلسلة التوريد الرشيقة ونظم تدفق المواد المرنة وإجراءات صنع القرار المعيارية والعمليات المرنة.

وتكتمل منظومة الرشاقة والمرونة من خلال التخصيص الشامل للمنتجات والتي تعتبر من المبادئ الهامة التي تقوم عليها الثورة الصناعية الرابعة، ويعتبر تخصيص المنتج في الواقع بمثابة مزيد من التطلعات الموجهة نحو العملاء حيث يتم الاعتماد على التكنولوجيات الحديثة مثال النظم المادية الإلكترونية وانترنت الأشياء وغيرها في إعادة تصميم المنتجات وفقا لتطلعات ورغبات العملاء المتغيرة.

pdfelement

ويتم تحديد هذه التطلعات والرغبات في الغالب اعتماداً على تقييم سلوك العملاء والتنبؤ به، وهذا يعني أن المنظمات لا يجب ان تفي بمتطلبات العملاء الحالية فحسب ولكن سوف تستفيد أيضاً من توظيف المحاكاة وتحليلات البيانات الضخمة للتنبؤ باتجاهات السوق مستقبلاً.

6- اللامركزية Decentralization

تسمح اللامركزية لمكونات مختلفة من المصنع الذكي بالعمل بشكل مستقل واتخاذ القرارات بشكل مستقل، بحيث تظل متوافقة مع المسار المحدد للوصول للأهداف المحددة وتعتبر الأنظمة ذاتية التنظيم وآليات التحكم الذاتي مثال النظم المادية الإلكترونية CPS من العوامل الرئيسية التي تساعد في تحقيق اللامركزية وتستفيد المنظمات من اللامركزية بفضل التخطيط والتنسيق المتزامن للعمليات المختلفة مثال التزامن بين السيارات ذاتية القيادة أو الروبوتات الموجهة بنظم تحديد الترددات اللاسلكية RFID.

Remove Watermark Now

7- الافتراضيـة أو التفاعل الإلكتروني Virtualization

تمكن المحاكاة الافتراضية من تحقيق التوأمة الرقمية لسلسلة القيمة بأكملها بما فيها " مستودعات البيانات الذكية والمصنع الذكي والآلات والمعدات والمنتجات الذكية وغيرها " عن طريق دمج بيانات الاستشعار المكتسبة من العالم الفعلي في نماذج افتراضية.

على سبيل المثال سوف تتيح التوأمة الافتراضية بالمصنع الذكي لمهندسي ومصممي العمليات تعزيز العمليات الحالية وتحسين وظائف خطوط الإنتاج بشكل مستقل تماماً دون تعطيل العمليات المادية في المصنع الذكي الذي تم تجسيده افتراضياً.

وبدلاً من ذلك فإن التوأمة الرقمية للمنتج الذكي من شأنها أن تمكن المنظمات من الحصول على بصمة رقمية Digital Footprint كامله لمنتجاتها الحالية أو الجديدة طوال دورة حياتها، بدءً من التصميم والتطوير وحتى نهاية المنتج وهذا لن يساعد فقط في فهم أفضل لأداء المنتج في مرحلة الاستهلاك ولكن يسمح أيضاً للمنظمات بإجراء تقييم لمنظومة الإنتاج.

تعتمد الافتراضية بشكل كبير على قدرات الوقت الحقيقي التي تتمحور حول البيانات الفعلية المتراكمة لدي المنظمة والتي تكون مدعومة بواسطة انترنت كل شيء Internet of Every Thing، كما أن هذه القدرات لا تقتصر فقط على جمع البيانات وتخزينها ولكن تتضمن أيضاً تحليل البيانات آنياً وصنع القرارات الفورية وفقاً للنتائج الجديدة.

8- تكامل النظـام System Integration

تستهدف الثورة الصناعية الرابعة عملية تجميع الأنظمة الفرعية المنعزلة في منظومة واحدة بطريقة يمكن من خلالها توفير وإتاحة الوظيفة أو المهمة المطلوبة، ويتطلب المضي قدماً نحو هذه الثورة الرابعة تحقيق التكامل الرأسي لطبقة على طبقة من الأنظمة والتكنولوجيات فلا يمكن أن تعمل المصانع الذكية كقلب الثورة الصناعية الرابعة بشكل مستقل.

Remove Watermark Now

ولا يتوقف التكامل على أنظمة التصنيع والتكنولوجيات الداعمة ولكن أيضاً يعتمد على التكامل الأفقي لتوصيل جميع الوظائف والبيانات عبر سلسلة القيمة وتسهيل الاتصال بين الشركاء والعملاء وإنشاء وصيانة والحفاظ على الشبكات التي تخلق وتضيف قيمة.

9- المسئولية الاجتماعية للشركات Corporate Social Responsibility

تمثل شكلاً من أشكال التنظيم الذاتي للمنظمات، وفي بيئة التصنيع غالباً ما تتضمن المسئولية الاجتماعية مجالات مثل أنظمة العمل والقوانين البيئية وغيرها، وفي خضم الثورة الصناعية الرابعة سوف تؤثر الروبوتات والأتمتة الصناعية بشكل كبير على فرص العمل في العديد من المنظمات.

فيعتقد البعض ان للثورة الصناعية الرابعة تأثيراتها السلبية على العمالة حيث ستؤثر بالتأكيد على العمالة ذات المهارة المنخفضة والمتوسطة كونها تتطلب نوعا من العمالة الماهرة " عمالة المعرفة"، كما انها في نفس الوقت سوف تؤدي إلى ظهور وظائف جديدة لم تكن موجودة خاصة فيما يتعلق بهندسة الكمبيوتر والمعلوماتية.

pdfelement

وبالتالي يجب على المنظمات التأكيد على تطوير مهارات قوة العمل المستقبلية ومن منظور الاستدامة سوف توفر فرصة هائلة لتحقيق التصنيع المستدام "Sustainable Manufacturing" حيث أنها تمكن من التنسيق الفعال للمنتج والمواد والطاقة طوال دورة حياة المنتج، وكذلك التصميم المستدام والعمليات المستدامة وكفاءة استخدام الموارد، وتحقق أيضاً أعلى كفاءة للعمالة بفضل البنية التحتية لإنترنت الأشياء وتبنى نموذج الأعمال الخضراء.

ومن ثم فإن الثورة الصناعية الرابعة تتطلب توافر الأنظمة الشبكية التي توفر الاتصال لمعالجة المعلومات اللامركزية، واستخدام أجهزة الاستشعار والمشغلات الصغيرة ذات الأداء المنخفض، والتعريف التلقائي لتصنيع المنتجات حسب الطلب والذي ينشئ هوية فريدة ومميزة ، بالإضافة الى الأجهزة الميدانية الذكية التي تستخدم البرامج التي تتميز بالتوزيع الديناميكي للوظائف كجزء لا يتجزأ من تكامل النظام، علاوة على قدرات إدارة الأجهزة المحمولة وهي عبارة عن واجهات الآلات التي تسمح

Remove Watermark Now

بالتشغيل البسيط للأنظمة المعقدة دون تدريب خاص. والتي سوف تفتح الطريق أمام الثورة الصناعية الخامسة التي تعتمد على العمل المشترك Co-working بين الإنسان والآلة.

مراجـع الفصـل

David Aikman (2017)," The Fourth Industrial Revolution, *World Economic Forum*

Miklos Guban & Gyorgy Kovacs (2017)," Industry 4.0 Conception, ACTA technical Corviniensis , *Bulletin of Engineering*, January- March , Pp.111-114.

Morteza Ghobakhloo, (2018) "The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 29 Issue: 6, pp.910-936.

Roger Strange, Antonella Zucchella, (2017) "Industry 4.0, global value chains and international business", *Multinational Business Review*, Vol. 25 Issue: 3, Pp.174-184.

John Moavenzadeh (2015)," The 4th industrial revolution: reshaping the future of production", *DHL Global Engineering & Manufacturing Summit*, October, Pp.1-57.

Deepa Mishra, et al. (2016) "Vision, applications and future challenges of Internet of Things: A Bibliometric study of the recent literature", *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 116 Issue: 7, pp.1331-1355

استطلاع الثورة الصناعية الرابعة (Industry 4.0) في الشرق الأوسط لعام 2016 " الثورة الصناعية الرابعة: بناء المؤسسات الصناعية الرقمية"، ***PWC*** ، ص 1-32.

View publication stats