إستراتيجية التصميم المتزامن في تصميم وتطوير المنتج

Concurrent design strategy in product design and development

م/ بسمة عاطف فؤاد

معيدة، قسم المنتجات المعدنية والحلى، كلية الفنون التطبيقية، جامعة بنها.

basma.fouad@fapa.bu.edu.eg

د/ نهلة حسن على

مدرس، قسم المنتجات المعدنية والحلى، كلية الفنون التطبيقية، جامعة بنها.

Nahla.hassan@fapa.bu.edu.eg

ملخص البحث:Abstract

يبرز المعدل المتزايد للتقدم التكنولوجي والديناميكية في الأسواق المحلية والعالمية الحاجة إلى تقديم منتجات مطورة في مهل زمنية قياسية. ويعد النظر في قضايا التصميم بالتوازي مع اعتبارات الإنتاج وقابلية الصيانة من الطرق الواعدة لتحسين جودة المنتجات. حيث يتم دمج المعارف والمعلومات ذات الصلة لتؤثر بشكل فعال في تطوير المنتج. علاوة على ذلك، يتم تقليل دورة التطوير بالتخلص من تكلفة التكرارات المتعددة مقارنة بالتصميم المتتابع الذي يتم فيه النظر في كل مرحلة على حدة. ويعد الهدف الأساسي للبحث هو التأكيد على الدور الفعال للهندسة المتزامنة والتصميم المتزامن في تحسين كفاءة عملية التطوير وتقليل التكاليف، وتحسين جودة المنتج النهائي مما يساهم في رفع القدرة التنافسية لمصانع المنتجات المعدنية. بينما تتلخص المشكلة في التوصل إلى مدي تطبيق هذه الاستراتيجيات، ومستوى توافر متطلبات تطبيقها في مصانع المنتجات المعدنية بمختلف مجالاتها في مصر. وهل هناك علاقة ايجابية بين تطبيق هذه الاستراتيجيات وخفض تكاليف الإنتاج والجدول الزمني لدورة التصميم والتطوير. وكان ذلك من خلال إجراء استبانة لعينة من المصانع المصرية المتخصصة في المجال وكانت من أبرز النتائج اتباع أغلب هذه المؤسسات لاستراتيجيات الهندسة المتزامنة في التصميم والإنتاج بنسبة 55.6%، ومساهمتها في خفض تكاليف الإنتاج وتعزيز الجودة، وتحسين القدرات التنافسية للمؤسسة. كما لاتزال بعض المؤسسات تحتاج إلى توافر منصة تصميم مشتركة لحفظ وتخزين متغيرات التصميم بصورة تزامنية منظمة وفعالة. وبناء على ذلك يوصى البحث بدعم المؤسسات التي لاتزال في طور التحول والتغيير من عملية التصميم والتطوير التقليدي إلى التزامن في أداء الأنشطة والعمليات ذات الصلة بتطوير المنتجات، وضرورة تفعيل قنوات اتصال دائمة بين إدارة المؤسسة والفريق متعدد التخصصات ودعمه من خلال توفير الإمكانيات والصلاحيات لإنجاز العمل بكفاءة.

كلمات دالة: Keywords

التصميم المتتابع Sequential design، التصميم المتزامن Concurrent Design، عملية التصميم design process، دورة حياة المنتج Product life cycle.

المقدمة: Introduction

يعد تطوير المنتجات الجديدة واحد من التحديات التي تواجهها المؤسسات الصناعية. فمع تعاظم المنافسة أصبح التحدي الرئيسي لمعظم مؤسسات التصنيع في جميع أنحاء العالم هو تحسين وتطوير استراتيجيات التصميم والإنتاج الخاصة بهم بسبب الطلب على منتج ذو جودة أفضل مع مهلة زمنية أقصر وتكلفة دورة حياة أقل. من أجل تلبية هذا المطلب فإن أدوات وأساليب هندسة النظم المتقدمة، وهي أحد الحلول التي تؤكد على القيام بتطوير المنتج بوقت متزامن وقياسي، وتحسين القدرة التنافسية للمؤسسات والتغيير من عملية التصميم والتطوير التقليدي إلى عملية هندسية متزامنة. (Ramnath, Manivannan, & Rekha, 2018, p. 1419)

فالهندسة المتزامنة وتطوير المنتج هي الممارسة التي تتضمن عدة مجموعات عملية (مثل التصميم والهندسة والإنتاج) في عملية تطوير المنتج من البداية، والهدف من ذلك هو تحسين وقت الوصول للسوق وتحسين الجودة وتخفيض التكاليف، ويتحقق ذلك من خلال التعاون والتواصل ودمج المراحل المختلفة للتطوير. (داود، 2016، صفحة 21)

ويعد التصميم المتزامن جزء من الهندسة المتزامنة والهدف الرئيسي منه هو الاستفادة من جميع المعارف ذات الصلة للمؤسسة في تصميم المنتج. كما يهدف إلى تقليل الجدول الزمني لتطوير المنتج، وبالتالي الحفاظ على القدرة التنافسية في بيئة صناعية ديناميكية. يجب أن تتوافق جميع جوانب أنشطة التطوير الموازية مع الهدف النهائي لأداء المنتج ورضا المستخدمين.

وتشير استراتيجية التصميم المتزامن إلى الممارسة المتزامنة لنشاطين أو أكثر في عملية التصميم والتصنيع. وتنقسم أهداف التصميم المتزامن إلى شقين: أحدهما لتعزيز فعالية المنتج من خلال دمج جميع المعارف ذات الصلة في مرحلة التصميم، والأخر لزيادة كفاءة عملية التصميم عن طريق تقليل الوقت المستغرق بدأ من وضع تصور للمنتج وحتى التسليم.

مشكلة البحث: Statement of the Problem

تشهد البيئة الصناعية بشكل عام، والعملية التصميمية بشكل خاص، تسارعاً في التغيّر وزيادة في المنافسة الشديدة، مما فرض تحديات على العديد من قطاعات المنتجات المعدنية. ومن هذا المنطلق، فإن هناك حاجة ملحة لاستخدام أساليب واستراتيجيات تصميمية وإنتاجية متطورة، بهدف دعم الميزة التنافسية ومواكبة سرعة التغيّرات. واستنادا على ذلك فإن مشكلة البحث يمكن صياغتها بالتساؤلات الاتية:

- ما مدي تطبيق استراتيجيات الهندسة المتزامنة والتصميم المتزامن في مصانع ومؤسسات المنتجات المعدنية في مصر؟
- ما مستوى توافر متطلبات تطبيق التصميم المتزامن في المصانع المتخصصة في المنتجات المعدنية؟
- هل هناك علاقة بين تطبيق استراتيجية التصميم المتزامن وخفض الجدول الزمني لدورة تصميم وتطوير المنتجات المعدنية؟
- هل هناك علاقة بين تطبيق استراتيجية التصميم المتزامن وخفض تكاليف انتاج وتصنيع منتجات معدنية ذات جودة عالية؟

أهداف البحث: Research Objectives

- التعريف باستراتيجية التصميم المتزامن وإبراز دورها في تخفيض الفترة الزمنية لدورة تصميم وتطوير المنتجات.
- التأكيد على العلاقة الطردية بين تطبيق استراتيجية التصميم المتزامن وخفض تكاليف تصميم وتطوير المنتجات المعدنية مع الاحتفاظ بمستوى جودة مرتفع.
- التأكيد على الدور الفعال للهندسة المتزامنة والتصميم المتزامن في رفع القدرة التنافسية لمصانع المنتجات المعدنية في مصر.

أهمية البحث: Research Significance

- تكمن أهمية البحث في تسليط الضوء على أهمية استراتيجية التصميم المتزامن ودورها الفعال في تصميم وتطوير المنتجات.
- الاستفادة من التصميم المتزامن كأحد الاستراتيجيات الفعالة لتصميم وتطوير المنتجات.

فروض البحث:

- اتباع استراتيجية التصميم المتزامن والهندسة المتزامنة يساهم في تخفيض الفترة الزمنية لدورة تصميم وتطوير المنتجات المعدنية، ورفع جودتها وخفض تكاليف الإنتاج والتصنيع، مما يساهم بدوره في رفع القدرة التنافسية للمصانع والمؤسسات التي تتبع هذه الاستراتيجية.

منهج البحث: Research Methodology

لتحقيق أهداف الدراسة تم اعتماد المنهج:

- الوصفي التحليلي حيث يتم جمع المعلومات وتصنيفها وتحليلها وتفسير النتائج مع خلال عمل استطلاع رأي (استبانة) للمتخصصين في المؤسسات الصناعية حول مدى تطبيق استراتيجيات الهندسة المتزامنة والتصميم المتزامن في مجال المنتجات المعدنية والحلى داخل مصر.

حدود البحث: Delimitations

- يقتصر البحث على عينة من المؤسسات الصناعية المتخصصة في مجال المنتجات المعدنية والحلي داخل جمهورية مصر العربية وعددهم (ثمانية).

مصطلحات البحث: Research Terminology

التصميم المتتابع: Sequential design

مدخل تقليدي لتصميم وتطوير المنتجات يعتمد على التتابع فى أداء المهام مع انفراد قسم التصميم بعمليات تصميم وتطوير المنتج دون الحصول على أيه بيانات مسبقة سوى من قسم التسويق. (الادهم ، 2016، صفحة 38)

التصميم المتزامن: Concurrent Design

التصميم المتزامن هو عبارة عن طريقة لتصميم وتطوير المنتج في الوقت نفسه، بدلاً من التصميم ثم التطوير وهي تخصص فرعى من الهندسة المتزامنة. الهدف من ذلك هو تسريع عملية التطوير وتحسين الكفاءة عن طريق دمج مختلف الأنشطة الخاصة بالتصميم والتطوير. وفي التصميم المتزامن، يعمل فريق التصميم وفريق الهندسة معاً لإنشاء النماذج واختبار الأفكار وتحديث المنتج بالوقت الحقيقي، ويمكن أن يؤدي هذا الأسلوب إلى منتجات أكثر إبداعاً وتأثيرا على المستخدم، وأسرع في الوصول إلى السوق. حيث انه تخصص فرعى من الهندسة المتزامنة التي تتضمن عدة مجموعات عملية (مثل التصميم والهندسة والإنتاج) في عملية تطوير المنتج من البداية، والهدف من ذلك هو تحسين وقت الوصول للسوق وتحسين الجودة وتخفيض التكاليف، ويتحقق ذلك من خلال التعاون والتواصل ودمج المراحل المختلفة للتطوير. (داود، 2016، صفحة 21)

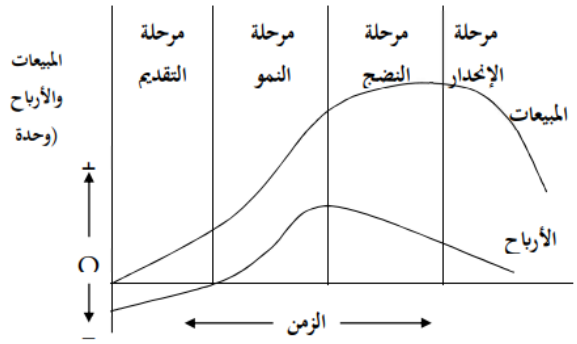
والهندسة المتزامنة (Concurrent Engineering) هي عملية تطوير المنتجات التي تتميز بتعاون فرق العمل المختلفة في وقت واحد، وبتنسيق أنشطتهم واستخدامهم لنفس المعلومات والأدوات. وعندما يستخدم هذا النهج في تطوير المنتجات، يتم تحقيق التنسيق والتعاون بين الفرق المختلفة، مما يزيد من كفاءة العمل وتقليل التكاليف والوقت المستغرقين في الإنتاج.

عملية التصميم:

هي عمليه شاملة لمجموعة من العمليات تبدأ بوضع الفكرة وتطويرها ثم تنفيذ الفكرة من خلال التخطيط وتنتهي فى شكل منتج يلبى احتياجات المستخدم. (غريب، محمود، و مصطفى، 2006، صفحة 16)

دورة حياة المنتج:

يقصد بدورة حياه المنتج سلسلة من المراحل التى يمر بها منذ طرحه فى الاسواق ولحين خروجه منه حيث تأخذ المبيعات فى التزايد وتصل إلى القمة ثم تبدأ بالانحدار كما يوضح شكل (1).



شكل (1) مخطط يوضح مراحل دورة حياة المنتج (بورقبة، 2020، صفحة 288)

الإطار النظري: Theoretical Framework

1- مفهوم التصميم المتزامن وأهميته

التصميم المتزامن هو مفهوم حديث إلى حد ما يهدف إلى الحصول على منتج عالي الجودة ووصوله إلى العملاء والمستخدمين بشكل أسرع ويعتمد على التزامن في أداء الأنشطة والعمليات ذات الصلة بتطوير المنتجات. حيث يضم تصميم المنتج المتزامن جميع الأطراف معًا. فعند إنشاء فريق التصميم المتزامن، من المهم وجود ممثلين من جميع الأطراف أصحاب المصلحة بدأ من المستخدم وحتى المنتجين والموردين. وذلك من خلال اختيار الأشخاص المناسبين في الفريق بشكل متزامن، مما يؤدي إلى كسر الحواجز بين التخصصات وتقصر "حلقات التنفيذ" التي تعيق تطوير المنتج. (الادهم ، 2016، صفحة 38)

التصميم المتزامن عبارة عن استراتيجية في عملية تصميم وتطوير المنتجات، تركز على التزامن في أداء المهام والتعاون بين فروع العمل المختلفة لضمان فعالية وكفاءة العملية. وتهدف الاستراتيجية الى تحسين توزيع الموارد وضمان جودة المنتج في عملية تصميمه وتطويره وتقليل التكاليف وزيادة المنافسة ويمكن تعريفه من خلال الاتجاهات التالية:

1-1 الاتجاه الأول: التزامن في أداء المهام:

2-1 الاتجاه الثاني: الاعتماد على فرق العمل متعددة التخصصات:

3-1 الاتجاه الثالث: اتجاه مشترك بين التزامن والاعتماد على فرق العمل متعددة التخصصات:

2- التصميم المتزامن وتطوير المنتج

2-1 مراحل برنامج التصميم المتزامن

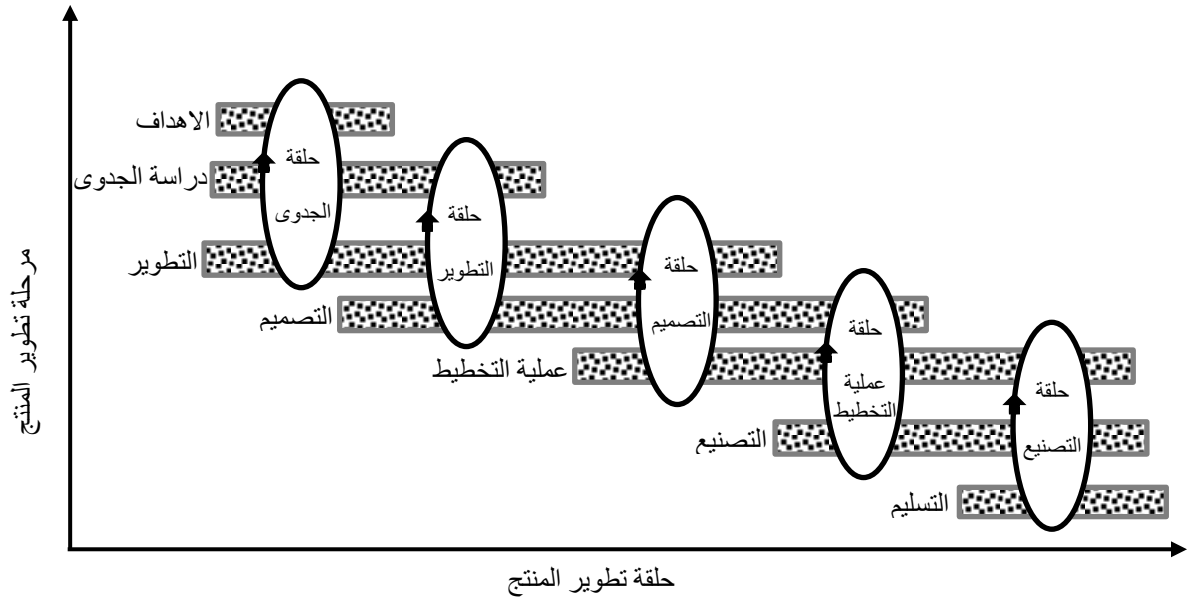
إن مراحل عمليه التصميم لا تتم في تتابع تام دائماً، فيمكن أن تبدأ مرحلة ما قبل الانتهاء الكامل من المرحلة السابقة، ويمكن أن يعود المصمم إلى مرحلة سابقة في أي وقت لتصحيح أخطاء أو تحسين النتائج ومن الضروري أن تتم العملية بشكل منهجي ومخطط له، وسوف نستعرض كيفية إجراء ذلك من خلال دراسة استراتيجية التصميم المتزامن، حيث تتكون استراتيجية التصميم المتزامن لتطوير المنتج من السبع مراحل الاتية: (الادهم ، 2016، صفحة 114)

1- تحديد الأهداف
2- دراسة الجدوى
3- التطوير
4- التصميم
5- عملية التخطيط
6- التصنيع والتجميع
7- التسليم

وأثناء تطوير المنتج المتزامن، تحدث التفاعلات بين مراحل عملية تطوير المنتج، بينما في تطوير المنتج المتسلسل، لا توجد تفاعلات وتم إنشاء تقنية "المسار والحلقة" شكل (2) لتسهيل هذه التفاعلات، ويحدد نوع الحلقة مستوى التعاون بين المراحل المتداخلة لعملية التطوير ويكون التفاعل فى الحلقة الواحدة بين ثلاث مراحل من عملية التطوير المتزامن للمنتج والتي تتكون من خمس حلقات وهي:

1- حلقة دراسة الجدوى.
2- حلقة التطوير.
3- حلقة التصميم.
4- حلقة عملية التخطيط.
5- حلقة التصنيع.

ويوضح الشكل (2) التفاعل بين الحلقات بعضها البعض، ففي حلقة الجدوى يكون التفاعل بين الثلاث مراحل (مرحلة تحديد الأهداف، مرحلة دارسة الجدوى، مرحلة التطوير)، وهكذا فإن حلقة التطوير تتكون من تفاعل الثلاث مراحل (مرحلة دراسة الجدوى، مرحلة التطوير، مرحلة التصميم)، وتتكون حلقة التصميم من التفاعل بين الثلاث مراحل (مرحلة التطوير، مرحلة التصميم، مرحلة عملية التخطيط)، كما تتكون حلقة عملية التخطيط من (مرحلة التصميم، مرحلة التخطيط، مرحلة التصنيع والتجميع)، وأخيرا حلقة التصنيع والتي تتكون من تفاعل الثلاث مراحل (مرحلة التخطيط، مرحلة التصنيع والتجميع، مرحلة التسليم)، وذلك لتدفق المعلومات بين مراحل تطوير المنتج للتنسيق الكامل بين جميع الحلقات بعضها البعض والتأكيد علي مبدأ التوازي بين مراحل تطوير المنتج المتزامن.



شكل (2) يوضح التأكيد على مبدأ التوازي بين مراحل
تطوير المنتج المتزامن (Kusar, Grum, & Duhovnik, 2004, p. 3)

ومن الضروري عند تطوير منتج جديد تحديد مجال استخدامه، والذي يتوافق مباشرة مع السوق المستهدف وكذلك إجراء دراسة جدوى وهي الأساس لتعريف عملية تطوير المنتج المتزامن وتتكون دراسة الجدوى من:

- مفهوم التطوير والتصميم.
- تعريف الشروط التجارية لتطوير المنتجات.
- تحديد الشروط المالية لتنفيذ المشروع بنجاح.
- تعريف نموذج تنظيمي تقريبي لتنفيذ المشروع.
- تحديد الفرق لعملية تطوير المنتج. (Kusar, Grum, & Duhovnik, 2004, p. 4)

3- أهمية تطبيق الهندسة المتزامنة والتصميم المتزامن في تطوير المنتج:

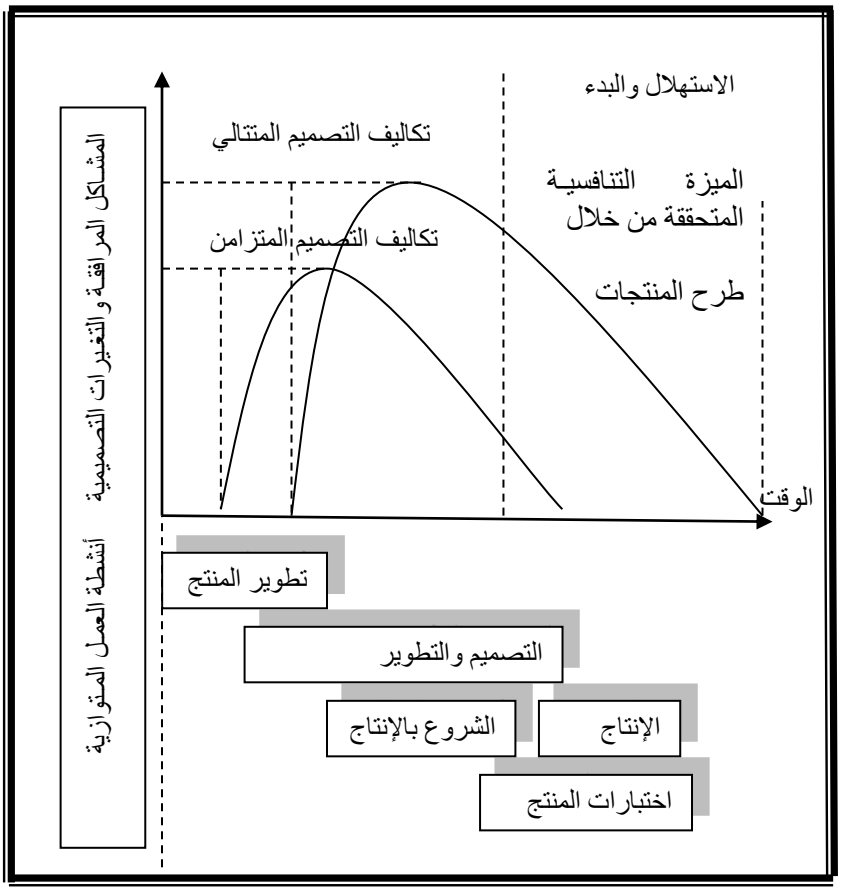
3-1 سرعة الاستجابة للتغيرات في متطلبات المستخدمين

تتميز دورة حياة المنتجات في الوقت الراهن بالقصر ويتسم المستخدمين بالتغير السريع فى أذواقهم وطلباتهم ولذلك يجب على المؤسسات أن تكون سريعة الإستجابة لتلك التغيرات وتكون الأسرع فى وصول منتجها للسوق حتى تضمن حصول المستخدم على المنتج مما يؤدى إلى زيادة المبيعات والأرباح وأى تأخر فى الوصول للمستخدم يؤدى إلى فقد للمبيعات وتطبيق برنامج التصميم المتزامن يؤدى إلى خفض الوقت الكلى للتصميم والإنتاج وبالتالى يصل المنتج للمستخدم فى وقت أقل. (حسين، 2020، صفحة 472)

3-2 تقليل عدد التغييرات المطلوبة في تصميم المنتج

إن أداء الأعمال بشكل متزامن يؤدى إلى تخفيض عمليات إعادة العمل وإعادة التصميم مما يؤدى إلى تخفيض وقت التطوير ويحقق إنسياب الإنتاج وتخفيض التكلفة وتحسين الجودة وتخفيض وقت الوصول إلى السوق. (Fine, Golany, & Naseraldin, 2005, p. 390)

حيث أن عمليات التصميم والتطوير وفقا لمدخل التصميم المتزامن تعتمد علي فرق عمل متعددة التخصصات، وتتم مشاركة ممثلين من جميع الأطراف المرتبطة بدورة حياة المنتج في عمليات التصميم والتطوير، فإنه يتم التعرف على وجهات نظرهم وقدراتهم منذ البداية، وتتم التعديلات مبكرا مما يقلل من التغييرات المطلوبة فيما بعد، ويوضح الشكل (3) أن تطبيق التصميم المتزامن يعمل علي تقليل التغيرات التي يمكن أن تحدث لتطوير المنتج بعد بداية انتاجه، ويوضح أيضا الفرق في تطبيق التصميم المتزامن والتصميم المتتالي وكيف أن التغيرات التي تتم علي المنتج بعد بداية انتاجه في التصميم المتتالي تستمر لفترة زمنية تصل الي عدة أشهر، ويختلف تطبيق التصميم المتزامن حيث تنتهي تلك التعديلات قبل بداية الانتاج. (الادهم ، 2016، صفحة 125)

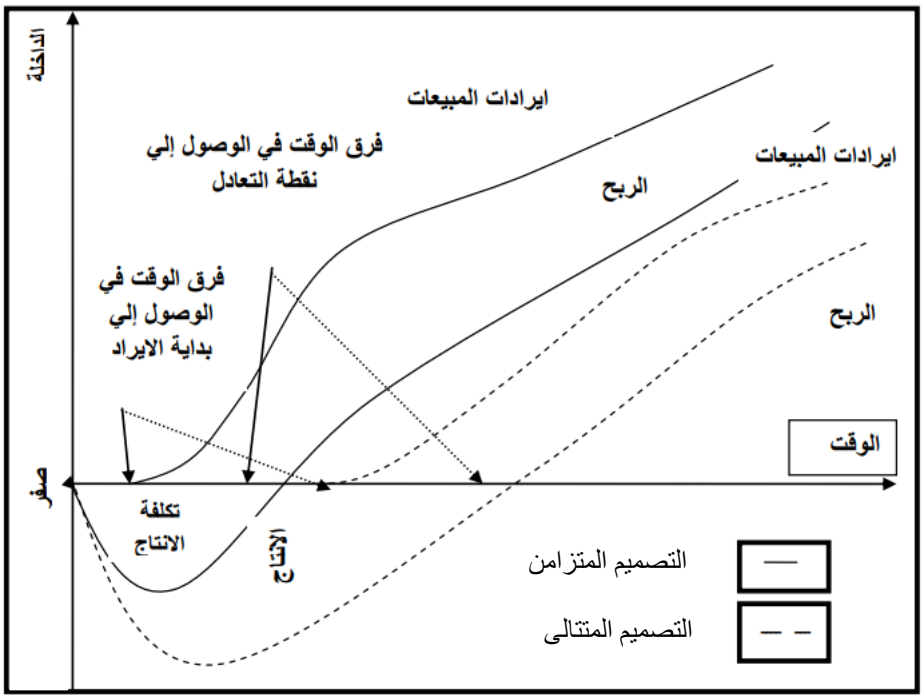


شكل (3) تأثير التصميم المتزامن على التغييرات التصميمية (نورى، 2007، صفحة 41)

3-3 سرعة الوصول للسوق وسرعة تحقيق الأرباح

ان أسلوب التصميم المتزامن يترتب عليه تخفيض وقت التصميم والتطوير، فإن المنتج يدخل مرحلة الإنتاج مبكرا ويتم الإنتهاء من إنتاجه مبكرا ايضا، وبالتالي تصل المنتجات للسوق مبكرا الأمر الذي يترتب عليه سرعة البيع ومن ثم الحصول على الايرادات الأمر الذي يؤدى في النهاية الى سرعة تحقيق مبيعات التعادل وسرعة الحصول على الأرباح. (الراوى، عيد، و هاشم، 2013، صفحة 18)

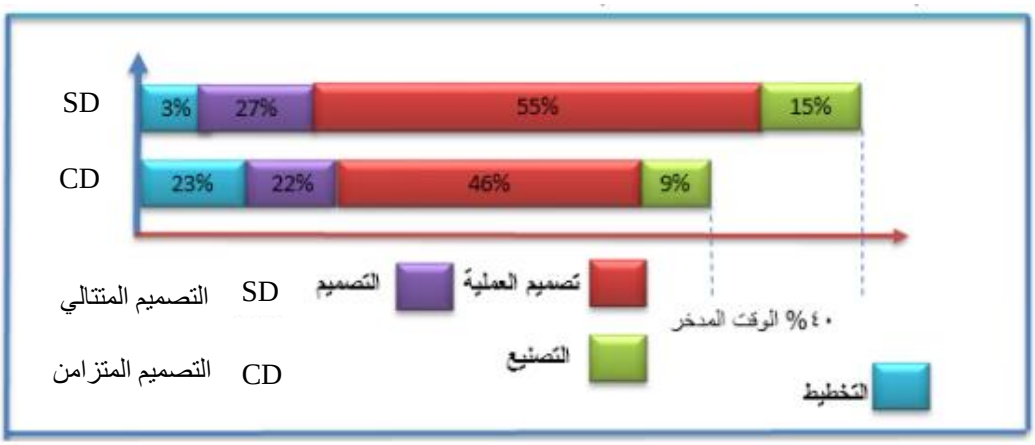
وقد اشارت بعض الدراسات إلى أن التأخير في تقديم المنتج لفترة ستة أشهر يؤدي إلى تخفيض الأرباح بما يزيد عن 50% منها، (Slack & Lewis, 1998) ويوضح الشكل (4) التالى مساهمة مدخل التصميم المتزامن فى سرعة الوصول للسوق وتحقيق الأرباح.



شكل (4) مساهمة التصميم المتزامن في سرعة الوصول للسوق وسرعة الحصول على الأرباح (الادهم ، 2016، صفحة 128)

4-3 تخفيض الفترة الزمنية لدورة التصميم والتطوير

ان استراتيجيات الهندسة المتزامنة والتصميم المتزامن يعتمدون على التزامن في أداء مهام التصميم والتطوير، حيث تتم مهام التصميم والتطوير بشكل متوازي أو متداخل زمنيا، مما يترتب عليه انخفاض وقت دورة التصميم والتطوير، فضلا عن أن قلة التعديلات التي يتم إدخالها علي المنتج تؤدي إلى ذلك أيضا، ولقد ثبت بدراسة منظومة التصميم والتطوير في العديد من المؤسسات العالمية أن تطبيق التصميم المتزامن يترتب عليه تخفيض وقت التطوير كما هو موضح بالشكل (5).



شكل (5) تأثير التصميم المتزامن فى تخفيض الوقت (محمد و محمد، 2021، صفحة 26)

وقد قدم (Skalak, 2002, p. 8) إحصائية عن مساهمة الهندسة المتزامنة والتصميم المتزامن في تخفيض وقت التصميم والتطوير في كثير من المؤسسات العالمية مبينا وقت التطوير قبل وبعد تطبيق التصميم المتزامن ونسبة التخفيض في وقت التصميم والتطوير نتيجة لتطبيق التصميم المتزامن، ويعرض جدول (1) تلك الاحصائية:

جدول (1) مساهمة التصميم المتزامن في تخفيض وقت التصميم والتطوير في كثير
من الشركات العالمية (الراوى، عيد، و هاشم، 2013، صفحة 18)

الشركة	المنتج	وقت التطوير بالشهر		
		قبل التصميم المتزامن	بعد التصميم المتزامن	نسبة التخفيض
ABB	أنظمة التحويل	٤٨	١٠	%٧٩
AT&T	التليفونات	٢٤	١٢	%٥٠
British Aerospace	الطائرات	٣٦	١٨	%٥٠
Digital Equipment	أجهزة الكمبيوتر	٣٠	١٢	%٦٠
Ford	السيارات	٦٠	٤٢	%٣٠
GM	المحركات	٨٤	٤٨	%٤٣
GM/Buick	السيارات	٦٠	٤١	%٣٢
Goldstar	أنظمة التليفونات	١٨	٩	%٥٠
Honeywell	منظمات الحرارة	٤٨	١٢	%٧٥
Honda	السيارات	٦٠	٣٦	%٤٠
Hewlett-Packard	الطابعات	٥٤	٢٢	%٥٩
IBM	-	٥٠-٤٨	١٥-١٢	%٧٥-٧٠
Motorola	الهاتف المحمول	٣٦	٧	%٨١
Navistar	الشاحنات	٦٠	٣٠	%٥٠
Wamer Electric	فواصل / كابحات	٣٦	٩	%٧٥
Xerox	آلات التصوير(النواسخ)	٦٠	٢٤	%٦٠

5-3 تخفيض التكاليف الكلية للمنتج

يرجع ذلك إلى انخفاض تكاليف التصميم وانخفاض عدد العاملين فى التصميم. كما أن التصميم المتزامن مفيد في استغلال الإمكانيات المتاحة وتقليل عيوب الإنتاج، وتجنب إعادة التصميم، وتقليل ازدواجية الجهود، وتحسين التواصل والحوار، ورفع كفاءة العمليات، وزيادة معدل الإنتاج، وإزالة أو تقليل عوائد المنتج، وتحسين رضا المستخدم. (مرجع سابق)

ومن الامثلة على ذلك أن شركة Renault الفرنسية التى تمكنت من تخفيض تكلفة تصميم الطراز الواحد من السيارات بما يزيد علي 1.5 بليون فرنك فرنسي وهو ما يعادل 20% من تكلفة التصميم لديها، وتمكنت إحدى الشركات الأمريكية من تخفيض عدد العاملين في تصميم كروت المناسبات من 700 عامل إلى 350 عامل فقط، وذلك نتيجة لاستخدام التصميم المتزامن. (الادهم ، 2016، صفحة 129)

6-3 تحسين القدرات التنافسية للمؤسسة الصناعية

أن تطبيق الهندسة المتزامنة ثلاثية الأبعاد يساعد المؤسسات على تحسين مركزها التنافسى ويساهم فى خفض التكاليف إلى أقل حد ممكن مما يؤدى إلى زيادة الربحية أن التنوع الكبير فى تشكيلة المنتجات وقصر دورة حياة المنتجات جعل المؤسسات تتمتع بميزة تنافسية مؤقته قد تزول فى أى وقت فى حال ظهور منتج أفضل من وجهة نظر المستخدم أو تغير ذوق المستخدمين ولكى تتمتع المؤسسة بميزة تنافسية دائمة عليها أن تنافس من خلال الوقت أى تخفيض وقت الإستجابة لطلبات المستخدمين ووصول المنتج للسوق. (Ellram & Stanley, 2008, p. 183)

وقد قدمت العديد من الأبحاث والدراسات التي ناقشت ووثقت أهمية تطبيق التصميم المتزامن ملخصا بفوائده كما يوضح الجدول (2) التالي:

جدول (2) مميزات وفوائد تطبيق التصميم المتزامن (Helms, 2002, p. 54)

ت	الفوائد	القياس	النتائج
1	تقليل وقت الانتظار	وقت الاعداد	30الى70% فأقل
		الوقت الى السوق	20الى90% فأقل
2	تحسين الجودة	التغيرات الهندسية	65الى90% فأقل
		التلف واعادة العمل	لغاية 75% فأقل
		الجودة الكلية	200الى600% فأعلى
3	تقليل التكاليف	الانتاج النظيف	20الى110% فأعلى
		مبيعات الدولار	5الى50% فأعلى
		العائد على الموجودات	20الى120% فأعلى
		تكاليف التصنيع	لغاية40% فأدنى

4- تأثير استراتيجية التصميم المتزامن على عملية تصميم المنتج:

إن استراتيجية التصميم المتزامن لها تأثير كبير علي جودة المنتج، حيث إن التصميمات الفقيرة للمنتج يمكن ألا تلبى احتياجات المستخدمين أو تواجه مشاكل في مستوى الجودة، والتصميمات ذات المتطلبات الإنتاجية المعقدة تجعل المنتج مكلفا جدا ولا يتنافس بقوة في الأسواق، فإذا استهلكت عملية التصميم وقتا أكثر من اللازم فإن ذلك يمكن أن يؤدي إلى هزيمة المنتج في السوق أمام المنتجات المنافسة، ولذلك فإنه من المهم التخطيط الجيد لعملية التصميم. (الادهم ، 2016، صفحة 120)

1-4 عملية التصميم Design process

يمكن تعريف التصميم على أنه إنشاء حلول مركبة في شكل منتجات أو عمليات أو أنظمة تلبي الاحتياجات المتوقعة من خلال الموائمة بين المتطلبات الوظيفية ومعايير التصميم والتحديد المناسب للعمليات التي تفي بالمتطلبات. تحدد المتطلبات الوظيفية هدف العملية في المجال الوظيفي، في حين أن معايير التصميم تصف الحل في المجال المادي. هذان المجالان مستقلان عن بعضهما البعض، ويرتبط كل منهما بالآخر من خلال التصميم. (ANDERSON, 2014, p. 96)

2-4 عملية التصميم في استراتيجية التصميم المتزامن للمنتج

وتتم عملية التصميم في استراتيجية التصميم المتزامن للمنتج من خلال ثلاث جوانب:

4-2-1 تصميم شكل المنتج Design of Product Form وهذا يشير إلى المظهر الخارجي للمنتج - اللون والحجم والشكل والاسلوب وهذا ينطوي على صورة للمنتج وملامحه المميزة في السوق، ويمكن تغيير التصميم الوظيفي في بعض الاحيان ليتوافق مع تصميم الشكل؛ كما في وحدات الإضاءة حيث يتم تغيير طريقة التصنيع لتتناسب مع الشكل الخارجي لها.

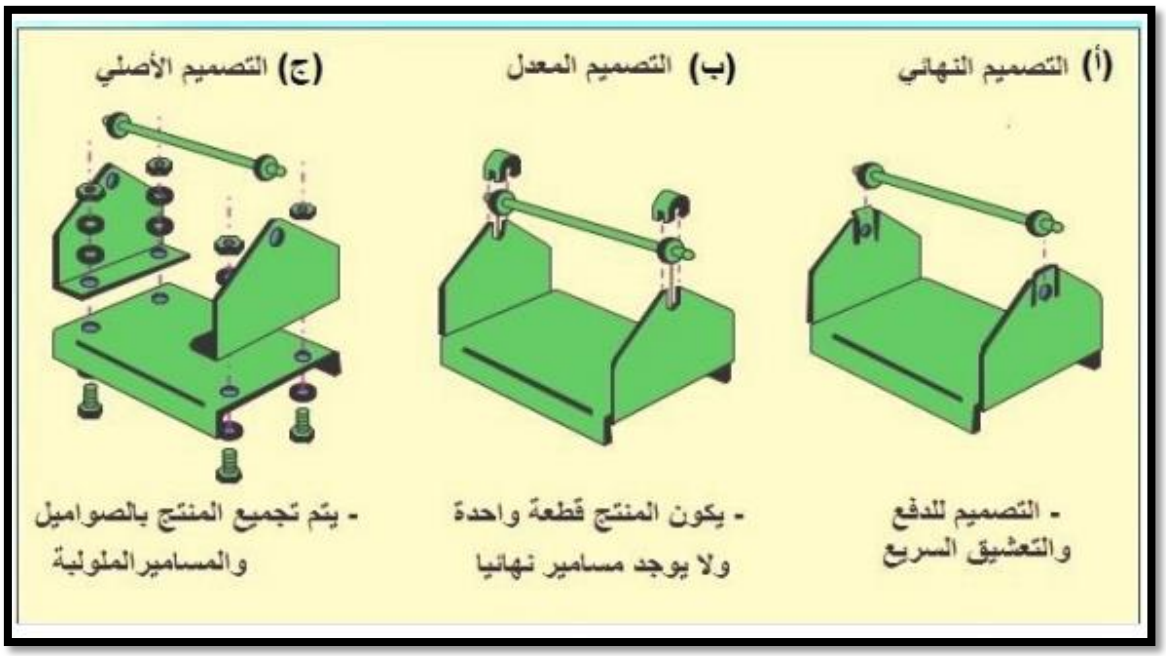
4-2-2 التصميم الوظيفي للمنتج Design of Product Function وهذا يشير الي كيفية أداء المنتج للوظيفة التي يصمم من أجلها وكيف يعمل، وكيفية تلبية مواصفات الأداء في وقت مبكر، ومثال على ذلك أدوات الطهي؛ وذلك في تحديد السعة التخزينية، والتوزيع الحراري الجيد من البداية.

4-2-3 التصميم للإنتاج Design for Production وبمجرد ما يتم تحديد شكل المنتج ووظيفته يتم تحديد كيفية طريقة إنتاجه، وتعد تلك المرحلة من أهم مراحل التصميم وذلك لاهتمامها بجودة التصميم وكيفية التصنيع وهل سيتم التصنيع داخل المصنع أم ستصنع أجزاء منه خارج المصنع مما سيؤدي ذلك الي زيادة تكلفة المنتج ولذلك فهناك عنصرين أساسيين لا يمكن إهمالهما:

أ. التصميم المبسط Design Simplification

وذلك بالتقليل من عدد أجزاء المنتج وتجميعها وعدم تعدد خياراته وتقليل الأدوات كلما أمكن ذلك كما بالشكل (6) والذي يوضح ثلاث تصميمات لمنتج واحد:

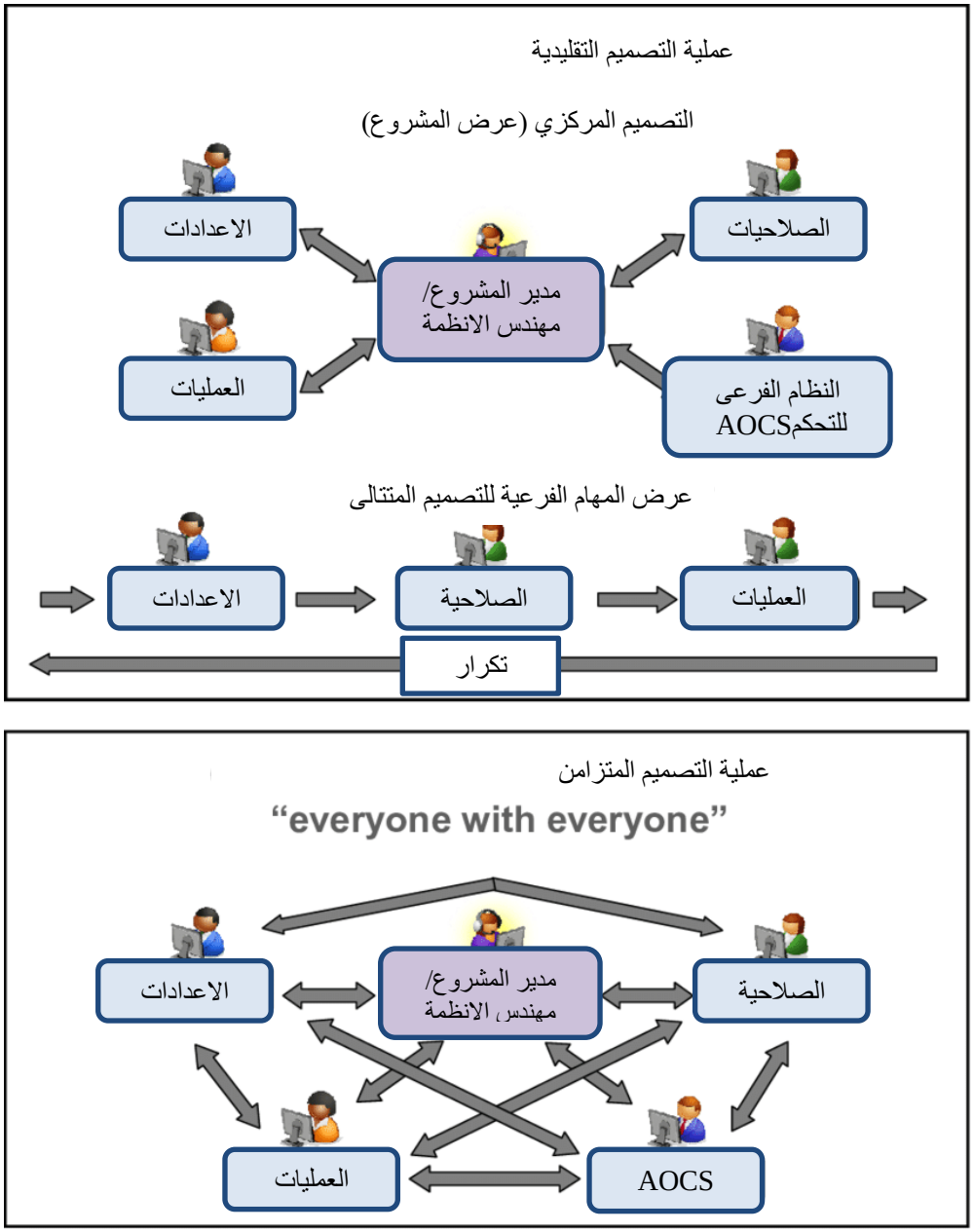
- التصميم الأصلي: والذي يحتوي على العديد من المسامير الملولبة والصواميل fasteners لتجميع المنتج كما بالشكل (6- أ).
- التصميم المعدل: والذي يتكون من قطعة واحدة، ولا يحتوي على مسامير نهائيا كما بالشكل (6- ب).
- التصميم النهائي: وهو مثال علي التصميم المبسط الذي يقوم على التجميع بطريقة الدفع والتعشيق السريع push and snap assembly كما بالشكل (6-ج).



شكل (6) أمثلة التصميم المبسط (الادهم ، 2016، صفحة 122)

ب. التصميم القياسى Design Standardization

ويتم ذلك باستخدام أجزاء موحدة وقياسية وموجودة بالفعل ومتفق عليها ويتم تجميعها بطريقة متبادلة لتبسيط عملية التصميم ويتم ذلك عن طريق التجميع بين وحدات قياسية متنوعة لخلق منتج فريد من نوعه. وذلك النوع من التصميم شائعا في صناعة الالكترونيات والسيارات، كما تفعل شركة ديل Dell عند استخدامها لبعض الوحدات النمطية القياسية مثل(القرص الصلب، الذاكرة)، ويتم في هذه المرحلة بناء العديد من النماذج الأولية واختبارها، ويؤثر برنامج التصميم المتزامن علي عملية صنع القرار في عملية التصميم كما في الشكل (7) الذي يوضح العمل ببرنامج التصميم المتتالي وطريقته الخطية والمتتابعة من مرحلة إلي أخري ووجود الفواصل بين كل مرحلة من مراحل البرنامج، بينما يسمح التصميم المتزامن لجميع المشاركين العمل كفريق واحد ويتم وضع فرق متعددة التخصصات ويعمل علي إزالة الفوارق بين فريق العمل بعضه البعض.



شكل (7) الفرق بين التصميم المتتالي والتصميم المتزامن (Maiwald, Engelsberger, & Lötzke, 2010, p. 13)

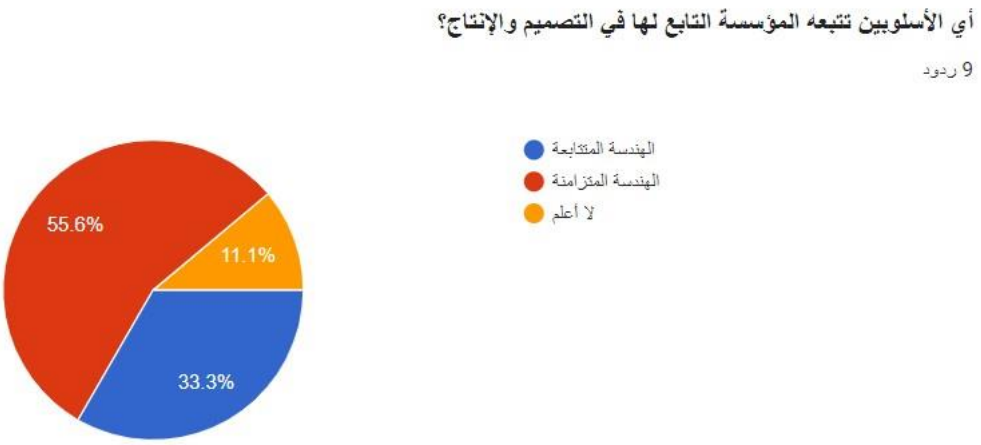
وقد تم عمل استبانة للمتخصصين في مجال تصميم وصناعة المنتجات المعدنية والحلى من المصممين والمهندسين ورجال الصناعة في المؤسسات الصناعية الكبيرة والمتوسطة داخل مصر لقياس مدى تطبيق استراتيجيات الهندسة المتزامنة والتصميم المتزامن داخل المؤسسات التابعين لها، ولمعرفة أراءهم حول مميزات الهندسة المتزامنة والتصميم المتزامن كاستراتيجيات تهدف لدمج اعتبارات الإنتاج في المراحل المبكرة للتصميم وقدرتها على المساعدة في تقليل تكاليف الإنتاج والتصنيع وتعزيز جودة المنتجات وزيادة القدرات التنافسية للمؤسسة.

وقد قام بإجراء الاستبانة تسع مؤسسات صناعية من مختلف مجالات المنتجات المعدنية والحلي وكان تصنيفهم كالتالي:

- أربعة مصانع للذهب والمجوهرات.
- مصنعين لوحدات الإضاءة.
- مصنعين للأدوات المنزلية (خلاطات المياه- أواني الطهي).
- مصنع للميداليات والدروع والشارات العسكرية.

شكل (8) مجالات التصنيع والإنتاج للمؤسسات المشاركة في الاستبيان.

وكانت نتائج الاستبيان كالآتي: حيث يدور القسم الأول حول مدي تطبيق استراتيجيات الهندسة المتزامنة والتصميم المتزامن وأهميتها داخل المؤسسات الصناعية في مجال المنتجات المعدنية والحلي.

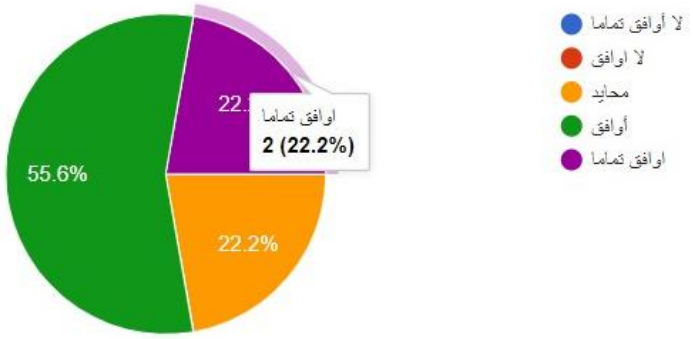


شكل (9) نسبة المؤسسات الصناعية التي تتبع استراتيجية الهندسة المتزامنة أكبر بواقع 5 مصانع للهندسة المتزامنة و3 للهندسة المتتابعة ومصنع واحد لم يحدد استراتيجية الإنتاج.

شكل (10) عدد سنوات تطبيق الهندسة المتزامنة داخل المؤسسات حيث أجابت 3 مؤسسات صناعية باتباع الهندسة المتزامنة لأكثر من عشر سنوات، ومؤسسة واحدة 2-5 سنوات، ومؤسسة واحدة 0-2 سنوات وذلك نظرا لحداثة المؤسسة.

تلتزم إدارة المؤسسة بتطبيق استراتيجية الهندسة المتزامنة.

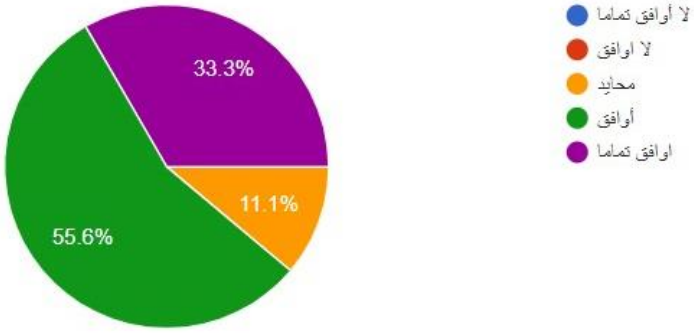
9 ردود



شكل (11) مدي التزام المؤسسة بتطبيق استراتيجية الهندسة المتزامنة حيث كانت النتيجة أكثر من 75% بين موافق وموافق تماما و22.2% محايد.

تهدف المؤسسة من خلال الهندسة المتزامنة الى دمج اعتبارات الإنتاج في المراحل المبكرة من تصميم المنتج.

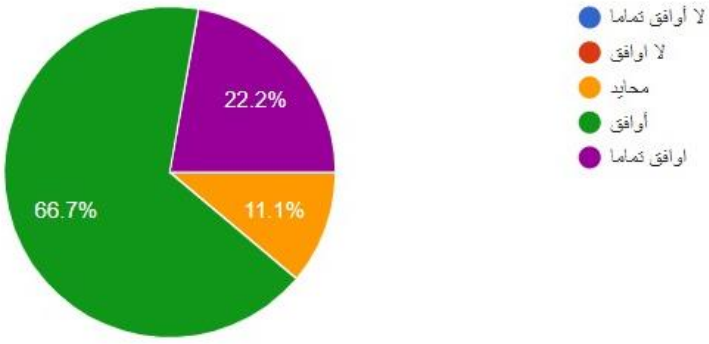
9 ردود



شكل (12) اهتمام وتفعيل المؤسسات الصناعية لمبادئ الهندسة المتزامنة حيث كانت النسبة الأكبر لصالح دمج اعتبارات الإنتاج في المراحل المبكرة من تصميم وتطوير المنتج.

يؤثر اختيار التكنولوجيا المناسبة في فاعلية تنفيذ الهندسة المتزامنة.

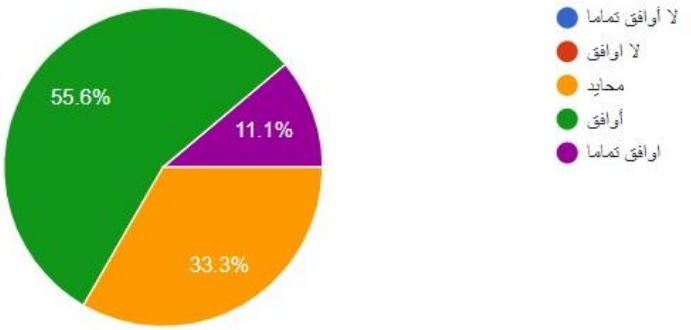
9 ردود



شكل (13) التأثير الايجابي لاستخدام التكنولوجيا المناسبة في فاعلية الهندسة المتزامنة داخل المؤسسة.

تساهم الهندسة المتزامنة في تقليل احتمالية الفشل والميل الى إعادة التصميم.

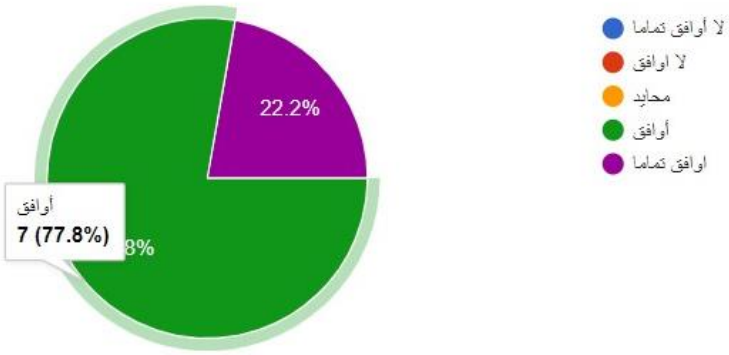
9 ردود



شكل (14) النسبة الأكبر للموافقة على دور الهندسة المتزامنة في تقليل احتمالية فشل المنتج والميل إلى إعادة التصميم بينما بلغت محايد 33.3%.

تساهم الهندسة المتزامنة في تقليل التكاليف وتعزيز الجودة وتحسين القدرات التنافسية للمؤسسة.

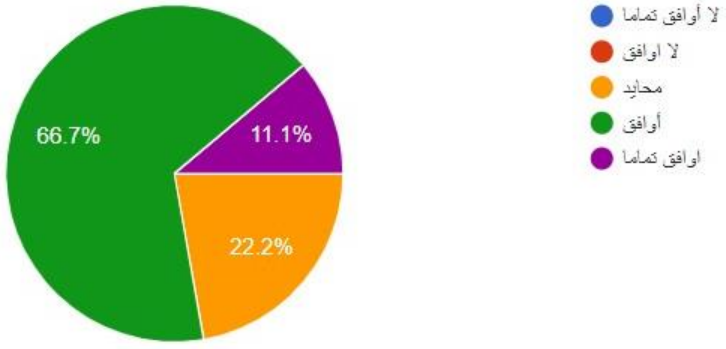
9 ردود



شكل (15) اتفاق جميع الآراء على مساهمة الهندسة المتزامنة في تقليل التكاليف وتعزيز الجودة وتحسين القدرات التنافسية للمؤسسة حيث مثلت أوافق 77.8% بينما أوافق تماما 22.2%.

أثر تطبيق الهندسة المتزامنة إيجابيا على أرباح المؤسسة.

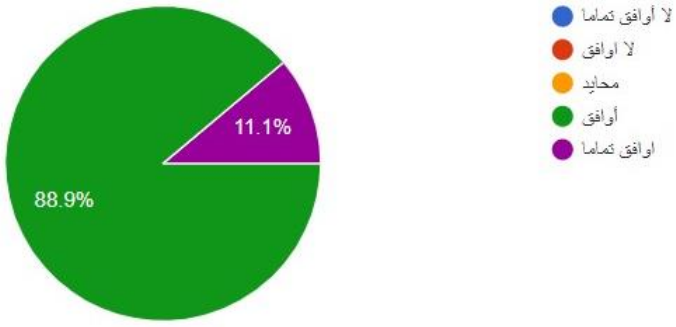
9 ردود



شكل (16) التأثير الإيجابي لتطبيق الهندسة المتزامنة على أرباح المؤسسة حيث كانت النسبة الأعلى لموافق 66.7% تليها محايد 22.2%، بينما جاءت موافق تماما بنسبة 11.1%.

يحقق استخدام الهندسة المتزامنة نتائج أفضل من استخدام الهندسة المتتابعة في مراحل تصميم وتطوير المنتجات.

9 ردود

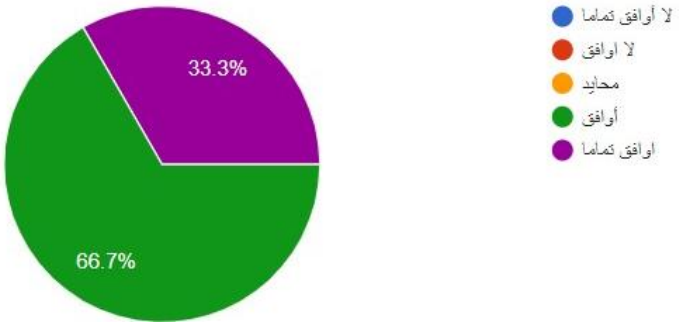


شكل (17) الإجماع على تفضيل الهندسة المتزامنة وتحقيقها نتائج أفضل من الهندسة المتتابعة في مراحل تصميم وتطوير المنتج حتى بالنسبة للمؤسسات التي لازالت تتبع الهندسة المتتابعة أو المتتالية.

القسم الثاني من الإستبيان حول فريق الهندسة المتزامنة والتسهيلات والدعم الذي تقدمه المؤسسات له:

يتطلب تنفيذ الهندسة المتزامنة الاستعانة بفرق متعددة الوظائف او التخصصات.

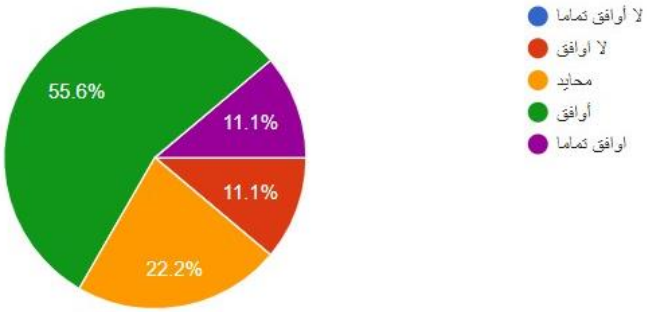
9 ردود



شكل (18) الاتفاق على ضرورة الاستعانة بالفرق متعددة التخصصات في تطبيق ونجاح الهندسة المتزامنة.

يمنح أعضاء فريق العمل في المؤسسة صلاحيات كافية لاتخاذ القرارات وإنجاز العمل بكفاءة، بموجب تفويض من إدارة المؤسسة.

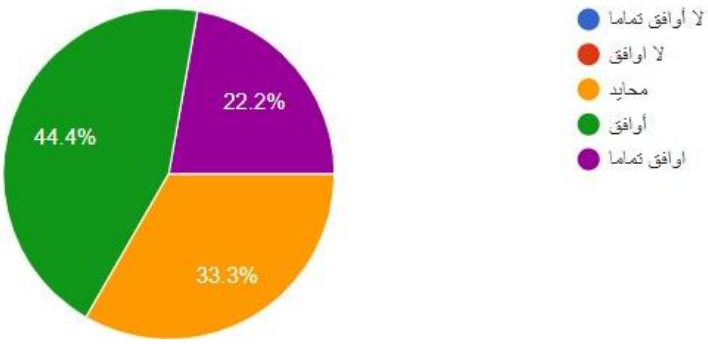
9 ردود



شكل (19) مدى كفاية الصلاحيات والتفويضات التي تمنحها إدارة المؤسسة لفريق الهندسة المتزامنة حيث أن نسبة 11.1% من المؤسسات لا تمنح الصلاحيات الكافية لفريق المشروع في اتخاذ القرارات.

توفر المؤسسة برامج تدريبية متميزة لأعضاء الفريق لتنمية معارفهم وخبراتهم كل حسب تخصصه

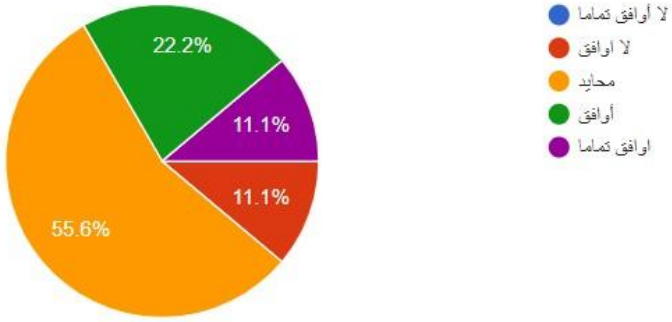
9 ردود



شكل (20) مدى توفير المؤسسات للبرامج التدريبية لأعضاء فريق الهندسة المتزامنة في مختلف تخصصاتهم.

يمكن اتصال جميع أعضاء الفريق في نفس الوقت بمنصة تصميم واحدة حيث يتم حفظ وتخزين متغيرات التصميم من جميع التخصصات.

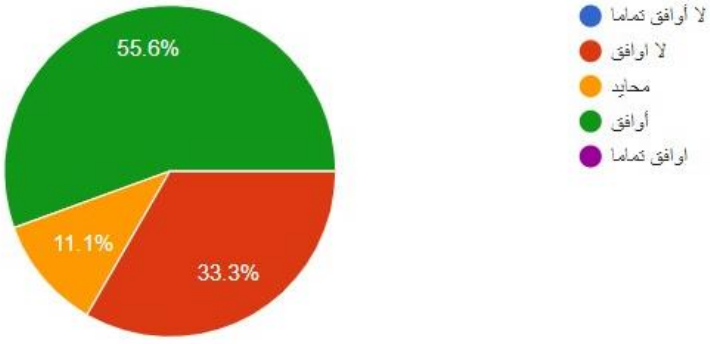
9 ردود



شكل (21) مدى توافر منصة تصميم مشتركة لحفظ وتداول متغيرات التصميم بين جميع أعضاء الفريق داخل المؤسسة.

يضم فريق التصميم أو المشروع أعضاء من دول مختلفة (أخرى).

9 ردود

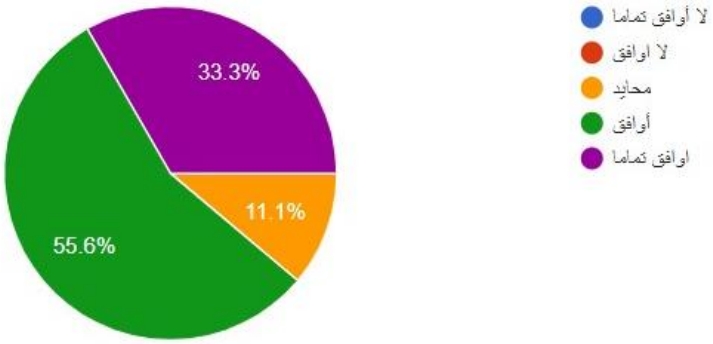


شكل (22) جاءت نتيجة انضمام أعضاء من دول مختلفة إلى فريق التصميم أو المشروع بالموافقة والتوافر بنسبة 55.6% بين المؤسسات المشاركة، وعدم التوافر بنسبة 33.3 بين المؤسسات المشاركة بالاستبيان.

يتمثل القسم الأخير من الإستبيان في مهام الفريق داخل المؤسسة ونستعرض بعض النتائج كالآتي:

تحديد مواصفات المنتج بما يلبى تطلعات المستخدم/ العميل.

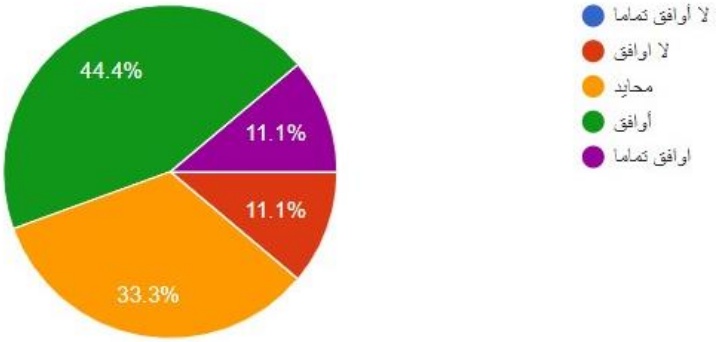
9 ردود



شكل (23) جاءت النتيجة بالتأكيد على أهمية دور فريق المشروع في تحديد مواصفات المنتج بناء على تطلعات ومتطلبات المستخدم/ العميل.

مشاركة المستخدم/ العميل في كل مرحلة من مراحل تصميم وتطوير المنتج.

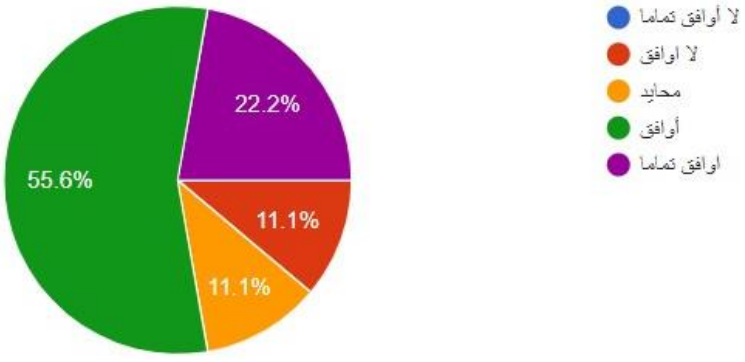
9 ردود



شكل (24) كانت نسبة مشاركة المستخدم مع فريق المشروع في كل مراحل تصميم وتطوير المنتج داخل 55.5% من المؤسسات المشاركة في الاستبيان، بينما جاءت نسبة لا أوافق ب 11.1%، ومحايد بنسبة 33.3.

تصميم نظام العمل بحيث يندمج جميع العاملين في إستراتيجية الإنتاج والعمل.

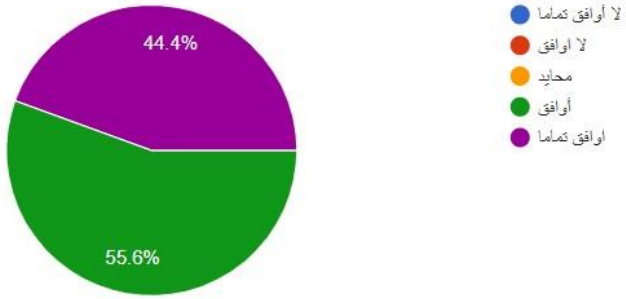
9 ردود



شكل (25) يوضح مدى تفعيل دور ومساهمة فريق المشروع في تصميم نظام العمل ودمج الجميع في استراتيجية الإنتاج داخل المؤسسات المشاركة.

الالتزام دائمًا بالمعايير الدولية للتصميمات (استخدام الأجزاء القياسية "الجاهزة للاستخدام/ تقليل عدد الأجزاء / المكونات في التصميم).

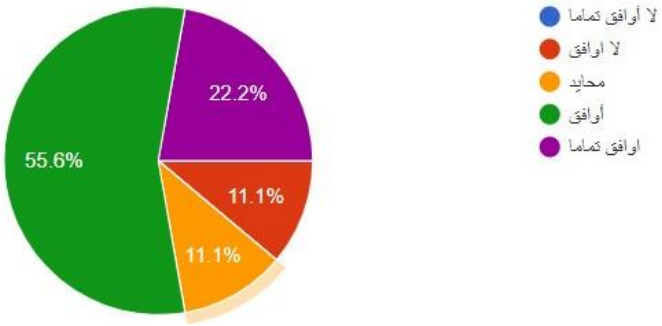
9 ردود



شكل (26) يوضح التأكيد على التزام فريق المشروع بالمعايير الدولية للتصميمات داخل المؤسسات المشاركة في الاستبيان.

استخدام تقنيات التصميم المتزامن المتمثلة في أنظمة التصميم بمساعدة الحاسب ثلاثية الابعاد، وتقنيات النماذج الأولية السريعة، وتقنيات الاختبار السريع، بالإضافة الى التقنيات التي تتيح تمثيل تصميمات المنتجات في سياق افتراضي.

9 ردود



شكل (27) مدى اتاحة وتوافر استخدام تقنيات التصميم المتزامن ثلاثية الأبعاد لفريق المشروع.

كما شمل الاستبيان على سؤال **ما أكثر ما تفضله في تطبيق الهندسة المتزامنة والتصميم المتزامن داخل المؤسسة؟** فجاءت الإجابات كما يلي:

- العمل الجماعي لمصلحة المنتج واستمرار نجاحه والطلب عليه.
- التواصل والتنسيق.
- التعاون لتصنيع منتج بالمعايير المناسبة دوليا.
- تلبية رغبات المستخدم.
- نحن مصنع مبتدئ نطور أنفسنا وإمكانياتنا لتطبيق الهندسة المتزامنة بالكامل خلال السنوات القادمة في اداره وإنتاج المصنع.
- الوصول السريع لمنتج يتوافق تصنيعه مع قدرات المؤسسة ومتطلبات العميل.
- تصميم مراحل إنتاج بتكلفة أقل مما تؤدي إلى زيادة نسبة الربحية.
- تحديث دائم للمنتج وتواجد فعال بالسوق المحلي والدولي.
- يؤدي إلي تحسين جودة المنتج وخفض التكاليف نتيجة قله التعديل علي المنتج وسرعة وصول المنتج للسوق يؤدي الي زيادة القدرة التنافسية.

النتائج: Results

من خلال ما تم عرضه في الإطار النظري والتحليل الإحصائي للاستبيان بالبحث يمكن استخلاص أبرز النتائج كالآتي:

- تتبع أغلب المؤسسات الصناعية المتخصصة في مجالات المنتجات المعدنية والحلي استراتيجيات الهندسة المتزامنة حيث بلغت نسبتها 55.6% بالمقابل أبدت المؤسسات الصناعية التي تتبع الهندسة المتتابعة وبلغت نسبتها 33.3%، ولا أعلم

بنسبة 11.1% رغبتها في التحول التدريجي تجاه استراتيجيات الهندسة والتصميم المتزامن لما توفره من نتائج أفضل في تطوير المنتجات.

- اتفاق جميع المؤسسات بالإجماع على دور الهندسة المتزامنة الفعال في تطابق تصاميم المنتجات مع قدرات المؤسسات الإنتاجية بكفاءة. فكانت النتائج 66.7% أوافق و33.3% أوافق تماما.
- اتباع استراتيجيات الهندسة المتزامنة يساهم في خفض تكاليف الإنتاج والتصنيع وتعزيز الجودة، وتحسين القدرات التنافسية للمؤسسات فكانت أوافق بنسبة 77.8% وأوافق تماما بنسبة 22.2%.
- يؤثر تطبيق الهندسة المتزامنة والتصميم المتزامن إيجابيا على أرباح المؤسسات الصناعية حيث كانت 66.7% من الاجابات موافق، 22.2% محايد، بينما 11.1% فقط موافق تماما.
- يتطلب تطبيق الهندسة المتزامنة الاستعانة بفرق عمل متعددة التخصصات والوظائف. حيث يعتمدون على مبدأ التعاون والمشاركة لتحسين الاتصال والسرعة في تطوير منتجات المؤسسة وخفض تكاليفها، ويسمح للمشاركين بمن فيهم المنتجين والموردين والمستخدمين بالمشاركة في عملية التصميم والتطوير.
- تمنح إدارة أغلب المؤسسات فريق العمل تفويض وتمنحهم صلاحيات كافية لاتخاذ القرارات مما يساهم في توفير الوقت وتقليل الإجراءات وإنجاز العمل بكفاءة، حيث كانت 55.6% من الإجابات موافق، 22.2% محايد، بينما جاءت موافق تماما 11.1%، ولا أوافق بنسبة 11.1% فقط.
- لاتزال بعض المؤسسات الصناعية تحتاج إلى توافر منصة تصميم مشتركة لحفظ وتخزين متغيرات التصميم من جميع التخصصات حيث جاءت الإجابات بنسبة 55.6% محايد، 22.2% موافق، 11.1% موافق تماما، 11.1 لا أوافق.
- يضم فريق التصميم المتزامن ببعض المؤسسات عينة البحث أعضاء من دول مختلفة مما يساهم في تنوع الخبرات دون الحاجة إلى تواجدهم الفعلي داخل المؤسسة وبالتالي توفير الكثير من النفقات فكانت الإجابات 55.6% موافق، 33.3% لا أوافق، 11.1% محايد.
- لا زال هناك قصور في قدرة الفرق متعددة الوظائف على مزامنة المهام او التداخل فيما بينهم حيث جاءت النتيجة 44.4% أوافق، 33.3% محايد، 22.2% لا أوافق.
- بعض المؤسسات الصناعية لا تستعين بالمستخدم/ العميل كعضو من أعضاء فريق المشروع وتسمح له بالمشاركة في كل مراحل تصميم وتطوير المنتج مما يؤثر على قرارات التصميم وفهم الاحتياجات الحقيقية للمستخدم/ العميل فكانت الإجابات 44.4% موافق، 33.3% محايد، 11.1% موافق تماما، ونسبة 11.1% لا تسمح تماما للمستخدم بالمشاركة كعضو من أعضاء الفريق متعدد التخصصات.
- إتاحة وتوافر تقنيات التصميم المتزامن لفريق العمل في الغالبية العظمى من المؤسسات الصناعية عينة البحث والمتمثلة في أنظمة التصميم بمساعدة الحاسب ثلاثية الابعاد، وتقنيات النماذج الأولية السريعة، وتقنيات الاختبار السريع، بالإضافة الى التقنيات التي تتيح تمثيل تصميمات المنتجات في سياق افتراضي. حيث جاءت الإجابات بنسبة 55.6% موافق، 22.2% موافق تماما، 11.1% محايد، 11.1% غير موافق.
- بعض المؤسسات الصناعية المتخصصة في المنتجات المعدنية والحلي يتوافر بها العديد من متطلبات استراتيجيات الهندسة المتزامنة والتصميم المتزامن وتسعى لتطبيقها وان كانت تحت مسميات مختلفة.

التوصيات: Recommendation

في ضوء ما تم التوصل إليه من نتائج يوصي البحث بما يلي:

- تسليط الضوء على أهمية استراتيجيات الهندسة المتزامنة والتصميم المتزامن ودورها الفعال في دعم الصناعة وتطوير المنتجات بالمؤسسات الصناعية المصرية بشكل عام والمؤسسات الصناعية المتخصصة في المنتجات المعدنية والحلي على وجه الخصوص، ودعم المؤسسات التي تحتاج إلى التحول والتغيير من عملية التصميم والتطوير التقليدي إلى العمليات الهندسية المتزامنة.
- ضرورة إيجاد قنوات اتصال فعالة ودائمة بين إدارة المؤسسة الصناعية والفريق متعدد التخصصات ودعمه من خلال توفير الإمكانيات والصلاحيات لإنجاز العمل بكفاءة.
- اتاحة الفرصة للمستخدم/ العميل بضمه كعضو من أعضاء فريق المشروع في كل المراحل بدأ من التخطيط مرورا بالتصميم والتطوير وحتى التقييم.
- ضرورة توفير منصات تصميم مشتركة وقاعدة بيانات ثلاثية الأبعاد لحفظ وتخزين متغيرات التصميم من مختلف التخصصات وإمكانية الوصول إليها بسهولة من قبل أي عضو من أعضاء فريق التصميم المتزامن.
- إجراء المزيد من الدراسات والأبحاث لمعرفة كل ما هو جديد في استراتيجيات التصميم والإنتاج.

المراجع: References

المراجع العربية:

1. اسلام السيد غريب، منير حسن محمود، و احمد وحيد مصطفى. (2006). الأسس القياسيةللتطوير ثلاثى الأبعاد للمنتجات المعدنية باستخدام نظم التصميم الرقمى المتكامل. 16. كلية الفنون التطبيقية جامهة حلوان.

2. ايه محمد راضى محمد الادهم . (2016). مداخل التصميم الصناعي فى إطار مفهوم التصميم المتزامن. *رسالة ماجستير-غير منشورة*. دمياط، مصر: كليه الفنون التطبيقة-جامعة دمياط.

3. حيدر شاكر نورى. (2007). تأثير الهندسة المتزامنة في تطوير المنتج. *رسالة ماجستير غير منشورة*. كليه الادارة والاقتصاد- جامعة بغداد.

4. عبد الكريم محسن ، و صباح مجيد النجار. (2004). *إدارة الانتاج والعمليات*. بغداد: مكتبة الذاكرة.

5. عزة فاروق الراوى، محمد زكى عيد، و محمد صالح هاشم. (2013). نحو دمج تكاملي بين إدارة التكاليف الإستراتيجية والهندسة المتزامنة ثلاثية الأبعاد التحقيق ميزة تنافسية لمنظمات الأعمال المعاصرة : دراسة ميدانية. *رسالة ماجستير - أكاديمية السادات للعلوم الإدارية -كلية العلوم الإدارية*، 1-225. مصر.

6. علي حسام محمد، و بهاء حسين محمد. (2021). دور الهندسة المتزامنة في تخفيض وقت التصميم باستخدام نموذج (Lexmark). *مجلة تكريت للعلوم الإدارية والاقتصادية، 53*(17)، الصفحات 19-36.

7. عمرو مصطفى محمد حسين. (2020). تصميم وتطوير المنتجات الإبتكارية بإستخدام أسلوب الهندسة المتزامنة ثلاثية الأبعاد. *المجلة العلمية للاقتصاد والتجارة، 50*(3)، الصفحات 455-502. doi:10.21608/jsec.2020.121191

8. غسان قاسم داود. (2016). استخدام ادوات الهندسة المتزامنة *DFM,DFX,QFDلتلبية متطلبات الزبون في المنتج الجديد- حالة دراسية. *مجلة كلية بغداد للعلوم الاقتصادية الجامعة، 47*، الصفحات 19-50.

9. قويدر بورقبة. (2020). دورة حياة المنتج كمدخل لترشيد الخيارات الاستراتيجية للمؤسسات. *مجلة الافاق للعلوم، 2*(5)، الصفحات 295 - 286.

المراجع الأجنبية:

10. ANDERSON, D. M. (2014). How to Use Concurrent Engineering to Rapidly Develop Low-Cost, High-Quality Products for Lean Production. CRC Press is an imprint of the Taylor & Francis Group, an informa business.

11. Ellram, L. M., & Stanley, L. L. (2008). Integrating strategic cost management with a 3DCE environment:Strategies, practices, and benefits. 14(3), pp. 180– 191.

12. Maiwald, V., Engelsberger, M., & Lötzke, H. -G. (2010). DLR Feasibility Study SolmeX (Solar Magnetism Explorer) - CE Study Report. German Aerospace Center (DLR) - Institute of Space Systems - System Analysis Space Segment.

13. Fine, C. H., Golany, B., & Naseraldin, H. (2005). Modeling tradeoffs in three-dimensional concurrent engineering: a goal programming approach. Journal of Operations Management, 23, pp. 389-403. doi:10.1016/j.jom.2004.09.005

14. Helms, R. W. (2002). Product data management as enabler for concurrent engineering. Technische Universiteit Eindhoven. doi:10.6100/IR556463

15. Kusar, J., Grum, J., & Duhovnik, J. (2004). How to reduce new product development time. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, pp. 1-15.

16. Ramnath, B. V., Manivannan, M., & Rekha, G. (2018). Implementation of Concurrent Redesign & Manufacture procedure for an automotive component. Materials Today: Proceedings 5, pp. 1418–1424.

17. Skalak, S. (2002). Implementing Concurrent Engineering in Small Companies.

18. Slack, N., & Lewis, M. (1998). OPERATIONS MANAGEMENT (Vol. 10). BLACKWELL PUBLISHING.

19. Tenkorang, R. A. (2011). Concurrent Engineering (CE): A Review Literature Report. San Francisco, USA: Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science.