أثر استخدام البرمجيات في عمليات إنتاج بلاط سيراميك المصنع الذكي (دراسة حالة)

The effect of using software on the production processes of smart factory ceramic tiles (case study)

أ.د/ أيمن علي جودة

أستاذ ورئيس قسم الخزف السابق - كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان

Prof. Ayman Ali Gouda

Professor of ceramics Department - faculty of Applied Arts- Helwan University

أ.م.د/ منى محمود شمس الدين

أستاذ مساعد بقسم الخزف - كلية الفنون التطبيقيه – جامعة حلوان

Assist. Prof. Dr. Mona Mahmoud Shams Elden

Assistant Professor of ceramics Department - faculty of Applied Arts- Helwan University

م. م/ ايه نزيه محى ابوليله

مدرس مساعد بقسم الخزف – كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان

Assist. Dr. Aya Nazeh Mohey Abo Lala

Teaching Assistant of Ceramics Department –Applied Arts faculty- Helwan University

ayanazeh@a-arts.helwan.edu.eg

• الملخص:

ناقش البحث أثر تطبيق بعض مفاهيم هندسة وتصميم أداة الجدولة وبرامج النمذجة في حل مشاكل إنتاج بلاط السيراميك عامة، وخاصة في أنظمة عمليات المصنع الذكي، وذلك من خلال الاستفادة من حجم البرمجيات ونماذج الجدولة، التي نأمل في التوسع في تطبيقها وتنفيذها في قطاع صناعة السيراميك في مصر، ونشر خبرة تطبيقاتها. ثم قدم البحث نموذجًا لعملية الإنتاج تصف بالتفصيل التطور الكبير في نظم عمليات إنتاج بلاط السيراميك الذكية كدراسة حالة لإحدى الشركات العالمية في الصناعة وقطاع السيراميك، نركز فيها على التنمية في قطاع بلاط السيراميك من خلال الاستفادة من نظم الجدولة المطورة؛ وذلك لنمذجة المشاكل لإيجاد الحلول رقميًّا باستخدام برامج الحاسوب. ووضح البحث أيضًا أهمية تطبيق البرمجيات ونظم جدولة التصنيع في تحسين جودة منتج السيراميك مع تقديم نماذج للجدولة، ودراسة حالة لمصنع ذكي لإنتاج السيراميك تستخدم النهج الرقمي وتطبق برامج ذكية على جميع خطوطه لإنتاج بلاط السيراميك بجميع المتغيرات. وتناول البحث كذلك الصناعة ٤,٠ وأهم خصائصها وفوائدها لإجراء تحسينات في العملية الصناعية، وأيضًا تناول إدارة دورة حياة المنتج بالمصانع الذكية من خلال مصنع مسحوق ذكي لجسم السيراميك، والابتكارات المصممة لتحسين كفاءة العملية، وخط إنتاج ذكي تضمن خطوط التشكيل والتجفيف والديكور والحريق لبلاط وألواح السيراميك في أفضل الظروف الممكنة؛ لتحقيق أعلى مستويات الجودة والإنتاجية والمرونة التشغيلية. وبيّن البحث أن المكابس الهيدروليكية الكبيرة المبتكرة بالإضافة إلى تقنية الديكور Deep Digital، تعدّ أحدث ما توصلت إليه الصناعة، وأن الآلات الحرارية الجديدة (المجففات والأفران) تضمن معايير الجودة العالية، وفي الوقت نفسه، تقلل من استهلاك الطاقة والأثر البيئي، وأن التخزين الذكي الذي يسمح بتنظيم الإنتاج على دفعات، يسهل تغيير المنتج ويزيد من كفاءة إنتاج السيراميك، وذلك اعتمادًا على أمر العمل، وأن مجموعة واسعة من الآلات تقدم الفرز وتعبئة البلاط والألواح الكبيرة، وأيضًا سلاسل التوريد الذكية.

الكلمات الرئيسية

برامج التصنيع الرقمية؛ بلاط السيراميک؛ دراسة حالة

•abstract:

The research discussed the impact of the application of some concepts of engineering and design of scheduling tool and modeling programs in solving problems of ceramic tile production in general, especially in smart factory operations systems, by taking advantage of the size of software and scheduling models, which we hope to expand their application and implementation in the ceramic industry sector. In Egypt, and the dissemination of the experience of its applications. Then the research presented a model of the production process that describes in detail the great development in the smart ceramic tile production process systems as a case study for one of the international companies in the industry and the ceramic sector, in which we focus on the development in the ceramic tile sector by making use of the developed scheduling systems; This is to model problems to find solutions digitally using computer programs. The research also clarified the importance of applying software and manufacturing scheduling systems in improving the quality of the ceramic product with the provision of scheduling models, and a case study of a smart factory for ceramic production that uses the digital approach and applies for smart programs on all its lines to produce ceramic tiles with all variables. The research also dealt with Industry 4.0 and its most important characteristics and benefits for making improvements in the industrial process, as well as addressing product life cycle management in smart factories through a smart powder factory for the ceramic body, innovations designed to improve process efficiency, and a smart production line that ensures forming, drying, decorative and fire lines for ceramic tiles and plates in the best possible conditions; To achieve the highest levels of quality, productivity, and operational flexibility. The research showed that the innovative large hydraulic presses in addition to the decoration technology deep Digital, is the latest in the industry, and that the new thermal machines (dryers and ovens) guarantee high-quality standards, and at the same time, reduce energy consumption and environmental impact, and that smart storage that allows production to be organized in batches, facilitates product change, and increases the efficiency of ceramic production. Depending on the work order, a wide range of machines offers to sort and pack for large tiles and slabs, as well as smart supply chains.

Keywords:

digital fabrication software; Ceramic tile; Case Study

مصطلحات البحث

• **المصنع الذكي The smart factory :** هو طرق تنفيذ الإنتاج استنادًا إلى الأنظمة والآلات الذكية؛ لجعل عملية التصنيع من أفضل حلول البرمجة والجودة، وأيضًا على أساس ذكي للمنتجات، ولديها القدرة والمرونة لتلبية تغييرات التصميم أو تعديل الإنتاج لمعالجة ما يفضله العميل في تصميم المنتجات.

• **البرمجيات software**: هي برمجيات متكاملة تستخدم في عمليات الإنتاج، مثل: MRP، البرمجيات، برامج التصنيع متعددة الإمكانات. وبرنامج جدولة التصنيع هو الأنسب للعمليات المتخصصة في MTO، أو التجميع حسب الطلب (ATO)، وفي العمليات السريعة. الجدولة المتعددة منها برامج جدولة التصنيع- Odoo MRP- Manufacturing Reinvented التصنيع+ MES + Maintenance + PLM + Quality

• **برامج التصنيع الرقمية في عمليات إنتاج البلاط السيراميك:** هي برامج خاصة تصممها الشركات العالمية، ومخصصة لإنتاج السيراميك، والميزة أن هذه الشركات تطبقها في مصانعها العالمية لإنتاج السيراميك، مثل: برامج Prime، وبرنامج RPD، ومنصة خدمات برمجية من مجموعة مصانع نظام السيراميك System Ceramics- Prime ، منصة التصنيع الرقمي المعززة HERE ٤,٠ للبلاط. إمكانية تطبيق الرقمنة للاستفادة من تحسيناتها، فهي سريعة وكبيرة في جميع الأنشطة المتعلقة بالتخصصات داخل التخصصات في مرافق التصنيع.

• **جدولة التصنيع manufacturing scheduling:** هي عملية الترتيب والتحكم وتحسين العمل وأعباء العمل في عملية الإنتاج أو عملية التصنيع، وذلك من خلال تطبيق أنظمة جدولة التصنيع واستخدام وتخطيط عمليات الإنتاج، وتكاملها مع البرمجة بدءًا من المستوى الأساسي الذي يتم فيه عرض قضايا إجراءات النمذجة والحلول في ممارسة التمهيد؛ حيث يمكن أن تكون عوامل النجاح، وأوجه القصور، والدروس المستفادة.

• **سيراميك ٤,٠ :** هو بلاط السيراميك الذكي، ويكون ذلك من خلال التحكم الديناميكي في العملية باستخدام أنظمة الصناعة ٤,٠، ورقمنة الإنتاج المستدام لنموذج التصنيع الذكي، والتحكم في دورة إنتاج السيراميك بالكامل من خلال الرقمية الكاملة للعمليات، واستخدام الموارد المشتركة والإدارة الفعالة للبيانات المجمعة. **(مرجع رقم ٢٧)**

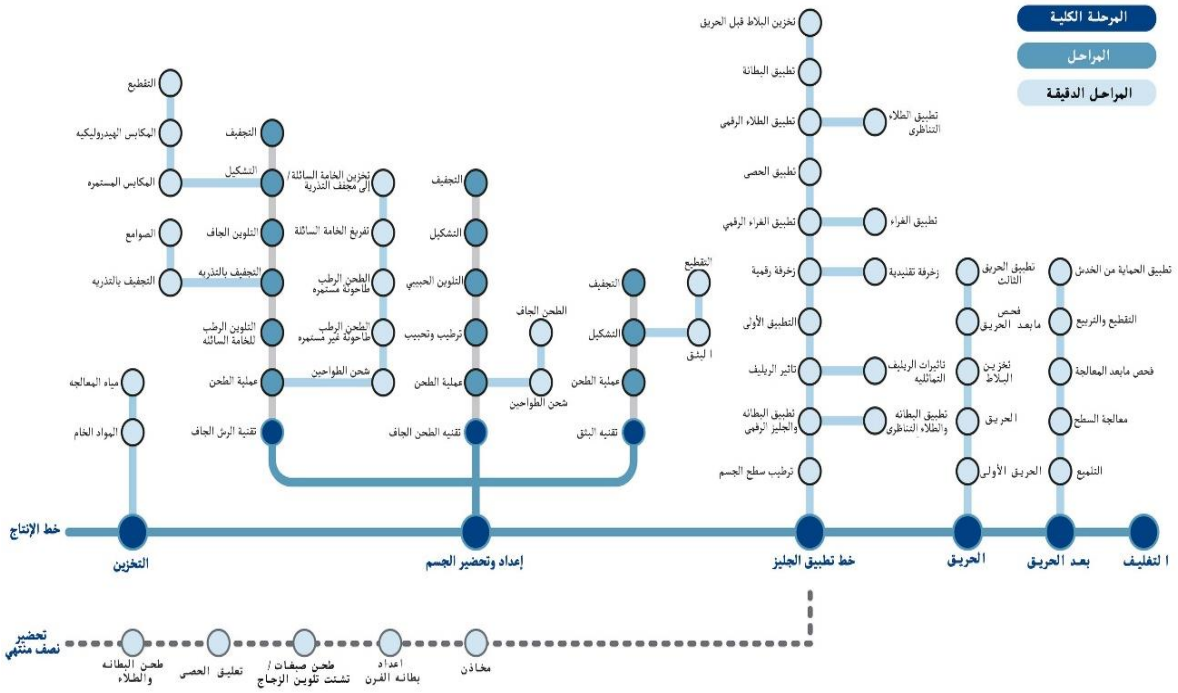
• **الصناعة Industry4.0 :** نهج منقح للتصنيع الذي يستخدم أحدث الاختراعات التكنولوجية والابتكارات، يتم دمج التكنولوجيا التشغيلية والمعلوماتية والاتصال؛ لزيادة مستويات التشغيل الآلي ورقمنة الإنتاج في العمليات التصنيعية والصناعية.

مقدمة:

يمثل الاتجاه المستقبلي لصناعة السيراميك من خلال الحفاظ على مكانة الصناعة الرائدة عالميًا في التجارة العالمية ذروة التحول الرقمي لهذه الصناعة، طالما أن الشركة قادرة على التعامل مع إعادة تعريف السوق وإعادة التصميم المستمر، فإن صناعة السيراميك ستستمر في الازدهار. تطور متطلبات وخواص صناعة مواد البناء السكنية التقليدية تعمل على توسيع سوقها لتشمل الشركات المصنعة للسيراميك الأكثر تقدمًا وابتكارًا، والتصاميم الذكية (التنظيف الذاتي والتكييف)، والبلاط المستدام أو السيراميك الموفر للطاقة مجالات استخدامية جديدة. مشكلة ويجب أن تستثمر شركات الخزف في تقنيات جديدة لمزامنة عملية الإنتاج مع الصناعة، وأن الانتقال من التصنيع التقليدي إلى التصنيع الرقمي هو الخطوة الأولى فقط، ولا يكفي وحده بدون خطة عمل تدمج جميع مجالات الشركة. تحتاج صناعة بلاط السيراميك الفعلية في مصر إلى عملية إنتاج ديناميكية، وذلك من خلال تطبيق منصة خدمات برمجية احترافية صممها مصنع سيراميك دولي، ومعالجة عمليات التخصيص الشامل المستمر للإنتاج، والحاجة إلى الاعتماد على التنوع والحصرية التنافسية للإنتاج المتخصص.

تعد برمجة الإنتاج هي المشكلة الرئيسية في صناعة بلاط السيراميك وتخصيص المنتج، ويعد تقليل الكمية - من حيث إمكانية معالجة الأجزاء الخاصة- تحديًا جديدًا يجب أن يواجه مصنعو السيراميك المحدثون؛ لذا يلزم وجود تطبيقات برمجية قوية ومرنة. وتعد الرقمنة الكاملة للعملية واستخدام الموارد المشتركة والإدارة الفعالة للبيانات العناصرَ الأساسية للتنمية المستدامة لنموذج التصنيع الجديد، وهي محاكاة دورة إنتاج تحت السيطرة (دورة إنتاج السيراميك)، ويهتم البحث بالتحول الرقمي لشركات تصنيع السيراميك العالمي، وتطوير أساليب عمل جديدة توفر الحلول في فترة زمنية أقصر للمنتج، كل ذلك يكون مقترنًا باحتياجات العملاء وعمليات الإنتاج المرنة، وذلك بمساعدة التكنولوجيا الرقمية الجديدة لتخصيص المنتجات، ويسمح نظام التكامل والربط البيني بتنظيم تدفق المعلومات لإنتاج السيراميك بالكامل في المصنع، لا تضمن التوازن المنظم والتنفيذ

الصحيح للعمليات فحسب، بل تساعد أيضًا في إعطاء منتجات السيراميك خصائصها الفنية والجمالية، فضلاً عن القضايا المتعلقة بإنتاج السيراميك (القضايا الرئيسية)، وبعضها غير مرئي على السطح، فكل مرحلة من مراحل عملية إنتاج السيراميك صورها عديدة ومستمرة، وتؤثر على المرحلة التالية، تمامًا مثل الخطة السابقة، يركز المرء فيها على الأنشطة اليومية ومشاكل مسار منتجي السيراميك **(شكل ١) (المرجع ٢٩)**، وفهم طبيعة المنتج من خلال تطوير حلول مصممة خصوصًا حول معلمات العملية المتغيرة باستمرار لصناعة السيراميك. **(المرجع١)**



مخطط يوضح خريطة العديد من عمليات إنتاج السيراميك المتعلقة بترتيب العملية، والمشاكل والحلول غير المرئية للعين المجردة، وأن مراحل عملية إنتاج السيراميك تستمر في الظهور بسبب العديد من المتغيرات أو معلمات كل متغير أو معلمة. (الشكل ١). (الرقم المرجعي١٧)

يناقش البحث اشكاليتين أولا ضعف استثمار شركات الخزف في تقنيات جديدة متطورة لمزامنة عملية الإنتاج مع الصناعة، تحتاج صناعة بلاط السيراميك الفعلية في مصر إلى عملية إنتاج ديناميكية، وذلك من خلال تطبيق منصة خدمات برمجية احترافية صممها مصنع سيراميك دولي، ومعالجة عمليات التخصيص الشامل المستمر للإنتاج، والحاجة إلى الاعتماد على التنوع والحصرية التنافسية للإنتاج المتخصص. ثانيا: الانتقال من التصنيع التقليدي إلى التصنيع الرقمي هو الخطوة الأولى فقط، ولا يكفي وحده بدون خطة عمل تدمج جميع مجالات الشركة خريطة العديد من عمليات إنتاج السيراميك المتعلقة بترتيب العملية، والمشاكل والحلول غير المرئية للعين المجردة، وأن مراحل عملية إنتاج السيراميك تستمر في الظهور بسبب العديد من المتغيرات أو معلمات كل متغير أو معلمة. كما تكمن أهمية البحث في إمكانية تطبيق الأساليب الرقمية القياسية والقابلة للتطوير، وسهولة تنفيذها في تطوير صناعة السيراميك الرقمية أو الذكية في مصر. وأن برنامج التصنيع الرقمي يسمح بالتحكم الرقمي الكامل في عمليات المصنع، ويعمل كحلقة وصل بين بيئة الإنتاج وتخطيط موارد المؤسسات، مما يتيح للمصنعين التحكم في جميع تدفقات البيانات من جانب الإنتاج، وتحسين التحكم العام في المصنع من خلال إنتاج أفضل وأسرع، ومن هنا تتحول العملية إلى رقمية بالكامل. صناعة السيراميك التي تبحث باستمرار عن حلول جديدة لتبسيط إدارة تدفق الإنتاج، ووصول المواد الخام مباشرة إلى مستودع المنتجات النهائية. وتواجه صناعة السيراميك الحالية تحديات، مثل: الحاجة إلى تخصيص المنتج، وتقليل الدفعة، وإمكانية معالجة القطع الخاصة، وإمكانية الحصول بيانات مجمعة في

الوقت نفسه. إن الهدف من البحث هو عرض دراسات حالة للأنظمة المتقدمة باستخدام البرامج الرقمية في صناعة السيراميك لنموذجين من شركة ساكمي ومجموعة أنظمة السيراميك؛ لإثبات درجة التطور الرقمي وجودة المنتج، وإمكانية التطبيق، ولكن الأهم جرأة راس المال. وتوضيح دور الرقمنة في صناعة السيراميك، وأيضًا التحكم المتكامل في الوظائف وعمليات الإنتاج يجعل التصنيع أفضل وأسرع، وذلك من خلال تحسين كل مرحلة من مراحل الإنتاج وإنشاء نظام بيئي جديد يجمع بين التكنولوجيا والموظفين والعمليات، تطبيق الخصائص الأساسية والمميزة للصناعة ٤,٠.

التصنيع الذكي يهدف إلى التصنيع الخالي من الهدر أو بدون فاقد، ويمثل طبقة تحسين عمليات الدمج لعوالم الرقمية والتناظرية من خلال بناء الاتصال والتنسيق، ويستضيف المصنع الذكي عمليات التصنيع الذكية، ويعتبر أمرًا مستقبليًّا من حيث قدرته على إنتاج وتقديم موصلية احترافية تفوق توقعاتنا، وإذا نظرنا إلى كيف يكون هذا ممكنًا، نستطيع تحديد المشكلة الأولى في التصنيع الذكي التي تتمثل في ربط جميع أجهزة آلات ومعدات. تعمل مستشعراتCPS والمستشعرات المتقدمة معًا والاتصال بالأنظمة التي يمكنها التحكم في عملية الإنتاج وتنظيمها من خلال استشعار حالة المنتج الذي يتم تصنيعه، وأن جمع ومعالجة البيانات في الوقت الحقيقي من أجهزة الاستشعار مطلوب لتحليل وتحديد حالة كل منتج، وأن المصانع الذكية ليست مجرد آلات وروبوتات ذكية التواصل من خلال منتج برمجي متقدم. في الواقع، لقد تقدمت هذه الآلات إلى ما بعد M2M، ولا يتعاونون فحسب، بل يتواصلون أيضًا من خلال البرامج والخوارزميات والعمليات الصناعية المتقدمة، ومن ثم يمكننا أن نرى الفوائد والتحسينات الهائلة في الكفاءة والإنتاجية. **(مرجع رقم ٢)** وهذه الأنظمة تطبق نظام تنفيذ التصنيع المتقدم (MES) وتعمل كحلقة وصل بين تكنولوجيا المعلومات ومستويات التكنولوجيا التشغيلية للمصنع. **(مرجع رقم ١٥)**.

1. التحول الرقمي لصناعة السيراميك Digital transformation in the ceramic industry

تعد صناعة السيراميك واحدة من أكثر الصناعات ازدهارًا في الاقتصاد العالمي، وتعدّ القدرة على ربط احتياجات العملاء بسرعة بعملية الإنتاج هي السبب الرئيسي الذي يجعل مصنعي السيراميك يحافظون على ميزة تنافسية في السوق العالمية. وتعد صناعة السيراميك أكبر مساهم في الفائض التجاري؛ لذلك يمكن لصناعة السيراميك مواكبة وتيرة الصناعة ٤,٠؛ لأنها واحدة من أكثر الصناعات استثمارًا في البحث والتطوير والابتكار، وقد استوعبت أدوات التصنيع الذكية الجديدة من الشركات الخاصة والمؤسسات العامة، مثل: معهد تكنولوجيا السيراميك (ITC) أو جمعية مصنعي بلاط السيراميك والسيراميك الإسبانية (ASCER) ، وتعمل هذه المنظمات كمرشد للتحول الرقمي للشركة، مما يمنعهم من التخلف عن الركب والخروج من العمل. **(رقم المرجع ٥)**

ونجد في مناقشة دولية لمصنعي السيراميك، مناقشة أحدث تطورات صناعة السيراميك ٤,٠البرامج الرئيسية وتطويرها لإدارة البيانات كاملة وجميع التقنيات المضمنة مترابطة، ويمكن أن تدمج البيانات والمعلومات اللازمة لتحسين إدارة العمليات اللوجستية.توضيح عملية ومزايا مستودع Industry 4.0 الجديد، وتحديد تطور نموذج الإنتاج الجديد مع مفاهيم "المخزون" و"حسب الطلب" كأساس، وتقديم أكثر الحلول ابتكارًا للإدارة من مستودعات السيراميك شبه المصنعة على نطاق واسع.مزايا الخدمات اللوجستية الذكية في إنتاج التقنيات والطلاءات والمنتجات شبه المصنعة الزخرفية، وهو حل متكامل للتحضير الآلي للدهانات والأحبار، والإدارة الفعالة للمواد الخام وعمليات الطحن، وتخزين ومعالجة المنتجات شبه النهائية التي يتم تسليمها إلى الزجاج خط الإنتاج، وبالتالي تقليل الأخطاء والهدر، وتحسين الكفاءة العملية وجودة المنتج النهائي. **(مرجع رقم ١٤)**

١-١-التطور الذكي لتطوير المنتجات في عام ٢٠٢٠ The smart evolution of product development

أطلقت M4Project Consulting RPD (تطوير المنتجات عن بُعد)، وهي خطة تطوير وتصنيع جديدة لمنتجات السيراميك عن بُعد يمكنها تحقيق عمليات أسرع وتوحيد المنتج، وقد تم تطوير مشروع مثير للاهتمام في هذا المجال، لا يقضي هذا المشروع الجديد على مشكلة المسافة المادية فحسب، بل يحولها أيضًا إلى فرصة لاستخدام أساليب R&D 4.0 لإحداث ثورة في البحث والتطوير في صناعة السيراميك، جلبت هذه الثورة الرقمية فوائد ضخمة. وقد تم الانتهاء بنجاح من تجميع وبدء تشغيل المصانع والآلات البعيدة، ويمكن للصيانة التنبؤية لخط إنتاج الصناعة ٤,٠ تنظيم الشحنات والتسليم في الوقت المحدد، وحل مشكلات الإنتاج عن بُعد من خلال الخدمات عن بُعد. أما بالنسبة لمصنعي بلاط السيراميك، فهناك مجال آخر معرض للخطر وهو تطوير وتصنيع منتجات جديدة، ولذلك استهدفت استراتيجية RPD بشكل أساسي مصنعي الطلاء الزجاجي والألوان ومصنعي بلاط السيراميك. أما مزايا تطوير المنتجات عن بعد بمساعدة التقنيات الرقمية الجديدة، فتعد خطط تطوير الشركات خطوة أخرى نحو أساليب التصنيع الذكية، وأن اعتماد تطوير المنتجات عن بعد ٤,٠ يجلب العديد من المزايا، حتى بدون وجود الكوادر الفنية، ستكون عملية تطوير المنتج أسرع مع ضمان مستوى عالٍ من الأداء في توحيد المنتجات. لطالما كانت المشكلة الكبرى في التطوير عن بُعد هي تكرار العينات المختبرية على نطاق صناعي، حتى لو تم إنتاجها في مصنع تجريبي؛ نظرًا للعدد المفرط من المتغيرات المعنية (أنواع الآلات الرقمية، والأحبار، وظروف الإنتاج، وما إلى ذلك)، وبالتالي يتم حل مشكلة التكاثر الصناعي وإدارتها في المصنع. **(الرقم المرجعي ١٦)**

١-٢- تصنيع السيراميك التقليدي والرقمي

إن أكثر المشكلات شيوعًا في قطاع السيراميك التقليدي هي أن الآلات والمعدات المسؤولة عن كل مرحلة من مراحل التصنيع ليست مترابطة؛ مما يحد من الكفاءة الإجمالية للمعدات (OEE). وعلى الرغم من تقدم رقمنه القطاع على مدى السنوات القليلة الماضية، لا يزال هناك طريق طويل لنقطعه من حيث أتمتة وتحسين تدفق البيانات والمعلومات. إن التحول الرقمي شامل وقابل للتطبيق على أي قطاع إنتاج، وأن هدفه في قطاع السيراميك هو التحرك نحو عمليات أكثر كفاءة وإنتاجية واستدامة، ويعمل على تقديم المزايا التنافسية التالية:

- تقليل التكاليف: يعمل الاتصال البيني بين الأجهزة ونماذج التعلم الآلي على تبسيط عمليات الإنتاج وتحسين النفقات.
- تقليل استهلاك الطاقة: تحسب الأدوات الذكية الجديدة مستويات الإنتاج المثلى وتحقق نفس النتائج.
- تقليل كفاءة الاختبار: يمكن للنماذج الرقمية والمحاكاة (أنظمة اختبار المنتجات الفعالة ومنخفضة التكلفة) تقصير عملية الاختبار واستبدال طرق "التجربة والخطأ" البطيئة والمكلفة.
- تقليل أوقات العمليات والانتقال: تعمل أتمتة منطقة العمل والتحسين على تسريع العمليات والقضاء على فترات التوقف.
- تحسين جودة المنتج: إنشاء تصميمات ذكية ومنتجات مبتكرة والموثوقية النهائية للمنتج.
- تقليل الفاقد: يدفع توفير الطاقة واستخدام المواد المهدرة سابقًا الشركات إلى تقليل تأثيرها البيئي والتلوث.

٢- الخصائص الأساسية والمميزة للصناعة ٤,٠

الخصائص الأساسية والمميزة للصناعة ٤,٠ تكمن في التكامل الرأسي والأفقي لأنظمة الإنتاج الذكية، والتي تعد أساسًا جوهر الصناعة ٤,٠، تنبع الشبكات الرأسية من استخدام أنظمة الإنتاج الفيزيائية السيبرانية (CPPSs) التي تسمح للمصانع بالعمل، وتتفاعل بسرعة وبشكل مناسب مع المتغيرات مثل مستويات الطلب والمخزون والآلة مثل العيوب والتأخيرات غير

المتوقعة. وسيعمل التكامل الأفقي من خلال شبكات سلسلة القيمة على تسهيل الاندماج في دورة حياة المنتج بأكملها من الإنتاج إلى التخزين، وأن تكون المكونات المصنعة في أعلى جودة، ودعم ما بعد الخدمة. وينصب التركيز على تحسين سلسلة قيمة الشركة بغض النظر عن الحجم، والتسويق أو التوريد، والخدمات اللوجستية، والتسويق، والمبيعات. ووجهة نظرهم هي تقليل النفقات مع تعظيم الأرباح، وفلسفتهم هي القيام بشيء أفضل من منافسيهم وبكفاءة أكبر. مزايا الصناعة ٤,٠ للشركات الصغيرة والمتوسطة فتتمثل في زيادة القدرة التنافسية للأعمال، والنشاط، والإيرادات والتوظيف، وإدارة موارد تكنولوجيا المعلومات، وتحسين عمليات التصنيع.

توفر الصناعة ٤,٠ منصة لأساس من الابتكار مع تطوير التقنيات، وتقدم خدمة عملاء أفضل، وتعتمد آليات المراقبة والتغذية المرتجعة في الصناعة ٤,٠ على المفاهيم الصناعية وطرق الوقت الفعلي. وتعد مبادئ تصميم الصناعة ٤,٠ أحد المبادئ الأساسية، وهي ربط الأنظمة والآلات ووحدات العمل من أجل إنشاء شبكات ذكية، وهي ست مبادئ تصميم محددة يستخدمها المصنعون والمحترفون في جهود التشغيل الالي الكامل أو الرقمنة الخاصة بهم لإنتاجهم العمليات التوافقية الافتراضية، وإنشاء "توأم افتراضي" للمصنع الذكي، واللامركزية التي تمكن الأنظمة المختلفة داخل المصنع الذكي لاتخاذ القرارات، ودائرة توجيه بإنترنت الأشياء، ونمطية المرونة من مبادئ الصناعة ٤,٠ للتكيف بسهولة مع المتطلبات المتغيرة، والقدرة في الوقت الحقيقي تتركز في جعل كل شيء في الوقت الفعلي، وجمع البيانات والتغذية الراجعة ومراقبة العمليات تتحقق أيضًا في الوقت الفعلي لعملية الإنتاج.

٢-١- تأثير أنظمة الصناعة ٤,٠ في عمليات إنتاج بلاط السيراميك الذكي

يتمتع النظام الأساسي بالخبرة لاكتساب الكفاءة والتحول إلى مصنع ٤,٠ لإنتاج السيراميك، وهو منصة مرجعية في صناعة السيراميك لتكامل وإدارة ومراقبة عمليات المصنع؛ وذلك لتحسين مستويات التحكم في عملية الإنتاج والأدوات والتطبيقات الرقمية المدمجة للمنصة، وإتاحة أنظمة إنتاج متقدمة ومتميزة في كفاءة الطاقة وتحسين عمليات الإنتاج والخدمات اللوجستية من أجل تحقيق إدارة إنتاج محسّنة عبر سلسلة القيمة الخاصة بها، وربط الأجزاء المختلفة من العملية من أجل توحيد المعلومات مع الإجراءات التالية:

- تنفيذ نظام التتبع لكل قطعة من خطوط الإنتاج المتعددة وتتبع كل منها بمجرد دمجها في المنصة.
- مراقبة جميع معلومات نظام الإنتاج من خلال شبكة واسعة من أجهزة استشعار إنترنت الأشياء.
- إنشاء قاعدة بيانات شاملة لتتبع جميع المعلومات وتدفقات البيانات القادمة من نظام الإنتاج العالمي، وبالتالي الحصول على مقياس OEE أكثر دقة وتعقيدًا.
- تصميم التوأم الرقمي الذي يوفر معلومات الإنتاج في الوقت الفعلي. **(مرجع رقم ٥)**

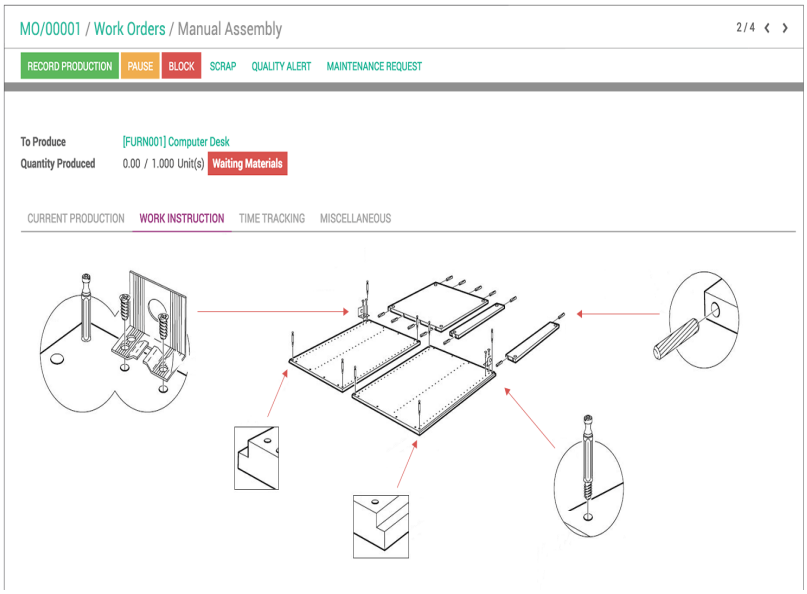
تأثير أنظمة الصناعة ٤,٠ في عمليات إنتاج بلاط السيراميك الذكي Impact of Industry 4.0 systems for smart ceramic tile production processes، إننا نفكر في جيل رقمي يؤثر على جميع جوانب العالم الصناعي، ويعد نقلة نوعية حقيقية في طريقة التفكير، وطريقة مختلفة للتعامل مع أي سياق. وهذا تحقق في الصناعة ٤,٠ التي تتيح قياس واقع موضوعي (الآلة، الوقت، الوظيفة)، وتوفر الحلول اللوجستية الأكثر حداثة وابتكارًا في عالم السيراميك التي تغير رؤية العديد من الأشياء، وغيرها الكثير من التفاصيل الصغيرة، التي كانت مخفية من قبل أو لم يتم أخذها في الاعتبار، وأن البيانات ومعرفة كيفية استخدامها تسمح بالمعرفة التي على أساسها يمكن بناء فلسفة الإنتاج الخاصة بك بطريقة دقيقة وواضحة. إن امتلاك منتج رقمي يسمح لك برؤية مصنعك من وجهة نظر مختلفة من خلال رؤية قائمة على البيانات، يُنظر إليه بالتأكيد على أنه محرك للنمو، وتطور طبيعي من عملية الإنتاج، ولذلك فإن الاعتماد على الرقمية هو الطريق الصحيح

الذي يجب اتباعه حتى لا نتخلف عن الركب، ونستغل فرص قطاع يتطور بسرعة. ومن ثَمَّ نعتقد أن صناعة السيراميك ستتطور في المستقبل؛ لأن العالم الرقمي في تغير مستمر، لكن ما سيحدث هو تحسن في عملية صنع القرار على جميع المستويات. **(مرجع رقم ١)**

2-1-1- نظم جدولة التصنيع manufacturing scheduling

يفيد تطبيق نظم جدولة التصنيع عمليات إنتاج بلاط السيراميك المتتابعة؛ لأن تنفيذ نظم جدولة التصنيع تهتم بتسجيل كل البيانات والتفاصيل لكل مراحل العمليات من ماكينات ومواد وإعداد وتطبيق وتخطيط وصيانة ومراقبة ...إلخ، أي كل ما يحدث من تفاصيل بخط الإنتاج وإدارة المصنع كله. ويمكن تعريف نظام الجدولة على أنه مجموعة من النماذج (تمثيلات مشاكل الجدولة)، والطرق (إجراءات الحصول على حلول فعالة من نماذج الجدولة)، والأدوات (أجهزة برمجية لتضمين النماذج والإجراءات من أجل دعم الجدولة مشكلة القرار)، بالإضافة إلى العناصر البشرية التي تعمل على النظام. وأن هذه النماذج والإجراءات والأدوات ستشكل الأجزاء لتجميع كل هذه العناصر معًا في خارطة طريق لتوجيه تطوير نظام الجدولة لعمليات إنتاج بلاط السيراميك. وتعد هذه نظرة متكاملة لنظم جدولة التصنيع وأهم النماذج والأساليب والأدوات Models, Methods and Tools

- النماذج والأساليب والأدوات لأنظمة جدولة التصنيع **(مرجع رقم ٢٨)**



شكل رقم (٢) (مرجع رقم ٢٨)

شكل رقم (٢) برنامج أودو لإعادة ابتكار عملية التصنيع: حل حديث لمشكلة قديمة، ويشتمل على مراحل: الهندسة (إدارة دورة حياة المنتج + مكونات مواد التصنيع + الإصدارات) ← ثم هندسة التصنيع (مسارات + أوراق العمل) ← إلى التصنيع (التخطيط + لوحة التحكم + أوامر العمل) ← وسلسلة الإمدادات (جدول التخطيط الرئيسي + المسارات + قواعد المشتريات) ← الجودة (نقاط التحكم + عمليات التحقق (مراقبة العمليات الإحصائية) + إشعارات) + الصيانة (إدارة معدات + طلبات الصيانة)

كذلك برنامج أودو Odoo MRP - Manufacturing Reinvented- مُدمج بالكامل مع تطبيقات أودو الأخرى، وهي برنامج أودو الشراء (شراء= اجعل الإنجاز آليًا للحفاظ على مستويات المخزون صحيحة) + وإدارة دورة حياة المنتج (إدارة دورة حياة المنتج= قم بإدارة التغييرات الهندسية والإصدارات بسهولة ويسر) + والصيانة (الصيانة= قم بالتخطيط لأعمال الصيانة الوقائية والتصرف سريعًا لحل المشكلات) + والجودة (الجودة= حدد مراحل ضبط الجودة وشغّل تنبيهات

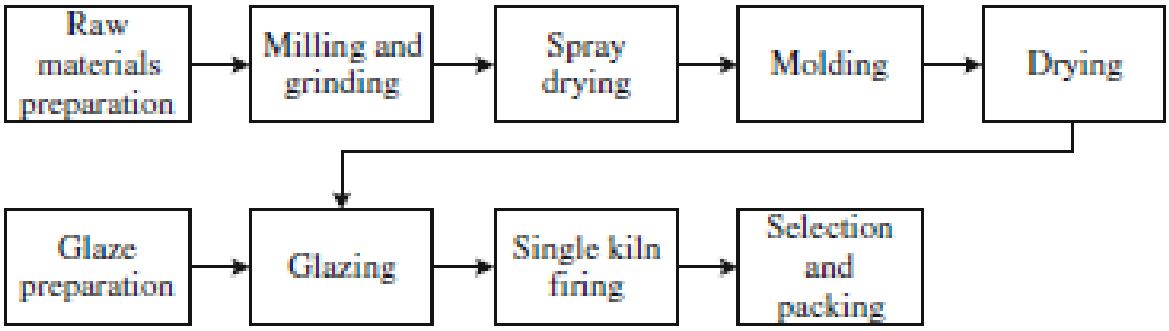
الجودة بسهولة)، وإعداد التقارير بصورة فعالة، ومؤشرات الأداء الرئيسية وكافة البيانات التي تحتاج إليها متوافرة للتحكم في مستوى إنتاجيتك، وذلك من خلال تقارير كفاءة المعدات الشاملة في الوقت الفعلي، ومراقبة الخسائر الست الكبيرة في الصيانة الإنتاجية الكاملة. وتتبُّع مؤشرات الأداء الأساسية للصيانة مثل متوسط زمن الإصلاح ومتوسط المدة بين الأعطال. وتُساعدك التقارير التفاعلية التي يتم إعدادها عن كل شيء، بدءًا من مرحلة التكاليف وحتى مرحلة المتابعة، وتحليل الأداء، والفعالية الشاملة للمعدات وغير ذلك -على اتخاذ قرارات أكثر ذكاءً بشأن أعمالك. وتتكون لوحة تحكم مركز العمل (تتبع الوقت+ عرض الصفحات+ تسجيل الإنتاج) مع أمر ادمج (قوائم فحص الجودة+ التنبيهات أثناء العملية+ سجل+ الرقم التسلسلي / الرقم). **(مرجع رقم ٢٣)**

تخطيط التصنيع إلى جداول الإنتاج والماكينة الأسبوعية أو اليومية عبر مصانع أو خطوط متعددة لتلبية الطلبات وتوقع الطلب: تتضمن بعض وحدات تخطيط التصنيع أيضًا تخطيط المواد، وتستخدم وحدة المعالجة المركزية الجدولة لتحسين كفاءتها. **(مرجع رقم ٢٩)** أنواع من التخطيط في الإنتاج: ١) التخطيط القائم على الوظيفة، ويركز الإنتاج المستند إلى الوظيفة على تصنيع منتج واحد. ٢) طريقة الدفعة. ٣) طريقة التدفق. ٤) طريقة الإنتاج الضخم. ٥) طريقة التصنيع العملية. **(مرجع رقم ٢٠).** أدوات وتقنيات الجدولة مخطط جانت.. جدولة تحليل الشبكة .. طريقة المسار الحرج..PERT (تقنية تقييم البرامج والمراجعة).. جدول ضغط.. مضاعفات المخاطر.. أدوات وتقنيات الموارد.. مصادر إضافية. إن البرامج المستخدمة للتخطيط والجدولة برنامج جدولة الإنتاج للمصنعين الصغار وجدولة الإنتاج الناعمة يساعد الجدول الزمني الخاص بك على الإنتاج بدقة سريعة وبسيطة لجدولة الإنتاج البصري وكذلك الجدول الزمني لإنتاج وسحب وإفلات إعادة الجدولة · والنوعان الرئيسيان لتقنيات الإنتاج هما الوظائف والدُفعات، والتدفق وإنتاج الوظائف، حيث يتم عمل العناصر بشكل فردي إنتاج الدُفعات؛ حيث يتم عمل مجموعات العناصر معًا ... إنتاج التدفق؛ حيث يتم إنتاج عناصر قياسية متطابقة على خط تجميع، وإنتاج العمل والدُفعات والتدفق، وبرمجة ملخص خبير الموارد ميزات ووظائف جانت. **(مرجع رقم ١٢)**

أصبحت جدولة الإنتاج في التصنيع أمرًا ضروريًّا لعمليات التصنيع، ومنها السيراميك متعدد المراحل ومتعدد العمليات والتفاصيل التي تتطلع إلى نقل منشأة الإنتاج إلى المستوى التالي، وتشير جدولة الإنتاج إلى تخصيص الموارد والعمليات المطلوبة لإنشاء السلع والخدمات، كذلك يمكن للشركات تعديل جدولة إنتاجها بناءً على توفر الموارد وأوامر العميل، وذلك إذا لم يكن جدول الإنتاج الذي تقوم بإنشائه دقيقًا ومجديًا نظرًا للموارد المتاحة لديك. وتشمل المكونات الخمسة لجدولة الإنتاج في التصنيع: التخطيط، والتوجيه، والجدولة، والإيفاد، والتنفيذ. أما توجيه الإنتاج فهو العملية المستخدمة لتحديد المسار أو المسار الذي يجب أن يتبعه المنتج. ويستخدم برنامج التخطيط والجدولة المتقدم (APS) المكونات الخمسة لجدولة الإنتاج؛ لمساعدة منشأة التصنيع في التخطيط والتوجيه، والجدول الزمني، والإرسال، وتنفيذ جدول الإنتاج، وتوفر الأنظمة نظرة ثاقبة داخل عملية التصنيع. وتحتاج الأنظمة إلى التخطيط، وجدولة المرونة، والدقة، والكفاءة. وقد كان الأمر يستغرق ساعات لجدولة إنتاج يدوي؛ لأن الجدولة كانت تستند إلى التقارير، ولكن أصبح من الممكن دمج أنظمة APS بسرعة مع برنامج تخطيط موارد المؤسسات/ تخطيط موارد المؤسسات (MRP) لسد الثغرات، هذا، وسيؤدي تنفيذ برنامج التخطيط والجدولة المتقدم (APS) إلى نقل عمليات التصنيع إلى مستوى أعلى من كفاءة الإنتاج، وذلك بالاستفادة من البيانات التشغيلية في نظام ERP. (مرجع رقم ٢٠)

٣-عملية إنتاج بلاط السيراميك The Production Process of Ceramic Tiles

يشمل إنتاج بلاط السيراميك العديد من العمليات المختلفة، ووفقًا لكل منها يخرج منتج نهائي مختلف، وتتكون كل عملية بشكل أساسي من المراحل التالية: تحضير الطين، إما بالطحن الجاف أو بالطحن الرطب والتذرية. • التشكيل أو الصب إما بالضغط الجاف أو بالبثق. • تحضير الطلاء الزجاجي. • التجفيف والتزجيج والديكور للبلاط. • حريق الفرن (يسمى أيضًا الحريق السريع). • التصنيف والتعبئة . **الشكل (٣).** عملية تحضير المواد الخام، خاصة عن طريق عملية الطحن الرطب (بما في ذلك التجفيف بالرش) عادة ما تكون عملية منفصلة وتسمى "التذرية في شكل حبيبات طينية شبه جافة من خلطة الجسم الخام -طيني-"، وقد يتم تنفيذه من قبل شركات أخرى أو خطوط إنتاج منفصلة العمليات. وهناك عملية أخرى، غالبًا ما يتم التعاقد فيها مع شركات ثالثة، وهي تحضير الطلاء الزجاجي وتصنيع مواد التزجيج من فريت وأصباغ. أما التشكيل الصحيح للأبعاد المادية للبلاط، فيُشار إليه غالبًا بتنسيق البلاط وخصائص القالب المستخدم. وعملية التجفيف عادة تكون في مجففات رأسية أو أفقية (أفران صغيرة)، بعد التجفيف يتم زخرفة البلاط في خطوط التزجيج ويكون بعضها غير مزجج، ويتحرك البلاط فوق أحزمة النقل، ويتم تنفيذ تطبيقات وزخارف مختلفة. أما العملية الأساسية فهي تطبيق طبقة الطلاء الزجاجي الأساسية، ويشار إليها باسم roto colors ، وتشتمل معدات التزجيج على "طابعات" يمكنها طباعة بلاط السيراميك بشكل أساسي في مجموعة كبيرة من الألوان والأنماط والزخارف. وتكون المرحلة المركزية من عملية الإنتاج هي الحريق الواحد the single kiln firing ، وتخضع التفاعلات الكيميائية داخل الفرن خلال المراحل المختلفة لحريق الجسم والطلاء،و مراقبة الجودة المرئية أو الآلية للعيوب و خطوط التعبئة والتغليف.



مخطط انسيابي مفصل لعملية إنتاج بلاط السيراميك التقليدي الأكثر شيوعًا الشكل (٣) مرجع رقم (٢١)

اعتمادًا على عدد وأهمية العيوب تتضح خطوات الإنتاج الاختيارية الأخرى لبلاط السيراميك، فعلى سبيل المثال: قد يخضع البلاط لخطوة الصقل، وتتضمن العملية الأخرى تصحيح حواف البلاط، أو عمليات القطع لإنتاج قِطع خاصة مثل الحواف أو زخارف تفصيلية إضافة إلى النقوش. ثم يتم حريق ثالث فى قسم الديكور. ويخضع الجزء الأكبر من إنتاج بلاط السيراميك لعملية الإنتاج الرئيسية آليا، والتدخل البشري ضئيل جدًّا؛ لأنه يعتمد على الأتمتة الآلية العالية في القطاع، وقد استثمرت الشركات بشكل كبير في الآلات لتحقيق أقصى قدر من الكفاءة في ظل سياق الإنتاج الضخم، مما يتطلب تصغير وحدة التكاليف بسبب استهلاك الماكينة وبسبب الصيانة أيضًا.

٣-١- طرق نمذجة عملية إنتاج بلاط السيراميك Modeling the Ceramic Tile Production Process

• تجميع البيانات الأولية لـ*Gathering Initial Data for CTPP_Model_1* ، وهو مجموعة البيانات الأولية المباشرة من المراحل، وعدد الخصائص الرئيسية لكل آلة. وكل مرحلة عند الشركات الصغيرة والمتوسطة في قطاع بلاط السيراميك تتكون مشكلة CTTP الأولية إما من مرحلتين (التشكيل + التجفيف + التزجيج؛ الحرق + التصنيف)، أو ثلاث

مراحل (التشكيل + التجفيف + التزجيج؛ الحرق؛ التصنيف). فبمجرد أن تصبح التقسيمات المرحلية لأرضية الإنتاج واضحة، يتعين على المرء حساب وتوصيف الآلات الموجودة، وتتمثل الخطوة التالية في جمع كل المنتجات الممكنة التي تنتجها الشركة، والتي تتحول لاحقًا إلى "وظائف" لـ.CTPP_Model_1

• النموذج الأولي Initial Model يتيح لنا تقديم نمذجة دقيقة لمشكلة الجدولة الناشئة في تصنيع بلاط السيراميك، والميزة الأولى التي يمكن ملاحظتها لمشكلة إنتاج بلاط السيراميك ceramic tile production problem (CTPP) هي أن جميع المنتجات تتبع تدفقًا طبيعيًا عبر المصنع، مما يشير إلى بنية التدفق.

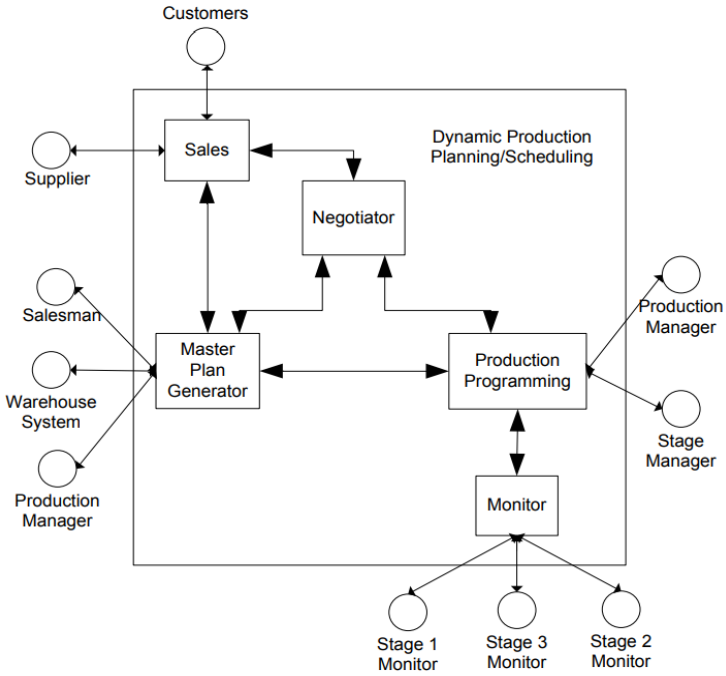
• نموذج أكثر تفصيلاً A More Detailed Model : هناك بعض المراحل الاختيارية مثل صقل البلاط، ينتج هذا مصنع إنتاج به العديد من المراحل في أدبيات متجر التدفق المنتظم، ينتج عنها ما يعرف بخطوط التدفق المرنة. وفي سياق أنظمة HFS، يشار إلى هذه المشكلة الجديدة في تخطي المرحلة على أنها هجينة مخطط جانت لمشكلة المثال. والتدفق الهجين hybrid flow shop (HFS)، عبارة عن مزيج من مشكلتين معروفتين في الجدولة، وهما ورشة التدفق، ومشكلة الآلة المتوازية.

• بيانات إضافية لـCTPP_Model_2 : يوسع CTPP_Model_2 بشكل ملحوظ النموذج السابق بعدة طرق، لكن من وجهة نظر البيانات تم بالفعل جمع معظم البيانات الضرورية بتنسيق CTPP_Model_1 في CTPP_Model_2 . لدينا الآن وصف أكثر دقة للمراحل وهي تقريبية، مطلوب الآن وصف دقيق للمراحل التي زارها كل منتج من منتجات، وعادة ما تكون هذه المعلومات متاحة في معظم الشركات. ومن أجل تنفيذ أداة الجدولة التي تحتوي على_CTPP تم تقديم Model_1الذي كان يسمىProd Planner ، وتم تطوير CTPP_Model_2 ، مع كل ما سبق تمت تجربة برنامج جديد أكثر قوة وقدرة اسمه SeKuen ، كان قد تم تطويره على غرار البنية المعيارية لجدولة التصنيع لشاشة البرنامج Prod Planner، القادر على إنتاج حلول لـ CTPP_Model_1، وهي المبادئ التوجيهية الموضحة في الطائفة. وقد كانت هناك حاجة إلى معظم العمل في الجدولة لتطوير النظام وجمع البيانات. وفي بعض القضايا المفتوحة في النمذجة النتائج الواعدة موجودة بالفعل لحل مشاكل الجدولة المعقدة، ومتعددة الأهداف، وقادرة على تسلسل الإنتاج، مع الأخذ في الاعتبار الموارد الإضافية، والتطبيق وشرح النماذج وتطبيقيها في فصل ١٥ مرجع رقم (٢٤)

النمذجة باستخدام نظام متعدد الوكلاء -العوامل The multi-agent system (MAS) - هو نظام محوسب يتكون من عوامل ذكية متعددة التفاعل، ويمكن أن تحل أنظمة الوكلاء المتعددين المشاكل الصعبة أو المستحيلة على الوكيل الفردي أو النظام المتجانس. إن التطورات الحديثة في أنظمة العوامل المتعددة التي تم تضمينها في مشاكل الجدولة العامة وفي التطبيقات الصناعية أظهرت مزايا تقنية الوكيل في المشكلات الموزعة المعقدة, ومنها النمذجة باستخدام منهجية IN GENIAS لتطوير حل موجه لمشكلة الجدولة في مصنع بلاط السيراميك. يمكن اعتبار هذه المشكلة مشكلة معقدة تتطلب قوة وتطبيقات البرمجيات المرنة. ويحاول نهجنا تحسين الإنتاج لكل شكل، وزيادة موثوقية الجدول الزمني والحفاظ على الجداول الزمنية المحدثة، ويبدو أن نموذج النظام (MAS) هو إطار عمل مناسب للتعامل مع تصميم وتطوير تطبيق exible، القابل للتكيف مع البيئة، وهي بيئة ذات الصلة في واقع ديناميكي للغاية، مع إعادة النظام والتغيرات المستمرة في هذا القطاع، مثل المتطلبات الجديدة للعميل، ومدخل العمل. إن قبول أساليب تطوير الأنظمة متعددة الوكلاء في الصناعة يعتمد على طريقة طبيعية لحل المشكلات الموزعة بطبيعتها، فيها عدد كبير من الأساليب المقترحة على بيئات حقيقية. وتعد الصناعة التحويلية أحد المجالات التي تقدم فيها تقنية النظام متعدد الوكلاء فيما يتعلق بأعمال MAS الحالية، فإن إحدى المشكلات الرئيسية في هذا المجال هي الحاجة إلى الأساليب والأدوات التي تسهل تطوير أنظمة بوجود الأدوات اللازمة؛ لدعم تحليل وتصميم وتنفيذ البرامج المعتمدة على الوكيل في نمذجة أنظمة التصنيع من خلال استخدام منهجية هندسة البرمجيات؛ وذلك لحل

المشكلات الحقيقية المعقدة وخاصة في مجال أنظمة التصنيع، ثم يتم إجراء العديد من تطبيق نمذجة النظام متعدد العوامل على مشكلة الجدولة في مصنع بلاط السيراميك، ونمذجة نظام متعدد العوامل لمشكلة جدولة في مصنع بلاط السيراميك هو نهج يحاول تحسين أداء الإنتاج، وزيادة موثوقية الجدول الزمني، والحفاظ على الجداول الزمنية المحدثة.

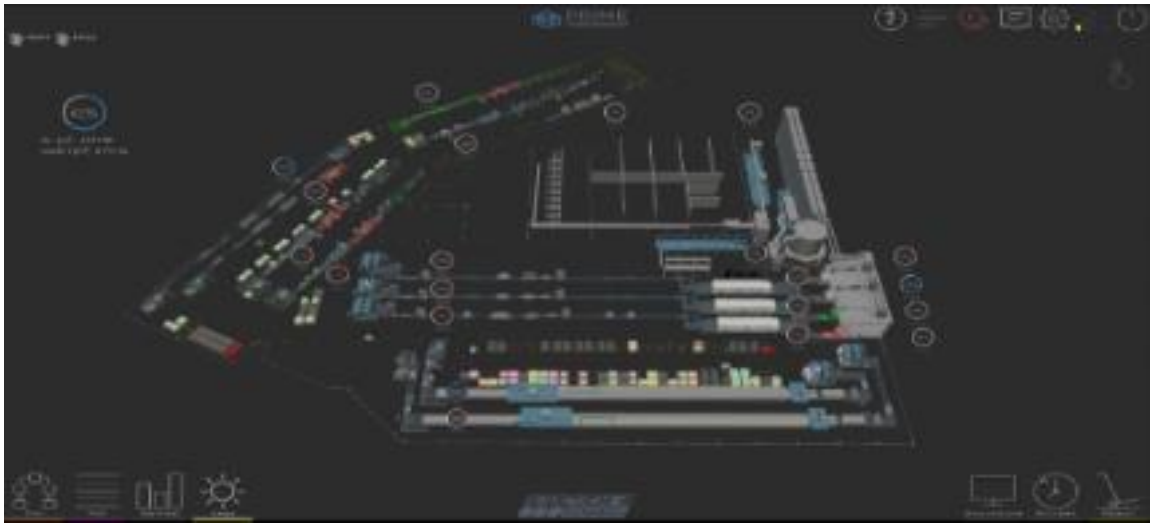
التطورات الحديثة في أنظمة العوامل المتعددة المطبقة على مشاكل الجدولة العامة، وأظهرت التطبيقات الصناعية مزايا تقنية الوكيل في المشاكل الموزعة المعقدة. ويمثل قطاع بلاط السيراميك إحدى نقاط القوة الرئيسية، فقد كان قادرًا على توليد ديناميكية المنافسة التي انتهت بالتحسين المستمر للقطاع، وينعكس هذا التقدم أخيرًا في زيادة الخدمة، وتنوع المنتجات، وفي انخفاض تكلفة الإنتاج. أما البيئة ذات الصلة فهي في الواقع جدًّا ديناميكية، وتعكس الظروف الديناميكية والتغيرات المستمرة في بلاط السيراميك، ويبدو أن del هو إطار عمل مناسب للتعامل مع التصميم وتطوير تطبيق مرن وقابل للتكيف مع البيئة ومتعدد الاستخدامات وقوي بما يكفي للإدارة الفعالة لعملية الإنتاج. إن توظيف نموذج نظام الوكيل / متعدد الوكلاء مجال مهم للبحث في مجال الذكاء الاصطناعي، وتطبيق هذه التقنيات يبدو مناسبًا لحل المشكلات المعقدة التي تتطلب الذكاء، وهو من عمليات التطوير في مجال التصنيع للبلاط الخزفي. مرجع رقم (١٢)



منصة التخطيط / الجدولة الديناميكية للإنتاج شكل (٤) مرجع رقم (٤)

٣-٢- منصة خدمات برمجية للبلاط من مجموعة مصانع سيراميك النظام System Ceramics- Prime

System Ceramics-Prime عبارة عن منصة للخدمات البرمجية التي صممتها وطورتها شركة، يسمح فيها النظام المتكامل والمتصل للغاية بتنظيم تدفق المعلومات لمصانع إنتاج السيراميك بأكملها، كشكل من أشكال إدارة عمليات التصنيع Manufacturing Operations Management. (MOM)، ودمج أنظمة Prime تمامًا مع أنظمة إدارة تخطيط موارد المؤسسات، ودعم التحول الرقمي Powering Digital Transformation، والرقمنة الكاملة Full digitalization، والتتبع الكامل Full traceability، وإدارة البيانات الكاملة Full data management.



ويعد Prime حلاً قادرًا على تقديم عرض كامل لعمليات الإنتاج في مجملها من خلال أتمتة العمليات التي تعمل باستمرار على تحسين الأداء والاستمرار في مسار الرقمنة الفعالة للعملية.

وتعد الرقمنة الكاملة للعمليات واستخدام الموارد المشتركة والإدارة الفعالة للبيانات عناصر أساسية للتنمية المستدامة لنموذج التصنيع الجديد التصميم الصناعي الرقمي Digital Industrial Design. وتكون دورة الإنتاج تحت السيطرة بشكل دائم بفضل تحكم Prime Digital Twin في دورة إنتاج السيراميك بأكملها: من دخول المواد الخام إلى تجميع قائمة انتقاء المنتج النهائي. وتمثيل أنظمة إنتاج السيراميك بكل اكتمالها وديناميكيتها، يسمح بإعادة بناء افتراضية لدورة الإنتاج بأكمله، مما يؤدي إلى جودة أكثر وأوقات إنتاج أقل Prim .

- يقوم Prime بتوحيد جميع عمليات إنتاج السيراميك وتحسين إدارة جودة المنتج، والتخطيط والتوقيت المتقدم، مما يسهل المرونة.
- التحكم في أنظمة إنتاج السيراميك بالكامل في عدد من المصانع.
- إدارة البيانات الموحدة لتبسيط عمليات إنتاج السيراميك.

شكل رقم (٥) مجموعة صور توضيحية لخرائط تطبيق البرنامج مرجع رقم (٥)--- ومرجع رقم (١٨)

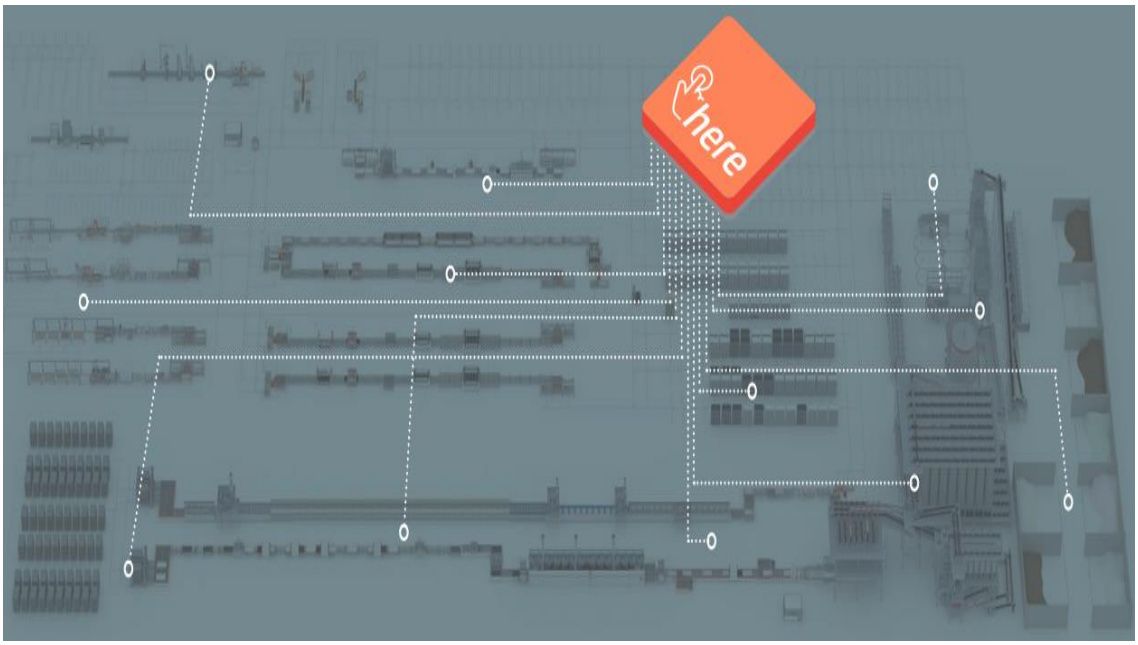
- جمع معلومات بسيطة لتوجيه القرارات.
- تقليل أوقات تغيير المنتج، حيث يتم نقل المعلمات و"وصفات" منتج السيراميك.
- تحسين إنتاج الدُفعات بكميات صغيرة جدًّا، وزيادة جودة المنتج.
- مراقبة وإدارة تكاليف الإنتاج للحصول على بيانات دقيقة.
- تحسين الاتصال بين الشركة ومورد الآلات.

تمثيل مصانع إنتاج السيراميك ككل ديناميكي يسمح بإعادة البناء الافتراضي لدورة الإنتاج بأكملها، وأن النظام الشامل في عالم مترابط قادر على إدارة الإنتاج بطريقة واضحة ومستمرة وسلسة، وقد أصبح التحكم في الوقت الفعلي في المصنع ملموسًا والتحسينات واضحة في الكفاءة، واحتواء التكاليف، والاستدامة البيئية، والتتبع الكامل، والاهتمام بالتفاصيل للأسطح.

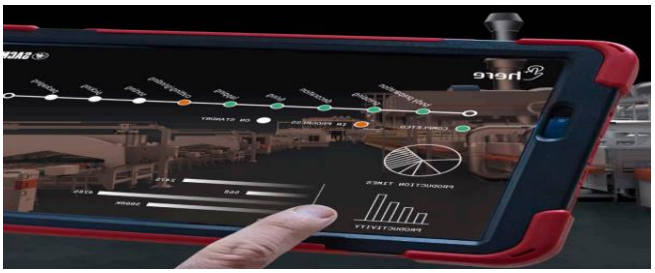
يضمن الوضع المنتظم والضغط التدريجي في جميع أنحاء السطح من أجل تسطيح مقاوم للتفاصيل. والنتيجة هي أيضًا هندسة محسّنة للبلاط المحروق وعيار على كل جانب أقل من أو يساوي ٢ مم، وهي تصميم ثلاثي الأبعاد من الناحية الجمالية، ويمكن تحقيق كل تأثير ثلاثي الأبعاد بفضل إمكانية النقش بالليزر على الحزام العلوي بدءًا من الملف الرسومي، ويكون ذلك بمساعدة الدقة العالية وعمق النقش الذي يصل إلى ٣ مم والحد الأقصى من الانتظام الهندسي، فمن الممكن الضغط على ما يصل إلى أربعة أنماط مختلفة مع الحفاظ على جودة تصميم السيراميك وزيادة التباين الجمالي. إن السرعة العالية والمرونة والاستدامة هي السمات الرئيسية لمكبس السيراميك المبتكر بدون قالب لصناعة البلاط. ويمكن أن تنتج Superfast جميع الأشكال بدءًا من وحدة ٦٠ و ٨٠ و ٩٠ سم بسمك من ٣ إلى ٣٠ ملم، وتحدث هذه العملية رقميًّا عبر البرنامج، وتتضمن هذه التقنية توفير الطاقة والاستعادة الكاملة للمواد القادمة من مرحلة الضغط والقطع من أجل صناعة مستدامة على أحدث طراز، وإمكانية الإنتاج بمرونة لجميع التنسيقات التقليدية وإعداد المعلمات عبر البرنامج: • تنسيق أقصى ١٧,٠٠٠ فائق السرعة أكبر من ١٢٠٠ × ٢٤٠٠ مم. • تنسيق أقصى ١٩,٠٠٠ فائق السرعة أكبر من ١٢٠٠ × ٢٧٠٠ مم. • تنسيق أقصى فائق السرعة يبلغ ٢١,٠٠٠< ١٢٠٠ × ٣٠٠٠ ملم. • تنسيق أقصى ٢٢,٠٠٠ فائق السرعة أكبر من ١٦٠٠ × ٢٤٠٠ مم. • تنسيق أقصى ٢٥,٠٠٠ فائق السرعة< ١٢٠٠ × ٣٦٠٠ مم. وظهر قطع غير محترق وبدون فاقد مع Superfast، استغل System Ceramics قدرته الابتكارية إلى أقصى حد؛ حيث عزز التكنولوجيا التي تجعل من الممكن قطع سطح السيراميك بعد الضغط عليه وقبل الحريق، مع استعادة مادة السيراميك الزائدة في الضغط والقطع.وهى مرحلة تعمل Superfast مع عملية **"zero waste"** حيث يتم تجفيف النفايات المسترجعة، ثم يتم خلطها وإدخالها مباشرة في موزع الانتشار الحبيبي. **مرجع رقم(٥) ، ومرجع رقم (١٨)**

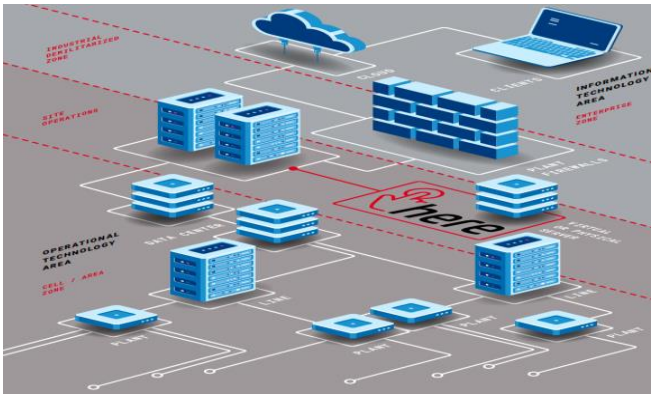
3-3-منصة التصنيع الرقمي المعززة HERE٤,٠ للبلاط:

يتم التحكم الكامل في مصنعك الذكي بفضل منصة البرامج المعيارية التي تربط الإنتاج وتخطيط موارد المؤسسات بقدر أكبر من الإنتاجية والاتصال والاستدامة لمصنع السيراميك. وإن منصة البرمجيات المبتكرة التي وضعتها SACMI لتوفير التحكم الرقمي منظومة متكاملة من البيانات وعمليات السيراميك، تغطي كل شيء من المواد الخام للشحن، يسمح للمنتجين بتنفيذ وظائف جديدة عبر نهج التصميم المشترك الذي ينتج عنه تكوين إنتاج مخصص. إن الفهم المتعمق لصناعة السيراميك والقدرة على توفير حلول البرمجيات والهندسة المتطورة للمصانع الشريك المثالي لرقمنة المصنع. **شكل رقم (٦)**،

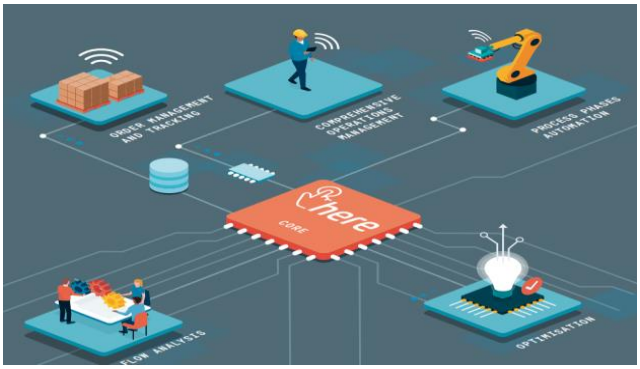


ومزايا المنصة هي:





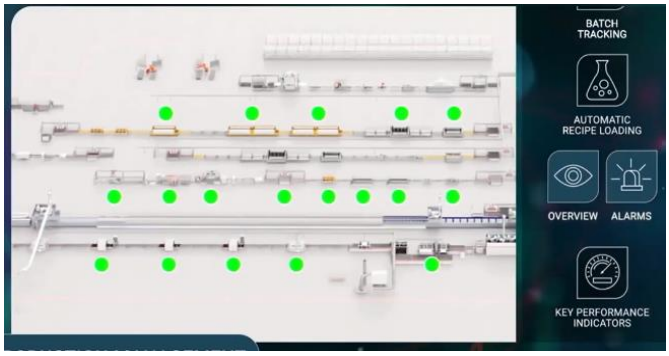
- سهلة الاستخدام وقابلة للتطوير ومباشرة بعد التثبيت الأولي، وتوفر الميزات الأساسية والمحتوى الجاهز للاستخدام، ويمكن تنفيذ وظائف النظام الأساسي الأخرى في مراحل لاحقة.
- إدارة البيانات المتكاملة وجمع البيانات ومعالجتها بشكل متكامل وتلقائي على توفير الوقت، مما يؤدي إلى إنشاء تدفق سلس للمعلومات يتم مشاركته في جميع أنحاء المصنع.
- تحكم كامل في المراقبة المستمرة لتشغيل الخط وتقدم التصنيع وكل شيء آخر يحدث في المصنع، من المواد الخام إلى الإنتاج.
- اتصال مثالي لمصنع تخطيط موارد المؤسسات مع التركيز القوي على قضايا الأمن السيبراني.



شكل رقم (٦) مجموعة صور توضيحية لخرائط أسلوب تطبيق البرنامج المصنع الذكي مرجع رقم (٦)--- ومرجع رقم (٨)

- رقمنة الإنتاج تؤدي أتمتة العمليات وتقنية الويب المحسّنة للأجهزة المحمولة، مثل الأجهزة اللوحية والهواتف الذكية، بسرعة إلى مصنع ذكي متصل، مصنع متفاعل وفعال، تقوم HERE فيه على الفور بالإبلاغ عن أي أخطاء وتحديد أسبابها، مما يعزز كفاءة المصنع. **مرجع رقم (١٤)**
- التحول الرقمي يتحكم بشكل كامل في مصنعك الذكي، ويوفر إدارة متكاملة للمصنع تتناسب مع احتياجاتك؛ حيث تم تصميمه حول تعقيد واحتياجات عملية السيراميك.
- قيمتها المضافة الحقيقية،وعمليتها لتوفر "البيانات الضخمة"، ويتم ربطها عبر أجهزة متعددة، ويتيح حساب التكاليف الصناعية بشكل أكثر دقة، وهو عامل حاسم في إدارة مصنع سيراميك.

4- دراسة حالة لنظام ساكمي 4.0 للمصنع الذكي 4.0 for the Smart Factory



شركه تستخدم التطوير المبكر لحلول التصنيع الرقمية واستراتيجيات الابتكار الذكية ،وهى من أوائل الشركات التي طبقت مبادئ الصناعة ٤,٠.

شكل رقم (٧)

تطلب القيام بذلك تطوير مهارات جديدة في مجالات رئيسية مثل الإليكترونيات والروبوتات وإدارة البيانات. إن مصطلح الصناعة الذكية Smart Industryيشير إلى مصنع المستقبل، حيث يندمج العالم المادي للأشياء والعالم الافتراضي للتحكم والمحاكاة لتطوير عمليات إنتاج مستدامة وأكثر كفاءة. وتحدد الصناعة ٤,٠ إنترنت الأشياء، وتزيد من الفرص التي توفرها التكنولوجيا الجديدة، وأنها تصور المصنع كمكان يتم فيه التحكم في التصنيع من خلال إطار عملية المنتج الرقمي لصالح العملاء، والقدرة التنافسية للشركات وتعزيز المهارات، ففي ثمانينيات

شكل رقم (٧) مجموعة صور لنظام تطبيق برنامج ساكمي للمصنع الذكي والبلاط الناتج عن تطبيقي المصنع الذكي مرجع رقم (٧)--

القرن الماضي كانت SACMI تعمل على تطوير النماذج الأولية لما أصبح الآن حلول "الصناعة ٤,٠" الرائدة في العالم.

المصنع الذكي هو مصنع المستقبل الذي يتحكم في عملية التصنيع وتوجيهها من خلال الإطار الرقمي للإنتاج، وهذا يعني تصميم آلات يمكنها التواصل مع بعضها البعض وأنظمة التحكم الحديثة في المصنع، والروبوتات التي يمكنها التعلم الذاتي، وإدارة مهام المصنع جنبًا إلى جنب مع العمال. فإن تصميم مستقبل جاهز لمرحله ٤,٠ يعني تطوير مفهوم جديد لعملية الإنتاج؛ حيث توفر إدارة الطلبات في الوقت الفعلي، وتحسين الموارد والصيانة التنبؤية للآلة / وتجعل العملية أكثر استدامة بيئية وتنافسية وفعالية. وإبراز مفاهيم مثل "الصناعة ٤,٠" و "التصنيع الرقمي" و "استراتيجيات الابتكار الذكي"، ودمج المشهد الرقمي للإنتاج مع عالم الآلات "المادي"، يمنح المنتجات والخدمات قيمة مضافة هائلة.

تعمل التقنيات ونماذج الإنتاج على تطور أنظمة الإنتاج المتقدمة، مثل الروبوتات التعاونية أو أنظمة التكيف الذاتي، وهي ليست سوى بعض الأدوات الجديدة المتاحة للمصنع الذكي، حيث وُلدت نماذج إنتاجية جديدة أكثر مرونة، وأقرب إلى المستهلك، وأكثر توجهًا نحو التخصيص، وبالتالي أكثر كفاءة.مما ادى الى ظهور تحديات تنافسية جديدة وكذلك الاستدامة،الاقتصاد الدائري، والقنوات الشاملة وهي بعض التحديات التنافسية الجديدة التي تحتاج الصناعة ٤,٠ إلى معرفتها لإدارة نموها بكفاءة **مرجع رقم (٨)**، حيث يصبح اختيار نماذج الأعمال الجديدة والتخطيط لها وسيلتين إستراتيجيتين لدفع التغيير، وتعمل التغييرات الحالية على تحويل المزايا التنافسية الموحدة، بينما يصبح الابتكار

والتقنيات الجديدة محرك النجاح التنافسي
للشركة. وكذلك تسيطر على العمليات بأكملها
وتقلل الاخطاء لجميع عمليات المصنع. منصة
برمجية معيارية،

الدراية الفنية لصناعة السيراميك فقد طورت SACMI البرمجيات، مما يجعل الشركات المصنعة للسيراميك جاهزة للعمل، وذلك باتباع نهج التصميم المشترك، وإضافة المزيد من وظائف النظام الأساسي. ورسم خرائط دقيقة لمصنع التصنيع وتحليل التدفق يضمن التنفيذ الأمثل لمشروع الرقمنة. بهذه الطريقة، يتيح للمصنعين إنشاء "نظام بيئي" تفاعلي متطور يربط بين التكنولوجيا والأشخاص والعمليات، وهو أيضًا نهج مرن يحقق فوائد عديدة ويؤدي بثبات إلى تكامل إدارة المصنع، من الإنتاج إلى الصيانة الرئيسية، من تكنولوجيا المعلومات إلى التحكم، من التخطيط إلى الخدمات اللوجستية. والجزء المثالي للتحويل الرقمي لمصنع الإنتاج الشامل يشمل تحسين عملية حالة الخط، ويقدم الإنتاج الاستخدام الأمثل للوقت واستكشاف الأخطاء وإصلاحها، مما يؤدي إلى رفع الكفاءة. وبهذا يمنحك HERE تحكمًا كاملاً فيSmart والسيطرة الكاملة على المصنع الذكي، مما يسمح بالإشراف على العملية، من تحضير المسحوق إلى الشحن، **وله مزايا متعددة الاستخدامات وذات تقنية عالية من خلال:**

- حساب مؤشرات أداء الطاقة (enPI) وإخطارات الأعطال.
- إدارة محسّنة للإنتاج، وتتبع كل خطوة على الطريق، وتحديثات التقدم في الوقت الفعلي.
- إدارة أنظمة معالجة المنتجات المتكاملة الصيانة الشاملة.
- نظرة عامة في الوقت الفعلي على حالة الخط والحساب التلقائي لمؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs) ولوحة معلومات تحليل البيانات جمع البيانات آليًا ويدويًا حول جودة المنتج والمواد الخام والعملية.
- شريك موثوق به ومعروف عالميًا سهل الاستخدام، فيمكن التبديل إلى المحطة الرقمية. **مرجع رقم (٧)**

٤-١- مراحل تطبيق النمذجة الرقمية على عمليات إنتاج البلاط تبعا لساكمي (دراسة الحالة)

الابتكار التكنولوجي وأتمتة العمليات TECHNOLOGICAL INNOVATION AND PROCESS AUTOMATION وتوفير آلات وأنظمة كاملة للبلاط والألواح الخزفية، والآلات والأنظمة التنافسية من حيث الكفاءة والتكاليف والمرونة وجودة الإنتاج، مما يضمن توفير الطاقة وتقليل التأثير البيئي.

1. مصنع بودر التحبيب ذكي SMART POWDER PLANT : هو الإدارة الآلية بدءًا من تجميع المواد الخام وصولاً إلى تجميع المساحيق، مما يضمن الكفاءة والتكرار والتحكم الكامل في العملية.

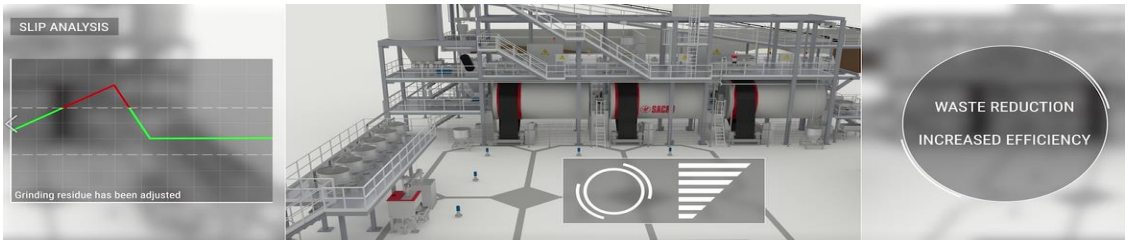
2. **الخط الأساسي الذكي SMART CORE LINE :** هو خطوط تشكيل وتجفيف وزخرفة وحرق لإنتاج بلاط وألواح.

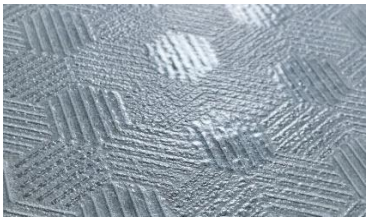
3. **نهاية الخط التشطيبات النهائية الذكية SMART FINISHING & LOGISTICS واللوجستيات:** مجموعة كاملة من آلات وخطوط تشطيب المنتجات والقطع والتربيع والخدمات اللوجستية المتكاملة.

4. الخط الذكي للديكور الرقمي للألواح الخزفية - تقنية الزخرفة الرقمية العميقة DIGITAL DECORATION FOR CERAMIC SLABS - DEEP DIGITAL the SMART MOVE

أولا: مصنع مسحوق ذكي SMART POWDER PLANT : عمليات التخزين والإعداد والتحضير لخلطة الجسم كبودر من الحبيبات الشبة جافة / تحضير جسم السيراميك، والابتكارات المصممة لتحسين كفاءة العملية، بدءًا من الإدارة التلقائية لتحميل المواد الخام، مرورًا بجرعات الوصفات، وصولًا إلى تحميل المسحوق في صوامع التخزين. ويتم تحقيق أداء أفضل من حيث توفير الطاقة والتكرار والتحكم في العملية، وجودة المنتج والاتساق، بالإضافة إلى ذلك، تتوفر وظائف صيانة تنبؤية متقدمة للماكينة.

- تحضير الجسم من خلال مجموعة كاملة من الطواحين :الدفعات، المستمرة، المعيارية وملحقاتها لتحضير الخلطات الخزفية.
- تحضير مسحوق بودر التحبيب يضمن إنتاج المساحيق عن طريق الانحلال، ويضمن الجودة والكفاءة لكل نوع من أنواع خليط السيراميك.
- تحضير الطلاء والبطانات مجموعة كاملة من مطاحن الخلطات وملحقاتها لتحضير الخلطات الخزفية.
- التصفية FILTRATION أنظمة الترشيح الجافة والرطبة لورش عمل التحضير والرطوبة.
- نظام النقل الهوائي PNEUMATIC CONVEYING SYSTEM، أنظمة النقل الهوائية في مرحلة كثيفة وشبه كثيفة.
- البرنامج HERE المبتكر للتحكم في المصنع الذكي **مرجع رقم (٧)**





ثانيًا: الخط الأساسي الذكي (خطوط التشكيل والتجفيف والديكور والحرق من SACMI): وفيه يتم إنتاج بلاط وألواح السيراميك في أفضل الظروف الممكنة لتحقيق أعلى مستويات الجودة والإنتاجية والمرونة التشغيلية، وتعتبر المكابس الهيدروليكية الكبيرة وتقنية + Continua المبتكرة، بالإضافة إلى تقنية الديكور Deep Digital، أحدث ما توصلت إليه الصناعة. وتضمن الآلات الحرارية الجديدة (المجففات والأفران) معايير الجودة العالية، وتقلل من استهلاك الطاقة والأثر البيئي.

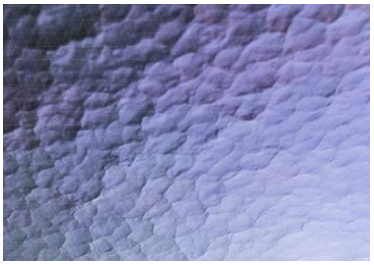
- الخط الأساسي الذكي+ CONTINUA هو تقنية go-to في إنتاج الألواح وأحجام البلاط الكبيرة بأبعاد وسمك مختلفة.
- الضغط PRESSING: تضمن مكابس SACMI الهيدروليكية القوة والدقة والموثوقية والمتانة القصوى.

- تجفيف DRYING: مجموعة كاملة من الآلات الحرارية الأفقية والعمودية لتجفيف بلاط وألواح السيراميك.
- الحفر الرقمي العميق – الغائر DEEP DIGITAL: تقنية مبتكرة للإنشاء الرقمي للبلاط والألواح الخزفية على السطح وعلى طول الجسم.
- زخرفة DECORATION: تم تجهيز آلات التزيين الرقمية SACMI بأحدث التقنيات المتقدمة المحسنة لدورة إنتاج السيراميك.
- الحريق FIRING: تضمن الأفران الدوارة إنتاجية عالية، وأقصى تجانس لإطلاق النار وتقليل استهلاك الطاقة.
- التصفية FILTRATION: أنظمة إزالة الغبار.
- استعادة الطاقة والحد من التأثير البيئي ENERGY RECOVERY AND ENVIRONMENTAL IMPACT REDUCTION: أنظمة استعادة الطاقة، سواء المباشرة أو من خلال المبادلات الحرارية.
- المناولة والتخزين التلقائي AUTOMATIC HANDLING AND STORAGE: أتمتة لمناولة وتخزين البلاط غير المحروق والمحروق.
- خطوط وملحقات التزجيج GLAZING LINES AND ACCESSORIES: آلات التزجيج للأحجام العادية وألواح السيراميك.
- البرنامج HERE المبتكر للتحكم في الخط الأساسي للإنتاج -المصنع الذكي.

ثالثًا: اللمسات النهائية الذكية واللوجستيات SMART FINISHING & LOGISTICS:

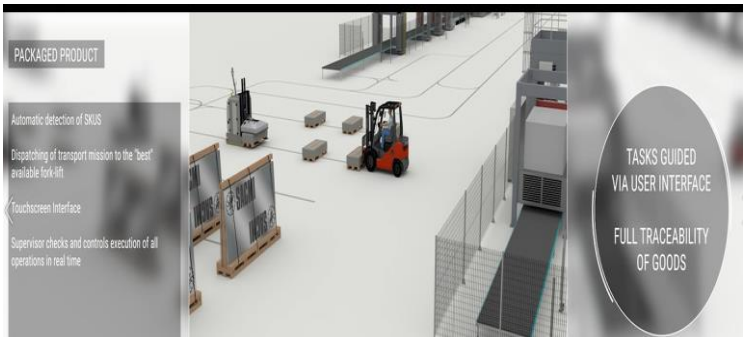
تخزين البلاط والمناولة والتشطيب والقطع والفرز.

SORTING AND PACKAGING يسمح التخزين بتنظيم الإنتاج على دفعات، مما يسهل تغيير المنتج، ويزيد من كفاءة إنتاج السيراميك. ويتم التعامل مع المنتجات المحروقة بالمركبات الأوتوماتيكية في حالة إنتاج السيراميك ذي الحجم الكبير، والتخزين الوسيط للمنتج المحروق والتشطيب اللاحق للسطح وقطع الشكل.



Deep Digital هي تقنية SACMI مبتكرة للتصنيع الرقمي لألواح السيراميك، مما يوفر الكمال على السطح وعلى طول الجسم.

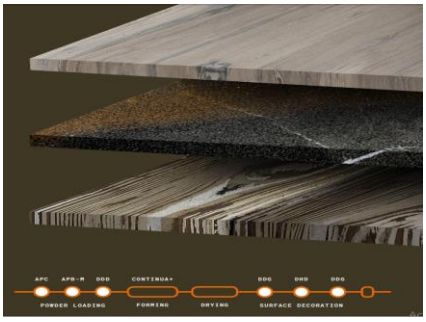
للزخرفة الرقمية ونظام إدارة الألوان المزجّجة بطابعة رقمية مفردة مرجع رقم (٨) مرجع رقم (٩)

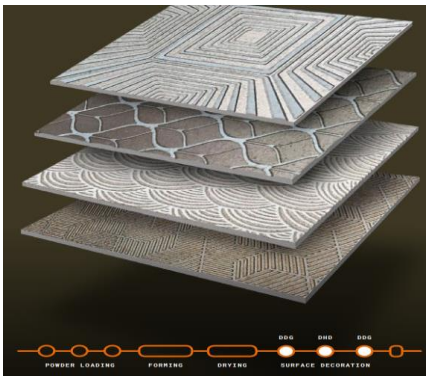


تخزين البلاط والمناولة والتشطيب والقطع والفرز والتعبئة والتغليف تتكون من:

- **القطع والحفر CUTTING AND SQUARIN .**
- **تفريغ ومناولة البلاط المحروق والمكدس على منصات نقالة .**
- **الفرز والتعبئة والتغليف والبليت خطوط إيزينج.**
- **خطوط الفرز والتعبئة والتغليف والتفريغ الأوتوماتيكي .**
- **الفرز، التعبئة والتغليف، منصات نقالة، خطوط .**
- **البرنامج HERE المبتكر للتحكم في المصنع الذكي. مرجع رقم (٧)**

رابعًا: الخط الذكي للديكور الرقمي للألواح الخزفية - تقنية الزخرفة الرقمية العميقة sacmi DIGITAL DECORATION FOR CERAMIC SLABS - DEEP DIGITAL the SMART MOVE





صور توضيحية لنتائج زخرفة الديكور الرقمي الجاف والرطب الجديدة والرقمية مرجع رقم(١٠)

الخط الذكي المتعدد المهام وأساليب الزخرفة الرقمية والمجمعة بخط إنتاج واحد، وتبين العلامات لكل خطوط النوعيات المنفذة، ومن الممكن دمج كل العمليات في منتج واحد لإحداث تقنيات خاصة وفريدة.

إن تقنية الديكور الرقمي الجاف والرطب Structured surfacesللأسطح الهيكلية منصة يمكن مزامنتها مع خط SACMI Deep Digital لتوفير عمليات زخرفة مرنة يتم التحكم فيها مركزيًا بواسطة برنامج HERE.

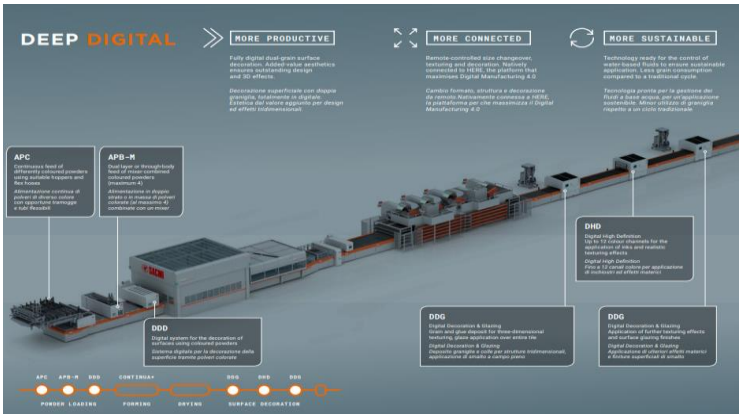
- APC: تغذية مستمرة لمساحيق مختلفة الألوان باستخدام قواديس مناسبة وخراطيم مرنة.
- APB-M: طبقة مزدوجة أو تغذية من خلال الجسم لمساحيق ملونة مختلطة بالخلط (بحد أقصى ٤).
- DDD: نظام رقمي لتزيين الأسطح باستخدام المساحيق الملونة.
- DDG: الديكور الرقمي والتزجيج بالحبيبات والصمغ من أجل تركيب ثلاثي الأبعاد، وتطبيق الصقيل على البلاط بأكمله.

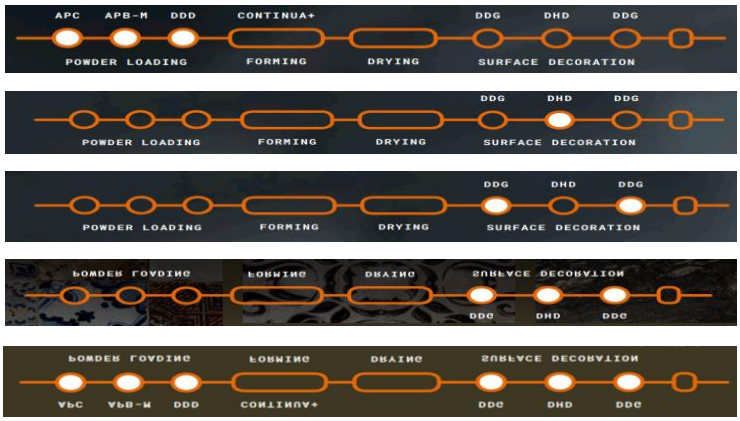
• DHD: دقة رقمية عالية تصل إلى ١٢ قناة ملونة لتطبيق الأحبار والتأثيرات.

• DDG الزخرفة الرقمية والتزجيج: تطبيق مزيد من تأثيرات التركيب وتشطيبات التزجيج السطحي.

مصمم الديكور الرقمي -يطبق بشكل انتقائي في عملية واحدة- الحبوب، والمواد اللاصقة، والطلاء الزجاجي وتأثيرات التركيبات الجافة والرطبة الأخرى لإنتاج زخارف خزفية.

مزايا الديكور الرقمي الجاف والرطب:





1. حل الكل في واحد مع نتائج زخرفة المنتج باستخدام تقنيات متعددة.
2. مصمم الديكور الرقمي الجاف بإجراء تطبيق انتقائي للحبيبات وهو التكنولوجيا الوحيدة لتطبيق منتجين جافين مختلفين لإنشاء زخارف سطحية
3. مرونة هائلة في تحسين المنتج وتخصيص الوصفات للسماح بالإنتاج.
4. إنتاج تأثيرات ثلاثية الأبعاد على المنتج لتحقيق زخرفة غنية بالنسيج.
5. مجال أكبر للديكور الرطب والجاف، سواء داخل الجسم أو على السطح، مما يسمح بتأثيرات متعددة (الخشب، الحجر الطبيعي).
6. زيادة سعة خط التزجيج من خلال مزامنة DDG مع DHD.

ويمكن التحكم في عملية الزخرفة من خلال المنصة التي تعمل على تحسين التصنيع الرقمي ٤,٠، والديكور الرقمي للبلاطات الخزفية، وتقنية رقمي

صور لطرق التطبيق مأخوذة من فيديو عرض طريقة الإنتاج الزخرفة البارزة والزخرفة العميقة بالجسم للبلاط بجميع المراحل مرجع رقم(٩)

عميق Deep Digital هي تقنية SACMI المبتكرة للمعالجة الرقمية لألواح السيراميك المثالية، سواء على السطح أو في الجسم، الواقع الرقمي للسيراميك.

• الأشكال من ٤٠٠x400 إلى ١٦٠٠x3200mm • سماكة من ٣ إلى ٣٠ ملم. • الديكور الرقمي جاف بمسحوق السيراميك - رطب بالمينا والأحبار الخزفية. • التطبيقات على خطوط الصب التقليدية و Continua +• Deep Digital هو مفهوم إنتاجي يهدف إلى SMART FACTORY 4.0.

• قابل للتكوين بسهولة في العملية التقليدية باستخدام مكبس الأس الهيدروجيني، وكذلك في عملية إنتاج البلاطة CONTINUA +.

• ينسق جميع أنظمة SACMI الرقمية التي تشارك في المظهر النهائي للمنتج، مثل أنظمة DDG - DHD - DDD - DGD و CAM.

• مرونة الحلول المصممة لأنظمة إنتاجية بسيطة أو معقدة للغاية.

• تنفيذ تصميمات الرسوم الرقمية المعقدة يكون سهلاً وقابلاً للتكرار. **مرجع رقم (٧)**

يتيح دمج DDG و DHD في حلول الزخرفة الرقمية للمصنعين إنتاج الألواح بتأثيرات وعمق لا مثيل لهما، ويجمع النظام بين التطبيق الانتقائي للحبوب المزدوجة مع تطبيق الغراء، مما ينتج عنه منتجات مبتكرة تتميز بمزيج من مادتين خام جافتين ومادتين مبللتين إضافيتين، (الأجهزة الرقمية على الخطوط). وبفضل الوضوح الفائق والمرونة الفائقة والتحكم المتكامل في العملية والإدارة التلقائية بالكامل لمنتجات مصممة, اصبح الملمس طبيعيا. فعندما يتم دمج DDG و DHD في خط Continua +، يمكن تنسيق الزخرفة رقميًا مع هيكل وجسم منتج السيراميك، وهى منصة للتطبيق الرقمي لكل من تأثيرات النسيج الجافة والرطبة تأخذ DDG تصنيع المنتجات ذات التنظيم الرقمي والمزجج والمزخرف إلى أعلى مستوى.

الخلاصة والنتائج:

يتم تقديم مفهوم "الصناعة ٤,٠" كنموذج صناعي جديد؛ نتيجة لذلك هي ناقل جديد لتنمية الصناعة، والذي تم تقديمه فقط في بعض البلدان المتقدمة، مما قد يؤدي في المستقبل إلى التحديث التدريجي لمجالات الصناعة الأخرى، وتمتلك إمكانية للتغييرات في الوضع التكنولوجي الحالي، وهو الطابع العالمي للنموذج الصناعي الجديد، حيث تم استخدامه للدلالة على عملية التحول في العالم من حيث سلاسله القيمة. وتنظيم شبكة إنتاج عالمية تعمل على أساس تقنيات المعلومات والاتصالات الجديدة والإنترنت التقنيات التي يتم من خلالها إجراء تفاعل كائنات الإنتاج. وتوصف الصناعة ٤,٠ بأنها العصر الذهبي لصناعة الآلات والإنتاج المنظم على أساس التقنيات الرقمية ومؤتمت بالكامل من خلال الخصائص الأساسية الآتية:

- الانتقال من العمل اليدوي إلى الإلكترونيات الروبوتية، مما يضمن أتمتة جميع عمليات الإنتاج.
- تحديث أنظمة النقل واللوجستيات؛ بسبب التوزيع الشامل لمركبات بدون طيار.
- زيادة تعقيد ودقة المنتجات التقنية المصنعة، وتصنيع مواد البناء الجديدة؛ بسبب تحسين تقنيات الإنتاج.
- تطوير الاتصالات بين الآلات والإدارة الذاتية المادية الأنظمة التي يتم إجراؤها بمساعدة "إنترنت الأشياء".

- تطبيق برامج التعليم الذاتي لتوفير التطوير المستمر أنظمة الإنتاج. **مرجع رقم (٢٥)**

الصناعة ٤,٠ يُستخدم كثيرًا بشكل متزامن مع "إنترنت الأشياء" أو "المصنع الذكي"، ولكن كلاهما من المفاهيم التي تشير التوصية الخاصة بتنفيذ الصناعة ٤,٠ إلى ثلاثة شروط تحدد تطبيقها، وأنا أؤيدها لاكتمال المنظومة، هذه الشروط هي:

- التكامل الأفقي عبر الشركات لسلسلة القيمة، من تطوير المنتج إلى تسليمه.
- التكامل الرأسي مع أنظمة الإنتاج المترابطة ثنائي الاتجاه، وصولاً إلى مستوى الماكينة؛ حيث يتم إصدار أوامر com لمعالجة المنتج، ولكن يتم إصدار الآلات، ويمكن للمنتجات أيضًا إرسال البيانات مرة أخرى إلى ERP إدارة الأعمال.
- الاتساق الرقمي للهندسة في جميع أنحاء المنتج (دورة الحياة ونظام الإنتاج ذي الصلة)، تجنب فواصل التكنولوجيا الكثير من أجل النظرية، دون أدنى اعتبار للتكنولوجيا. **مرجع رقم (١٨)**

وهناك وجهة نظر لابد من طرحها، وهي لخبير ومؤلف الكتاب عن النظرة المستقبلية، وماذا بعد؟ ربما نحتاج للحذر وهي كيفية تأثير موجة تلو موجة من التقنيات المتسارعة بشكل كبير على حياتنا اليومية والمجتمع كله. ماذا يحدث عندما يصطدم الذكاء الاصطناعي والروبوتات والواقع الافتراضي والبيولوجيا الرقمية وأجهزة الاستشعار بالطباعة ثلاثية الأبعاد و blockchain وشبكات جيجابت العالمية؟ كيف ستحول أوجه التقارب هذه الصناعات القديمة اليوم؟ ماذا سيحدث للتقارب التكنولوجي في عصرنا الحديث؟. التوضيح في مرجع (٣)

المستقبل الرقمي ليس بالبساطة التي ربما ظهرت في البداية، هناك العديد من العقبات في طريقها، العقبة رقم ١: ضغط الكفاءة في القيمة المضافة الأساسية العقبة. رقم ٢: ثقافات متباينة... وغيرهما. التوضيح في مرجع (١٨) مع اعتقد بإمكانية تطبيقه في مصر.

وإجمالا، أفضل منصتي ساكمي وبرايم الرقميتن للمصنع الذكي؛ لما لهما من خبرات تطبيقية بالفعل في العديد من الشركات والمصانع الخزفية، ولما لهما من دراية بالتخطيط والعمل والبحث والتطوير المستمر، وإنتاجهم المميز المطور دائمًا، وخدمات ما بعد البيع والدعم المستمر. نظام السيراميك هي شركة من Coesia S.p.A.، System Ceramics, a company of Coesia Group وهي شركة رائدة على الصعيد الدولي في تطوير عمليات إنتاج صناعة السيراميك، وقد جددت الشركة إنتاج السيراميك، وأحدثت ثورة في قطاع الإنتاج بأكمله من خلال إدخال معايير صناعية جديدة في مجال الضغط والديكور وخطوط الاختيار ومراقبة الجودة، وكذلك تحسين حلول التعبئة والتغليف والمنصات والمناولة في قطاع السيراميك. https://www.systemceramics.com/en - الرائد الدولي في هندسة المنشآت الصناعية SACMI آلات وأنظمة كاملة لصناعة السيراميك -والمعادن- والتعبئة- والتغليف -والأغذية والمشروبات ولإنتاج الحاويات المصنوعة من البلاستيك والمواد المتطورة https://sacmi.com/en-US/ceramics/about-us موقعان مهمان لصناعة السيراميك بكل أنواعه والآلات والمواد والمنتجات بأنواعها، والدعم الفني والعلمي.

المراجع:

- http://www.worldceramictiles.org/
- https://eg1lib.org/book/2741192/da810fAlasdair Gilchrist Industry 4.0: The Industrial Internet of Things 2016
- https://eg1lib.org/book/5395590/702ee4
- Peter H. Diamandis, Steven Kotler The Future Is Faster Than You Think: How Converging Technologies Are Transforming Business, Industries, and Our Lives2020 Download (epubook)

- https://www.academia.edu/11197035/Applying_Multi_Agent_System_Modelling_to_the_Scheduling_Problem_in_a_Ceramic_Tile_Factory
- https://nexusintegra.io/digital-transformation-ceramic-industry/

https://repository.systemceramics.com/content/uploads/2021/07/2021_Brochure-PRIME-

https://sacmi.com/en-US/ceramics/about-us

https://sacmi.com/en-US/Ceramics/Tiles

https://sacmi.com/en-US/ceramics/Tiles/Decoration

https://sacmi.com/en-US/Ceramics/Tiles/Deep-Digital

- https://sacmi.com/sharedcontent/media/Documents/Ceramics/catalogue/DEEP_DIGITAL_20200619-IT-EN.pdf
- https://thedigitalprojectmanager.com

https://www.academia.edu/17102146/A_MAS_Approach_to_the_Production_Programming_Problem_in_a_Cera

https://www.ceramicworldweb.it/cww-en/news/education-and-events/increasingly-smart-intralogistics-in-the-ceramic-industry/

https://www.ceramicworldweb.it/cww-en/spotlight/sacmi-here-a-modular-scalable-approach-to-digitalization/

https://www.ceramicworldweb.it/cww-en/spotlight/the-smart-evolution-of-product-development/

- https://www.ceramicworldweb.it/cww-it/spotlight/zschimmer-schwarz-ceramco-apparently-

https://www.pdfdrive.com/industry-40-in-the-automotive-industry-e38662331.html Industry 4.0 in the Automotive Industry90 Pages · 2015

https://www.planettogether.com/blog/4-components-of-production-scheduling-in-manufacturing

- https://www.planettogether.com/blog/five-types-of-production-planning
- https://www.researchgate.net/publication/300856811_A_Case_Study_Ceramic_Tile_Producti

https://www.rockwellautomation.com/en-gb/capabilities/smart-manufacturing/smart-

https://www.softwareadvice.com ›Manufacturing› pro- 2021

- https://www.springer.com/gp/book/9781447162711Jose M. Framinan and othor "Manufacturing Scheduling Systems An Integrated View on Models, Methods and Tools" Book 2014 Springer Lin
- https://www.springer.com/gp/book/9783319943091Editors: Popkova, Elena G., Ragulina, Industry 4.0: Industrial Revolution of the 21st Century© 2019
- https://www.systemceramics.com/en

https://www.systemceramics.com/en/news/prime-benefits-digitalization-end-line-

https://www.systemceramics.com/en/products/smart-factory/prime

https://www.zschimmer-schwarz-ceramco.it/fileadmin/user_upload/pdf/_02_APPARENTLY_INVISIBLE_EN.pd