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

نظم تصنيع الجيل القادم: مقال مراجعة

Next Generation Manufacturing Systems: Article Review

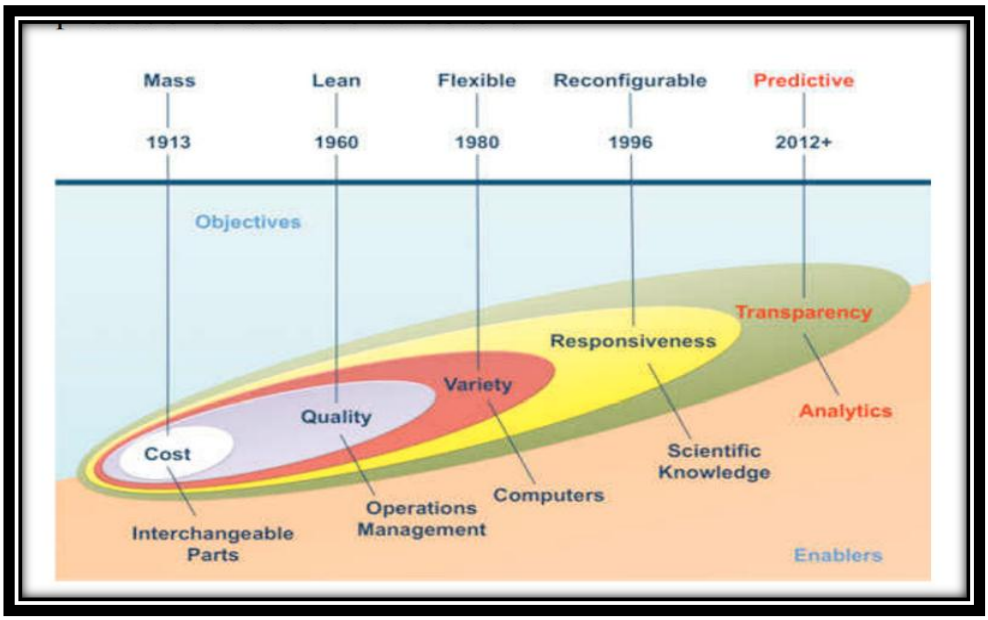
م .م. تبارك محمود شكر

كلية القانون / جامعة بغداد

tabark.m@colaw.uobaghdad.edu.iq

أولا: تطور وممكنات نظم التصنيع

أدى تطور اجهزة الكمبيوتر، وتوفير المزيد من المرونة للمعدات مثل الروبوتات الصناعية والأدوات الآلية. ومع ظهور "إنترنت الأشياء" وشبكات الاستشعار الذكية والآلات الذكية، أصبحت قضايا البيانات الكبيرة هي التحدي الذي يواجه التصنيع اليوم. ويبين الشكل رقم (1) تطور أنظمة التصنيع المختلفة.



شكل رقم (1) تطور أنظمة التصنيع

Source: Lee, Jay, Lapira, Edzel, Yang, Shanhu and Kao, Ann, 2013, Predictive Manufacturing System – Trends of Next-Generation Production Systems, 11th IFAC

Workshop on Intelligent Manufacturing Systems: The International Federation of Automatic Control, São Paulo, Brazil, p.p. 151.

تطورت أنظمة التصنيع على مدى عقود عديدة مدفوعة بالتقدم في تكنولوجيا الإنتاج، وأدوات الآلات، وتكنولوجيا المعلومات، والمواد، فضلاً عن تطور الاستراتيجيات التنظيمية التي تسعى إلى تقليل الكلفة، وزيادة الجودة والموثوقية، وتعظيم الإنتاجية والأرباح، وتعزيز القدرة على الاستدامة. وكان لانتشار تنوع المنتجات والرغبة في زيادة القدرة التنافسية من خلال التمايز تأثير كبير على تطور أنظمة التصنيع وحفز تطوير العديد من نماذج أنظمة التصنيع.

كان التطور السابق لأنظمة التصنيع، من الأنظمة المخصصة إلى الأنظمة المرنة والقابلة لإعادة التشكيل، مدفوعاً بالحاجة إلى إدارة التغيرات في تنوع وحجم المنتجات. يوضح الشكل رقم (2) المحاور الاربعة لتطور التصنيع والأنظمة.

محاور التطور			
المنتجات	التكنلوجيا	استراتيجية الاعمال	التصنيع / الانتاج
المنتجات الذكية، والهندسة المعمارية المعيارية المفتوحة الأشكال القابلة للتحويل، والخصائص والوظائف. الأشكال المعقدة، المواد المصنعة والبيولوجية. المواد الجديدة، المتطورة. أجهزة استشعار الاتصالات والشبكات لأجهزة القابلة للارتداء. الايصائية.	أجهزة الاستشعار، الاتصال، إنترنت الأشياء الصناعي، إنترنت الأشياء للزبائن، إنترنت الأشياء للإدارة، الجيل الخامس التصنيع الإضافي (ثلاثي الأبعاد ورباعي الأبعاد) الآلات والروبوتات الذكية ذاتية التحكم آلات متعددة الأغراض ومتعددة المهام، الذكاء الاصطناعي تحليل البيانات، الحوسبة السحابية، الواقع الافتراضي	البيانات/المعرفة الاستدامة، الاقتصاد الدائري، المسؤولية الاجتماعية التركيز على القيمة أنظمة المنتجات والخدمات الصناعية نظام الانتاج الاني الإنتاج (الدفع) التسويق (السحب)	نظم تصنيع الجيل القادم أنظمة التصنيع الذكية القابلة للتكيف التصنيع المتسارع والرشيق، شبكات الإنتاج العالمية الانتاج الواسع، التصنيع المرن والقابل لإعادة التشكيل

شكل رقم (2) ممكنات تطور نظم التصنيع

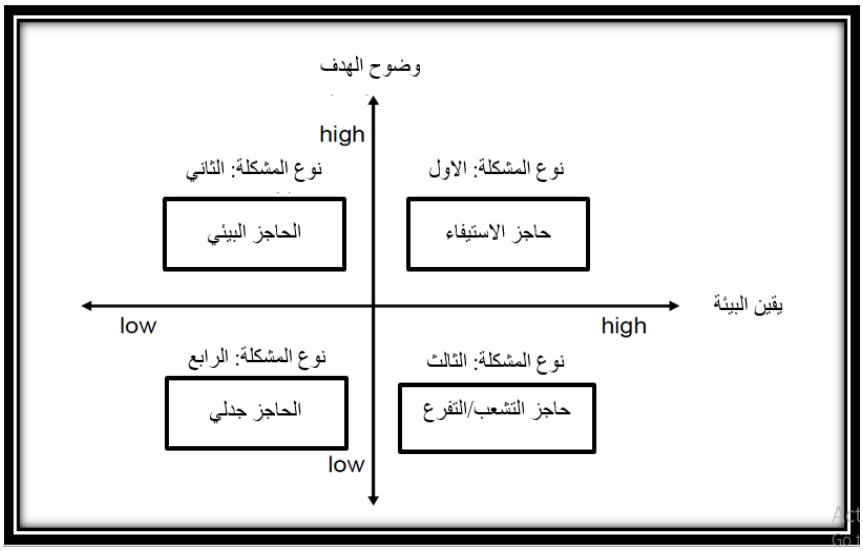
Source: ElMaraghy, Hoda, Monostori, Laszlo, Schuh, Guenther and ElMaraghy, Waguih, 2021, Evolution and future of manufacturing systems, CIRP Annals - Manufacturing Technology, Vol. (70), No. (2), p. (637). https://doi.org/10.1016/j.cirp.2021.05.008

ثانياً/ مفهوم نظم تصنيع الجيل القادم

يشير نظام تصنيع الجيل القادم (NGMS) إلى تطبيق المفاهيم والنماذج والمنهجيات وتقنيات المعلومات الجديدة، بهدف إعداد شركات التصنيع الى ان تصبح أكثر تنافسية في بيئة عالمية (Molina et al., 2005: 525). ونظرًا لأنشطة التصنيع التي تستهلك كمية كبيرة من الموارد وتؤدي إلى عبء كبير على البيئة والمجتمع، فإن معالجة التحديات العالمية التي تواجهها تتطلب مدخل تصنيع مستدام للنظر في وقت واحد في تأثيرات الأنشطة الصناعية على الاقتصاد والبيئة والمجتمع التي تعرف بالركائز الثلاث للاستدامة (Koren et al., 2018: 28).

ثالثاً/ المشكلات والتحديات التي تواجه نظم تصنيع الجيل القادم

يكتسب نموذج المنظمة الافتراضية أهمية متزايدة في التصنيع كأداة لمساعدة المنظمات على مواجهة مشكلات السوق المحتماة والسريعة التطور. لقد كانت تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (ICT) عامل تمكين في إعادة بناء النماذج الصناعية التقليدية. ومن أجل تحقيق خصائص منظمة التصنيع مثل: القدرة على التكيف والاتصال والمرونة وقابلية إعادة التشكيل والاستجابة، ستكون هناك حاجة لمواجهة عدة مشكلات يمكن تصنيفها من حيث درجتها كما في الشكل رقم (3). ولحل مشكلة ما بكفاءة، من الضروري التعرف المبكر على نوع المشكلة. ومن ثم يجب اختيار أسلوب الحل المناسب.



شكل رقم (3) أنواع المشكلات وعوائقها.

Source: Brezocnika, Miran, Balica, Joze, and Brezocnik, Zmago, 2003, Emergence of intelligence in next-generation manufacturing systems, Robotics and Computer Integrated Manufacturing, vol., 19, p. 57.

- أبسط نوع من المشكلات يتضمن حاجز الاستيفاء، اذ ان البيئة ثابتة والغرض محدد بوضوح. على الرغم من الطبيعة الجيدة التنظيم لهذا النوع من المشكلات.
- عدم اليقين البيئي يسبب الحواجز البيئية ولتحقيق الهدف يجب أن تؤخذ الخصائص البيئية الجديدة بعين الاعتبار.
- يؤدي حل المشكلات ذات الحاجز المتباعد إلى صعوبات إضافية نظرا؛ لأن الغرض غير محدد بوضوح، وإن غياب التعريف الواضح للغرض عادة ما يكون نتيجة للتعارض بين مختلف الأهداف المحتملة. ومن ثم فإن بعض الحلول التي يتم الحصول عليها في مثل هذه الظروف تكون غير عادية تماما لحلها بشكل مناسب، اذ تتطلب تحليلا تفصيليا للهدف.
- في حالة الحاجز الجدلي، يتطلب مدخل الحل التكيف المستمر مع الهدف الذي تم التعبير عنه بشكل ضعيف ومع البيئة الديناميكية. وغالبا ما يتم الوصول إلى الحالة المرغوبة للنظام المرصود؛ بسبب تعقيد النظام والتفاعلات المتبادلة بين الغرض المتغير والبيئة الديناميكية.

فضلاً عن ما تقدم، تطور مفهوم المنتج من المنتج المادي إلى مفهوم المنتج ذات الوظائف المتعددة نتيجة للسوق العالمية التنافسية حيث يتعين على الشركات المصنعة تعبئة منتجاتها بخدمات إضافية لجعل منتجاتها أكثر جاذبية للزبائن. وبهذا المعنى، يجب أن تمثل منتجات الجيل القادم حلولا عالية الجودة وبأسعار معقولة ومخصصة للزبون، بما في ذلك إمكانات تقديم الخدمة مثل: التشخيص في الوقت الفعلي، والصيانة، والأمن، وإمكانية التتبع، والتوجيه الذاتي، والترفيه، فضلاً عن ذلك، يجب أن تكون هذه المنتجات صديقة للبيئة، مما يعني أنها يجب أن تكون مصنوعة من مواد قابلة للتحلل، ويتم إنتاجها بأثر بيئي منخفض ومصممة لإعادة التدوير.

جميع هذه الاتجاهات تدفع المتطلبات والتطورات الخاصة بأنظمة التصنيع للجيل القادم (NGMS) نحو ستة تحديات كبرى تتضمن ذلك (Romero et al., 2009: 630):

1. تحقيق التزامن في جميع العمليات من أجل تقليل وقت وصول المنتجات إلى السوق.
2. دمج الموارد البشرية والتكنولوجية لتعزيز أداء القوى العاملة للعمل كمنظمة تستجيب للزبائن.
3. تحويل التلقائي للمعلومات المتنوعة إلى معرفة مفيدة لدعم اتخاذ القرارات الفاعلة.
4. تقليل الهدر في الإنتاج والمنتجات ذات التأثير البيئي (استبدال المواد والمواد الخطرة) إلى "ما يقرب من الصفر" من أجل أن تصبح منظمة تصنيع صديقة للبيئة ومستدامة.
5. إعادة تشكيل منظمة التصنيع (إنشاء منظمات افتراضية) بسرعة استجابة للاحتياجات والفرص المتغيرة.
6. تطوير عمليات ومنتجات تصنيع مبتكرة مع التركيز على تقليل الهدر.

رابعاً/ تطبيقات الواقع الافتراضي لنظم تصنيع الجيل القادم

اشار (Rubio et al., 2005: 602) الى المساهمات الرئيسية في هذا المجال:

1. التصميم الافتراضي: تقليديا، تم استخدام لوحات المفاتيح والفأرة (الماوس) لإدخال البيانات في أنظمة التصميم بمساعدة الكمبيوتر (CAD). اما في الوقت الحاضر فقد تم استخدام أجهزة الواقع الافتراضي مثل القفازات أو الأجهزة الصوتية لأداء هذه المهمة، مما يسمح للمستخدم بالتفاعل مع الكمبيوتر بطريقة أكثر طبيعية وتبسيط التصميم الهندسي.

2. الموقع الافتراضي: في كثير من الأحيان يتم فصل المصممين والمصنعين جغرافيا، تزيد هذه الحقيقة من أهمية تطوير الأدوات التي تسهل التعاون أثناء مرحلة التصميم وتجنب العيوب التي قد ينطوي عليها الفصل المادي. إن وجود بيئة افتراضية في الشبكة كمساحة تصميم افتراضية مشتركة يمكن للأشخاص العمل فيها في وقت واحد هو وسيلة لتجنب هذه المشكلات.

3. النماذج الأولية الافتراضية: على الرغم من أن أنظمة CAD قد خفضت الحاجة إلى نماذج أولية مادية بين مرحلتي التصميم والتصنيع، إلا أنه في المواقف المعقدة، يعد بناء النموذج الأولي أمراً ضروريا للتحقق من نموذج CAD قبل البدء في التصنيع.

4. التصنيع الافتراضي: هو محاكاة عملية تصنيع معروفة عن طريق بيئة افتراضية وهذه التقنية مفيدة لاختبار متغيرات الإنتاج الجديدة وتحليل إمكانيات تنفيذها.

5. تخطيط التجميع والتفكيك: ويتضمن التجميع والتفكيك وإمكانية الوصول وتوزيع الأجزاء. والواقع الافتراضي يسمح للمستخدمين بالتفاعل مع النماذج الافتراضية التي أنشأها الكمبيوتر بنفس الطريقة التي يتفاعلون بها مع الكائنات الحقيقية بحيث يمكن التعرف على مشكلات التجميع بسهولة.

6. تخطيط الصيانة: تتطلب صيانة المنتج عادة إزالة الأجزاء القديمة وتركيب أجزاء جديدة.

وبذلك يجب أن تلبي نظم تصنيع الجيل القادم المتطلبات الاساسية الاتية (Romero et al., 2009: 632-633):

1. تكامل المنظمة على المستويين داخل المنظمة وفيما بينها من خلال دمج جميع الأنظمة داخل المنظمة مع أنظمة شركائها لتحقيق "المنظمة المتكاملة تمامًا".
2. منظمة تتعامل مع إدارة المواد والمكونات والقوى العاملة والمعدات والمعلومات في بيئة موزعة جغرافياً.
3. بيئة غير متجانسة ومكونات برمجية وأجهزة تتفاعل بين أنظمة التصنيع والمعلومات.
4. إمكانية التشغيل البيني بين هذه البرامج ومكونات الأجهزة.
5. هياكل مفتوحة وديناميكية تتمتع بقدرات إعادة التشكيل التي تسمح بإضافة و/أو إزالة أنظمة/موارد جديدة أو تعديل الأنظمة/الموارد الموجودة في النظام دون إيقاف أو إعادة تهيئة وظائفه التشغيلية.
6. التعاون بين جميع أصحاب المصالح والشركاء الجدد المحتملين، ومنهم الزبون في شبكة القيمة.
7. تكامل الافراد مع تطبيقات البرمجيات والأجهزة لتحقيق نظام تصنيع متوازن مع المزيج الصحيح من الأنشطة المؤتمتة والبشرية عبر دورة حياة المنتج.
8. المواكبة بوصفها القدرة على التكيف مع بيئة التصنيع عن طريق إعادة التشكيل والتفاعل بسرعة مع الأنظمة.
9. قابلية التوسع لدمج أنظمة/موارد جديدة حسب الحاجة.
10. تحمل الخطأ باعتباره القدرة على اكتشاف أعطال النظام والتفاعل معها والتعافي منها من أجل تقليل تأثيرها على بيئة التصنيع.

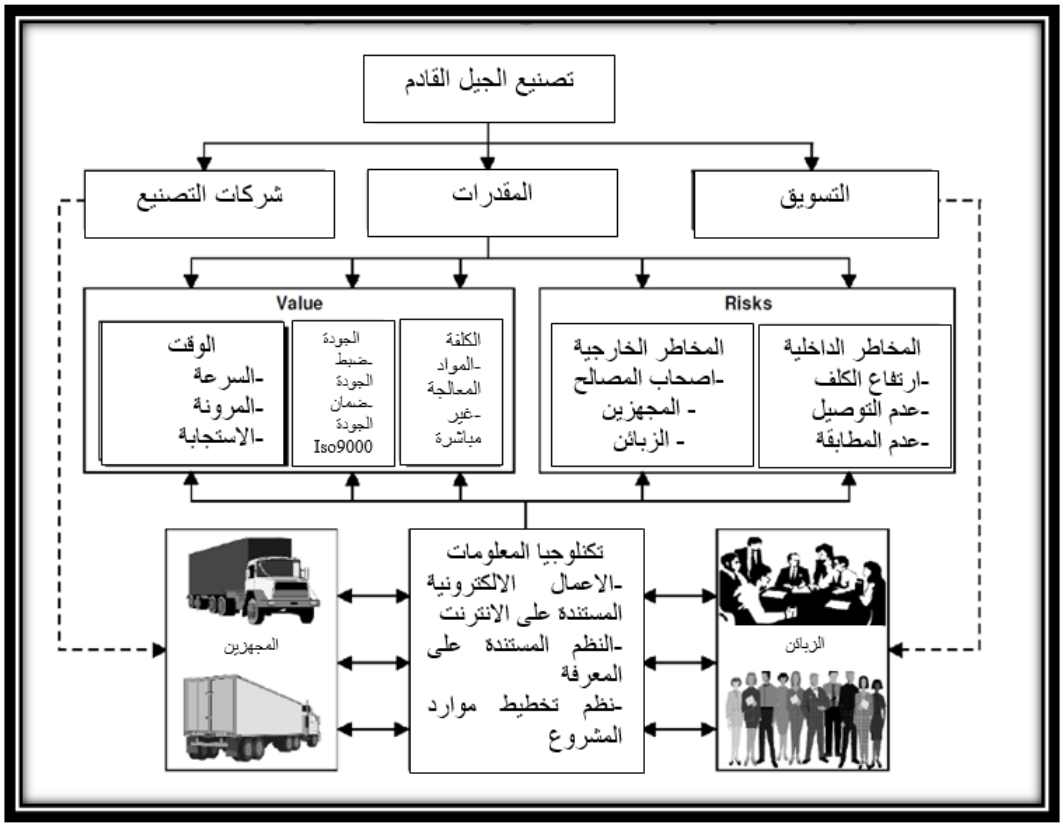
خامساً/ نظم تصنيع الجيل القادم وتكنولوجيا المعلومات

من المرجح أن تهيمن متطلبات التحول المنظمي على جدول أعمال وظائف تكنولوجيا المعلومات لمصنعي الجيل القادم. ومن المحتمل أن تظهر العديد من المشكلات الإدارية على جدول أعمال تكنولوجيا المعلومات. مما قد يحظى البحث عن التضافر بين الشركات وداخلها بأولوية أكبر. ومع ازدياد عدد الشركات المصنعة التي أصبحت متصلة بالشبكات لاحتضان الزبائن والمجهزين، يمكن أن يصبح توافق الأنظمة مشكلة أكثر أهمية.

المنافسة والتقدم التكنولوجي واحتياجات الزبائن المتغيرة باستمرار أدت إلى تطور مستمر في الاستراتيجيات التنافسية. وفي هذا التطور، ظهرت ثلاثة مكونات لتكنولوجيا المعلومات كأدوات لتحقيق ميزة تنافسية مستدامة وهي:

- الأعمال التجارية الإلكترونية القائمة على الإنترنت. و
- نظم إدارة المعرفة. و
- تكامل المنظمات باستخدام أنظمة تخطيط موارد المشروع (ERP).

يقدم الشكل رقم (3) نموذجا يوضح دور تكنولوجيا المعلومات في انظمة تصنيع الجيل القادم الذي يصف مدى أهمية الوقت والجودة والكلف في القيمة المضافة في نظم تصنيع الجيل القادم ويحدد المخاطر (الخارجية والداخلية) كمجموعة حاسمة من العوامل للأداء.



شكل رقم (3) دور تكنولوجيا المعلومات في تعزيز قدرة الشركة المصنعة للجيل القادم.

Source: Soliman, Fawzy, Youssef, Mohamed, 2001, The impact of some recent developments in e-business on the management of next generation manufacturing, International Journal of Operations and Production Management, Vol. 21, No. 5/6, p.540. https://doi.org/10.1108/01443570110390327

قد تفتقر بعض الشركات الى القدرة على التكيف مع السوق المتغير بسرعة ومتطلبات الزبائن المتزايدة، لذلك، تعتمد الهندسة الصناعية بوصفها المهنة الرائدة التي يقوم ممارسوها بتخطيط وتصميم وتنفيذ وإدارة أنظمة الإنتاج وتقديم الخدمات المتكاملة التي تضمن الأداء والموثوقية وقابلية الصيانة والالتزام بالجدول الزمني والتحكم في الكلف. وتسعى إلى تحقيق هدف تغيير الشركات باستخدام طرق وأساليب جديدة. والطرق المهمة في الهندسة الصناعية المتقدمة هي (Micieta et al., 2014: 101-102):

1. تطوير تكنولوجيات المعلومات والاتصالات التي ستستمر في التأثير على جميع التخصصات الهندسية، بما في ذلك تعليم المهندسين الصناعيين.
2. الجمع بين الذكاء الاصطناعي والروبوتات لخلق مساحة لتطوير التصنيع التكيفي والأجهزة الذكية وتطوير أنظمة التصنيع الذكية.
3. ستنتقل الهندسة الصناعية المتقدمة بشكل متزايد إلى مجال الاستشارات والخدمات على حساب الإنتاج التقليدي (خدمات البحث والتطوير، الخدمات المتعلقة باستخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، الاستشارات الإدارية، الخدمات المتعلقة بإدارة المنظمة).
4. التطوير الكبير للواقع الافتراضي والمصنع الرقمي ودمجهما في تطبيقات التصميم.
5. استخدام المعرفة بإدارة سلسلة التجهيز في المنظمات الافتراضية.
6. التضافر بين الشبكات لخلق قيمة مضافة.
7. تكامل الإنسان وقاعدته المعرفية في عمليات التصنيع

سادساً/ خلاصة المراجعة: بعد الحرب العالمية الأولى، وعندما ارتفع الطلب على السلع والمنتجات المصنعة بشكل كبير، تم إنشاء خطوط تجميع الإنتاج الواسع لإنتاج كميات كبيرة من الوحدات المعيارية. وكانت هذه المنهجية رائدة انذاك والتي تم نشرها من قبل (Henry Ford). تتمثل ميزة استخدام الإنتاج الواسع في تقليل كلف الإنتاج التي تأتي من استخدام الأجزاء القابلة للتبديل حيث يمكن لجزء واحد أن يحل محل جزء آخر بسهولة بدلا من بناء منتج كامل من البداية.

ثم دخلت تقنية جديدة الى مجال التصنيع والتي عرفت بنظام إنتاج تويوتا (TPS) للحد من الفارق في الإنتاجية بين الصناعات التحويلية اليابانية والغربية. اذ ان المبدأ الأساسي لنظام TPS هو تقليل كلف الإنتاج عن طريق تقليل مصادر الهدر، التي كانت شائعة في أنظمة الإنتاج الواسع، بما في ذلك الافراط بالإنتاج، والانتظار، والنقل، والتجهيز، والمخزون، والحركة والعيوب.

الجهود البحثية في مجال نظم تصنيع الجيل القادم والتي تعرف اختصاراً بـ(NGMS) تبين ان بدايات نظم التصنيع للجيل القادم تجسدت بنظام تويوتا للإنتاج الذي يؤكد على القضاء على الضياع في كل من الزمن والمال في

عمليات التصنيع. في نظام يمكن ان يوصف باطار العمل المنظم الذي يمكن الشركات من فهم واتقان التعقيد المتأصل في بيئة تنافسية فضلاً عن تلبية احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الجيل القادم كما يتيح لها تقييم الاتجاهات الناشئة باستمرار وتعديل استراتيجياتها وفقاً لذلك. الامر الذي قد يمهد الى ان يكون الذكاء جزء اساسياً من سمات تلك الشركات للتغلب على المشكلات غير المتوقعة التي قد تحدث مستقبلاً. لأن الشركات الصناعية التي تتميز بأنها أكثر حيوية وديناميةفي اسواق اليوم تعمل مع زيادة كبيرة للمطالبة بتخصيص المنتج وتنوعه واوقات التسليم الاقصى وتوقعات اعلى لتحسين كبير في مواعيد التسليم والموثوقية للخدمة وعندما تقترن هذه الضغوطات بالتعقيد الملازم للعديد من الشركات الصناعية وشبكات الانتاج والامداد والخدمة تظهر مدى الحاجة الى نظم تصنيع تستوعب كل هذه الظواهر ولهذا برز تفكير ما يعرف بـ(NGMS).

المصادر

1. Brezocnika, Miran, Balica, Joze, and Brezocnik, Zmago, 2003, Emergence of intelligence in next-generation manufacturing systems, Robotics and Computer Integrated Manufacturing, vol., 19.
2. Choi, Byoung K., and Kim, Byung H., 2000, A Human-Centered VMS Architecture for Next Generation Manufacturing, Proceedings of 2000 International CIRP Design Seminar, May 16-18 .https://www.researchgate.net/publication/228556748
3. ElMaraghy, Hoda, Monostori, Laszlo, Schuh, Guenther and ElMaraghy, Waguih, 2021, Evolution and future of manufacturing systems, CIRP Annals - Manufacturing Technology, Vol. (70), No. (2). https://doi.org/10.1016/j.cirp.2021.05.008
4. Koren, Yoram, Gu, Xi, Badurdeen, Fazleena and Jawahir, I.S., 2018, Sustainable Living Factories for Next Generation Manufacturing, Procedia Manufacturing, 15th Global Conference on Sustainable Manufacturing, Vol. (21). https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.091
5. Lee, Jay, Lapira, Edzel, Yang, Shanhu and Kao, Ann, 2013, Predictive Manufacturing System – Trends of Next-Generation Production Systems, 11th IFAC Workshop on Intelligent Manufacturing Systems: The International Federation of Automatic Control, São Paulo, Brazil. https://www.researchgate.net/profile/Jay-Lee 27/publication-Systems.pdf
6. Micieta, Branislav, Binasova, Vladimira and Haluska, Michal, 2014, the approaches of Advanced industrial engineering in next generation manufacturing system, COMMUNICATIONS, vol. 3A, https://doi.org/10.26552/com.C.2014.3A.101-105
7. Molina, A., Rodriguez, C. A., Ahuett, H., Cortes, J. A., Ramirez, M., Jimenez, G., and Martinez, S., 2005, Next Generation Manufacturing Systems: Key Research Issues in Developing and Integrating Reconfigurable and Intelligent Machines, International Journal

of Computer Integrated Manufacturing, Vol. 18, No. 7. https://doi.org/10.1080/09511920500069622

8. Romero, David, Rabelo, Ricardo J., Hincapie, Mauricio and Molina, Arturo, 2009, Next Generation Manufacturing Systems and the Virtual Enterprise, Proceedings of the 13th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing, June 3-5, Moscow, Russia, Vol. 42, No. 4. https://doi.org/10.3182/20090603-3-RU-2001.0196
9. Rubio, E. M., Sanz, A. and Sebastian, M. A., 2005, Virtual reality applications for the next-generation manufacturing, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Vol. 18, No. 7. https://doi.org/10.1080/09511920500069259
10. Soliman, Fawzy, Youssef, Mohamed, 2001, The impact of some recent developments in e-business on the management of next generation manufacturing, International Journal of Operations and Production Management, Vol. 21, No. 5/6. https://doi.org/10.1108/01443570110390327