الدور الوسيط لمرونة العمليات الصناعية في العلاقة بين التصنيع الذكي وعمليات تصميم المنتج الجديد

The mediating role of process flexibility in the relationship between smart manufacturing and new product design processes

م.د عماد خليل اسماعيل
كلية المأمون الجامعة
قسم ادارة الاعمال

Imad Khaleel Ismael
Al Ma'moon University College
Department of Business Administration
emadaldulaimy1956@gmail.com

تاريخ تقديم البحث: 2022/11/26
تاريخ قبول البحث: 2022/12/19

المستخلص :

يهدف البحث الى ايجاد العلاقة بين عمليات التصنيع الذكي وعمليات تصميم المنتجات من خلال الدور الوسيط لمرونة العمليات الصناعية ومحاولة ايجاد قوة هذه العلاقة بين متغيرات البحث الثلاثة , لتعزيز استجابة المنظمات الاقتصادية التي تعمل في بيئة تتسم بالديناميكية ، مما يستلزم استخدام التقنيات الكمية لاتخاذ قراراتها في عمليات التصنيع الذكي والاتجاه نحو تصميم المنتجات الجديدة ، وذلك في شركة الزوراء العامة وهي احدى تشكيلات وزارة الصناعة وتعد من الشركات الرائدة المنتجة لمنظومات سيطرة وتوزيع الطاقة الكهربائية في العراق . اذ تم اعتماد الاستبيان كأداة رئيسية مستخدمة في البحث . وتصنيف البيانات والمعلومات التي تم الحصول عليها في الاستبيان ولعينة من (88) من المستجبين . وكما جرى استعمال البرامج الاحصائي الجاهز (SPSS24) لتحليل البيانات واستخراج النتائج والتي توصل فيها البحث الى عدة استنتاجات من أبرزها توسط متغير مرونة العمليات الصناعية العلاقة بين ابعاد التصنيع الذكي ومتغير عمليات تصميم المنتج الجديد .

الكلمات المفتاحية : مرونة العمليات الصناعية، التصنيع الذكي ، تصميم المنتج الجديد .

Abstract

The research aim to find the relationship between smart manufacturing processes and product design processes through the mediating role of the flexibility of production processes and try to find the strength of this relationship between the three research variables, to enhance the response of economic organizations operating in a dynamic environment, which requires the use of quantitative techniques to make decisions in manufacturing processes Smart and the trend towards designing new products, in Al-Zawraa General Company, which is one of the leading companies producing electrical power control and distribution systems in Iraq. The questionnaire was adopted as the main tool used in the research. And the classification of the data and information obtained in the questionnaire and a sample of (88) respondents. The ready-made statistical software (SPSS24) was used to analyze the data and extract the results, in which the research reached several conclusions, most notably the mediation of the variable of the flexibility of production processes, the relationship between the dimensions of smart manufacturing and the variable of new product design processes.

Keywords: flexible industrial operations, smart manufacturing, new product design.

المبحث الاول / منهجية البحث

1. مشكلة البحث :

يعد التصنيع الذكي ذات أهمية كبيرة لشركات الإنتاج والخدمات على حد سواء وكإستراتيجية ناجعة لزيادة حصتها في السوق من خلال عمليات تطوير المنتجات الجديدة التي تمتلكها هذه الشركات والتي تؤهلها للفوز في المعركة التنافسية ، كما هو الحال بالنسبة لمرونة العمليات الصناعية، والتي هي حجر الزاوية لنجاح أي نظام سلعي أو خدمي من وجهة النظر هذه ، فإن المشكلة الرئيسية لمراكز البحث حول قدرة أنظمة التصنيع في العراق على التحول واعتماد أنظمة تصنيع ذكي كأسلوب مهم في عمليات تصميم المنتجات الجديدة ، لذا فإن لمرونة العمليات الصناعيةأهمية كبيرة للمتغيرات المعتمدة في البحث الحالي ، حيث أن مسألة مرونة الانتاج هي أساس نجاح التميز في التصنيع المتقدم وعمليات تطوير المنتجات الجديدة، وكذلك أهمية التصنيع الذكي في شركة عينة البحث ، وكذلك تأثير التصنيع الذكي على عمليات تصميم المنتجات الجديدة , تركزت مشكلة البحث الرئيسة عبر التساؤلات التالية :

أ. هل هنالك توسط لمتغير مرونة العمليات الصناعية في العلاقة بين التصنيع الذكي وعمليات تصميم المنتج الجديد ؟

ب. هل هناك علاقة بين متغير التصنيع الذكي وعمليات تصميم المنتج الجديد ؟

2. اهمية البحث :

تكمن اهمية البحث الرئيسة في رفد الحقول المعرفية في علم الادارة بدراسة العلاقة بين متغيرات البحث وكذلك تقديم جانب نظري لتعريف متغيرات البحث .

3. **.مجتمع وعينة البحث :**

جرى اختيار شركة الزوراء العامة لإجراء البحث الحالي ، وهي منظمة صناعية في بغداد ، لذا فهي في تماس مباشر مع البيئة الصناعية في العراق , إما عينة البحث فإنها تشمل مجموعة من القيادات الإدارية العليا والوسطى وكذلك المستويات التشغيلية في الشركة

4.هدف البحث :

يهدف البحث الى تحليل العلاقة بين متغير التصنيع الذكيي كمتغير مستقل وعمليات تصميم المنتج الجديد كمتغير تابع عبر الدور الوسيط لمتغير مرونة العمليات الصناعية.

5. **الادوات والاساليب الاحصائية المستعملة في البحث :**

جرى استعمال البرنامج الاحصائي الجاهز (SPSS) كأداة رئيسة لاجراء التحليل فضلا عن استعمال أساليب تحليلية أخرى وكالاتي :

أ. الوسط الحسابي

ب. الانحراف المعياري.

ت. معامل الاختلاف.

ث. اختبارت التوزيع الطبيعي وفقا لـ (**Kolmogorov-Smirnov**).

ج. ارتباط بيرسون.

ح. الانحدار المتعدد.

6.حدود البحث :

تمثلت حدود البحث المكانية بشركة الزوراء العامة وهي احدى تشكيلات وزارة الصناعة وتعد من الشركات الرائدة المنتجة لمنظومات سيطرة وتوزيع الطاقة الكهربائية في العراق وموقعها في بغداد – الزعفرانية ،اما بخصوص المدة الزمانية فكانت المدة الواقعة من اوائل شهر حزيران 2022 ولغاية شهر آب للعام نفسه.

7.الدراسات السابقة :

أ. دراسة (Cognini,&elt, 2018)

تسلط هذه الورقة الضوء على الخطوط المستقبلية المحتملة التي تحدد مساحة للأعمال المستقبلية في مجال اللغات البرمجة لنمذجة المرونة ، وحلول التحقق أثناء التنقل ، وتكييف مثيلات تشغيل العمليات الأنتاجية ، وتقنيات التعرف على التطور, تدعم مرونة إجراءات الأعمال المؤسسات في تغيير أنشطة العمل اليومية لتظل قادرة على المنافسة. منذ إجراء الكثير من الأبحاث حول هذا الموضوع ، هناك حاجة إلى وعي أفضل بالحالة الحالية للمعرفة. تعرض هذه الورقة نتائج مراجعة الأدبيات المنهجية لتطوير خريطة لمرونة إجراءات الأعمال مع التركيز بشكل خاص على الجوانب المتعلقة بأنظمة البرمجيات. يغطي مجموعة من أحدث التطورات من وجهة نظر أكاديمية . ويشمل 164 عملاً بحثيًا من المكتبات الرقمية لعلوم الكمبيوتر الرئيسية. بعد مقدمة في الموضوع يتم وصف المنهجية المطبقة. إخراج الورقة في شكل مخططات وانعكاسات. بدءًا من احتياجات مرونة إجراءات الأعمال، يتم تقديم تأثيرها على دورة حياة العملية التجارية. يتم تقديم الأدوات المستخدمة للتعبير عن مرونة عمليات الأعمال ودعمها بشكل متتالي مع سيناريوهات التحقق ذات الصلة.

ب. دراسة (Kusiak,2018)

يركز هذا البحث على تطور التصنيع والذي أصبح أكثر آلية وحوسبة وكثر تعقيدًا ، التصنيع الذكي هو شكل ناشئ للإنتاج يدمج أصول التصنيع اليوم وغدًا مع المستشعرات ومنصات الحوسبة وتكنولوجيا الاتصالات والتحكم والمحاكاة والنمذجة المكثفة للبيانات والهندسة التنبؤية. يستخدم مفاهيم الأنظمة الفيزيائية السيبرانية التي يقودها إنترنت الأشياء والحوسبة السحابية والحوسبة الموجهة نحو الخدمة والذكاء الاصطناعي وعلوم البيانات. بمجرد تنفيذها ، ستجعل هذه المفاهيم والتقنيات التصنيع الذكي السمة المميزة للثورة الصناعية القادمة. يتم التقاط جوهر التصنيع الذكي في ست ركائز ، تكنولوجيا التصنيع والعمليات، المواد ، البيانات ، الهندسة التنبؤية ، الاستدامة ومشاركة الموارد والتواصل. كانت سلاسل مناولة المواد والتوريد جزءًا لا يتجزأ من التصنيع. تم توضيح التطورات المتوقعة في مناولة المواد والنقل وتكاملها مع التصنيع مدفوعة بالاستدامة والخدمات المشتركة وجودة الخدمة. يتم التقاط الاتجاهات المستقبلية في التصنيع الذكي في عشرة تخمينات تتراوح من رقمنة التصنيع وظاهرة عملية المنتجات المادية إلى ثنائية المؤسسة والتوحيد القياسي.

ت. دراسة (Gopalakrishnan,&elt,2015)

الهدف الرئيس من هذه الورقة البحثية هو تسليط الضوء على عمليات المزامنة في تطوير المنتج الجديد , حيث بدأت العديد من الشركات التي تتنافس على أساس تطوير منتجات جديدة ومبتكرة في تبني عمليات تطوير منتجات جديدة متزامنة , تحدث فيها مراحل تصميم المنتج بطريقة غير خطية ومتكررة. بينما تزيد عمليات تطوير منتجات جديدة المتزامنة من المرونة وتقليل الوقت المستغرق في السوق مقارنة بالعمليات المتسلسلة التقليدية ، فإن التزامن يزيد من عدم اليقين في المهام منذ أن تبدأ عملية تصميم المنتج قبل تحديد جميع ميزات ومواصفات المنتج المهمة. يمكن أن تؤدي هذه التغييرات إلى إعادة التصميم وإعادة العمل المكلفة. تشير الأبحاث السابقة إلى أن التكلفة المستهدفة ، حيث يتم تعيين أهداف تكلفة محددة لفرق تصميم المنتج ، هي طريقة فعالة للتحكم في التكاليف في تطوير منتجات جديدة المتسلسل. ومع ذلك ، فمن غير الواضح ما إذا كانت التكلفة المستهدفة ستحسن أداء خفض التكلفة عند دمجها مع عملية تطوير منتجات جديدة المتزامنة بسبب زيادة عدم اليقين في المهام. ندرس بشكل تجريبي قدرة مجموعات تصميم المنتج على تحقيق أهداف محددة أو عامة لخفض التكاليف في إطار محاكاة تطوير منتجات جديدة

المتسلسلة أو المتزامنة. نتوقع ونجد أن طبيعة عملية تطوير منتجات جديدة تخفف من تأثير أهداف خفض التكلفة المحددة على أداء خفض التكلفة الفعلية. بينما تؤدي أهداف التكلفة المحددة إلى تخفيضات أعلى في تكلفة المنتج مقارنة بأهداف التكلفة العامة في إطار عملية تطوير منتجات جديدة المتسلسلة ، فإن الأهداف المحددة ليست أفضل من الأهداف العامة في تحفيز مجموعات التصميم لتقليل تكلفة المنتج في إطار عملية تطوير منتجات جديدة المتزامنة ؛ وبالتالي ، فإننا نوضح الشروط الحدودية على فائدة تحديد التكلفة المستهدفة كطريقة للتحكم في التكلفة.

8.أدوات جمع البيانات

بالاعتماد على أهداف البحث وبهدف اختبار الفرضيات جرى جمع البيانات من خلال تصميم استمارة استبيان كاداة رئيسة لجمع البيانات المطلوبة في هذا البحث .

9. فرضيات البحث :

الفرضية الاولى : يوجد تأثير معنوي ذو دلالة احصائية لمتغير التصنيع الذكي بأبعاده (القدرة على التغيير ، وانظمة التصنيع الذكي ، وادارة الجودة الذكية) في متغير مرونة العمليات الصناعية.

الفرضية الثانية : يوجد تأثير معنوي ذو دلالة احصائية لمتغير التصنيع الذكي بأبعاده (القدرة على التغيير ، وانظمة التصنيع الذكي ، وادارة الجودة الذكية) في متغير عمليات تصميم المنتج الجديد .

الفرضية الثالثة : يوجد تأثير معنوي ذو دلالة احصائية لمتغير التصنيع الذكي بأبعاده (القدرة على التغيير ، وانظمة التصنيع الذكي ، وادارة الجودة الذكية) في متغير مرونة العمليات الصناعيةبوجود متغير مرونة العمليات الصناعيةكمتغير رقابي.

الفرضية الرابعة : يتوسط متغير مرونة العمليات الصناعيةالعلاقة بين متغير التصنيع الذكي بأبعاده (القدرة على التغيير ، وانظمة التصنيع الذكي ، وادارة الجودة الذكية) ومتغير مرونة العمليات الصناعية , توسطاً ذو دلالة احصائية .

المبحث الثاني / التأطير النظري

اولاً: التصنيع الذكي

1. تمهيد

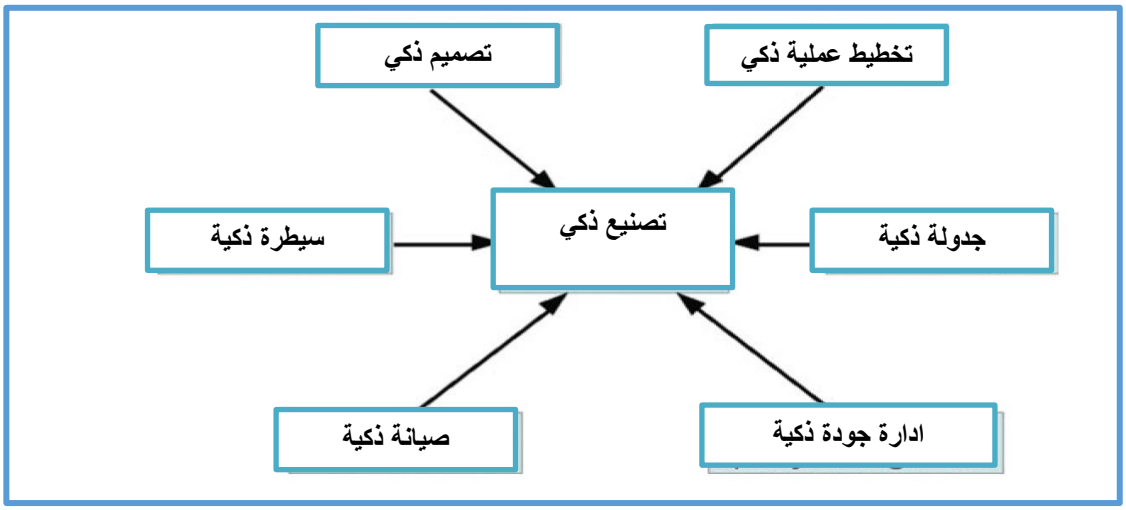
يعتقد العلماء أن مفهوم التصنيع الذكي جاء أصلاً من مجال الذكاء الاصطناعي والتصنيع . كانت منشورات التصنيع الذكي المبكرة في 1988 و 1990 و 1995. في تسعينيات القرن الماضي ، وكانت اليابان رائدة في مجال البحث في إدارة المعلومات التي أدت إلى إنشاء برنامج نظام التصنيع الذكي . أيضًا في التسعينيات ، أنشأت الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي بحثًا في التصنيع الذكي ، بالتعاون مع البرنامج الياباني لنظام التصنيع الذكي. في الآونة الأخيرة ، ركزت الجهود المبذولة في التصنيع الذكي و نظام التصنيع الذكي على مستوى ذكاء أعلى. (Wang,&elt,2021:11) .

فإن الهدف من التصنيع الذكي هو إنشاء عمليات وأنظمة تصنيع قابلة للتكيف محليًا أو عالميًا من خلال دمج تكنولوجيا المعلومات المتقدمة ، وقدرات الحوسبة ، والذكاء الاصطناعي. من منظور الذكاء المستند إلى البيانات ، تعتمد المراسلة الفورية على الحصول على البيانات في الوقت الفعلي وتوزيعها وتحليلها واستخدامها في الوقت المناسب من البشر والآلات والعمليات في أرضيات المتاجر والمصانع وعبر دورات حياة المنتج. من وجهة نظر النظام البشري – السيبراني – الفيزيائي ، يعد التصنيع الذكي نظامًا مركبًا يدمج على النحو الأمثل الأنظمة البشرية والمادية والسيبرانية التي تتعاون لتحقيق أهداف التصنيع المحددة. التصنيع الذكي هو المبدأ التنظيمي لتصميم وبناء وتطبيق مستويات النظام المختلفة. مكنت تكنولوجيا المعلومات المتقدمة التصنيع الذكي من التطور من خلال التصنيع الرقمي إلى التصنيع الشبكي ، وهي تتجه نحو جيلها القادم. يمكن تعريف التسارع على أنها "**القدرة على البقاء والازدهار في بيئة تنافسية ومتغيرة ديناميكيًا من خلال التفاعل بشكل كفوء ، مدفوعًا بالمنتجات والخدمات التي يصممها الزبون**" تقنيات التمكين ضرورية لنجاح خفة الحركة ، بما في ذلك النمذجة والمحاكاة ، وتكامل سلسلة التوريد ،

والذكاء الموزع . تعكس الجودة مدى تلبية المنتجات النهائية لمواصفات التصميم. في سياق مقاييس الصناعية، تعني الجودة أيضًا مقاييس ابتكار المنتج وتخصيصه. تُعرّف الصناعية تقليديًا على أنها نسبة المخرجات إلى المدخلات داخل الإنتاج ، باستخدام وقت التصنيع والتكلفة والعمالة والمواد وكفاءة الطاقة. ، وتشمل مقاييس الصناعية أيضًا الاستجابة لمتطلبات الزبائن بحيث يمكن إظهار أهمية التخصيص بشكل أفضل. تُعرَّف الاستدامة بأنها تأثير التصنيع على البيئة والمجتمع ورفاهية موظفيها ، فضلاً عن جدواها الاقتصادية. اكتسبت الاستدامة أهمية أكبر مقارنة بمحركات الصناعية التقليدية للوقت والتكلفة. ومع ذلك ، فإن قياسات الاستدامة لم تنضج بعد وهي مجال بحث نشط. يجب أن تتمتع أنظمة إدارة المعلومات بالخصائص يعد التكيف أحد أهم الميزات ، وهو القدرة على التكيف مع البيئة الديناميكية دون المساومة على الأهداف. الصيانة الآلية هي القدرة على تحديد الأخطاء / الإخفاقات واتخاذ الإجراءات التصحيحية دون تدخل بشري. في هذا السياق ، يمكن أن تكون الأنظمة قابلة لإعادة التكوين. (Wang,&elt,2021:12) .

2. مفهوم التصنيع الذكي : Intelligent Manufacturing Concept

أنظمة التصنيع الذكية هي تلك التي تستخدم تقنيات الذكاء الاصطناعي لأنشطة التصنيع. يمكنهم عرض جميع خصائص الأنظمة الذكية مثل التعلم والاستدلال واتخاذ القرار وما إلى ذلك. يمكنهم استخدام العديد من تقنيات الذكاء الاصطناعي من أجل أداء وظائفهم المقصودة. يمكن تصميم أنظمة التصنيع الذكية بطريقة تمكنها من العمل عندما يكون من الصعب قياس النتائج ، وحيث تكون التغييرات المتكررة في العمليات ممكنة وعندما لا تكون هناك قرارات مسبقة متاحة بشأن سلوك النظام . (Benyoucef,&ELT:2010:22) وكما يعرف Gass التصنيع الذكي على انها أنظمة المعالجة الآلية لعمليات التصنيع التي تشمل الآلات الذكية ، وأجهزة الاستشعار المتقدمة للقياسات في الوقت الفعلي في العملية ، والبرمجيات للتحكم الدقيق في أدوات الماكينة ، وتكنولوجيا المعلومات لدمج جميع عناصر دورة حياة المنتج. (Gass, & ELT,2013,784) يُطلق على الجيل الجديد من أنظمة التصنيع أيضًا اسم أنظمة التصنيع "الذكية". وقد تم تجهيز هذه الأنظمة بالذكاء الفني والتحكم الذكي. نحن نبحث حاليًا عن حلول جديدة لتنفيذ الذكاء الاصطناعي في إنتاج الماكينات , المتطلبات الرئيسية لتركيب أنظمة الإنتاج الذكية هي تقصير أوقات الإنتاج ، وزيادة الصناعية، والملاءمة الاقتصادية ، والقضاء على تدخل اليد العاملة. تتمثل الأساسيات اللازمة لتحقيق الذكاء في أنظمة التصنيع في المراقبة ، والتي يمكنها مراقبة الحالة الداخلية للنظام ومراقبة الظروف المتغيرة للبيئة. تستخدم أنظمة المراقبة أجهزة استشعار موجودة في النظام بأكمله. عادةً ما تضع الأجزاء شديدة التعرض لنظام التصنيع ، مثل رف للأدوات أو الآلات أو أجهزة المناولة ، أجهزة استشعار مختلفة. كانت المستشعرات تحدد المعلمات المستخدمة كبيانات إدخال لنظام التحكم. بعد هذه البيانات يتم تحقيق بعض العمليات التكنولوجية أو التلاعب أو غيرها من العمليات الداعمة. يتيح التعرف على التشابه للأجزاء المصنعة تصنيفها إلى المجموعات بواسطة الآلات المطلوبة لتصنيعها. من خلال تصنيع مجموعة واحدة من المكونات ، يمكن للإنتاج أن يحقق فائدة اقتصادية قريبة من التي يحققها الإنتاج الواسع . ويشير الشكل (1) الى محتوى التصنيع الذكي . (Rackov,&ELT,2022:363)



شكل (1) محتوى التصنيع الذكي

Source: Rackov, M., Mitrović, R., & Čavić, M. (2022) Machine and Industrial Design in Mechanical Engineering,P367

3.خصائص التصنيع الذكي : Intelligent Manufacturing Characteristics

تشمل الخصائص الأساسية للتصنيع الذكي ما يلي :

- يرتب تكوينات المواد والإنتاج تلقائيًا حيثما أمكن ذلك.
- يراقب ويتحكم في عمليات الإنتاج وعمليات التصنيع.
- يوصي ويتخذ إجراءات فورية لمنع الإنتاج المعيب.
- يقوم بأنشطة الصيانة .
- يتأكد من أن العمليات تعمل بشكل صحيح ويراقب أدائها.
- يشخص الآلات ويحافظ على سلامة التصنيع. (Benyoucef,&ELT:2010:23)

4. متطلبات التصنيع الذكي : Intelligent Manufacturing Requirements

1. التكامل الكامل لأنظمة البرامج والأجهزة غير المتجانسة داخل مؤسسة أو مؤسسة افتراضية أو عبر سلسلة التجهيز.
2. فتح بنية النظام لاستيعاب الأنظمة الفرعية الجديدة (البرامج أو الأجهزة) أو تفكيك الأنظمة الفرعية الموجودة "أثناء التنقل"
3. الاتصال والتعاون الفعال بين الإدارات داخل المؤسسة وبين الشركات .
4. تجسيد العوامل البشرية في أنظمة التصنيع .
5. استجابة سريعة لتغيرات الطلبات الخارجية والاضطرابات غير المتوقعة من بيئات التصنيع الداخلية والخارجية .
6. التسامح الكامل على مستوى النظام وعلى مستوى النظام الفرعي للكشف عن أعطال النظام والتعافي منها وتقليل آثارها على بيئة سير العمل . (Almeida, 2011:721) .

5. اهداف التصنيع الذكي : Intelligent manufacturing goals

1) **الموثوقية** : يجب أن يكون نظام التصنيع بأكمله موثوقًا به قبل كل شيء. يمكن تقسيمها إلى جانبين.

أ) **دقيق** : تحدث أخطاء التشغيل المصغرة في عملية التصنيع في نظام ذكي.

ب) **آمنة وقوية:** مرافق الأجهزة في النظام قادرة على منع السرقة والانفجار والإصابة للجهاز نفسه أو للآخرين. في العالم الرقمي المتنامي ، لم تعد السرقة تشير فقط إلى تغيير الموقع الجغرافي للجهاز ، بل يمكن أن تشير أيضًا إلى فقدان البيانات الرقمية المخزنة في الجهاز.

2) **التسارع** : من المتوقع الاستجابة السريعة والفعالة لاحتياجات الزبائن والتكيف السريع مع التغيرات غير المتوقعة في السوق أو في المتطلبات التنظيمية. يجب أن يكون التعاون بين الشركة ومورديها وشركائها وزبائنها بطريقة سريعة الاستجابة. في نظام التصنيع ، يمكن نسخه احتياطيًا وتحقيقه من خلال الجدولة في الوقت الفعلي ، والطلب ، والتتبع ، والتحكم ، وما إلى ذلك.

3) **المرونة** : يمكن للنظام تعديل هيكل النظام وعمليات التصنيع وتدفقات المواد والوظائف اللوجستية بسرعة من أجل تحسين قدرة ووظائف النظام بأكمله مع عائلة المنتج.

4) **قابل لإعادة التكوين** : يجب تصميم النظام في البداية بحيث يكون قابلاً لإعادة التشكيل للسماح بالتغييرات السريعة في هياكل ومكونات الماكينة وبالتالي التعديل السريع لقدرة الإنتاج ووظائفه. يتم وصف الخصائص الرئيسية لنظام قابل للتغيير (إما قابل لإعادة التكوين أو مرن) على النحو التالي:

أ) وحدات : جميع المكونات الرئيسية معيارية ، سواء من الأجهزة والبرامج .

ب) **قابلة للتكامل** : تم تصميم الوحدات النمطية مع واجهات ويمكن دمج المكونات بسرعة وسهولة. يحتاج الإنسان والبرمجيات والأجهزة أيضًا إلى التكامل في العمل بشكل جماعي في مراحل مختلفة من عملية التصنيع. يمكن أن يتكامل النظام أيضًا مع الإدخال المستقبلي للتكنولوجيا الجديدة بحيث تكون قابلة للترقية.

ج) **حسب الطلب** : تستطيع وحدات الماكينة والتحكم توفير الوظائف الدقيقة (لا أكثر ولا أقل) اللازمة لإنتاج معين ، وبالتالي إما تقليل التكلفة أو تلبية توقعات الزبائن .

د) **قابل للتحويل وقابل للتطوير**: يسمح النظام بالتبديل السريع بين دفعات المنتج الحالي والتعديل السريع للمنتج والإنتاج في المستقبل. قابلية التوسع هي الخاصية المقابلة لقابلية التحويل. في نظام قابل لإعادة التشكيل ، يتم اعتماد مصطلح قابلية التحويل ؛ وللحصول على نظام مرن ، تم اعتماد قابلية التوسع.

هـ) **قابل للتشخيص** : تم تصميم النظام ليكون قادرًا على اكتشاف الأخطاء التي تحدث في جودة المنتج وعملية الإنتاج والتعافي منها بشكل فعال.

و) **قابل للتشغيل البيني** : يجب أن يكون النظام الذي يتكون من أجهزة ذات واجهات مفهومة متوافقًا مع الأجهزة خارج النظام نفسه والأنظمة الأخرى الحالية أو المستقبلية ، مع عدم وجود وصول مقيد ولا حاجة للتغيير في النظام. أو أن النظام (أي المرافق والأجهزة والمنتجات) والبشر يمكنهم الاتصال والتواصل مع بعضهم البعض.

6) **آلي** : يمكن للأجهزة الموجودة في النظام أن تعمل من تلقاء نفسها مع القليل من التدخلات المباشرة أو بدون تدخلات من البشر أو غيرهم ، كما أنها تتحكم في أفعالها وحالتها الداخلية.

7) **سهل الاستخدام** : يتطلب النظام الذكي الحد الأدنى من الجهد البشري. من المرغوب فيه سهولة التشغيل والصيانة من قبل المستخدمين ، ويجب أن يكون من السهل على المستخدمين تعلم كيفية تشغيل المنشأة.

8) **صديق للبيئة** : يهدف نظام التصنيع الأخضر إلى توفير الطاقة وتقليل نفايات المواد وإنتاج الحد الأدنى من التلوث للبيئة. (Huang,&ELT,2016:2)

ثانياً : مرونة العمليات الصناعية:

1. مفهوم مرونة العمليات الصناعية:

تُعرَّف المرونة بأنها "حساسية نظام التصنيع للتغييرات. كلما كان النظام أكثر مرونة ، كان أقل حساسية للتغييرات التي تطرأ على بيئته ، وهناك أنواع مختلفة من المرونة في الأدبيات. (Chryssolouris,2006,30) ، لخص Chryssolouris المرونة في ثلاثة أشكال رئيسية ، وهي مرونة التشغيل ومرونة المنتج ومرونة الطاقة. سيركز هذا العمل البحثي على تقييم مرونة المنتج. لقد

ثبت في أن مرونة المنتج هي جانب مهم من أداء نظام التصنيع. ومع ذلك ، لكي يتم النظر في المرونة في مرحلة التصميم والتشغيل ، ينبغي تحديدها بمصطلحات قابلة للقياس الكمي (Chryssolouris,2006,30).

مرونة المنتج ، هي قدرة نظام التصنيع على صنع مجموعة متنوعة من أنواع الأجزاء باستخدام نفس المعدات. من أجل الاستجابة السريعة لتقلبات السوق الحالية . تواجه أنظمة التصنيع الحديثة تغييرات مستمرة في البيئة التي تعمل بها. وتشمل هذه التغييرات الإدخال السريع لمنتجات جديدة ، والتغيرات المفاجئة في الطلب على المنتجات والتعديلات الأكثر تكرارًا على المنتجات الحالية (Spicer P, et.al,2002,275)أشارت العديد من المنشورات الأكاديمية إلى أن القياس الكمي للمرونة يصعب التعامل معه ويقتصر في الغالب على حالات خاصة (Abele E,et.al.,2006,433) تكمن هذه الصعوبات في بعض خصائص المرونة ، مثل خاصية كونها محتملة وتعدد أبعادها المتأصلة

(Sethi A–K,et.al.1990,289) ومع ذلك ، في ظل قيود الوقت والميزانية ، من الصعب جدًا إدارة مجموعة متنوعة من المنتجات مع الحفاظ على أداء النظام العالي.

نحدد الموارد على أنها العناصر المادية الكاملة التي يتكون منها نظام التصنيع ، مثل الآلات والأدوات والمشغلين ونظام مناولة المواد. ومن ثم ، فإن واجهات موارد المنتج هي الواجهات المادية التي تصف أسطح التلامس بين المنتج والموارد ، إما مع نظام معالجة المواد ، أو الآلات والأدوات .

في الأسواق المبكرة ، كان خفض التكلفة وتحسين الجودة من المتطلبات الرئيسية المفروضة على الشركات وسلاسل التوريد للبقاء والازدهار في مجال الأعمال. لذلك ، حاولت الشركات تقليل التكلفة وتحسين الجودة في الوقت نفسه ، مع تركيز جهودها على نشاط التصنيع (Zang,etal,2009.143). في الآونة الأخيرة ، ظهرت المرونة والاعتمادية كأبعاد حاسمة للمنافسة. مرة أخرى ، اعتمدت الشركات على التصنيع لاكتساب التنافسية ، مما أدى إلى تحويل مجال الأعمال إلى بيئة أكثر تعقيدًا ، وغير مؤكدة ، واضطرابًا (Rudd et 2008,99). بهدف الوصول إلى أسواق جديدة ، أدخلت شركات التصنيع أنظمة التصنيع المرنة (FMS) لكسر المفاضلة الكلاسيكية بين الموثوقية والجودة. تقلل FMS العمالة وبالتالي تقلب العملية ، مما يؤدي إلى تحسين جودة المنتج. في الوقت نفسه ، توفر FMS طرق إنتاج متعددة تتغلب على التزامات الصيانة وتضارب قائمة الانتظار ، مما يزيد من موثوقية عمليات التسليم (Tracey,et al.,1999) واعتمادية التصنيع بإيجاز تعمل FMS على زيادة الصناعيةالإجمالية ، تحسين جودة المنتج النهائية ، وفي الوقت نفسه تقليل نقاط الضعف بسبب الاختلافات غير المتوقعة في الحجم والمزيج وتواريخ استحقاق الطلبات (Rezaie & Ostadi,2007,729). و تتمثل إحدى الوسائل الفعالة للتحوط ضد عدم اليقين والمطابقة بشكل أفضل بين العرض والطلب في بيئة سريعة التغير في اعتماد استراتيجية عمليات مرنة تسمح بالاستجابة في الوقت المناسب للطلب. أدت فكرة العمليات والعمليات المرنة إلى تأثير كبير على أداء العديد من تطبيقات التصنيع والخدمات. ومع ذلك ، فإن استثمار نظام مرن بالكامل عادة ما يكون باهظ التكلفة مع تعقيد كبير في التنفيذ ونفقات عامة (Wang,et.al,2021,1) , والتصنيع المرن هو نظام يسمح بمستوى معين من القدرة على التكيف ، مما يجعل من السهل الاستجابة للتغييرات ، سواء كانت متوقعة أو غير متوقعة.و تحظى هذه الطريقة بتقدير خاص في صناعة السيارات لأنها تتيح التبديل السريع للمنتج بأقل وقت تعطل. يمكّن هذا الصناعة من الاستجابة لطلبات الزبائن بسرعة من خلال تقديم منتجات جديدة دون عناء ومن خلال توفير نطاق واسع من المنتجات.

يغطي الإنتاج المرن مجالين رئيسيين. من ناحية ، يركز على استخدام المرونة في إدارة الموارد مثل الوقت والجهد من خلال تطوير قوة عاملة أساسية تتسم بالمرونة. من ناحية أخرى ، فإنه يوفر مرونة الماكينة مما يزيد من المرونة في العمليات حيث يمتص نظام التصنيع التغييرات واسعة النطاق مثل حجم تشكيلة الإنتاج والسعة والإنتاجية.

(https://www.airskin.io/en/blog/flexible-production-advantages)

تشهد الصناعات التحويلية الحالية نقلة نوعية نحو المزيد من المرونة للاستجابة بسرعة وكفاءة لمتطلبات الزبائن المتغيرة باستمرار، والتقنيات الجديدة وزيادة تنوع المنتجات. مرونة المنتج هي قدرة نظام التصنيع على التعامل مع تنوع المنتجات المتزايد لضمان أداء أفضل للنظام.

وفي سياق زيادة متطلبات الزبائن والاحتياجات المتغيرة ، وأساليب التصنيع المحسنة ، والتقنيات الجديدة واللوائح الحكومية ، يتم تقصير دورة حياة المنتجات الفردية. وبالتالي ، تحتاج الصناعات التحويلية إلى ترقية منتجاتها وعملياتها وتقنياتها باستمرار لتظل قادرة على المنافسة ، وهو ما يمثل تحديًا كبيرًا في بيئة مليئة بالشكوك.(Lafou, et.al.2016, 99)

ثالثاً: تصميم المنتج الجديد :

يتعلق تطوير منتج جديد بالعملية الإجمالية بدءًا من توليد الأفكار وتطويرها وحتى تسويق منتج جديد بنجاح. لا يمكن أبدًا أن يكون نشاطًا صدفة ولا مجرد نتيجة إلهام مفاجئ. إنها عملية يجب إدارتها بشكل منهجي وحذر.

تتطلب تكلفة تطوير المنتج الجديد استخدام نهج منظم ومراقبة دقيقة لتحمل المخاطر وتحقيق النتائج وتعد إدارة توليد المنتجات الجديدة وإدخالها مهمة مختلفة وأكثر تعقيدًا من أعمال الشركة . صنع وتسويق المنتجات، ومن ثم يجب تنظيم النشاط والتخطيط له والتحكم فيه. يجب التركيز بشكل خاص على الإجراءات الرسمية مثل عمليات تدقيق التصميم وإدارة التكوين قد يكون المنتج الجديد بديلاً عن إضافة إلى المنتجات الحالية ، للبيع في الأسواق الحالية قد يكون منتجًا موجودًا ليتم بيعه في سوق جديدة ، مثل الصادرات. في أقصى الحدود ، إنه منتج جديد في سوق جديد. في كل حالة ، يحتاج المنتج الجديد إلى فرصة تسويقية ، ويتطلب تخصيص الشركة الموارد لمساعدتها في طريقها إلى السوق بطريقة موضوعية، ففي كثير من الأحيان ، يعتبر النجاح التقني جوهر نجاح المنتج الجديد. ليست هذه هي القضية. في الواقع ، تكشف الدراسات الاستقصائية أن حوالي ثلثي جميع المنتجات التي تم اعتبارها نجاحًا تقنيًا هي إخفاقات تجارية. يجب أن يكون المنتج أيضًا ناجحًا تسويقيًا. (Turner,1985,51).

ويعد تقديم منتج جديد ناجح أحدى التكتيكات المهمة المتعلقة بتمايز المنتجات ، التي تنفذها عدد من الشركات لتعزيز ميزتها التنافسية ، هو تصميم منتج جديد فعال وإدخال ناجح لسلالة جديدة من المنتجات في الأسواق. الميزة التنافسية الرئيسية في السوق هي القدرة على تسويق المنتجات الجديدة الناجحة بشكل متكرر (Griffin, A., Page, 1996, 478). في الولايات المتحدة وحدها ، إذ يدخل أكثر من (10000) منتج جديد إلى السوق كل عام ، ولكن غالبًا ما تفشل هذه المنتجات في السوق .

تميل بيئة الأعمال اليوم إلى التغير السريع وغير الخطي. وبالتالي تتضمن بعض التغييرات في بيئة السوق مع التأثير المحتمل على الطرق التي يتم بها تطوير المنتجات الجديدة وإدارتها على مدار العقد الماضي ما يلي:

أ. زيادة مستوى المنافسات في نفس السوق.

ب. التغيير السريع لاحتياجات الزبائن وتوقعاتهم.

ت. ارتفاع معدلات التقادم الفني.

ث. دورات حياة المنتج أقصر (Griffin, 1996,478).

يتمثل التأثير الأساسي لهذه التغييرات البيئية في دفع مؤسسات الأعمال إلى تنفيذ تلك التغييرات التي تساعد في تسريع المنتجات من خلال التطوير وتحسين كفاءة العملية بالإضافة إلى الفعالية الشاملة. ومع ذلك ، فإن التحرك دائمًا على طول البيئات المتغيرة قد يؤدي إلى تشعب الشركات تمامًا عن المسار المخطط له – بعيدًا عن المهمة الأصلية.

يصف تعريف تصميم المنتج عملية تخيل وإنشاء وتكرار المنتجات التي تحل مشاكل المستخدمين أو تلبي احتياجات معينة في سوق معين. مفتاح التصميم الناجح للمنتج هو فهم حاجات ورغبات الزبائن والعملاء ، الاشخاص الذين يتم إنشاء المنتج من أجلهم. يحاول مصممو المنتجات حل المشكلات الحقيقية لأشخاص حقيقيين باستخدام التعاطف والمعرفة بعادات زبائنهم المحتملين وسلوكياتهم وإحباطاتهم واحتياجاتهم ورغباتهم.

من الناحية المثالية ، يكون تنفيذ تصميم المنتج خاليًا من العيوب.

المبحث الثالث / الجانب العملي للبحث

اولاً : الاحصاء الوصفي

يعرض المبحث الحالي تفصيلاً لنتائج الوصف الاحصائي للمتغيرات التي ضمها البحث وابعادها المعبرة عنها مستعملاً ادوات الاحصاء الوصفي والمتمثلة بالوسط الحسابي ، الانحراف المعياري , ومعامل الاختلاف والاهمية النسبية والمحسوبة من خلاله ، ومستوى الاجابة الذي تم ترتيبه بعد تقسيمه لخمسة فئات , واضافة جرى اختبار التوزيع الطبيعي لمتغيرات وابعاد البحث للتحقق من توفر شرط التوزيع الطبيعي للبيانات .

خصصت الفقرات التالية ادناه لعرض ومناقشة النتائج الخاصة بالاحصاء الوصفي والمتمثلة بنتائج قياس الاوساط الحسابية للفقرات الممثلة للابعاد والمتغيرات والإنحرافات المعيارية ومعاملات الاختلاف ومن ثم مستوى الاجابة والاهمية النسبية مع تفسير كلا وفقاً للمعطيات والتفاصيل المعروضة ادناه وبالتتابع .

1. التصنيع الذكي : تمثل التصنيع الذكي متغيرا مستقلاً او تفسيرياً للبحث تجسده بثلاث ابعاد هي (القدرة على التغيير ، وانظمة التصنيع الذكي ، وادارة الجودة الذكية) والتي سيجري توضيحاً لنتائج الاحصاء الوصفي لكل بعد ومناقشته وعلى وفق التالي :

أ. القدرة على التغيير : بينت نتائج التحليل الوصفي العائد لبعد القدرة على التغيير والمعروضة في الجدول (1) أن الفقرة الثالثة **(تمتلك منظمتنا القدرة على إدخال تكنولوجيا حديثة تتكامل مع التكنولوجيا الحالية في المنظمة)** حققت اعلى وسط حسابي **(3.750)** بانحراف معياري منخفض نسبيا حيث بلغ **(0.9971)** انعكست تلك النتائج على تخفيض قيمة معامل الاختلاف **(0.2658)** وهو الادنى من بين باقي الفقرات وبمستوى اجابة مرتفع مما جعله يحتل الاهمية النسبية الاولى , دل ذلك على الاتفاق العالي لإجابات العينة حول الفقرة وبما يشير الى التقارب الملموس فيما بينهم , أما عن أدنى وسط حسابي فقد بلغ **(3.170)** في الفقرة الرابعة **(تستخدم منظمتنا تطبيقات في البرامج الجاهزة تساعد على ابتكار طرق وأساليب جديدة تختلف عن المنظمات المنافسة)** بالأنحراف المعياري الاعلى **(1.0528)** انعكست تلك النتائج الى رفع قيمة معامل التشتت (0.3320) وبمستوى اجابة معتدل وبأهمية نسبية رابعة والاخيرة , دلت تلك النتائج الى انقسام نسبي واضح في اجابات افراد العينة حول مضمون هذه الفقرة , واما عن باقي الفقرات فقد تأرجحت اهميتها النسبية بين هاتين الفقرتين لهذا البعد وبمستوى اجابة تحدد بين المعتدل والمرتفع .

الجدول (1) نتائج الإحصاءات الوصفية لبعد القدرة على التغيير

ت	الأحصاءات الوصفية / الفقرات	الوسط الحسابي	الأنحراف المعياري	معامل الأختلاف	مستوى الأجابة	الأهمية النسبية
1	تنفذ منظمتنا طلبات متغيرة في حجم الإنتاج من دون التأثير في الكلفة	3.477	1.0502	0.3020	مرتفع	2
2	تنفذ منظمتنا طلبات متنوعة من الإنتاج وبمرونة عالية	3.215	0.9761	0.3035	معتدل	3
3	تمتلك منظمتنا القدرة على إدخال تكنولوجيا حديثة تتكامل مع التكنولوجيا الحالية في المنظمة	3.750	0.9971	0.2658	مرتفع	1
4	تستخدم منظمتنا تطبيقات في البرامج الجاهزة تساعد على ابتكار طرق وأساليب جديدة تختلف عن المنظمات المنافسة	3.170	1.0528	0.3320	معتدل	4
	الوصف العام للبعد	**3.403**	**0.7014**	**0.2060**	**مرتفع**	

ب. انظمة التصنيع الذكي : مثلت هذا البعد اربع فقرات عرضت نتائج التحليل الوصفي لها في الجدول (2) حيث الفقرة الثالثة **(يتم تنظيم جداول الانتاج الرئيسة والفرعية بواسطة التقنيات الحاسوبية)** حققت اعلى وسط حسابي **(3.840)** بانحراف معياري هو الادنى حيث بلغ **(0.9929)** انعكست تلك النتائج الى خفض قيمة معامل الاختلاف **(0.2585)** وبمستوى اجابة مرتفع مما جعله يحتل الاهمية النسبية الاولى , اشار الى الاتفاق العالي لإجابات افراد العينة حول هذه الفقرة , وأما عن أدنى وسط حسابي فقد بلغ **(3.229)** في الفقرة الرابعة **(تستخدم منظمتنا برامج الحاسوب ساعدتها في وضع خطط الإنتاج ولتحديد الوقت**

والموارد اللازمة لعملية الانتاج) بالأنحراف المعياري الاعلى **(1.0720)** انعكست تلك النتائج الى رفع قيمة معامل التشتت **(0.3310)** وبمستوى اجابة معتدل وبأهمية نسبية اخيرة , دلت تلك النتائج الى انقسام في اجابات افراد العينة حول ما تحتويه هذه الفقرة , واما بالنسبة عن باقي فقرات هذا البعد فقد تحددت اهميتها النسبية بين هاتين الفقرتين لهذا البعد وبمستوى اجابة مرتفع .

الجدول (2) نتائج الإحصاءات الوصفية لبعد انظمة التصنيع الذكي

ت	الأحصاءات الوصفية / الفقرات	الوسط الحسابي	الأنحراف المعياري	معامل الأختلاف	مستوى الأجابة	الأهمية النسبية
1	تستخدم منظمتنا برامج التصميم بواسطة الحاسوب CAD في عمل نماذج التصاميم.	3.238	0.9941	0.3069	معتدل	3
2	تستخدم منظمتنا برامج التصنيع بواسطة الحاسوب CAM في عمليات الإنتاج.	3.715	1.0277	0.2765	مرتفع	2
3	يتم تنظيم جداول الانتاج الرئيسة والفرعية بواسطة التقنيات الحاسوبية.	3.840	0.9929	0.2585	مرتفع	1
4	تستخدم منظمتنا برامج الحاسوب ساعدتها في وضع خطط الإنتاج ولتحديد الوقت والموارد اللازمة لعملية الانتاج	3.229	1.0720	0.3310	معتدل	4
	الوصف العام للبعد	3.508	0.7305	0.2082	مرتفع	

ج. **ادارة الجودة الذكية :** تجسد هذا البعد في اربع فقرات ايضا بينت نتائج التحليل الوصفي لها في الجدول (3) حيث الفقرة الاولى **(يرتبط نظام معلومات الجودة في المنظمة بشبكة اتصالات ذات كفاءة وفاعلة مع وحدات المنظمة لتبادل معلومات الجودة)** حققت اعلى وسط الحسابي **(3.625)** بانحراف معياري هو الادنى حيث بلغ **(0.9745)** ادت تلك النتائج الى خفض قيمة معامل الاختلاف **(0.2688)** وبمستوى اجابة مرتفع وبأهمية نسبية اولى , وفي المقابل من ذلك , كان أدنى وسط حسابي **(3.125)** في الفقرة الثالثة **(يتخذ نظام الجودة الاجراءات التصحيحية لتجاوز حاالت عدم المطابقة في الجودة)** بالأنحراف المعياري هو الاعلى **(1.1428)** انعكس ذلك الى رفع قيمة معامل الاختلاف **(0.3657)** وبمستوى اجابة معتدل وبأهمية نسبية رابعة واخيرة في ترتيبها , دلت هذه النتيجة على اختلاف عال في اجابات افراد العينة حول ما تحتويه هذه الفقرة , واما عن بقية فقرات البعد فقد انحصرت اهميتها النسبية بين هاتين الفقرتين لهذا البعد .

الجدول (3) نتائج الإحصاءات الوصفية لبعد ادارة الجودة الذكية

ت	الأحصاءات الوصفية / الفقرات	الوسط الحسابي	الأنحراف المعياري	معامل الأختلاف	مستوى الأجابة	الأهمية النسبية
1	يرتبط نظام معلومات الجودة في المنظمة بشبكة اتصالات ذات كفاءة وفاعلة مع وحدات المنظمة لتبادل معلومات الجودة.	3.625	0.9745	0.2688	مرتفع	1
2	يستخدم نظام الجودة لغة توصيف مبرمجة لتحويل البيانات إلى صيغة مشفرة.	3.022	1.0610	0.3510	معتدل	3
3	يتخذ نظام الجودة الاجراءات التصحيحية لتجاوز حاالت عدم المطابقة في الجودة.	3.125	1.1428	0.3657	معتدل	4
4	تحرص إدارة منظمتنا على إزالة جميع أسباب اﻷخطاء للوصول إلى مفهوم التلف الصفري.	3.250	1.1371	0.3498	معتدل	2
	الوصف العام للبعد	**3.255**	**0.7869**	**0.2417**	**معتدل**	

2. **مرونة العمليات الصناعية:** ضم هذا المتغير اثنى عشر فقرة بصفته متغير احادي البعد , حيث اسفرت نتائج الوصف الاحصائي له وكما معروض في الجدول (4) والذي بينت نتائجه ان الفقرة الثامنة **(تتميز ادارة المصنع بالمرونة في عقود التفاوض مع المجهزين)** حققت الوسط الحسابي **(3.988)** مرتفع نسبياً وبانحراف معياري هو الادنى **(0.8642)** ادت تلك النتائج الى خفض قيمة معامل التشتت **(0.2166)** وبمستوى اجابة مرتفع وبأهمية نسبية الاولى في مرتبتها , وفي الجانب

الاخر من ذلك , كان أدنى وسط حسابي (**2.693**) في الفقرة الحادية عشر (**لادارة المصنع المقدرة على تسليم الطلبات الخاصة بالزبائن في وقت اسرع من منافسيها**) بالأنحراف المعياري (**1.1178**) والمرتفع نسبياً انعكس ذلك الى رفع قيمة معامل الاختلاف (**0.4150**) وبمستوى اجابة معتدل وبأهمية نسبية اخيرة في ترتيبها , في حين تأرجحت بقية فقرات المتغير بأهميتها النسبية بين هاتين الفقرتين لهذا المتغير .

الجدول (4) نتائج الإحصاءات الوصفية لمتغير مرونة العمليات الانتاجية

ت	الأحصاءات الوصفية / الفقرات	الوسط الحسابي	الأنحراف المعياري	معامل الأختلاف	مستوى الأجابة	الأهمية النسبية
1	يستجيب المصنع للتغيرات الحاصلة في الطلب ارتفاعا وانخفاض	4.011	0.9033	0.2251	مرتفع	4
2	تتعامل ادارة المصنع مع عدة مجهزين بسبب عدم قدرة المجهز المنفرد بتوفير المواد بالجودة والكمية والوقت المناسبين .	4.000	0.8840	0.2210	مرتفع	3
3	تعتمد ادارة المصنع على التعامل مع مصادر متعددة لتوفير المواد الاولية .	3.522	1.0280	0.2918	مرتفع	8
4	تسعى ادارة المصنع لايجاد بدائل جديدة ومنعددة للحصول على المواد الاولية .	4.147	0.9412	0.2269	مرتفع	5
5	يجري المصنع باستمرار تغيرات في تشكيلة المنتوج استجابة لرغبة الزبون.	3.568	1.1223	0.3145	مرتفع	9
6	لدى ادارة المصنع السرعة اللازمة في تطوير المنتوجات استجابة لرغبات الزبائن .	3.318	1.1699	0.3525	معتدل	11
7	تقدم ادارة المصنع ضمانات لمردودات المنتوجات المعيبة واستبدالها بمنتوجات جيدة .	3.829	0.9250	0.2415	مرتفع	6
8	تتميز ادارة المصنع بالمرونة في عقود التفاوض مع المجهزين .	3.988	0.8642	0.2166	مرتفع	1
9	تعمل ادارة المصنع على تصميم عمليات جديدة بهدف انتاج منتجات جديدة.	3.738	0.9159	0.2449	مرتفع	7
10	تلتزم ادارة المصنع بمواعيد محددة عند تسليم المنتجات الى الزبائنها .	3.931	0.8549	0.2174	مرتفع	2
11	لادارة المصنع المقدرة على تسليم الطلبات الخاصة بالزبائن في وقت اسرع من منافسيها .	2.693	1.1178	0.4150	معتدل	12
12	تعتمد ادارة المصنع على البحث والتطوير لتحديث عملياتها الصناعية.	3.022	1.0280	0.3401	معتدل	10
	الوصف العام للبعد	**3.647**	**0.5723**	**0.1568**	**مرتفع**	

3. **القدرة التنافسية :** احتوى هذا المتغير على عشرة فقرات وبصفته متغير احادي البعد ايضاً , حيث اسفرت نتائج الوصف الاحصائي والمعروضة في الجدول (5) والذي بينت نتائجه ان الفقرة السابعة (**تقدم شركتك التدريب على الاجراءات الخاصة بها**) حققت الوسط الحسابي (**3.840**) والمرتفع نسبياً وبانحراف معياري هو الادنى (**0.8006**) مما ادى الى خفض قيمة معامل الاختلاف (**0.2084**) وبمستوى اجابة مرتفع وبأهمية نسبية الاولى في مرتبتها , وفي المقابل , كان أدنى وسط حسابي (**2.909**) في الفقرة السادسة (**يوجد نظام رسمي لتشخيص وتصحيح المشاكل في عملية الصميم**) بالأنحراف المعياري (**1.3948**) هو الاعلى من بين باقي فقرات البعد انعكس ذلك الى رفع قيمة معامل الاختلاف (**0.4794**) وبمستوى اجابة معتدل وبأهمية عاشرة والاخيرة في ترتيبها , وفي خصوص بقية الفقرات فقد تأرجحت بأهميتها النسبية بين هاتين الفقرتين لهذا المتغير .

الجدول (5) نتائج الإحصاءات الوصفية لمتغير عمليات تصميم المنتج الجديد

ت	الأحصاءات الوصفية / الفقرات	الوسط الحسابي	الأنحراف المعياري	معامل الأختلاف	مستوى الأجابة	الأهمية النسبية
1	تستخدم اجراءات مكتوبة وموثقة جيدا لتصميم منتج جديد .	2.965	1.0769	0.3630	معتدل	8
2	يشارك موردیك وزبائنك المهمين في تطوير منتج جديد منذ بداية المشروع .	3.420	1.0025	0.2931	مرتفع	3
3	تستخدم تقنيات هندسية تعاونية (قائمة على الانترنت)	3.920	0.8869	0.2262	مرتفع	2
4	تستخدم تقنيات تخطيط التخفيف من المخاطر الرسمية في تطوير منتج جديد .	3.045	1.0818	0.3552	معتدل	7
5	عمليات التصميم الخاصة موثقة بشكل رسمي .	3.261	1.0113	0.3101	معتدل	4
6	يوجد نظام رسمي لتشخيص وتصحيح المشاكل في عملية الصميم .	2.909	1.3948	0.4794	معتدل	10
7	تقدم شركتك التدريب على الاجراءات الخاصة بها .	3.840	0.8006	0.2084	مرتفع	1
8	يتم دمج التعليم المستمر في فرق المشروع والشركة .	2.954	1.1929	0.4037	معتدل	9
9	هناك بوابات البرنامج التي يجب الوفاء بها للتقدم الى المرحلة التالية من المشروع .	3.034	1.0553	0.3478	معتدل	5
10	يتم اخذ تخطيط القدرات وتخصيص الموارد في الاعتبار في عملية تصميم المنتج .	3.272	1.1619	0.3550	معتدل	6
	الوصف العام للبعد	**3.262**	**0.4254**	**0.1304**	**معتدل**	

ثانياً: اختبار الفرضيات

تحتاج عملية اختبار الفرضيات (نماذج الانحدار الخطي المتعدد) , للتأكد من شرط التوزيعات الطبيعية لبيانات ابعاد ومتغيرات البحث وبالتالي يمكن إستعمال الإختبارات المعلمية والتي تفرض شرط وجود صفة التوزيع الطبيعي لها والذي موضحة نتائجه في الجدول (6) ووفقا لإختبار (**Kolmogorov_ Smirnov**) والذي يحقق الشرط عندما تكون نتائج الاختبار غير معنوية نقبل فرضية التوزيع الطبيعي ونرفض الفرضية البديلة وبالعكس وفق الصيغة التالية للفرضية :

H_0 : البيانات تتوزع توزيعاً طبيعياً **($H_O: P = 0$)**

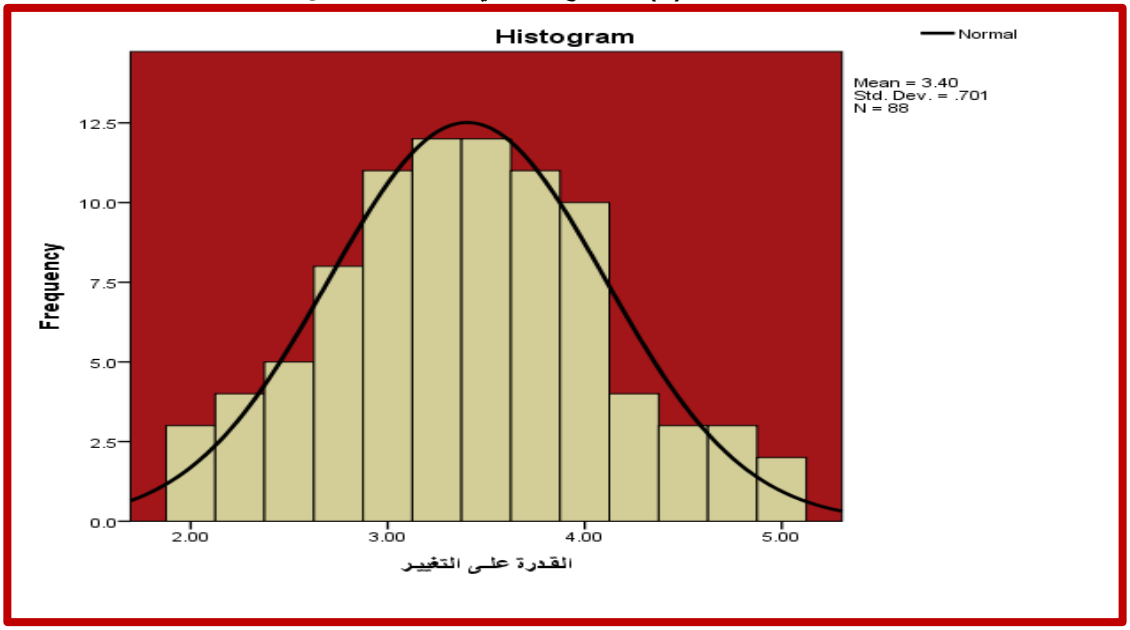
H_1 : البيانات لا تتوزع توزيعاً طبيعياً **($H_O: P \neq 0$)**

جدول (6) التوزيع الطبيعي لمتغيرات وابعاد البحث

نوع ومعالم الأختبار	Kolmogorov-Smirnov		
المتغيرات وأبعادها	إحصاءة الأختبار	قيمة المعنوية	معنوية الأختبار
	التصنيع المتقدم		
القدرة على التغيير	0.075	.200*	غير معنوي
انظمة التصنيع الذكي	0.086	.118	غير معنوي
ادارة الجودة الذكية	0.071	.200*	غير معنوي
مرونة العمليات الانتاجية	0.082	.200*	غير معنوي
عمليات تصميم المنتج الجديد	0.067	.200*	غير معنوي

ويتبين من خلال الجدول (6) في اعلاه ان جميع بيانات ابعاد ومتغيرات البحث كانت غير معنوية (P>0.05) وبالتالي يمكن قبول فرضية التوزيع الطبيعي اي ان البيانات تتوزع توزيعاً طبيعياً ورفض الفرضية البديلة ، بمعنى اخر, ان البيانات تتوفر فيها صفة المعلمية او التماثل والتي تعتبر شرط أساس من شروط إستعمال نموذج الإنحدار الخطي ، ويعبر الشكل (2) عن التمثيل البياني للتوزيع الطبيعي لبيانات بعد القدرة على التغيير ، واما عن باقي الاشكال الخاصة بالتوزيع الطبيعي للأبعاد والمتغيرات جرى عرضها في الملحق (1) .

شكل (2) التوزيع الطبيعي لبعد القدرة على التغيير



والتالي عرض تفصيلي لنتائج اختبار الفرضيات والتي وظف لها نموذج الانحدار المتعدد بإستعمال برنامجي (SPSS24) ، وتتضمن هذه العلاقة نص فرضيات رئيسة اربع والمعروضة في منهيجية البحث وعلى النحو التالي :

الفرضية الاولى : يعرض الجدول ( ) والخاص بنتائج اختبار الفرضية الرئيسة الاولى يتضح معنوية التأثير لجميع ابعاد متغير التصنيع الذكي متسلسلا اولا ببعد القدرة على التغيير ذو التاثير الاقوى (β=.363, P=0.006) وبعد انظمة التصنيع الذكي في ضوء معامل بيتا (β=.236, P=0.021) وبعد ادارة الجودة الذكية (β=.294, P=0.029) في متغير مرونة العمليات الصناعيةكمتغير تابع ، اما بخصوص القوة التفسيرية للنموذج وفقاً لقيمة معامل التحديد بلغت نسبتها (R^2= .55) وبمعنوية احصائية تامة (P=0.000) ، بمعنى اخر ان (55%) من تباين متغير مرونة العمليات الصناعيةتفسره كلا من ابعاد متغير التصنيع الذكي ، وبالتأكيد المتبقي من نسبة معامل التحديد (45%) والغير مفسرة تخص عوامل اخرى خارج نطاق الحدود البحثية الحالية .

الجدول (7) نتائج إختبار الفرضية الأولى

المؤشرات الأحصائية / مسارات الأنحدار (الفرضيات)	معلمة الأنحدار β	إحصاءة إختبار المعلمة t	معنوية المعلمة Sig.	معامل التفسير R^2	إحصاءة إختبار النموذج F	معنوية نموذج الأختبار P
القدرة على التغيير---> عمليات تصميم المنتج الجديد	.396	2.662	.011	.51	19.963	.000
انظمة التصنيع الذكي ---> عمليات تصميم المنتج الجديد	.121	1.542	.091			
ادارة الجودة الذكية ---> عمليات تصميم المنتج الجديد	.237	2.189	.039			

الفرضية الثانية : يتبين من الجدول (8) والخاص بنتائج اختبار الفرضية الثانية لهذا البحث ، والذي يظهر منه استمرار معنوية تأثيرا بعدي القدرة على التغيير (β=.396, P=0.011) وبعد ادارة الجودة الذكية بدلالة قيمة معامل بيتا (β=.237, P=0.039) في متغير عمليات تصميم المنتج الجديد وهي الخطوة الثانية من اختبارات الدور الوسيط ، في حين لم يكن لبعد انظمة التصنيع الذكي تأثيراً معنوي في نموذج الاختبار هذا (β= .121, P>0.05) ، اما عن القوة التفسيرية لهذا النموذج وحسب قيمة معامل التحديد فيها (R^2=.51) وبمعنوية احصائية تامة (P=0.000) ، بمعنى ان (51%) من تباين متغير انظمة التصنيع الذكي كان خاضع لتباين ابعاد القدرة على التغيير وادارة الجودة الذكية ، وبخصوص ما تبقى من القيمة الغير مفسرة (49%) تعزو ايضا الى متغيرات وعوامل اخرى لم تكن ضمن اهتمام البحث الحالي .

الجدول (8) نتائج إختبار الفرضية الثانية

المؤشرات الأحصائية / مسارات الأنحدار (الفرضيات)	معلمة الأنحدار β	إحصاءة إختبار المعلمة t	معنوية المعلمة Sig.	معامل التفسير R^2	إحصاءة إختبار النموذج F	معنوية نموذج الأختبار P
القدرة على التغيير--->مرونة العمليات الانتاجية	.363	2.789	.006	.55	22.861	.000
انظمة التصنيع الذكي ---> مرونة العمليات الانتاجية	.236	2.401	.021			
ادارة الجودة الذكية ---> مرونة العمليات الانتاجية	.294	2.699	.029			

الفرضية الثالثة : أظهرت نتائج اختبار الفرضية الثالثة الخاصة بتضمين نموذج الاختبار لمتغير مرونة العمليات الصناعيةمع ابعاد متغير التصنيع الذكي وتأثيرهما في متغير عمليات تصميم المنتج الجديد والموضحة تفصيلاً في الجدول (9) معنوية تأثير متغير مرونة العمليات الصناعية(β=.245, P=0.023) في متغير عمليات تصميم المنتج الجديد, إذ تعد هذه النتيجة هي الخطوة او الشرط الثالث المتحقق في اختبارات الدور الوسيط والذي ينص بضرورة معنوية المتغير الوسيط بوجود ابعاد المتغير المستقل , وبخصوص القوة التفسيرية فقد بلغت نسبتها وحسب قيمة معامل التفسير (R^2=.59) بمعنوية احصائية تامة (P=0.000) .

الجدول (9) نتائج إختبار الفرضية الثالثة

المؤشرات الأحصائية / مسارات الأنحدار (الفرضيات)	معلمة الأنحدار β	إحصاءة إختبار المعلمة t	معنوية المعلمة Sig.	معامل التفسير R^2	إحصاءة إختبار النموذج F	معنوية نموذج الأختبار P
القدرة على التغيير---> عمليات تصميم المنتج الجديد	.418	3.120	.000	.59	28.457	.000
انظمة التصنيع الذكي ---> عمليات تصميم المنتج الجديد	.009	0.312	.492			
ادارة الجودة الذكية ---> عمليات تصميم المنتج الجديد	.272	2.689	.008			
مرونة العمليات الصناعية--->عمليات تصميم المنتج الجديد	.245	2.319	.023			

الفرضية الرابعة : اسفرت نتائج اختبار هذه الفرضية وفق ماهو معروض في الجدول (10) الذي يبين نتائج التاثير المباشر والتأثير الغير المباشر لابعاد التصنيع الذكي كمتغير مستقل عبر مرونة العمليات الصناعيةكمتغير وسيط في المتغير المعتمد المتمثل بعمليات تصميم المنتوج الجديد ، والذي ينتج عن هذين التأثيرين (المباشر والغير مباشر) عند الدمج بينهما بما يعرف بالتأثير الكلي او الجزئي , تتحدد الية التشخيص لطبيعة العلاقة للدور الوسيط ممثلة بالمعنوية لنتائج الاختبار للتأثيرين المذكورين ، فعندما يكون كلا التأثيرين معنويان دل ذلك على ان توسط المتغير الوسيط للعلاقة بين المتغيرين المستقل والمعتمد توسط جزئي , أما في حالة معنوية التاثير تقتصر فقط على الغير المباشر دل ذلك على ان المتغير الوسيط يتوسط العلاقة بشكل تام أو كلي .

ويعرض الجدول (10) نتائج أختبار هذه الفرضية والذي تظهر منه معنوية التأثير المباشر في بعدين فقط للمتغير المستقل وهي القدرة على التغيير وادارة الجودة الذكية في عمليات تصميم المنتج الجديد كمتغير تابع او معتمد , اما بخصوص القوة التفسيرية فقد بلغت في ضوء معامل التفسير (R^2=.51) ، بمعنوية احصائية (P=0.000) ، وفيما يتعلق بنتائج اختبار التأثير الغير مباشر ثبت معنوية جميع مسارات متغير التصنيع الذكي كابعاد مستقلة في متغير مرونة العمليات الصناعيةكمتغير وسيط كانت نتائجها كلاتي بعد القدرة على التغيير(β=.363, P=0.006) وبعد انظمة التصنيع الذكي (β=.236, P=0.021) وبعد ادارة الجودة الذكية (β=.294, P=0.019) , وفيما يخص مسار تأثير متغير مرونة العمليات الصناعيةفي متغير عمليات تصميم المنتج الجديد ، فقد ثبتت معنويته المسار الخاص بتلك العلاقة (β=.281,P=0.019) , مما يؤكد الدور الوسيط لمروونة العمليات الصناعيةوبشكله الكلي في العلاقة بين بعد انظمة التصنيع الذكي وجزئي بين ابعاد القدرة على التغيير وادارة الجودة الذكية .

الجدول (10) نتائج إختبار الفرضية الرابعة

المؤشرات الأحصائية / مسارات الأنحدار (الفرضيات)	معلمة الأنحدار β	إحصاءة إختبار المعلمة t	معنوية المعلمة Sig.	معامل التفسير R^2	إحصاءة إختبار النموذج F
التأثير الغير مباشر					
القدرة على التغيير--->مرونة العمليات الانتاجية	.363	2.789	.006	.62	.000
انظمة التصنيع الذكي ---> مرونة العمليات الانتاجية	.236	2.401	.021		
ادارة الجودة الذكية ---> مرونة العمليات الانتاجية	.294	2.699	.029		
مرونة العمليات الصناعية---> عمليات تصميم المنتج الجديد	.281	2.447	.019		
التأثير المباشر					
القدرة على التغيير--> عمليات تصميم المنتج الجديد	.388	2.659	.012	.51	
انظمة التصنيع الذكي ---> عمليات تصميم المنتج الجديد	.119	1.538	.093		
ادارة الجودة الذكية ---> عمليات تصميم المنتج الجديد	.243	2.201	.040		

المبحث الرابع / الاستنتاجات والتوصيات

اولاً : الاستنتاجات :

1. تواكب الشركة لاي تغييرات تكنولوجية وتتعامل معها لمواجهة التغييرات البيئية , وكذلك استعمالها للبرامج الحديثة لعملية التخطيط وتحديد جداول الانتاج الرئيسة والتي تتفرع منها جداولها الفرعية , واستعمالها ايضا نظام اتصالات كفوء لتغذية انظمة الجودة بالمعلومات المطلوبة في الوقت المناسب من كافة اجزاء المنظمة .
2. لدى الشركة قدرة تفاوضية تتسم بالمرونة اثناء تعاملاتها مع ابرام العقود المجهزين , مع التزامها بمواعيد تسليم المنتجات لزبائنها , وكذلك هنالك اتفاق متواضع غي اجابات العينة بخصوص مواكبة منتجاتها لتلبية رغبات الزبائن .
3. يوجد تأثير مباشر لجميع ابعاد متغير التصنيع الذكي كمتغير مستقل في المتغير المستجيب مرونة العمليات الصناعية , وكذلك التاثير المباشر للتصنيع الذكي في متغير عمليات تصميم المنتج الجديد كمتغير تابع , وبحدود بعدي القدرة على التغيير وادارة الجودة الذكية , دون بعد انظمة التصنيع الذكي.
4. يوجد توسط لمتغير مرونة العمليات الصناعية في العلاقة بين ابعاد التصنيع الذكي ومتغير عمليات تصميم المنتج الجديد , توسط جزئي عدا التوسط في مسار العلاقة الخاص ببعد انظمة التصنيع الذكي , فهو توسط كلي للمتغير الوسيط .

ثانياً : التوصيات :

1. على الشركة تعزيز عمليات البحث والتطوير بهدف الاستجابة السريعة للتغيرات الحاصلة في رغبات الزبائن ومتطلباتهم , والاعتماد على اجراء تصميمات متعددة لكل منتوج , بغية اعطاء الزبون مرونة اكبر في عملية تحديد منتوجه المفضل
2. على الشركة اتباع منهاج رسمي مستمر لتحديد المشاكل ومعالجتها , تلك التي تحدث في عمليات التصميم , عبر تكوين مجاميع المشاريع المستمرة هدفها مراجعة مستمرة لتصميم المنتج , الهدف منها استدامة عملية التعلم لدى الموظفين .
3. استعمال عمليات التصنيع الذكي في تعزيز مرونة العمليات الصناعية, والذي من شأنه توفير سرعة الاستجابة للتغييرات التكنلوجية وكذلك التغييرات الحاصلة في اذواق الزبائن وتلبية متطلباتهم , وكذلك استعمال تطبيقات التصنيع الذكي في عملية تصميم المنتج الجديد من خلال استعمال برامج التصميم بواسطة الحاسوب CAD و التصنيع بواسطة الحاسوب CAM .
4. تعزيز العلاقة بين متغير التصنيع الذكي وعمليات تصميم المنتج الجديد , من خلال اشراك هذه العلاقة مع مرونة العمليات الصناعية.

References:

1. Abele E, Liebeck T, Worn A Measuring Flexibility In Investment Decisions For Manufacturing Systems, Cirp Annals, 2006, Vol. 55(1), P. 433-436.
2. Almeida, F. L. (2011). Designing And Implementation Of An Intelligent Manufacturing System. Journal Of Industrial Engineering And Management, 4(4), 718-745.
3. Benyoucef, L., & Grabot, B. (Eds.). (2010). Artificial Intelligence Techniques For Networked Manufacturing Enterprises Management (P. 510). New York: Springer .
4. Chryssolouris G Manufacturing Systems - Theory And Practice, 2nd Edition, 2006, Springer-Verlag, New York.
5. Cognini, R., Corradini, F., Gnesi, S., Polini, A., & Re, B. (2018). Business process flexibility-a systematic literature review with a software systems perspective. Information Systems Frontiers, 20(2), 343-371.
6. Gass, S. I., & Harris, C. M. (2013). Encyclopedia Of Operations Research And Management Science. Journal Of The Operational Research Society.
7. Gopalakrishnan, M., Libby, T., Samuels, J. A., & Swenson, D. (2015). The effect of cost goal specificity and new product development process on cost reduction performance. Accounting, Organizations and Society, 42, 1-11.
8. Griffin, A., Page, A. (1996). Pdma Success Measurement Project: Recommended Measures For Product Development Success And Failure. Journal Of Product Innovation Management, 13 (4), Pp. 478-496.
9. https://www.airskin.io/en/blog/flexible-production-advantages.
10. Huang, T., Solvang, W. D., & Yu, H. (2016, June). An Introduction Of Small-Scale Intelligent Manufacturing System. In 2016 International Symposium On Small-Scale Intelligent Manufacturing Systems (Sims) (Pp. 31-39). Ieee.
11. Kusiak, A. (2018). Smart manufacturing. International Journal of Production Research, 56(1-2), 508-517.
12. Lafou, M., Mathieu, L., Pois, S., & Alochet, M. (2016). Manufacturing System Flexibility: Product Flexibility Assessment. *Procedia Cirp*, *41*, 99-104.
13. Rackov, M., Mitrović, R., & Čavić, M. (2022) Machine And Industrial Design In Mechanical Engineering.
14. Rezaie, K., & Ostadi, B. (2007). A Mathematical Model For Optimal And Phased Implementation Of Flexible Manufacturing Systems. Applied Mathematics And Computation, 184(2), 729-736.
15. Rudd, J., Greenley, G., Beatson, A., & Lings, I. (2008). Strategic Planning And Performance: Extending The Debate. Journal Of Business Research, 61(1), 99-108.
16. Sethi A-K, Sethi S-P Flexibility In Manufacturing: A Survey, The International Journal Of Flexible Manufacturing Systems, 1990, Vol. 2, P. 289-328
17. Spicer P, Koren Y, Shpitalni M, Yip-Hoi, D Design Principles For Machining Systems Configurations, Cirp Annals, 2002, Vol. 51(1), P. 275-280.
18. Tracey, M., Vonderembse, M., & Lim, J. (1999). Manufacturing Technology And Strategy Formulation: Keys To Enhancing Competitiveness And Improving Performance. Journal Of Operations Management, 17(4), 411-428.
19. Turner, B. T. (1985). Managing Design In The New Product Development Process—Methods For Company Executives. Design Studies, 6(1), 51-56.
20. Wang, B., Tao, F., Fang, X., Liu, C., Liu, Y., & Freiheit, T. (2021). Smart Manufacturing And Intelligent Manufacturing: A Comparative Review. Engineering, 7(6), 738-757.

21. Wang, S., Wang, X., & Zhang, J. (2021). A Review Of Flexible Processes And Operations. Production And Operations Management, 30(6), 1804-1824.

22. Wenger, E. (1996). How To Optimize Organizational Learning. Healthcare Forum Journal, Jul-Aug, Pp. 22-23.

23. Zhang, Q., Vonderembse, M., & Cao, M. (2009). Product Concept and Prototype Flexibility In Manufacturing: Implications For Customer Satisfaction. European Journal Of Operational Research, 194(1), 143-154.