Middle East Journal of Humanities and Cultural Studies
Homepage: http://meijournals.com/ar/index.php/mejljs/index
ISSN: 2710-2238 (PRINT)
ISSN: 2788-4686 (ONLINE)
مجلة الشرق الأوسط
للعلوم الإنسانية والثقافية

التفكير الرشيق في ظل الثورة الصناعية الرابعة

أ.د ميسر إبراهيم الجبوري
جامعة الموصل / كلية الإدارة والاقتصاد
Prof-aljuboury@uomosul.edu.iq

سعد خضر الياس
ماجستير إدارة صناعية / جامعة الموصل
www.saadkh@gmail.com

استلام البحث: 28/08/2021 **مراجعة البحث**: 09/09/2021 **قبول البحث**:10/09/2021

ملخص الدراسة:

الهدف: الغرض من هذه الورقة تقديم تصورات نظرية حول التفكير الرشيق والصناعة 4.0. وكيف ان التفكير الرشيق يدعم الصناعة 4.0. المشكلة وسؤال البحث: نجح التفكير الرشيق في تحدي ممارسات الإنتاج الهائل من خلال توفير عمليات وسلاسل توريد "أصغر حجمًا"، مع تقليل الهدر. وقد أصبحت الصناعة 4.0 مدخلاً استراتيجيًا مهمًا في التغيير التكنولوجي للتصنيع والخدمة اذا تهدف إلى ربط بين العالم المادي والافتراضي في الإنتاج الصناعي. مع مثل هذه الأتمتة المرتبطة بالصناعة 4.0، تنشأ تساؤلات حول طبيعة التعاون بين التفكير الرشيق وهذه الثورة الصناعية المستمرة .منهجية البحث: يعتمد البحث على تحليل ومراجعة الادبيات السابقة. النتائج البحث: يساهم البحث في عرض العناصر الرشيقة للذكاء الاصطناعي التي ستؤدي الى الميزة التنافسية. الاصالة والقيمة: يمكن اعتماد البحث في كلا القطاعين الإنتاجي والخدمي.

الكلمات المفتاحية: التفكير الرشيق، الصناعة 4.0

Agile Thinking in the Fourth Industrial Revolution

Prof. Dr. Mayser Ibrahim Al-Jubouri
Mosul University, College of Administration and Economics
Saad Khader Elias
Master's degree in industrial management / University of Mosul

Abstract: The aim: The purpose of this paper is to present theoretical insights on lean Thinking and Industry 4.0. How lean thinking supports Industry 4.0. Problem and Research Question: Lean thinking has successfully challenged mass production practices by providing "smaller" operations and supply chains while minimizing waste. Industry 4.0 has become an important strategic entry point in technological change for manufacturing and service. It aims to connect the physical and the virtual world in industrial production. With such automation associated with Industry 4.0, questions arise about the nature of the collaboration between Lean Thinking and this continues Industrial Revolution. Research methodology: The research is based on analysis and literature review Research results: The research contributes to presenting the lean elements of artificial intelligence that will lead to a competitive advantage. Originality and value: Research can be adopted in both the productive and service sectors

Keywords: Lean Thinking, Industry 4.0

جميع الحقوق محفوظة لمجلة الشرق الأوسط للعلوم الإنسانية والثقافية

المقدمة

ظهرت فلسفة الرشيق في شركة تويوتا باليابان في أربعينيات القرن الماضي بعد الحرب العالمية الثانية. اليابان، الدولة التي دمرتها الحرب وكانت الشركات اليابانية في مرحلة أدنى بكثير مقارنة بالمصانع في الولايات المتحدة. وهذا التفكير مقتبس من نظام إنتاج تويوتا Toyota Production System (TPS). في أوائل التسعينيات، بدأت فلسفة التفكير في التوسع خارج اليابان. كان الكتاب الرئيسي والأول المكتوب عن المنهجية المستخدمة في شركة Toyota ومقارنتها بخطوط الإنتاج في أمريكا الشمالية هو "الآلة التي غيرت العالم" (Womack et al. 1990). وتم تلخيص الاختلافات الرئيسية بين نماذج هنري فورد Henry Ford (Fordism) ونظام انتاج تويوتا (TPS) والكتاب الثاني التفكير الرشيق لنفس المؤلف عام 1996 (Alves et al., 2019, 131). إذا وضع (Womack & Jones) مبادى التفكير الرشيق التي هي (Sony, 2018, 420):

1. تحديد القيمة المطلوبة من قبل الزبون
2. تحديد مسار القيمة لكل منتج / خدمة الذي يقدم قيمة للزبون
3. اجعل تدفق المنتج مستمرًا عبر توحيد العملية للحصول على أفضل الممارسات وبمجرد توحيد العملية، ستتيح المزيد من وقت الفراغ للموظفين في الإبداع والابتكار.
4. أدخل السحب بين الخطوات التي لا يمكن فيها التدفق المستمر. يجب أن يكون طلب الزبون هو القوة الدافعة لتحريك الأحداث
5. توجه نحو الكمال ستزيل الانشطة غير ذات القيمة المضافة من سلسلة القيمة.

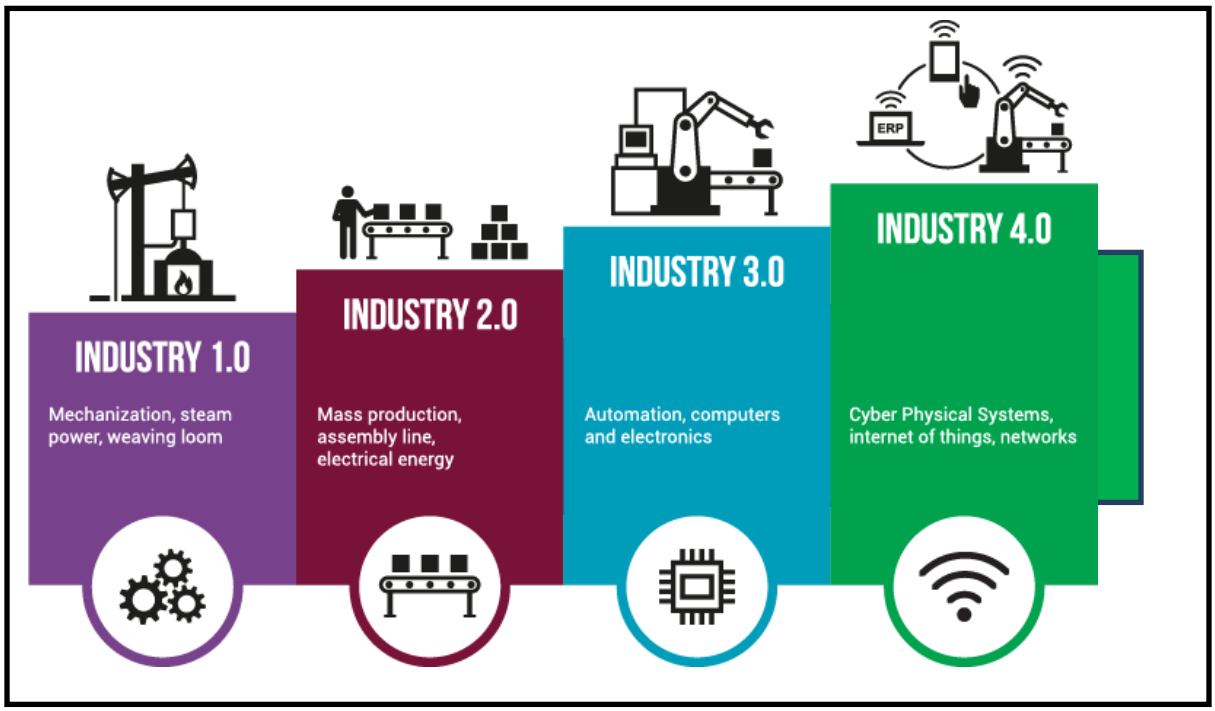
الهدف الرئيسي من التفكير الرشيق هو إجراء تحسين مستمر وتقليل الكلف من خلال التخلص من الهدر (أي نشاط غير ذي قيمة مضافة) وزيادة كفاءة العملية. مفهوم الرشيق هو أن تفعل الكثير بالقليل، لتحقيق أداء عالي بأقل موارد (Taghavi, 2020, 809)

الثورة الصناعية الرابعة Industry 4.0

لقد شهد العالم بعض الأحداث العظيمة خلال الحياة البشرية، وخاصة فيما يتعلق بالثورات الصناعية. اذا حدثت الثورة الصناعية الأولى بين القرنين الثامن عشر والتاسع عشر. في هذا الوقت تم إدخال الآلات الأولى وولدت الصناعات. تم تحديد هذه الثورة حتى يومنا هذا على أنها الثورة التي قدمت للبشرية آلات مؤتمتة، ولا سيما الآلة التي تعمل بالطاقة البخارية إن ما يسمى بالثورة الصناعية الثانية له فرق كبير عند مقارنته بالثورة الصناعية الأولى، لأنها لم تسبب أي انقطاع في الإنتاج. يمكن أيضًا اعتبار هذه الثورة الثانية تطورًا للثورة الأولى. حدث ذلك في بداية القرن التاسع عشر وانتهى بعد الحرب العالمية الثانية مباشرة بدأت الثورة الصناعية الثالثة في الولايات المتحدة الأمريكية، ومع ذلك، هناك بعض التناقضات فيما يتعلق بموعد بدايتها. بينما يشير بعض المؤلفين إلى عام 1970، يشير آخرون إلى عام 1990. هذه الثورة شكلت ثورة في معالجة وتجميع المعلومات.

جميع الحقوق محفوظة لمجلة الشرق الأوسط للعلوم الإنسانية والثقافية

يمكن القول إن الثورة الصناعية الثالثة لم تنتهي أبدًا، بالنظر إلى أن المعلومات لا تزال تُجمع على نطاق واسع وهذه الكمية الدقيقة من المعلومات هي التي ادت إلى ثورة صناعية جديدة، ما يسمى الصناعة 4.0، أو الثورة الصناعية الرابعة ظهر مصطلح الثورة الصناعية لأول مرة في معرض هانوفر Hannover عام 2011، الممول من قبل الحكومة الألمانية والذي يرمز إلى بداية الثورة الصناعية الرابعة (Alves *et al.*, 2019, 133) والشكل (1) يوضح التغيرات الصناعية من الماضي إلى الحاضر.



الشكل (1) تطور التاريخي نحو الثورة الصناعية الرابعة

Source: Helmold, M. (2020). *Lean Management and Kaizen*. Springer International Publishing, P132

ومن الممكن تحديد الثورات الصناعية في أربع مراحل (Righi *et al.*, 2020, 4)

1- **الصناعة 1.0**: المحاولات الأولية نحو المكننة بدعم من المحركات الطاقة البخارية

2- **الصناعة 2.0**: فترة الكهرباء وخطوط التجميع المدعومة بالإنتاج الهائل.

3- **الصناعة 3.0**: مرحلة التقنيات الحاسوب ذات الأنظمة المؤتمتة والفعالة.

4- **الصناعة 4.0**: المرحلة الحالية من الثورات الصناعية المرتبطة بالأنظمة المادية السيبرانية **Cyber Physical Systems (CPS)**.

ويتميز هذا المدخل بالصلة القوية بين العمليات والمنتجات والخدمات، الممتثلة بإنترنت الأشياء (IoT). ويشكل مستوى تكامله العالي من شبكة عمل تربط الحيز المادي والعالم الافتراضي من خلال الأنظمة المادية السيبرانية. بهذا المعنى يمكن تفسير مفهوم الصناعة 4.0 على أنه استراتيجية لزيادة القدرة التنافسية في السيناريو المستقبلي (Bittencourt *et al.*, 2019, 904)

جميع الحقوق محفوظة لمجلة الشرق الأوسط للعلوم الإنسانية والثقافية

الصناعة 4.0 هو الاسم الذي يطلق على الاتجاه الحالي للأتمتة وتبادل البيانات في تقنيات التصنيع. وهي تشمل الأنظمة المادية – السيبرانية، وإنترنت الأشياء، والحوسبة السحابية، والحوسبة المعرفية. يشار إلى الصناعة 4.0 عادة بالثورة الصناعية الرابعة. تعزز الصناعة 4.0 ما يسمى "المصنع الذكي " smart factory". الأنظمة المادية السيبرانية (CPS) تراقب العمليات المادية، وتخلق نسخة افتراضية من العالم المادي وتتخذ قرارات لا مركزية. عبر إنترنت الأشياء وتتواصل تلك الأنظمة وتتعاون مع بعضها البعض ومع البشر في الوقت الفعلي على الصعيدين الداخلي وعبر الخدمات التنظيمية التي يقدمها ويستخدمها المشاركون في سلسلة القيمة (Helmold & Terry, 2021, 77).

مبادى الصناعة 4.0

هناك أربعة مبادئ تصميمة في الصناعة 4.0. هذه المبادئ تدعم الشركات في تحديد سيناريوهات الصناعة 4.0 وتنفيذها هي (Ameri et al., 2019, 348) (Fortin et al., 2019,338) (Helmold, 2020, 132) (Helmold & Terry, 2021, 77) .

- **الترابط: Interconnection** قدرة الآلات والاجهزة وأجهزة الاستشعار والأشخاص على الاتصال والتواصل مع بعضهم البعض عبر إنترنت الأشياء (IoT) أو إنترنت الأشخاص(IoP) Internet of People
- **شفافية المعلومات:Information transparency** توفر الشفافية التي توفرها تقنية الصناعة 4.0 للمشغلين كميات هائلة من المعلومات المفيدة اللازمة لاتخاذ القرارات المناسبة. اذا تتيح للمشغلين تفاعل عناصر النظام مع بعضها (Interconnectivity) بجمع كميات هائلة من البيانات والمعلومات من جميع مناطق التصنيع، وبالتالي مساعدة جميع الوظائف (functionality) وتحديد المجالات الرئيسية التي يمكن أن تستفيد من الابتكار والتحسين.
- **الدعم التقنية Technical assistance:** أولاً، قدرة الأنظمة المساعدة على دعم البشر من خلال تجميع المعلومات وتصورها بشكل شامل لاتخاذ قرارات مستنيرة وحل المشكلات العاجلة في وقت قصير. ثانيًا، قدرة الأنظمة المادية – السيبرانية على دعم البشر جسديًا من خلال تنفيذ مجموعة من المهام المتعبة أو المرهقة جدًا أو غير الآمنة للبشر في العمل.
- **القرارات اللامركزية Decentralized decisions:** قدرة الأنظمة المادية – السيبرانية على اتخاذ القرارات بنفسها وأداء مهامها بشكل مستقل قدر الإمكان. اما حالة الاستثناءات أو التدخلات أو الأهداف المتضاربة يتم تفويض المهام إلى مستوى أعلى.

تقنيات الصناعة 4.0

في مجال علوم الحاسوب، يطلق على الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence (AI)أحيانًا بذكاء الآلي الموجود داخل الآلات، إذا يوضح الشكل (0) تسعة عناصر الرشيقة للذكاء الاصطناعي التي يمكن ان تؤدي إلى الميزة التنافسية عبر سلسلة القيمة ((الشكل 0)) (Helmold, 2020, 133) (Bettiol et al., 2020,89)

جميع الحقوق محفوظة لمجلة الشرق الأوسط للعلوم الإنسانية والثقافية

1- **الروبوت المستقل (Autonomous Robots)** هو الذي يؤدي السلوكيات أو المهام بدرجة عالية من الاستقلالية (بدون تأثير خارجي). تعتبر الروبوتات المستقلة عادةً مجالًا فرعيًا للذكاء الاصطناعي وعالم الروبوتات (Robotics) وهندسة المعلومات. الروبوتات المستقلة باختصار هي (الروبوتات التي يمكن أن تأخذ القرارات ويمكن التعاون فيما بينها بإشراف بشري محدود)

2- **الإنتاج وسلاسل التجهيز الافتراضية (Virtual Production and Supply Chains)** : يميل الإنتاج الافتراضي إلى المساعدة تصور المشاهد المعقدة أو المشاهد التي ببساطة لا يمكن تصويرها على أرض الواقع. بشكل عام، على الرغم من ذلك، يمكن للإنتاج الافتراضي أن يشير حقًا إلى أي تقنيات تسمح لصانعي الأفلام بالتخطيط أو تخيل أو إكمال نوع من العناصر السينمائية، وعادةً تكون بمساعدة الأدوات الرقمية.

3- **المحاكاة الرشيقة (Lean Simulations):** تتضمن عمليات المحاكاة الرشيقة مجموعة من التجارب العملية لتعليم الموظفين حول الأنظمة وتحسين العمليات في جميع مجالات سلسلة القيمة. يمكن أن تركز المحاكاة الرشيقة على التصميم أو التصنيع أو تخطيط الطاقة أو تصميم سلسلة التجهيز. تتمثل أغراض المحاكاة في فهم الآثار المترتبة على متغيرات الإدخال وتقلبات عناصر سلسلة القيمة. باختصار المحاكاة (إمكانية توقع نتائج عملية التصنيع من خلال برنامج متخصص)

4- **التكامل الرشيق (Lean integration)** هو منهجية تحسين مستمر لجمع البيانات وأنظمة البرامج المتباينة معًا. الهدف هو تعظيم قيمة الزبون. تكامل الرشيق هو نظام إدارة يركز على القضاء على الهدر كممارسة لتكامل البيانات المستدامة وتكامل النظام. أنظمة التكامل الأفقي والرأسي (تكامل التقنيات المختلفة في مناطق مختلفة من الشركة – أفقيًا أو رأسيًا سلسلة التوريد)

5- **إنترنت الأشياء (The Internet of Things IoT)** هو نظام من أجهزة الحوسبة المترابطة، او الآلات الميكانيكية والرقمية، والأشياء، والحيوانات، أو الأشخاص الذين يتم تزويدهم بمعرفات فريدة (unique identifiers UIDs) والقدرة على نقل البيانات عبر الشبكة دون الحاجة إلى – التفاعل بين الإنسان والإنسان أو الإنسان إلى الحاسوب. باختصار إنترنت الأشياء هي (أجهزة الاستشعار والآلات المتصلة)

6- **الأمن السيبراني (Cybersecurity)** هو حماية الأنظمة المتصلة بالإنترنت، بما في ذلك الأجهزة والبرامج والبيانات، من الهجمات الإلكترونية. في سياق الحوسبة، يشمل الأمن: الأمن السيبراني والأمن المادي – كلاهما تستخدمهما المؤسسات للحماية من الوصول غير المصرح به إلى مراكز البيانات والأنظمة المحوسبة الأخرى. باختصار الأمن السيبراني (آلية لحماية البيانات والكمبيوتر من الاعتداءات الخارجية)

7- **الحوسبة السحابية (Cloud computing)** هي نوع من الحوسبة التي تعتمد على موارد الحوسبة المشتركة بدلاً من امتلاك خوادم محلية أو أجهزة شخصية للتعامل مع التطبيقات. في أبسط وصف لها، تقوم الحوسبة السحابية بأخذ الخدمات ("الخدمات السحابية") ونقلها خارج بيئة ونظام تكنولوجيا المعلومات للمؤسسة. باختصار الحوسبة السحابية هي (منصة موزعة للوصول إلى المعلومات)

جميع الحقوق محفوظة لمجلة الشرق الأوسط للعلوم الإنسانية والثقافية

8- **التصنيع الإضافي (AM Additive manufacturing)** هو اسم الإنتاج الصناعي للطباعة ثلاثية الأبعاد (3D)، ويتم عملية التصنيع المضاف والتحكم فيها بواسطة الحاسوب. إذا تقوم بإنشاء كائنات ثلاثية الأبعاد عن طريق ترسيب المواد، وعادةً ما تكون على شكل طبقات. المصطلح القياسي الرسمي للصناعة هو ASTM F2792 لجميع التطبيقات التقنية .3D يتم تعريفه على أنه عملية الانضمام إلى المواد لإنشاء كائنات من بيانات النموذج ثلاثي الأبعاد، وعادة ما تكون طبقة فوق طبقة، بدلاً من منهجيات التصنيع المطروحة. باختصار التصنيع الإضافي هو (الطابعات ثلاثية الأبعاد)

9- **الواقع المعزز (AR)** هو تجربة تفاعلية لبيئة العالم الحقيقي حيث يتم تحسين الكائنات الموجودة في العالم الحقيقي من خلال المعلومات الإدراكية التي يتم إنشاؤها بواسطة الحاسوب، وأحيانًا عبر طرائق حسية متعددة، بما في ذلك المرئية والسمعية واللمسية والحسية الجسدية والشمية. باختصار الواقع المعزز هو (إمكانية مساعدة المشغل الخط عبر المعلومات الكثيرة والمتنوعة مع التصور الوضع الحقيقي)

10- **البيانات الضخمة (Big Data)** هي عبارة تُستخدم لتعني كمية هائلة من البيانات المنظمة وغير المنظمة التي تكون كبيرة جدًا بحيث يصعب معالجتها باستخدام تقنيات قواعد البيانات والبرامج التقليدية. في معظم سيناريوهات الشركات، يكون حجم البيانات كبيرًا جدًا أو نقلها بسرعة كبيرة أو يتجاوز سعة المعالجة الحالية. باختصار البيانات الضخمة (تخزين كمية متزايدة من البيانات حول عمليات التصنيع).

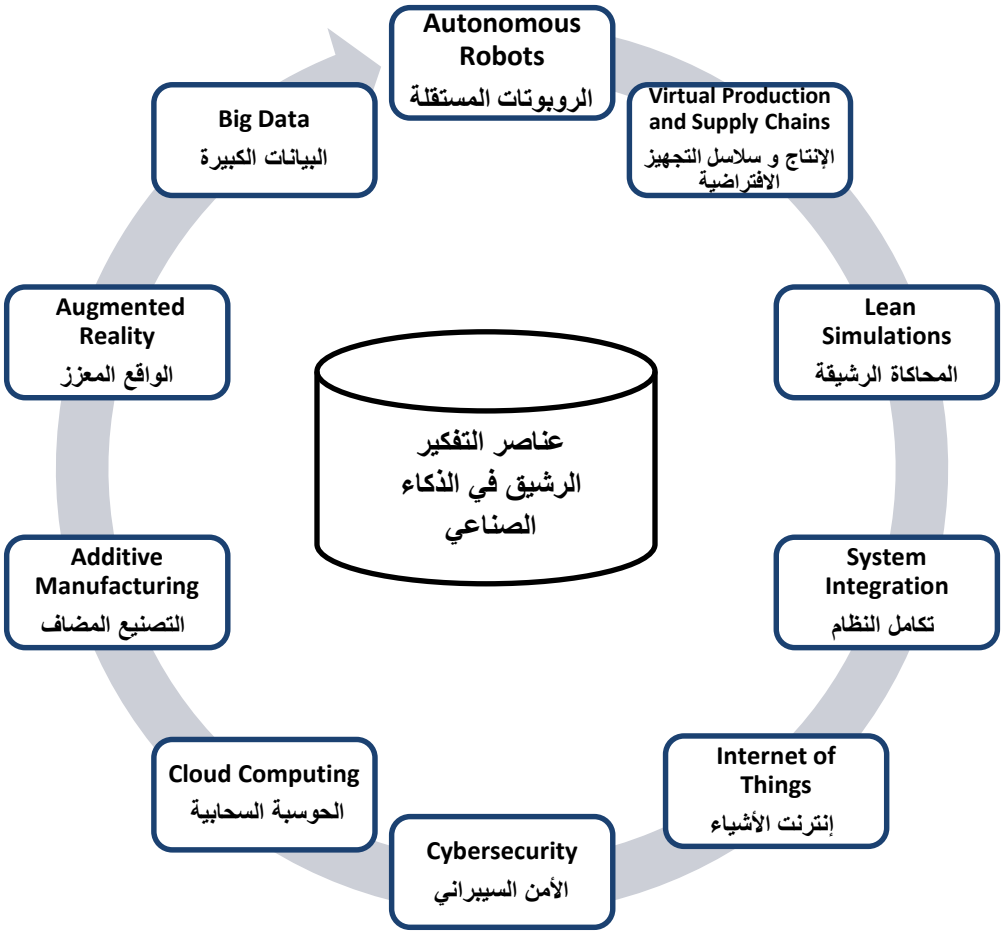
تمثل العناصر التسعة الأولى العناصر رشيقة في الذكاء الصناعي من منظور Helmold فحين اعتبر (Phanden et al., 2021, 37) جميع العناصر عبارة عن تقنيات الثورة الصناعية الرابعة. واكد (Nayyer & Kumar, 2020, 13) على انها التقنيات التسع لتحول الإنتاج في الصناعة 4.0 دون يذكر بعد الافتراضية

التفكير الرشيق والصناعة 4.0 4.0 Lean Thinking and Industry

على الرغم من اختلافهما في الأصول والظهور، إلا أنهما يسعيان إلى نفس الشيء: تقليل الكلفة وزيادة إنتاجية الشركات. ومع ذلك، فان طريقة تنفيذ مختلفة، مثلاً التفكير الرشيق يركز على تقليل الهدر وعلى عقلية التحسين المستمر اما الصناعة 4.0 من تسعى الى استكشاف تقنيات جديدة مدعومة بإنترنت الأشياء وعلى الرغم من اختلاف المداخل، يمكن أن يكون الاثنان مكمل لبعضها البعض، لأن تطبيق التفكير الرشيق سيقود الشركة إلى تدريب المفكرين الذين سيكونون أساسيين في التغيير الذي تتطلبه الصناعة 4.0.

بالنسبة لهذا التدريب، سيكون من الضروري للموظفين اكتساب مهارات معينة، مثل التفكير النقدي وحل المشكلات وإدارة المشكلات واتخاذ القرار. ومع ذلك، من المتوقع أن تساعد التقنيات أيضًا في هذا التدريب وفي اتخاذ القرارات الصحيحة من خلال منصات العمل التعاونية ومنصات التدريس و "مصانع التعلم" (Bittencourt *et al.,* 2019, 905) (Alves *et al.*, 2019, 136)

جميع الحقوق محفوظة لمجلة الشرق الأوسط للعلوم الإنسانية والثقافية



تقنيات الصناعة 4.0

Source: Helmold, M. (2020). *Lean Management and Kaizen*. Springer International Publishing.P133

في دراسة (Kolberg & Zuhlk, 2015, 1872) أنه يمكن استخدام الرشيق كأساس لبناء تنفيذ الصناعة 4.0، وبالتالي يصبح عاملًا ميسِّرًا في هذا التنفيذ. سلط الباحثان الضوء على مفاهيم الرشيق مثل توحيد العمل والتنظيم والشفافية كدعم لتنفيذ الحلول المرتبطة بالصناعة 4.0. وكذلك تسليط الضوء على قدرة تحسين العمليات الرشيقة وتكاملها مع الصناعة 4.0.

في دراسة (Fettermann & Tortorella, 2017,4) تم تحليل العلاقة بين التفكير الرشيق والصناعة 4.0 ، بالإضافة إلى تأثيرها على الأداء التشغيلي في الشركات.

إذا قاموا بتقييم بيانات 110 شركة، وتم التحقق من صحة نتائج الاستبيانات بالطرق الرياضية. وجدوا أن الشركات ذات درجة النضج منخفضة في نظام الرشيق (أقل من عامين) قدمت مستوى منخفضًا في التفاعل مع الصناعة 4.0. اذا ترتبط درجة نضج نظام الرشيق بمستوى أعلى من الوعي، مما يوفر فهمًا أفضل لممارساته ومبادئه الأساسية، مما يؤدي إلى استنتاج مفاده أن مستوى نضج نظام الرشيق في الشركة تعتبر متغيرًا مهمًا في عملية الارتباط مع الصناعة 4.0.

التخلص من الهدر

وفقًا لفلسفة الرشيق، من المقرر التخلص من الهدر. ومع ذلك، في بعض الأحيان يبدو أن بعض الهدر لا مفر منها مع التقنيات الحالية على سبيل المثال، أثناء عملية التحول من منتج إلى آخر، قد يكون وقت الإعداد أمرًا لا مفر منه. إلى جانب ذلك، هناك الهدر أخرى يمكن التخلص منها على الفور من خلال تطبيق أدوات وتقنيات بسيطة. وفقًا لفلسفة الرشيق، هناك سبعة من الهدر تقليدية أو أنشطة غير ذات قيمة مضافة شائعة داخل أنظمة التصنيع. هذه هي الإنتاج الزائد، والنقل، والحركة، والانتظار، الخزين، والمعالجة غير الضرورية والأجزاء / المنتجات المعيبة (Liker, 2021, 29). يشمل الإنتاج الزائد إنتاج العناصر التي لا يوجد طلب أو متطلبات لها. هذا هو أسوأ أنواع الهدر، لأنه يتسبب في حدوث الانواع أخرى. بسبب زيادة الإنتاج، تتراكم كمية كبيرة من الخزين، ويتم توظيف كمية زائدة من الموظفين؛ مساحات التخزين الزائدة مشغولة، وما إلى ذلك.

هدر الخزين يرتبط بالإنتاج الزائد، وتشمل أيضًا المواد الخام الزائدة، والاحتفاظ بمخزون المنتجات النهائية. إلى جانب ذلك، يخفي الخزين الزائد المشكلات داخل نظام الإنتاج مثل الأعطال المتكررة للماكينة، وأوقات الإعداد الطويلة، والأجزاء المعيبة. يشمل هدر الانتظار العمال الذين يراقبون آلات التشغيل أو ينتظرون المواد والأجزاء والأدوات المطلوبة؛ او انتظار ما تبقى من الدفعة أن تكتمل. وكثيرا ما تحدث هذه الاختناقات بسبب عدم توازن الخط، أو إنتاج دفعة كبيرة أو تأخر تسليم المواد من قبل الموردين.

يشمل هدر النقل مناولة المواد لمسافات طويلة أو مفرطة. يحدث هذا بسبب سوء الترتيب الداخلي، واستخدام المخازن الكبيرة بدلاً من المخازن الصغيرة اللامركزية يشير هدر العملية إلى تنفيذ خطوات إضافية بسبب سوء تصميم الأداة أو تصميم المنتج أو تصميم العملية يشير هدر العيوب إلى أجزاء أو منتجات غير مؤهلة، حيث يكون بعضها عبارة عن خردة والبعض الآخر يمكن تصحيحها عن طريق إعادة العمل، ولكن هذه العيوب تتسبب في استخدام موارد إضافية إما لإعادة تصنيع الجزء أو لإعادة العمل. إلى جانب ذلك، تشتمل هدر الحركة على حركة غير ضرورية أثناء العمل، مثل الحركات أثناء البحث عن الأدوات والأجزاء أو الوصول إليها أو تكديسها (Ustundag & Cevikcan, 2018, 48) وهناك العديد من الأدوات والتقنيات التي يمكن استخدامها للتخلص من الهدر موضحة في الجدول (1) ومن ناحية أخرى، توجد العديد من تقنيات الصناعة 4.0 المتقدمة والأنظمة المادية السبرانية cyber–physical systems التي يمكن توظيفها للتخلص من الهدر في أنظمة التصنيع المتقدمة. تم توضيح أنواع الهدر واهم التقنيات الأساسية المرتبط التي تساعد هذه التقنيات في الحد منه في الجدول (2)

الجدول (1): الهدر السبع مقابل الأدوات / الأساليب الرشيقة

	التصنيع الخلوي	تخفيض وقت الاعداد	سيطرة على الجودة	الصيانة المنتجة الشاملة	تسوبة الانتاج	كانبان	تخفيض مواد تحت الصنع	تنمية المجهز	الاتمتة بلمسة البشرية

جميع الحقوق محفوظة لمجلة الشرق الأوسط للعلوم الإنسانية والثقافية

الإنتاج الزائد	✓	✓			✓	✓	✓		
النقل	✓								
الحركة	✓								✓
الانتظار	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓
الخزين	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	
المعالجة الزائدة		✓							
العيوب		✓	✓			✓	✓	✓	✓

Source: Ustundag, A., & Cevikcan, E. (2018). Industry 4.0: managing the digital transformation. Springer.P49

الجدول (2) الهدر السبعة وتقنيات متطورة لصناعة 4.0

	التصنيع المضاف	الواقع المعزز	المحاكاة والافتراضية	الروبوتات القابلة للتكيف	انترنت الاشياء	تحليل البيانات	الحوسبة السحابية
الإنتاج الزائد	✓				✓	✓	
النقل		✓	✓	✓		✓	
الحركة		✓		✓			✓
الانتظار	✓		✓	✓	✓	✓	
الخزين	✓				✓	✓	
المعالجة الزائدة	✓		✓	✓			✓
العيوب	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

Source: Ustundag, A., & Cevikcan, E. (2018). Industry 4.0: managing the digital transformation. Springer.P50

قد يسهل التصنيع المضاف (Additive manufacturing) (الطباعة ثلاثية الأبعاد) تصميم وتصنيع المنتجات المحددة وفقا لتوقعات الزبائن وبقدر الحاجة، بالتالي، فإنه قد يقلل من المهلة الزمنية للمنتجات ويساعد في تخفيف الانتظار، الخزين، والمعالجة غير الضرورية، ونفايات الإنتاج الزائد، والأجزاء / المنتجات المعيبة. إلى جانب ذلك، يمكن استخدام تقنية الواقع

جميع الحقوق محفوظة لمجلة الشرق الأوسط للعلوم الإنسانية والثقافية

المعزز التي يتم فيها دمج الكائنات الافتراضية ثلاثية الأبعاد في بيئة حقيقية وفي الوقت الفعلي لتصور تعليمات العمل التشغيلية ومواصفات الأجزاء / المنتجات. قد يساعد في القضاء على هدر الحركة وهدر النقل

ويمكن أيضا تحسين قدرات الحوسبة السحابية من أجل النمذجة والمحاكاة عن بُعد لأنظمة التصنيع عن طريق المحاكاة والافتراضية، التي يمكن تقليل النقل والانتظار والمعالجة وهدرا لمنتجات المعيبة لأنظمة التصنيع. إلى جانب ذلك، تعد الروبوتات التكيفية (Adaptive Robotics) جانبًا مهمًا من جوانب المصانع الذكية، بحيث يمكن الروبوتات التكيف مع الظروف البيئية الديناميكية أو معايير نظام التصنيع. اذا تعزز الروبوتات التكيفية التخلص من عدة أنواع من الهدر، بما في ذلك النقل والحركة والانتظار والمعالجة الزائدة والعيوب. تعزز إنترنت الأشياء (IoT) التكامل بين الأنظمة المادية داخل نظام التصنيع عن طريق المستشعرات وتقنيات الاتصال اللاسلكي. وبالتالي، فإنه قد يقلل من هدر الانتظار والمخزون غير الضروري والإفراط في الإنتاج والعيوب وعندما يتم تطبيق تحليلات البيانات على أنظمة التصنيع، فمن المتوقع أن يسهل التنبؤ بالفشل. وبالتالي، من خلال منع الفشل، يمكن تقليل نفايات الانتظار، والمخزون الزائد (أو مخزون السلامة)، والإنتاج الزائد، والعيوب وتكاليف النقل(Ustundag & Cevikcan, 2018, 48)

مبادى التفكير الرشيق في ظل الثورة الصناعية الرابعة

يمكن تحديد المبادئ (Malavasi, 2017, 77)

1- القيمة: الهدف الرئيسي الرشيق هو من خلال شعار الزبون أولاً، فهو نقطة البداية للنجاح إذا تؤكد فلسفة الرشيق بان الزبون هو المحور الرئيسي. ولكي تكون ناجحًا في السوق، من الضروري تنفيذ الإجراءات وتطوير الحلول التي يرغب الزبون في دفع ثمنها. ويتعين على الشركة إعادة التفكير في كيفية إنشاء قيمة للزبون وتقديمها بشكل أسرع من المنافسين. فإن وضع الزبون في المرتبة الأولى ليس مهمة فحسب، وانما هو سلوك داخلي يجب تبنيه. في الصناعة 4.0 سيبقى شعار "الزبون أولاً ومشرقًا وتبقى القيمة كنقطة بداية أيضًا في المنظمات الرقمية ويمكن ان تمنح البيانات الضخمة والسحابة وإنترنت الأشياء فرصة لمعرفة الزبائن بشكل أفضل، ليس فقط الاستماع إليهم بشكل أكثر دقة، ولكن أيضًا متابعة اتجاهات السوق وتقديم الحلول. دون أن ننسى أنه من الضروري قراءة وتفسير المعلومات الواردة في البيانات بشكل صحيح.
2- خرائط مسار القيمة: بمجرد تحديد ما هو ذا قيمة بلا منازع بالنسبة للزبائن، من الضروري تحديد الوضع داخليًا، داخل المنظمة، من أجل جعل الأنشطة ذات القيمة المضافة تظهر ينبغي التخلص من الهدر.

في العالم الرقمي يعتمد على إنترنت الأشياء والبيانات الضخمة والتحليلات، سينتقل التركيز من العناصر المادية إلى البيانات والمعلومات. تصبح البيانات جوهر الرقمنة، ولذا يجب تحويل مبدأ التفكير الرشيق من انشطة القيمة المضافة إلى معلومات ذات قيمة مضافة. لذلك تحتاج الصناعة 4.0 إلى كفاءات في تحديد البيانات وإدارتها وتحليلها لخلق قيمة لعمليات الأعمال. في الواقع، يتم جمع البيانات في كل مكان، ولكن يجب تصفيتها من أجل الحصول على المعلومات الصحيحة لدعم القرار الصحيح.

جميع الحقوق محفوظة لمجلة الشرق الأوسط للعلوم الإنسانية والثقافية

لذلك، من الممكن أن نفترض أن في الصناعة 4.0 ، من خلال التقنيات الذكية، هو عامل تمكين للرشيق لأنه لا يسمح فقط بتحديد الأنشطة ذات القيمة المضافة، وانما أيضًا تقييم المعلومات، التي تعد كنزًا لا يقدر بثمن للشركات في عملية صنع القرار. الصناعة 4.0 تدعم خرائط مسار القيمة، وسيظل المفهوم كما هو توسع في البيانات يعد جوهر الرقمنة. ولن يكون هناك سوى انتقال من البيئة المادية إلى البيئة الرقمية، بناءً على البيانات.

3- التدفق: بعد القضاء على كل الأنشطة التي لا تخلق القيمة، يجب ترتيب الأنشطة المتبقية في تدفق. وراء مصطلح التدفق هو فكرة العملية التي يجب تنفيذها دون عوائق. لان العوائق أثناء العملية تعني الهدر،

ينبغي أن تتحرك القطع باستمرار، دون انقطاع. في المقابل، سيكون التركيز على البيانات: يجب ترتيب معلومات القيمة المضافة، التي تمت تصفيتها في المبدأ الثاني. اما مفهوم وقت سرعة الانجاز سيتطور takt–time إلى الوقت الفعلي وستتدفق البيانات والمعلومات حول المصنع الرقمي بالضبط في نفس اللحظة التي يتم إنشاؤها فيها. ومع تزايد الأهمية المعطاة لتدفق المعلومات والبيانات ستتيح الرقمنة إمكانية التتبع الكامل للإنتاج: في كل مرة وفي كل مكان وسيكون من الممكن التحكم في حالة كل مكون ومراقبتها على طول سلسلة التجهيز بأكملها، مما يدعم بكافة الأحوال المفهوم الأساسي للتدفق. بمعنى آخر، من الضروري ليس فقط صنع المنتج ولكن أيضًا تدفق مسار البيانات: إلى جانب التدفق المادي الذي يتم إدارته بواسطة منطق takt–time، سيكون هناك تدفق للبيانات المستمدة من أنظمة تكنولوجيا المعلومات وأنظمة المصنع، والتي ستصبح ذات قيمة عندما تدار في تدفق مستمر ويمكن تحليلها في الوقت الفعلي

4- السحب: بمجرد التخلص من جميع الهدر والمعوقات وتنفيذ العملية كتدفق مستمر، فإن الهدف النهائي هو إنتاج ما يريده الزبون فقط، في الوقت الذي يريده. لذلك، يتم سحب الإنتاج من قبل الزبون.

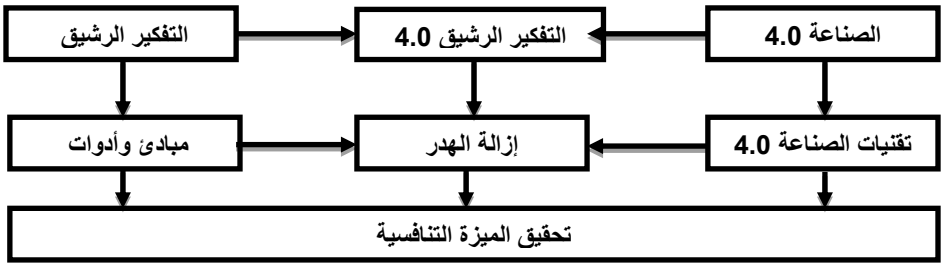
ما تحاول الصناعة 4.0 بيعه هو ليس فقط السلعة. إن اتجاهات السوق في الوقت الحاضر أقرب بكثير إلى الايصاء الواسع والتوجه نحو الخدمة: من المهم أن نقدم مع المنتج جميع الخدمات المتعلقة به. باتباع هذا المسار المنطقي، يمكن النظر إلى المبدأ الرابع على أنه تطور ضروري لمفهوم قديم، قائم على الإنتاج، إلى مفهوم موسع موجه نحو الخدمة، ناجم عن الصناعة 4.0. على سبيل المثال، يتيح انتشار الصناعة 4.0 في التصنيع الى الوصول الآمن عن بُعد إلى الأصول الموزعة، وتحسين دعم الصيانة وإنشاء خدمات جديدة مرتبطة بالمنتج. في كل مرة وفي كل مكان، يمكن تحليل البيانات الواردة من منتجات الزبائن، وتزويدهم بمعلومات ذات قيمة مضافة على الفور. أحد الأمثلة الرائعة على ذلك هو الصيانة التنبؤية: من خلال الاتصال الامن، يتم جمع البيانات من الأجهزة وتحليلها واستخدامها لاكتشاف الأخطاء والفشل المحتمل في مرحلة مبكرة. يمكن تحديد المشكلات عن بُعد وإبلاغ الزبائن بها وتصحيحها وتقليل وقت رد الفعل بشكل كبير

5- الكمال: يعني التحسين المستمر مواجهة المشكلات وحلها كل يوم، في عملية لا تنتهي أبدًا لخلق القيمة. يتم عمل كل شيء من أجل القضاء على أوجه القصور والانقطاعات في العملية، مما يؤدي إلى إنشاء تدفق مستمر يجذب الزبون. يحتاج كل عضو في المنظمة، من الإدارة العليا إلى آخر عامل، إلى تغيير في طريقة التفكير، والتي بموجبها يتم غرس هذا الموقف لمحاولة السعي المستمر لتحقيق الكمال، خطوة بخطوة، ووضعه موضع التنفيذ كل يوم، وفي كل نشاط يتم تنفيذه

جميع الحقوق محفوظة لمجلة الشرق الأوسط للعلوم الإنسانية والثقافية

الاستنتاج:

أنظمة الإنتاج ليست كما كانت عليه في السابق. سيواجه القرن الحادي والعشرون المؤسسات والشركات الصناعية بأجيال جديدة تمامًا من التقنيات والخدمات والمنتجات. ومن أجل مواجهة المنافسة في الأسواق العالمية ولضمان النجاح على المدى الطويل، يتعين على الشركات أن تتكيف مع أوقات التسليم القصيرة، وزيادة تنوع المنتجات وتقلبات السوق العالية، والتي من خلالها تكون الشركات قادرة على الاستجابة بشكل حساس وفي الوقت المناسب للتغيرات المستمرة وغير المتوقعة ويتمثل أحد الركائز الأساسية لمواجهة هذه التحديات هو تنفيذ تقنيات المعلومات والاتصالات الرقمية في أنظمة الإنتاج والعمليات التي تسمح بتطورات جديدة من خلال دمج بين العالم المادي والوصول السريع إلى البيانات ومعالجة البيانات عبر الإنترنت التي يطلق عليها الأنظمة المادية السبرانية التي حجر الأساس للصناعة 4.0 الجانب الثاني هو التفكير الرشيق الذي يعني إزالة الهدر ويمكن إزالته عبر تقنيات الصناعة 4.0 او تقنيات الذكاء الصناعي الرشيقة وبالتالي تعد الصناعة 4.0 عامل ميسر. كما يمكن تضمين مبادى التفكير الرشيق في صناعة 4.0 لإزالة الهدر وعند تحقيق ذلك في كلتا الحالتين ستؤدي الى الميرة التنافسية بسبب تحقيق أفضل جودة وخفض الكلفة –الشكل(3)



الشكل (3) تصور الباحثان حول التفكير الرشيق في ظل الصناعة 4.0

المصدر: من اعداد الباحثان

المصادر

1- Righi , da Rosa, R., Alberti, A. M., & Singh, M. (2020). *Blockchain Technology for Industry 4.0*. Springer Singapore.

2- Alves, A. C., Kahlen, F. J., Flumerfelt, S., & Siriban-Manalang, A. B. (Eds.). (2019). *Lean engineering for global development*. Cham: Springer International Publishing.

3- Bittencourt, V. L., Alves, A. C., & Leão, C. P. (2019). Lean thinking contributions for Industry 4.0: a systematic literature review. *IFAC-PapersOnLine*, *52*(13), 904-909.

4- Helmold, M., Terry, B. (2021) *Operations and Supply Management 4.0: Industry Insights, Case Studies and Best Practices*. Springer Nature.

5- Helmold, M. (2020). *Lean Management and Kaizen*. Springer International Publishing.

6- Ameri, F., Stecke, K. E., Von Cieminski, G., & Kiritsis, D. (Eds.). (2019). *Advances in Production Management Systems. Towards Smart Production Management Systems: IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2019, Austin, TX, USA, September 1–5, 2019, Proceedings, Part II* (Vol. 567). Springer Nature.

جميع الحقوق محفوظة لمجلة الشرق الأوسط للعلوم الإنسانية والثقافية

7- Fortin, C., Rivest, L., Bernard, A., & Bouras, A. (Eds.). (2019). *Product Lifecycle Management in the Digital Twin Era: 16th IFIP WG 5.1 International Conference, PLM 2019, Moscow, Russia, July 8–12, 2019, Revised Selected Papers* (Vol. 565). Springer Nature.

8- Phanden, K., Mathiyazhagen,K., Ravinder, K, Davim, J. , (Eds.). (2021). *Advances in Industrial and Production Engineering: Select Proceedings of FLAME 2020*. Springer.

9- Nayyar, A., & Kumar, A. (Eds.). (2020). *A roadmap to industry 4.0: Smart production, sharp business and sustainable development*. Springer.

10- Bettiol, M., Di Maria, E., & Micelli, S. (Eds.). (2020). *Knowledge Management and Industry 4.0: New Paradigms for Value Creation* (Vol. 9). Springer Nature

11- Kolberg, D., & Zühlke, D. (2015). Lean automation enabled by Industry 4.0 Technologies. IFACPapersOnLine,48(3), 1870–1875

12- Tortorella, G. L., & Fettermann, D. (2017). Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies. International Journal of Production Research, 56(8), 2975–2987

13- Ustundag, A., & Cevikcan, E. (2018). *Industry 4.0: managing the digital transformation*. Springer.

14- Taghavi, V., & Beauregard, Y. (2020). The relationship between lean and industry 4.0: Literature review.

15- Michael Sony (2018) Industry 4.0 and lean management: a proposed integration model and research propositions, Production & Manufacturing Research, 6:1, 416-432,

16- Liker, J. K. (2020). *Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill Education.

جميع الحقوق محفوظة لمجلة الشرق الأوسط للعلوم الإنسانية والثقافية