الهندسة المتزامنة ومناهج تنفيذها في ظل متغيرات بيئة الإنتاج الحديثة

ولاء محمد عبد العليم عبد العظيم فتيح
مدرس مساعد بالأكاديمية الحديثة

الملخص:

تناقش الدراسة الحالية الإطار الفكري للهندسة المتزامنة وأدواتها، حيث تعد من اهم الموضوعات بالوقت الراهن كونها تعد إحدى الموضوعات التي تهتم بالتصميم والتطوير المتزامن لكل من المنتج والعملية وسلسلة العرض، وبما يساعد على تلبية متطلبات العملاء وتحقيق مزايا تنافسية؛ وبناء عليه فقد هدفت الدراسة الحالية في توضيح مفهوم الهندسة المتزامنة وأبعاد تطبيقها، وأهم آليات تطبيقها، وعلاقتها ببعض التقنيات. وقد توصلت الدراسة إلي أهمية تطبيق الهندسة المتزامنة في مجال تصميم وتطوير المنتجات الجديدة، فضلا عن تحسين المزايا التنافسية حيث تؤدي إلى تخفيض تكلفة المنتج، والحفاظ علي الجودة، وتخفيض وقت وصول المنتج للسوق، وتخفيض عدد التغيرات الهندسة، مما ينعكس بنهاية الأمر على تحقيق رضاء العملاء.

Summary:

The present study discusses the intellectual framework for engineering concurrent and tools, which is one of the most important topics of time now being considered one of the topics you're interested design and development concurrent for each of the product, process and supply chain, and thereby helping to meet customer requirements and achieve competitive advantages; Accordingly, the present study aims to clarify the concept of concurrent engineering, and dimensions of the application, the most important mechanisms of implementation, and its relationship with some techniques. The study concluded the importance of the application of concurrent engineering in the design and development of new products, as well as improving the competitive advantages, reducing the cost of the product, maintaining quality, reducing product arrival time and reducing the number of engineering changes.

مقدمة وطبيعة المشكلة:

لقد أدت التغيرات الحديثة والمتلاحقة، إلى ظهور الحاجة إلى نظام جديد للتكاليف كما أدي ازدياد المنافسة إلى تعظيم دور إدارة التكاليف وأصبحت المعرفة الدقيقة لتكلفة المنتج وما يتبعه من تسعير سليم بالإضافة إلي الرقابة الجيدة للتكاليف وتخفيضها أكثر أهمية بما كانت علية في الماضي. ولقد كانت منظمات الأعمال تستخدم في تصميم منتجاتها مدخل الهندسة المتتالية أو المتسلسلة Sequential والذي يعتمد على التتابع في أداء الأنشطة (المهام)، بحيث لا تبدأ مهمة معينة إلا بعد انتهاء المهمة التي تسبقها مع انفراد قسم التصميم بعمليات تصميم وتغذية المنتجات اعتمادا على قسم التسويق فقط مما يترتب على ذلك كثرة التعديلات، وارتفاع التكلفة، مع زيادة جهود، وقت، وتكلفة التصميم والتطوير.

هذا ولم يعد باستطاعة المنظمات بالوقت الراهن انتظار وقت المهام المتكررة، ولذا فقد اتجهت كثيراً من منظمات الأعمال منذ أواخر التسعينات إلي استخدام مدخل جديد للتصميم يعتمد علي التزامن وليس التتابع وهو مدخل الهندسة المتزامنة Concurrent Engineering والذي ظهر أواخر ١٩٨٠s وذلك لتفسير الطريقة المنهجية لتصميم كل من المنتج والعملية، ويعد مدخلا تعاونيا لتطوير المنتج (داود، ومازن، ٢٠١٦، ص١٨٧)، ويقوم على التزامن في أداء المهام، والاعتماد على الفرق متعددة التخصصات (Blocher E., et.al , 2005, p172, Zhu A.Y., et.al, 2016).

وتعد الهندسة المتزامنة بمثابة استراتيجية عمل على المدى الطويل، فهي تحقق فوائد طويلة الأمد لمنشآت الأعمال وهو ما أكدت عليه دراسة (Stjepandic J. et.al, 2013, p3)، وعلى الرغم من العديد من المزايا التي يحققها هذا الأسلوب إلا أنه يؤخذ عليه عدم تضمين تصميم سلسلة العرض بالتزامن مع تصميم المنتج والعملية مما يجعله ذا نظرة داخلية محدودة، وتغلب (Fine ,1998) على هذا من

خلال تقديم نموذج جديد للهندسة المتزامنة يقوم على التصميم المتزامن لكل من المنتج والعملية وسلسلة العرض أطلق عليه مصطلح الهندسة المتزامنة ثلاثية الأبعاد Three Dimensional Concurrent Engineering (3-DCE).

ومما سبق يمكن عرض مشكله البحث في الإجابة على الأسئلة التالي:

- هل النظام التقليدي لتطوير وتصميم المنتج (نظام الهندسة المتسلسلة) مناسب لبيئة الإنتاج الحديثة؟
- ماهي أهمية تبني المنشآت في بيئة الأعمال الحديثة للهندسة المتزامنة؟
- ما هي الهندسة المتزامنة؟، وما هي أهميتها وأسس نجاحها؟، ومدى ارتباطها بالتقنيات الأخرى ؟، وما هي فوائدها؟ ومناهج تنفيذها؟

الدراسات السابقة:

١- دراسة (Bernard A., et al., 2007):
يتمثل الهدف من هذه الدراسة في فهم العوامل الاقتصادية ومكانتها ضمن العمليات الصناعية واقتراح الحلول المنهجية المتكاملة للتكلفة الكلية للهندسة المتزامنة في عملية صب الرمل، وكذلك عملية المفاوضات لتسليم العملاء. وتوصلت الدراسة إلى أن الشركة بحاجة لجذب عملاء جدد عن طريق خفض تكاليف إنتاجها، والسيطرة على مخاطر العمليات وتطوير عوامل التمايز، ويستند هذا الإسهام العلمي على نشر المقترح المنهجي لهندسة التكاليف المتزامنة.

٢- دراسة (Valle S., Va´zquez-Bustelo D., 2009) :
يتمثل الهدف من هذا البحث في تحليل الارتباط بين استخدام الهندسة المتزامنة (CE) والنجاح في تطوير منتجات جديدة (NPD) بصورة جذرية أو عمل مزيد من الابتكار في ظل ظروف عدم اليقين والتفاوت في درجات التعقيد، وذلك عن طريق الانحدار الخطي. وقد توصلت الدراسة إلى أن الأنشطة المتداخلة، والتكامل بين الوظائف والعمل الجماعي لهم تأثير إيجابي على وقت

تطوير المنتج الجديد NPD. هذا وقد أدي إتباع الهندسة المتزامنة بصورة عامة إلى تقصير وقت التطوير، والحصول على منتجات أفضل وأكثر كفاءة.

٣- دراسة (Ganagambegai, Shanmugam, 2012):

يتمثل الهدف من الدراسة في عمل تقييم شامل لمستوى استخدام الهندسة المتزامنة (CE)، وتوصلت الدراسة إلى أنه من أجل أن تكون الصناعات الصغيرة والمتوسطة قادرة على المنافسة، ينبغي عليها النظر في تنفيذ تقنية الهندسة المتزامنة، ومن خلال توظيف هذه التقنية يمكن تطوير منتجات ذات جودة عالية، وتكلفة منخفضة، وتخفيض وقت الوصول للسوق.

٤- دراسة (George S., David K., 2016):

يتمثل الهدف من الدراسة في عرض تأثير تدفق العمل على معالجة البيانات في ظل بيئة الهندسة المتزامنة، هذا وقد توصلت الدراسة إلى أن القدرة علي نشر المعلومات والبيانات بفاعلية تعد مفتاح التنمية والاستدامة، وان إدارة سير العمل يمكن أن تشكل بداية أنشطة الهندسة المتزامنة التي يجري تنفيذها في أي منظمة.

٥- دراسة (Zhu A. Y., et.al, 2016):

يتمثل الهدف من هذه الدراسة في عرض أثر الثقافة التنظيمية على الهندسة المتزامنة، التصميم مقابل السلامة، وأداء سلامة المنتجات. وقد توصلت الدراسة إلى أن الالتزام من قبل الإدارة بعملية السلامة له تأثير كبير على ثقافة سلامه المنتجات والتصميم من أجل السلامة إلا انه لا يوجد هناك علاقة ذات دلالة إحصائية بين الالتزام من جانب الإدارة بالسلامة وبين الهندسة المتزامنة، وغالبا ما ترتبط الهندسة المتزامنة بتقليل وقت الوصول إلى السوق حيث تعد الدورة الزمنية هي مؤشر الأداء الرئيسي.

ومن خلال استقراء الدراسات السابقة والتي تناولت الهندسة المتزامنة، فقد توصلت الباحثة إلى بعض الحقائق يمكن إيجازها فيما يلي:

٦- ركزت بعض هذه الدراسات على أهمية مرحلة التصميم والتطوير، ومنافع الاهتمام بها.

٧- يتضح من الدراسات السابقة أن مدخل الهندسة المتزامنة يعد مدخل بديلاً للهندسة المتسلسلة.

٨- أكدت الدراسات السابقة على الأثر الإيجابي الناتج من تطبيق الهندسة المتزامنة في مجال تصميم وتطوير المنتجات الجديدة.
٩- يؤدي اتباع الهندسة المتزامنة إلي تحسين المزايا التنافسية.

ومما سبق يتضح للباحثة الاهتمام المتنامي من قبل الباحثين بموضوع الهندسة المتزامنة، ولكن على الرغم من اهتمام هذه الدراسات بدور الهندسة المتزامنة في مرحلة التصميم والتطوير إلا أنها لم تتناول الإطار الفكري الكامل للهندسة المتزامنة من عرض لمبادئ وآليات تنفيذها وعلاقتها ببعض التقنيات وهو ما يعد محور هذه الدراسة.

هدف البحث:

يتمثل الهدف من البحث في إجراء دراسة تحليلية لموضوع الهندسة المتزامنة، والفرق بينها وبين الهندسة المتتابعة، ومعرفة مدي أهمية تبني المنشآت في بيئة الإنتاج الحديثة لها، وما هي أهميتها وأسس نجاحها في بيئة الإنتاج الحديثة.

أهمية البحث:

تتجلي أهمية الدراسة في رفد المكتبات العربية بموضوع حديث نسبيا وبصفة خاصة في بيئة الإنتاج الحديثة والتي تتطلب تطوير مستمر للمنتجات نظرا لقصر دورة حياتها، مما استتبع البحث عن أسلوب يساهم في الإسراع من عملية تطوير المنتجات وتخفيض زمن وصولها للسوق وتخفيض تكاليف التصميم والتطوير بصفة عامة ومن هنا جاءت أهمية دراسة الإطار الفكري للهندسة المتزامنة.

فروض البحث:

فرض العدم (H0): لا يوجد علاقة ارتباط ذات دلالة معنوية بين النظام التقليدي وبين بيئة الإنتاج الحديثة.

الفرض البديل (H1): يوجد علاقة ارتباط ذات دلالة معنوية بين تبني الشركات للهندسة المتزامنة وبين بيئة الإنتاج الحديثة.

منهج البحث:

اعتمدت الباحثة على المنهج الاستقرائي من خلال ما توفر للباحثة من مصادر متنوعة سواء عربيه أو اجنبيه وذلك للتوصل إلى الإطار الفكري للهندسة المتزامنة وأهمية تبنيها في ظل بيئة الإنتاج الحديثة.

خطة البحث:

- القسم الأول: الهندسة المتزامنـة بين المفهوم والأهمية.
- القسم الثاني: مداخل وآليات تطبيق الهندسة المتزامنة، وعلاقتها ببعض التقنيات.
- القسم الثالث: الإطار المقترح لتطبيق للهندسة المتزامنة في ظل سلسلة العرض.

القسم الأول: الهندسة المتزامنـة بين المفهوم والأهمية

أولاً: مفهوم الهندسة المتزامنة:

اهتم العديد من الكتاب والباحثين المتخصصين في إدارة الإنتاج والعمليات بتقديم مفهوم واضح لمدخل الهندسة المتزامنة،ويعد أهمها تعريف معهد تحليل الدفاع الأمريكي بالولايات المتحدة الأمريكية؛ والذي نشر لأول مرة في عام ١٩٨٦ بانها " منهج منظم لتكامل كل من التصميم المتزامن والعمليات ذات الصلة، والتي تتضمن التصنيع والدعم" (Tsai T. P., et.al, 2011, Winner R. I., et.al. , 1988., Ghodous P., et.al, 2006,p325). ويؤدي هذا المنهج لاهتمام المطورين بكافة مراحل دورة حياة المنتج من مرحلة وضع المفهوم إلى مرحلة التخلص من المنتج بعد

انتهاء دورة حياته، وبما يشمل الجودة، التكلفة، الجدولة، ومتطلبات العملاء، ويعد هذا المفهوم من اهم المفاهيم شيوعا في المراجع العلمية المتخصصة.

ويؤكد هذا التعريف على التوازي، والتزامن في القيام بعملية التصميم والتنفيذ لكافة الأنشطة والعمليات، حيث أن الهندسة المتزامنة تحتوي على ثلاثة عناصر أساسية هي: (١) المشاركة المبكرة لكافة الأطراف، (٢) فرق العمل، (٣) والعمل المتزامن لمختلف مراحل تطوير المنتجات. (Stjepandic´ J., et.al, 2013, p5)

ثانياً: المقارنة بين الهندسة المتزامنة والهندسة المتتابعة Concurrent engineering versus sequential engineering:

(Shidpour H., et.al, 2013, p 875., Parsaei H. R., Sullivan W.G., 1993, p4,5., Valle S., Va´zquez-Bustelo D., 2009, p137, Gao J.X., et.al,2000,p201)

اقترحت الهندسة المتزامنة CE كوسيلة للتعامل مع المشاكل التي تنشأ من اعتماد وتبني الشركات للمنهج التقليدي لتطوير المنتجات، والذي يعتمد على التخصص الوظيفي وتقسيم المنظمات إلى إدارات، وكان الاتجاه في المنهج التقليدي هو استكمال ١٠٠% من كل مرحلة قبل تنفيذ المقبل، حيث أن كل نشاط من الأنشطة يبدأ فقط عند انتهاء النشاط الذي قبلة تماماً مما أدي إلى انعدام تام للتكامل وللتنسيق بين مختلف المجالات الوظيفية وكذلك بين مختلف الأطراف المشاركة في هذه العملية فكل وظيفة تنفذ عملها في عزلة، مع الإشارة إلى الحد الأدنى من احتياجات الآخرين.

وللتغلب علي تلك المشكلة تلجأ الشركات إلى هيكل تنظيمي جديد لعملية تطوير المنتجات يعرف بمنهج الهندسة المتزامنة CE، ويقوم علي تحقيق التزامن والتكامل في المنتج والعمليات المرتبطة به في المراحل الأولي من دورة حياة المنتج، وبما يساعد علي تسريع العملية، وزيادة المرونة، وتطوير المهارات المتنوعة، فضلا

عن محاولة إزالة الحواجز التنظيمية والإدارية بين الأفراد وتحسين الاتصال والتواصل بين كافة الأطراف الخارجية والداخلية في بيئة المنظمة من خلال العمل الجماعي (Pokojski J., et.al., 2010,p38). كما تشجع المتخصصين في كل قسم على مشاركة معارفهم وخبراتهم بما يساعد على تجنب الظهور المستمر للمشاكل اللاحقة التي تنشأ بعد مرحلة التصميم، وعلى الرغم من أن التصميم الفعلي في الهندسة المتزامنة يستغرق وقت أطول من الطريقة التقليدية إلا انه يؤدي إلي تحسين الأداء الخاص بتطوير المنتج الجديد، وتحسين الجودة، وضع أفضل تعريف للمنتج، وتخفيض الوقت، وتعتنق المنظمات التي تنجح في تطبيق هذه التقنية فلسفة التحسين المستمر، وتستخدم لذلك أدوات وتقنيات عديدة.

وتري الباحثة ان منهج الهندسة المتزامنة لا يعد مدخل بديل للهندسة المتتابعة بل يمكن الجمع بين التزامن في بعض المراحل والتتابع في مراحل أخري.

ثالثا: أهمية استخدام مدخل الهندسة المتزامنة The benefits of CE: (قاسم، وعبد الوهاب، ٢٠١٦، ص٢٧، داود، ومازن، ٢٠١٦، ص١٨٧)

(Shidpour H, et.al, 2013, p.875., Dourado J.P.,et.al, 2011, p68), (http://www.concurrent-engineering.co.uk/ ,http://wwwme.nchu.edu.tw/)

- تضمن تجنب المشاكل الناتجة من المنهج التقليدي والمتمثلة في ارتفاع تكاليف التصميم وزيادة الوقت الناتج عن عدم التنسيق وغياب الاتصال بين جميع الفئات والإدارات. (Haque B.U., et.al, 2000, p101))
- تحسين كامل سلسلة العرض، من خلال تبني مفهوم فرق العمل متعددة التخصصات.
- تعزيز الإنتاجية، والوصول لتطوير أكثر كفاءة للمنتجات من خلال الاكتشاف السابق لمشاكل التصميم.

- عمل كل النشاطات بالتوازي، وتكامل المهام.
- تخفيض وقت تطوير وتقديم المنتجات إلى السوق Bogus S.M., et.al, (2005, p1179) .
- يتمثل الدور الحديث للهندسة المتزامنة في تخفيض الطاقة ، وبما ينعكس على تخفيض التكاليف الإجمالية للمنتج. Stjepandic J.´,et.al., 2013, p16-(17)
- تعمل على تحقيق التحسين المستمر في عمليات المنظمة، توجيه عمل المنظمة أو الفريق نحو هدف واضح ومحدد.
- تحاول هدم العقبات والحواجز الإدارية وعمل تواصل للأفراد المشاركين في تطوير المنتج.
- زيادة المرونة، واعتماد منظور استراتيجي مع حساسية أكبر للتغيرات البيئية.

ثالثاً: المبادئ الرئيسة للهندسة المتزامنة:

(John Stark Associates, 1998. http://www.johnstark.com, Haug E. J, 1993, http://best.berkeley.edu)

١- الالتزام الشديد من قبل الإدارة العليا، فضلا عن وضع قيادات لديهم رؤية عامة عن المشروع والأهداف.
٢- التأسيس الموجه نحو أهداف المنظمة وإعلان رسالة المنظمة، وتطوير رؤيا الواضحة للبيئة المستقبلية، ومقارنة المنظمة نفسها مع المنافسين الأساسين لها.
٣- وضع وتطوير خطة مفصلة ومبكرة للعملية، وضع برامج للتنفيذ ومراجعة الخطة بشكل مستمر.
٤- تحليل السوق ومعرفة الزبائن.
٥- قمع فردية العمل وتأسيس التكامل وروح التعاون بين أعضاء سلسلة العرض.
٦- نقل التقنيات التكنولوجية بين الأفراد والأقسام.
٧- إكمال جميع المهام بالتوازي وفي وقت مبكر من دورة حياة المنتج.

وتري الباحثة أن كل هذه المبادئ على ما يبدو لا يمكن الاعتراض عليها ومع ذلك فإنه يصعب تحقيق هذه المبادئ في الأسلوب التقليدي لتطوير المنتجات.

رابعاً: أبعاد الهندسة المتزامنة Dimensions of Concurrent Engineering:

يمكن تحديد أبعاد الهندسة المتزامنة من خلال التطرق إلى مدخلين أساسيين هما:

- **المدخل الأول: مدخل الهندسة المتزامنة ثنائية الأبعاد (D-CE٢):**

يقوم هذا المدخل على عملية التصميم الآني لكل من المنتج، العملية، ويشترك في عملية التصميم كلاً من العملاء والموردين، بما يضمن استغلال خبرة كافة الأطراف في إنتاج المنتج المناسب من حيث الجودة والتكلفة، وقد أدي هذا المدخل إلى كثير من الإجراءات المفيدة مثل النماذج الافتراضية والنماذج الأولية السريعة، وبالرغم من ذلك تؤكد الدراسات على ضرورة الحاجة إلي دمج قضايا سلسلة العرض مع تصميم المنتجات وتخطيط الإنتاج وبالتالي خلق الهندسة المتزامنة ثلاثية الأبعاد.

- **المدخل الثاني: مدخل الهندسة المتزامنة ثلاثية الأبعاد (D-CE٣):**

يعد (Fine, 1998, p272) أول من اقترح إضافة البعد الثالث سلسلة العرض إلي البعدين الآخرين من خلال الاعتراف بالطبيعة الاستراتيجية لتصميم سلسلة العرض، ويتفق أغلب الباحثين علي أن أبعاد الهندسة المتزامنة هي ثلاثة أبعاد أساسية يتم تنفيذها بالتزامن تتمثل في المنتج، العملية، سلسلة العرض. (داود، ومازن، ٢٠١٦، ص١٨٨-١٩٠)

القسم الثاني: مداخل وآليات تطبيق الهندسة المتزامنة، وعلاقتها ببعض التقنيات:

أولاً: الصعوبات التي تحول دون تطبيق مدخل الهندسة المتزامنة.

على الرغم من أن الهندسة المتزامنة قطعت أشواطاً كبيرة في دمج التصميم مع المجالات الوظيفية الأخرى، فلا تزال هناك ثغرات كبيرة في توفير معلومات تكاليفية دقيقة وفي الوقت المناسب للمصممين، ويرجع ذلك إلى ثلاثة أسباب: (١) العزلة التقليدية لمصممي المنتج عن المعلومات الفعلية للتكاليف الموجودة في قاعدة البيانات المحاسبية، (٢) الافتقار إلى الأدوات المناسبة التي تمد المصممين بتغذية مرتدة سريعة عن قطع الغيار والمنتجات الجديدة المقترحة (٣) عدم القدرة على دمج البيانات الموجودة كونها متنوعة وغير متجانسة من مختلف الوظائف. Xiaochuan (C., et.al, 2004)

ثانياً: الإجراءات المطلوبة لضمان التطبيق الناجح للهندسة المتزامنة ومتطلبات تطبيقها.

يتطلب التطبيق الناجح للهندسة المتزامنة إلي توافر بعض المتطلبات الضرورية والتي اختلف العديد من الكتاب والباحثين في تحديدها فقد حددها Haug (E. J, 1993) في عنصرين: تحسين العملية، توثيق التعاون، في حين حددها (John Stark Associates, 1998) في ثلاث عناصر تتمثل في؛ الأفراد، وأساليب العمل، والتكنولوجيا، بينما حددها كل من (Valle S., Va´zquez-Bustelo D., 2009, p137., Koufteros X., et.al,2001,p99) في ثلاث عناصر هي؛ التدفق المتزامن للعمل، التضمين المبكر للأطراف ذات العلاقة بتطوير المنتج وبما يشمل ممثلين لسلسلة العرض، وفرق العمل.

هذا وتصنيف العوامل المساعدة للهندسة المتزامنة C.E (الأدوات والتقنيات) والتي تتميز بالترابط فيما بينهما إلى مجموعتين كبيرتان كالتالي:

- **العوامل التنظيمية:** توفر الإطار والآليات للأفراد للعمل "بشكل متزامن"، وهي تشمل تسهيل عمل فرق متعددة التخصصات تضم جميع الأطراف ذات الصلة في عملية تطوير المنتجات، الإدارة، الدعم التكنولوجي للمنظمات، والمستويات الفردية للعمل.
- **العوامل المساعدة التكنولوجية:** وهي تسهل العمل المتزامن داخل المنظمات، وتشمل تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، والتطبيقات التي تعتمد على الكمبيوتر والمطلوبة لتحقيق التكامل، والعمل المتزامن، والتعاون.

ثالثاً: علاقة الهندسة المتزامنة ببعض التقنيات:

تتكامل الهندسة المتزامنة مع أنواع مختلفة من التقنيات والمفاهيم أهمها: (البرزنجي،٢٠٠٧، ص ٣٣-٣١)، (Groover M.P., 2004, p 789-791)

- التصميم للتكلفة Design to Cost (DFC) : تشير إلى الجهود المبذولة لتقليل التكلفة خلال التصميم، وتقوم بتحليل وتقييم تكلفة دورة حياة المنتج، ثم تعديل التصميم لتقليلها وذلك من أجل تحقيق التصميم للتكلفة Xiaochuan C., (et.al, 2004)
- التصميم للوظيفة Design For Function (DFF): يعني أن يكون أداء المنتج كما هو مقصود ، ويجب مراعاة التصميم للوظيفة في جميع الأوقات أثناء عملية التصميم، وتعد وظيفة المنتج أمراً حاسماً في قبولة. (Shipulski M., Hypertherm I., 2007)
- التصميم للتكنولوجيا: حيث يراعي عند التصميم تطبيق الاكتشافات العلمية الحديثة على عملية تطوير، وتحسين المنتجات والخدمات، ويتضمن التصميم للتكنولوجيا كل من المعرفة، والمواد، والأدوات، والأجهزة لزيادة القدرة التنافسية للمنشأة.

- التصميم لدورة حياة المنتج: حتى يمكن إدارة العلاقة بين التكلفة والقيمة من منظور التكلفة، والتركيز علي المنتج النهائي من حيث المواصفات بما يحقق المرونة والتكيف مع التغيرات الدائمة والمستمرة في أدوات المستهلكين.
- التصميم للجودة Design for Quality(DFQ) : وهي أداة تستخدم للتعرف على وترجمة متطلبات العملاء إلى المصطلحات الهندسية باستخدام خبرات أعضاء الفريق.
- التصميم للصيانة Design for Maintenance (DFMT) : يراعى عند التصميم إمكانية إجراء الصيانة اللازمة للمنتج عند الاستخدام مثل الصيانة الوقائية والعلاجية.
- نظام التصميم للتصنيع والتجميع Design for manufacture and assembly (DFMA) ، وهو أسلوب يستخدم للتأكد من أن التصميم النهائي سيكون من السهل تصنيعه وتجميعه.

(Shipulski M., Hypertherm I., 2007, Elgh F., Cederfeldt M., 2007,p 13-14, Anderson D. M., 2014)

رابعاً: مراحل تنفيذ الهندسة المتزامنة Stages of the Implementation of Concurrent Engineering: (داود، ومازن، ٢٠١٦، ص١٩٠-١٩١) :(Ogawa A., 2008, p18)

١- **المرحلة الأولي: مرحلة التهيئة والاستعداد Setup Phase**: ويتم فيها: (١) تعريف متطلبات العملاء أو الحاجات الخاصة (٢) إدراج الوظائف والتخصصات المطلوبة (٣) تحديد نطاق عملية التصميم (٤) القدرات والأدوات (٥) إدراج مدخلات المستفيدين Stakeholders.

٢- **المرحلة الثانية: مرحلة التصميم Design phase:** في هذه المرحلة يتم اعتماد فكرة المكتب المفتوح (Open Office) كما هو الحال في الشركات اليابانية ليري أعضاء الفريق ما يقوم به الأخرون.

٣- **المرحلة الثالثة: مرحلة ما بعد التصميم Post Design Phase:** وتتضمن عمليات التوثيق المؤتمت لنشاطات التصميم ومخرجات جلسات التصميم التي تترجم في تقرير نهائي يضم معلومات التصميم والعمليات المنطقية لتنفيذ حالات التناوب بين المتطلبات التقنية ومتطلبات العملاء وغيرها من المعلومات.

القسم الثالث: الإطار المقترح لتطبيق للهندسة المتزامنة في ظل سلسلة العرض

أولا: مناهج تطبيق وتنفيذ الهندسة المتزامنة:

/http://www.printfriendly.com

١- المنهج القائم على الفرق approach the team-based؛ (Kricher L.D., Vice…) يتم فيه اختيار أعضاء الفريق من مجالات وظيفية مختلفة مما يساعد علي منع سلسلة من التغييرات التي تحدث في المراحل اللآحقة.
٢- المنهج القائم على الكمبيوتر the computer-based approach؛ يركز على النظم الحاسوبية التي يمكن أن توفر بيئة تصميم متكاملة، ويتم فيها تبادل المعلومات، وكنتيجة لذلك، يمكن تحسين المنتج وفقا لمعايير مختلفة عقب دورة تطوير المنتجات الافتراضية. (Sapuan S.M., Mansor M.R., 2014, p214)

وتعليقا على المنهجين السابقين، فإن المنهج القائم علي الفريق مع انه يمكن تنفيذه بسهوله، إلا انه يحتوي على مشاكل يتمثل أهمها في كيفية إدارة الفريق بفعالية حيث أن بعض الأعضاء يمكن أن يكون لديهم معرفة محدودة مما يجعل الاحتفاظ بالفريق مكلفاً، ولكن تري الباحثة انه يمكن التغلب على ذلك بحسن اختيار أعضاء الفريق والاهتمام بالتدريب والتواجد بنفس المكان حتى يكتسب كل منهم المعرفة من باقي الأعضاء، وبالنسبة لمنهج الاعتماد على الكمبيوتر فإن الحصول على أجهزة

الحاسب يكون أكثر تعقيدا، فضلا عن أن أدوات جديدة تبدأ في الظهور منها فلسفة الهندسة المتزامنة مما يستدعي اهتمام المصممين بكامل دورة حياة المنتج.

ثانياً: الإطار المقترح لتطبيق الهندسة المتزامنة C.E على الموردين The proposed CE framework for suppliers:

(Gao J.X., et.al, 2000, pp204-207. & Singhry H. B., et.al, 2014, pp132-139)

لقد تبنت الباحثة إطار Gao J.X. لتنفيذ الهندسة المتزامنة على الموردين والذي يتكون من ثلاثة مستويات كالتالي:

- **المستوى الأول:** البيئة The environment؛ توضح التغييرات والاتجاهات المستقبلية في دورة تطوير المنتجات، ويعترف بتأثير قرارات المصنعين على الموردين ويصف البيئة التي يجب أن يعمل الموردين بها.
- **المستوى الثاني؛** يتكون من إطار الهندسة المتزامنة؛ وذلك استنادا إلى الاحتياجات والمشاكل الخاصة بالموردين. ويتكون من خمس مراحل كالتالي:

١- في المرحلة الأولى: في هذه المرحلة يتم أخذ المعرفة بالهندسة المتزامنة CE من خلال دراسة النظريات القائمة، ودراسات الحالة، والأطر والمبادئ التوجيهية أو حتى عن طريق شراء بعض الخدمات الاستشارية، ويتم تقييم جودة الموارد المتاحة (الأفراد، التكنولوجيا، والعمليات) وإجراء تحليل SWOT عليها من أجل تحديد موقف الشركة (نقاط القوة والضعف، الفرص والتهديدات)، ثم يتم تحديد خطة استراتيجية منظمة تقوم على أهداف واضحة مع العمل على تحقيق وفورات في الوقت والتكلفة، ويجب أن يتم ذلك على المدي البعيد.

٢- في المرحلة الثانية: تقوم الإدارة العليا بتعيين أحد أعضائها أو شخص خارجي بوقت كامل ليكون مسئول عن التحول إلى الهندسة المتزامنة CE، وهذا المسئول يبدأ بإبلاغ جميع مستويات الشركة عن فوائد التغييرات من خلال إقامة المناظرات والعروض التقديمية أو الندوات، كما يقوم بتقييم موارد الشركة ويبدأ بإجراءات إعادة الهندسة التنظيمية وصنع القرارات، وتعزيز ممارسات الاتصال داخل الشركة، ويتم بعد ذلك إنشاء فريق متعدد التخصصات، ويجب إيلاء اهتمام إضافي إلى الطريقة التي يتم بها إنشاء الفريق واختيار قائدة. ويجب أن يتم تشكيل الفريق قبل البدء بالمشروع، واستقطاب الأفراد الجيدين وكسر القوالب الوظيفية التخصصية بين أعضاء الفريق (اللامي، ونوري، ٢٠٠٨، ص٤٩. & حجاج،٢٠٠٠، ص٦٤)، ويعد نجاح أحد أعضاء الفريق وفشل الأخر امر لا يمكن احتماله في عمل الهندسة المتزامنة، حيث انه إذا فشل أحد أعضاء الفريق فإن المشروع بأكمله سيفشل. (Skalak S. C., 2002,p18. & Swink M. L., 1998, p105-111. & Haug E. J., 1993,p9. & Gao J.X., et..al,2000, (p205

٣- في المرحلة الثالثة: الإدارة العليا والفريق متعدد الوظائف يحددون المشاريع التجريبية كأول محاولة لاتباع ممارسة الهندسة المتزامنة CE، وعلى الرغم من أن المشاريع التجريبية عادة ما تكون على نطاق صغير، إلا أن تأثيرها كبير على نجاح الشركة.

٤- في المرحلة الرابعة: يتم تشغيل المشاريع التجريبية الصغيرة نسبيا بينما يتم زيادة حجمها تدريجيا، وخلال هذه المشاريع تبدأ التحسينات المقترحة في الماضي لتصبح جزءا من ثقافة الأفراد العاملين، وفي نهاية كل مشروع يقدم الفريق تقريرا إلى الإدارة العليا بناء على خبراتهم ويتم اقتراح تحسين في المستقبل. ومن ثم يتوافر الوقت للإدارة العليا لاتخاذ قرار لتوسيع الممارسة الخاصة بالهندسة المتزامنة CE لمشاريع أكبر وأكثر تعقيدا.

٥- المرحلة الخامسة: تتعامل مع التحسين المستمر ومشاركة الأفراد، ويجب على الأفراد الذين لديهم خبرة في ممارسة الهندسة المتزامنة CE من مشاريع سابقة نقل خبراتهم لبقية موظفي الشركة، ويجب على الفرق المشاركة في المشاريع المختلفة أن تقوم بعملية التجديد شيئا فشيئا لحين انتشار الخبرة داخل الشركة.

- **المستوى الثالث؛** محفظة الأدوات المستخدمة ببيئة الهندسة المتزامنة؛ تهدف أدوات الهندسة المتزامنة CE إلى تسهيل التصميم المتزامن والآني للمنتج والعملية وسلسلة العرض عن طريق السماح لفرق المصممين بالتواصل عن بعد على الشبكة وتبادل المعلومات في قاعدة بيانات مشتركة، وتخدم أدوات الهندسة المتزامنة CE كمظلة لدمج مختلف التكنولوجيات التمكينية مثل التصميم بمساعدة الحاسب CAD، التصنيع بمساعدة الحاسب CAM، والعمل التعاوني المدعوم بالكمبيوتر ، ونظم المعلومات الموزعة، ومجموعة نظم دعم القرار، النظم الخبيرة، والوسائط المتعددة، وشبكات الاتصالات. (King N., (Majchrzak A., 1996, pp189-201

وتري الباحثة أن تنفيذ الهندسة المتزامنة CE لا يخلو من الصعوبات؛ فهناك صعوبات ثقافية وعملية، حيث تتمثل أصعب القضايا في إقناع الموظفين بأن أخذ مزيد من الوقت في البداية من شأنه تقصير الوقت اللازم للتنمية الشاملة. وبناء عليه تؤكد الباحثة أن هناك عدم التناسب بين متطلبات تطبيق الهندسة المتزامنة وبين نظم التكاليف بوضعها الراهن، حيث يتطلب تطبيق الهندسة المتزامنة تطور في بيئة العمل، وفي تبني أساليب حديثة بالمحاسبة الإدارية، وتغير في الهيكل التنظيمي، وفي ثقافة المنظمة، فضلا عن ضرورة تبني الأساليب الحديثة للتصنيع مثل الهندسة والتصنيع والتجميع بمساعدة الحاسب وهي أمور صعب توفيرها بالبيئة التقليدية للعمل، وكذلك العمل خارج الحدود الجغرافية للمنظمة ومحاولة الاستفادة من العلاقات

الاستراتيجية مع أعضاء سلسلة العرض وتكوين علاقات تحالفية مع الموردين واشتراك كافة الأطراف الداخلية والخارجية في عملي التصميم.

القسم الرابع: النتائج والتوصيات:

النتائج:

- أكدت العديد من الدراسات على الأثر الإيجابي الناتج من تطبيق الهندسة المتزامنة في مجال تصميم وتطوير المنتجات الجديدة.
- يؤدي اتباع الهندسة المتزامنة إلي تحسين المزايا التنافسية.
- أوضحت بعض الدراسات أهمية فريق عمل الهندسة المتزامنة والذي ينعكس بدورة على تحقيق كفاءة عملية التصميم، والاهتمام بمشاركة الموردين والعملاء بعملية التطوير.
- منهج الهندسة المتزامنة لا يعد مدخل بديل للهندسة المتتابعة بل يمكن الجمع بين التزامن في بعض المراحل والتتابع في مراحل أخري.

مراجع البحث:-

المراجع العربية:

الدوريات:

١- اللامي، غسان قاسم داود، ونوري، حيد شاكر، ٢٠٠٨" **دور فريق الهندسة المتزامنة في تحسين جودة المنتجات"**، مجلة الاقتصاد والإدارة، المجلد ١٤-العدد ٤٩.

٢- داود، فضيلة سلمان، ومازن، شهبان، ٢٠١٦، " **دور الهندسة المتزامنة في تعزيز الأداء الاستراتيجي: بحث تطبيقي في شركة الزوراء العامة"**، مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية، المجلد ٢٢، العدد ٨٨،

٣- حجاج، إيمان عبد الوهاب محمد، ٢٠٠٠، " **استخدام الهندسي المتزامنة كسلاح تنافسي في مجال تصميم وتطوير المنتجات: بين النظرية والتطبيق** "، المجلة المصرية للدراسات التجارية جامعة المنصورة، المجلد ٣٤، العدد ١.

٤- قاسم، غسان، وعبد الوهاب، عزام، ٢٠١٦، " **استخدام أدوات الهندسة المتزامنة DFM، DFX، QFD لتلبية متطلبات الزبون في المنتج الجديد – حالة دراسية"**، مجلة كلية بغداد للعلوم الاقتصادية الجامعة، العدد السابع والأربعون.

الرسائل:

١- البرزنجي، حيدر شاكر نوري، ٢٠٠٧، " **تأثير الهندسة المتزامنة في تطوير المنتج: دراسة استطلاعية لآراء المديرين في شركة ديالى العامة للصناعات الكهربائية** "، رسالة ماجيستير، كلية الإدارة والاقتصاد -جامعة بغداد.

English References:

Frist: Book

1- Anderson D. M., 2014**." Design for Manufacturability: How to Use Concurrent Engineering to Rapidly Develop Low-Cost, High-Quality Products for Lean Production",** Taylor & Francis Group, A productivity press book.

2- Blocher E., , Stout D. , Juras P. , Cokins G., 2005," **Cost Management: A Strategic Emphasis"**, 3ed , San Francisco : the McGraw-Hill Companies, Inc .
3- Groover M. P., 2004, **"Automation Production Systems and Computer-Integrated Manufacturing** " 2nd ed,New Jersey:
4- Parsaei H. R., Sullivan W. G., 1993" **Concurrent Engineering Contemporary issues and modern design tools",** Springer Science+Business Media Dordrecht, 1ed.
5- Stjepandic J.´, Rock G., Bil C., 2013, **"Concurrent Engineering Approaches for Sustainable Product Development in a Multi-Disciplinary Environment",** Springer London Heidelberg New York Dordrecht.
6- Skalak S. C., 2002, "**Implementing concurrent engineering in small companies "**, Marcel Dekker, Inc.

Second: Articles

1- Bernard A., Perry N., Delplace J.C., 2007 **"Concurrent cost engineering for decisional and operational process enhancement in a foundry**", Int. J. Production Economics 109.
2- Bogus S.M., Molenaar K.R., Diekmann J.E., 2005**," Concurrent Engineering Approach to Reducing Design Delivery Time**", Journal of Construction Engineering and Management. http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)07339364(2005)131%3A11(١١٧٩)
3- Dourado J. P., Silva R., Silva A., 2011**," Concurrent Engineering: An Overview Regarding Major Features And Tools** ", poslovna Izversnost Zagreb, God. V, BR. 1

.

4- Elgh F., Cederfeldt M., 2007, "**Concurrent cost estimation as a tool for enhanced producibility-System development and applicability for producibility studies"**, Int. J. Production Economics 109.
5- George S., David K., 2016, "**Workflow enabled data processing in a concurrent engineering environment**", International Conference on Emerging Trends in Engineering, Science and Technology (ICETEST - 2015), Procedia Technology 24, PP.1643 – 1650 .
6- Ghodous P., Dieng-Kuntz R., Loureiro G., 2006, " **Leading the Web in Concurrent Engineering: Next Generation Concurrent Engineering**", IOS Press, VOL.143.
7- Gao J.X., Manson B.M., Kyratsis P., 2000, **"Implementation of concurrent engineering in the suppliers to the automotive industry**", Journal of Materials Processing Technology 107.
8- Ganagambegai, Shanmugam, 2012, "**Managing Concurrent Engineering In Malaysian Small Medium Enterprises",** Procedia - Social and Behavioral Sciences ,Vol. 57, 9 October.
9- Haque B. U., Belecheanu R.A., Barson R. J., Pawar K.S., 2000, " **Towards the application of case based reasoning to decision-making in concurrent product development (concurrent engineering)**", Knowledge-Based Systems, Vol. 13, Iss. 2–3, April.
10- Haug E. J, 1993," **C concurrent Engineering: Tools and Technologies for mechanical system design**", Springer-verlag.
11- Koufteros X., Vonderembse M., Doll W., 2001,"**Concurrent engineering and its consequences"**, Journal of Operations Management 19.
12- King N., Majchrzak A., 1996, "**Concurrent Engineering Tools: Are the Human Issues Being Ignored?"** IEEE Transactions on engineering management, VOL. 43, NO. 2.
13- Sapuan S.M., Mansor M.R., 2014, **" Concurrent engineering approach in the development of composite products: A review**", Materials and Design 58.

14- Swink M.L., 1998, "**A tutorial on implementing concurrent engineering in new product development programs",** Journal of Operations Management, Volume 16, Issue 1, January.
15- Singhry H. B, Abd Rahman A., Imm N. S., 2014**," The Potential Moderating Role of Supply Chain Capabilities on the Relationship between Supply Chain Technology and Concurrent Engineering in Product Design**", Inter. Jour. of Supply Chain Management, Vol. 3, No. 2, June.
16- Shidpour H., Shahrokhi M., Bernard A., 2013, "**A multi-objective programming approach, integrated into the TOPSIS method, in order to optimize product design; in three-dimensional concurrent engineering**" Computers & Industrial Engineering, Vol. 64, Iss. 4.
17- Valle S., Va´zquez-Bustelo D., 2009, "**Concurrent engineering performance: Incremental versus radical innovation**", Int. J. Production Economics, Volume 119, Issue 1.
18- Zhu A.Y., Zedtwitz M.V., Assimakopoulos D., Fernandes K., 2016, " **The impact of organizational culture on Concurrent Engineering, Design-for-Safety, and product safety performance**", Int. J. Production Economics 176.

Second: anthers

1. John Stark Associates, 1998, "**A Few words about concurrent engineering"**, http://www.johnstark.com/fwcce.html
2. Kricher L.D., Vice President and Practice Leader Teams Practice, "**Best Practices of Team-Based Organizations",** development dimensions international, Inc. MCMXCVII

.

3. Ogawa A., 2008, " **Concurrent Engineering for Mission Design in Different Cultures",** Msc Thesis, Massachusetts Institute of Technology., http://seari.mit.edu/documents/theses/SDM_OGAWA.pdf
4. Shipulski M., Hypertherm I., 2007," **Design for Manufacturing - what is it and how does it fit with Design for Function, Design for Assembly and Design for Cost? "**, International Forum on DFMA, http://www.shipulski.com/wp-content/uploads/2009/08/Design-for-Manufacturing-what-is-it-and
5. Tsai T.P., Yang H.C., Liao P.H., 2011, "**The Application of Concurrent Engineering in the Installation of Foam Fire Extinguishing Piping System",** The Twelfth East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction, Procedia Engineering 14. 1920.
6. Winner R. I., Pennell J.P, Bertrend H.E., Slusarczuk M.M., 1988, **" The Role of Concurrent Engineering in Weapons System Acquisition**", . IDA Report R-338, Institute for Defence Analyses, Alexandria, VA.
7. Xiaochuan C., Jianguo Y., Beizhi L., Xin-An F., 2004**," Methodology and Technology of Design For Cost (DFC)"**, The 5th World Congress on Intelligent Control and Automation, Hangzhou, China,(WCICA'04)June 14-18 .
8. http://www.concurrent-engineering.co.uk/what-is-concurrentengineerin
9. Chapter3 -Concurrent Engineering.pdf - http://wwwme.nchu.edu.tw/~CIM/courses/Computer%2520Integrated%2520Manufacturing/Chapter3%25
10. ____,"**Strategies/Concurrent Engineering**" ,1998 , http://best.berkeley.edu/~pps/pps/concurrent.html
11. http://www.printfriendly.com /