استخدام ادوات الهندسة المتزامنة DFM,DFX,QFD* لتلبية متطلبات الزبون في المنتج الجديد– حالة دراسية

الاستاذ الدكتور غسان قاسم داود

كلية بغداد للعلوم الاقتصادية الجامعة

المدرس عزام عبد الوهاب عبد الكريم

معهد الادارة التقني – الزعفرانية/الجامعة التقنية الوسطى

*البحث مستل من اطروحة دكتوراه (تطوير المنتوج الجديد وفقا لمنهجيتي الهندسة المتزامنة و Lean Six Sigma . بحث تطبيقي) ، في قسم ادارة الاعمال

المستلخص

يعتبر تطوير المنتجات الجديدة واحد من التحديات التي تواجهها الشركات. فمع تعاظم المنافسة اصبح طرح المنتجات الجديدة ، والقدرة على تطويرها وزيادة جودتها باستمرار سبب رئيسي لنجاح الشركات وهذ مايدفع تلك الشركات الى تطوير المنهجيات والبرمجيات المختلفة التي تهدف الى مساعدتها في واحد او اكثر من جوانب تطوير وتصميم المنتج والعملية . وواحدة من هذه المنهجيات: الهندسة المتزامنة CE التي تهدف إلى تقصير المهل الزمنية الإجمالية وتحسين النوعية ، كما تؤكد على القيام بالتطوير للمنتج بوقت متزامن .

لقد اجري هذا البحث في الشركة العامة للصناعات الكهربائية واعتمد منتجها (براد الماء ثلاث حنفيات) كعينة للبحث . بهدف تقليل كلفة تطويره وتقليل الفترة من انتهاء التطوير وحتى الوصول الى السوق اضافة لتقليل وقت التطوير من خلال مقارنة عملية التطوير التي قامت بها الشركة مع عملية التطوير التي قام بها الباحث. توصل البحث الى مجموعة من الاستنتاجات من بينها وجود فروق معنوية في وقت عملية التطويروكلفتها ووقت وصول المنتج المطور الى السوق ، للعملية التي يتم فيها استخدام منهجية الهندسة المتزامنة ، عن العملية التي لاتستخدم فيها تلك المهجية .

Abstract

Development of new products is one of the challenges faced by companies. Vantage new products, and the ability to develop and increase the quality consistently a major reason for the success of the companies. So they are working to develop methodologies and different software, which aims to assist them in one or more aspects of the development and design of the product and the process. One of these methodologies: CE concurrent engineering, which aims to shorten the time limits and improve the overall quality, and works to reduce the development time of the product through the simultaneous development .

We have conducted this research in the General Company for Electrical Industries and adopted its product (machine cooling water three taps) as a sample for research. In order to reduce development costs and reduce the period from the end of the development, and even access to the market in addition to reducing development time by comparing the development process carried out by the company with the development process carried out by the researcher. Search to find a set of conclusions , including the presence of significant

differences in the process of development time and cost and time of arrival of the developer to market the product, the process in which they are using concurrent engineering methodology, the process, which do not use those methodology.

المقدمة

يعتبر تطوير المنتجات الجديدة النواة الاولى لنجاح الشركة لكونه يوفر فرصة للنمو ويسمح لها بتعزيز وضعها في السوق . وهو يتطلب التخطيط وتبني الإبداع / الافكار والعملية المستمرة لتقييم هذه الأفكار . لكن عملية تطوير المنتجات الجديدة محفوفة بالمخاطر ومكلفة جدا ولها نسبة فشل عالية جدا ، مما يجعل من الاهمية تطوير المنهجيات والبرمجيات المختلفة التي تهدف الى مساعدة الشركات في واحد او اكثر من جوانب تطوير وتصميم المنتج والعملية .

تمثل منهجية الهندسة المتزامنة مدخل جديد يستند على الفريق وعلى التنفيذ المتزامن بواسطة التكنولوجيات والأساليب التي تهدف إلى تقصير المهل الزمنية الإجمالية وتحسين النوعية.

يستمد هذا البحث التطبيقي اهميته من اهمية موضوع تطوير المنتج الجديد. حيث يقترح البحث استراتيجية ادارة متكاملة لتطوير المنتج الجديد باستخدام منهجية الهندسة المتزامنة للوصول الى عملية مثلى لتطوير منتج جديد. من خلال استخدام ادوات الهندسة المتزامنة مثل DFM, DFA ,DFX في تطوير المنتج الجديد .

ولتحقيق ذلك تم اعتماد احدى شركات وزارة الصناعة والمعادن (الشركة العامة للصناعات الكهربائية) كعينة للبحث، وتم جمع البيانات المتعلقة بدراسة الحالة من خلال المقابلات والاستبانة للشركة المبحوثة وتم تحليل النتائج باستخدام الاساليب والاختبارات الاحصائية الضرورية.حيث بينت النتائج وجود فروق معنوية في وقت عملية التطويروكلفتها ووقت وصول المنتج المطور الى السوق ، للعملية التي يتم فيها استخدام منهجية الهندسة المتزامنة ، عن العملية التي لاتستخدم فيها تلك المنهجية .

اولا : منهجية البحث

1-1 مشكلة البحث

تعد قدرة الشركات على طرح منتجات جديدة ، وقدرتها على تطوير تلك المنتجات وزيادة جودتها باستمرار سبب رئيسي لنجاحها وبقائها في السوق. تتمحور مشكلة البحث بأثارة التساؤلات التالية :

1. ماهي الاختلافات بين تطوير المنتج الجديد وفقا للنموذج التقليدي وتطوير المنتج وفقا لمنهجية الهندسة المتزامنة من ناحية تقليل وقت التطوير .
2. ما انعكاس تطوير المنتج الجديد باستخدام ادوات الهندسة المتزامنة على زيادة سرعة الوصول الى السوق ، تقليل كلف التطوير ، وتقليل اعادة التطوير .
3. ماطبيعة ونوعية المقاييس التي يمكن اعتمادها ، للتاكد من نجاح وقبول عملية تطوير المنتج الجديد وفقا لمنهجية الهندسة المتزامنة.

2-1 أهداف البحث

يهدف البحث الى الإجابة على الاسئلة المتعلقة باستخدام ادوات الهندسة المتزامنة (DFM,DFX,DFMA) في تطوير المنتج . وامكانية تطبيق ذلك في بيئة الاعمال العراقية المتمثله بالشركة العامة للصناعات الكهربائية ، تتمثل اهداف البحث بالاتي :

1. تحديد الفوائد المتحققه من استخدام ادوات الهندسة المتزامنة في تطوير المنتج الجديد (وقت التطوير وسرعة وصول المنتج للسوق).
2. تشخيص التاثيرات الايجابية او السلبية الذي يتركه استخدام ادوات الهندسة المتزامنة على المنتج الجديد عند تطويره.
3. امكانية تطوير منتجات الشركة العامة للصناعات الكهربائية باستخدام ادوات الهندسة والفوائد المتحققة للشركة نتيجة ذلك.

1-3 اهمية البحث

تعد عملية تطوير المنتج الجديد الناجحة هي حجر الاساس لنجاح الشركة وقدرتها على تاسيس موقع لها في السوق وبقائها فيه ، والتطوير غير الناجح للمنتج يؤدي الى فشل المنتج وبالتالي خسارة الشركة المباشرة وغير المباشر . كما يؤدي الى ضياع الجهد والوقت. تتمثل الاهمية العملية للبحث ، في بيان اهمية تحديد وتلبية متطلبات الزبائن لذلك فان البحث يقدم:

1. يقدم عرضا للشركة المبحوثة (الشركة العامة للصناعات الكهربائية) وواقع عملية تطوير المنتوج فيها.
2. تحديد لمدى الفائدة المتحققة للشركة العامة للصناعات الكهربائية عند تطوير منتجاتها الجديدة باستخدام ادوات الهندسة المتزامنة.

1-4 فرضيات البحث

يسعى البحث الى اختبار الفرضيات التالية :

1. تؤثر الهندسة المتزامنة تأثيرا ذو دلالة معنوية في تخفيض وقت وصول المنتج الجديد الى السوق.
2. تؤثر الهندسة المتزامنة تأثيرا ذو دلالة معنوية في تخفيض وقت تطوير المنتج الجديد.
3. تؤثر الهندسة المتزامنة تأثيرا ذو دلالة معنوية في تقليل اعادة تطوير المنتج الجديد.

1-5 الحدود المكانية والزمانية

وقع اختيار الباحث على الشركة العامة للصناعات الكهربائية وهي إحدى شركات وزارة الصناعة والمعادن العراقية . لتمثل الحدود المكانية (عينة) البحث. للاسباب التالية:

1. هنالك طلب مستمر على منتجات الشركة .
2. تنوع الانتاج ووجود منتجات مشابهه من شركات كثيرة .
3. تغير اذواق وطلبات المستهلكين بصورة مستمرة ومتسارعة .
4. استعداد الشركة لتقديم البيانات والتعاون في انجاز البحث.

1-6 اساليب جمع البيانات

تقسم اساليب جمع البيانات المتعلقة بالبحث الى قسمين:

1. البيانات المتعلقة بالجانب النظري ، تم الاعتماد فيها على الكتب والمجلات والبحوث المنشورة ورسائل الماجستير واطاريح الدكتوراه المتعلقة بالموضوع والانترنيت وعلى المواقع الرصينة لما توفره من مواضيع اكثر حداثة.
2. البيانات المتعلقة بالجانب العملي ، فقد تم دراسة واقع حال الشركة العامة للصناعات الكهربائية وجمع المعلومات من خلال زيارات الباحث المتكررة الى الشركة واطلاعه على سير العمل اليومي فيها ولقائه بالمسؤلين عنها.

1-7 الاساليب والمقاييس المستخدمة في البحث

تم اعتماد المقاييس التالية من اجل اثبات فرضيات هذا البحث :

1-اجراء الحسابات الكمية للوقت والكلفة .

2-استخراج النسب المئوية لمعدل التغير سواء في وقت وكلفة التطوير وسرعة الوصول الى الاسواق قبل وبعد قيام الشركة بالتطوير.

3-اجراء المحاكاة واختبار (t) .

ثانيا – تطوير المنتج الجديد

2-1 مفهوم وتعريف تطوير المنتج الجديد

تهتم المراجع المتخصصة بكون الغرض الرئيسي من تطوير المنتج هو خلق منتجات جديدة (Allen, 1993; Cooper, 2001) ،ولكن ما هو المنتج الجديد؟ هل هو جديد للزبون، جديد للشركة أو لمجال تطبيقات جديدة؟ هناك ستة أنواع مختلفة أو فئات من المنتجات الجديدة يمكن تحديدها بـ: المنتجات الجديدة للعالم (الأولى من نوعها التي تطور لأسواق جديدة) ، منتجات من اجل تخفيض الكلف (تصميم منتجات جديدة لتحل محل المنتجات الحالية بتكلفة أقل). تطوير المنتج بهدف الضغط على الكلفة الأشدّ، تطوير المنتج لتخفّيض أوقات دورة التطوير، المنتجات المرتبطة بزيادة سرعة تقادم التقنيات ،المنتجات المرتبطة بسرعة تغيير اذواق وحاجات الزبائن وحاجتهم لنوعية منتج محسّنة. كنتيجة لهذه التطوّرات فقد كان هناك تأكيد متزايد على أهمية التطوير الأسرع للمنتجات الجديدة (Chronéer, Diana., 2005,p:33) . فتطوير منتجات جديدة هي رحلة لها بداية وليس لها نهاية . (Lowell,William., 2008,p:8) .

و ينظر لنجاح تطوير منتجات جديدة على انه كنتيجة لـ (أ) التخطيط الدقيق ، (ب) تنفيذ تلك الخطة من قبل فريق متعدد التخصصات يعمل مع (ج) مستويات الإدارة العليا (Van Beek,Maarten H. J.,2009,P:15).

أن الفوز مع منتجات جديدة ليست عملية سهلة. حيث ان واحدا فقط من أصل أربعة مشاريع جديدة تنجح تجاريا، وواحد من ثلاثة من كل المنتجات الجديدة التي تطلق تفشل. يحدد (Ernst, 2002: p8) ثمانية عوامل ذات أهمية حاسمة لنجاح تطوير المنتجات الجديدة.

أربعة من هذه تم تحديدها من قبل (Cooper and Kleinschmidt, 1987) ، وهي:

1. تعريف واضح للمنتج قبل أن يبدأ التطوير (بما في ذلك تحديد السوق المستهدف) .
2. نوعية عالية من العمل في المشروع التحضيري لتحديد المنتجات و تقييمها.
3. التوجه من عملية تطوير المنتجات الجديدة نحو متطلبات السوق .
4. جودة عالية وتنظيم جيد لعملية NPD.

العوامل المحددة أعلاه يمكن تقسيمها الى داخلية بالنسبة للشركة (العوامل واحدا واثنين وأربعة) أو تتضمن التنسيق مع عناصر خارجية العامل (ثلاثة) . اما العوامل الاربعة الأخرى ذات الأهمية الحاسمة في نجاح NPD فتشير لها (Ernst, 2002) وهي :

1. المنظمة ، وتتضمن : قيادة مسؤولة قوية للمنتج ، فريق مشروع متمكن ومتعاون.
2. الثقافة. نوع من مناخ الريادية / موظف قادر على هيكلة بعض وقت العمل للمشاريع على أساس الأفكار والمصالح الخاصة ، دعم المشاريع غير الرسمية.
3. الإستراتيجية والتركيز الإستراتيجي لمشاريع NPD للعمل نحو تضمين: الغايات والأهداف الواضحة لعمل كل جهود المنتج الجديد.
4. دوروالتزام الإدارة العليا،وضع مستويات ملائمة من التمويل.الاستعداد لتكريس موارد كافية لتطويرمنتجات جديدة (Simms, Christopher, 2012,p:403-404)

2-2 عوامل فشل المنتج الجديد :

ان المنتجات التي تفشل في الوفاء بما مطلوب منها ، هي تلك المنتجات التي لا تؤدي وفقا لتوقعات الزبائن ، او التي لا تعمل بالشكل المطلوب أوالمتوقع ،او التي يتم تنفيذها بشكل سيئ، او التي يتم تقديمها بعد فوات الأوان، إو لأنها قد استبقت من قبل المنافسين أو بسبب تحرك السوق إلى شيء آخر (Kong,Liangli.,1998,p:22-24).

حددت (Crawford, 2011) مجموعة كاملة نسبيا من أسباب الفشل تتمثل في:

- سوء التخطيط ،والذي يتضمن قضايا مثل تطوير المنتجات التي لا تناسب استراتيجية الشركة وامكانياتها و/ أو قوة التوزيع. عدم فهم المخاطر المحتملة ، تكلفة الدخول .
- سوء الإدارة ، هو الضعف في كل شيء عن الثقافة التنظيمية والدعم والموارد المطلوبة ، التوقعات والتركيز ، عملية تطوير المنتجات والبت فيها وتمويلها. المكافآت غير الواضحة.
- المفهوم الضعيف للمنتج ، عدم وضوح المنفعة الذي يحققها للمستهلك ، عدم وجود فرق حقيقي للمنتج عن المنتجات المشابهه للمنافسين ، عدم وجود تصور عن السوق الهدف والمبيعات المحتملة. (Crawford,Merle., et.al.,2011,p:244).

2-3 دورة تطوير المنتج :

تمر عملية تطوير المنتج بعدد من المراحل اختلف الباحثين على تحديد عددها تستهلك كل منها وقتا محسوبا على الوقت الاجمالي لعملية التطوير وان هذا الوقت كلما امكن تقليصه كلما امكن ايصال المنتج بوقت اسرع الى السوق .

ويرى (Krajewski,Lee J.,et.al.,2010) ان عملية تطوير الخدمات / المنتجات الجديدة تمر باربع مراحل هي مرحلة التصميم ، مرحلة التحليل ، مرحلة التطوير ومرحلة الانطلاق الكامل (Krajewski,Lee J.,et.al.,2010,p:380).

وتحدد بالمراحل التالية : (Heizer,Jay., et.al.,2011,p: 191)

1. توليد الافكار من عدة مصادر.
2. التقيم ، هل الشركة تملك القدرة على تنفيذ الفكرة.
3. هل تتضمن الفكرة متطلبات الزبون.

4. المواصفات الوظيفية : كيف يعمل المنتوج
5. مواصفات المنتوج : كيف سيصنع المنتوج.
6. اختبار التصميم : هل مواصفات المنتوج هذه هي افضل طريق لتلبية متطلبات الزبون.
7. اختبار السوق: هل المنتوج يلبي توقعات الزبون.
8 . الدخول الى السوق.
9. التقييم (النجاح).

2-4 عملية تطوير المنتج التقليدية :

تعد عملية تطوير المنتج الجديد المتسلسلة (المتتابعة) هي النهج التقليدي في تطوير المنتج الجديد.وهو مصطلح يستخدم لوصف عملية التطوير التي تتم بشكل طولي . حيث تتم مختلف الخطوات واحدة تلو الأخرى ، مع تركيز كل الاهتمام والموارد على مهمة واحدة . بعد اكتمال تلك المهمة تترك و يتم تركيز الاهتمام والموارد على المهمة التالية (Portioli-Staudacher, A.,et.al.,2003,226) .

2-5 عملية التطوير المتزامن :

لقد أصبح التطوير المتزامن مستخدما بصورة واسعة ،منذ ان تم اعتماد مفهوم تداخل مراحل التطوير لتقليل وقت التطوير . ان تسريع عمليات التطوير ليست هي الميزة الوحيدة لهذا المفهوم (Sharafi, Armin., et.al.,2010,p:1734) . ففي مجال تطوير المنتجات المتزامنة يتم دمج جميع المجالات الوظيفية في إطار عملية التصميم. في هذه الحالة المعلومات تتدفق باستمرار ذهابا وإيابا بين جميع الوظائف . خلال عملية التصميم المتزامنة يوجه تطوير المنتج على التخصصات المختلفة لمعلمات المفاضلة مثل قدرات التصنيع ، قابلية الاختبار (Portioli-Staudacher, A., et.al.,2003,226) .

ثالثا – الهندسة المتزامنة

3-1 تعريف الهندسة المتزامنة:

هي نهج منظم ومتعدد التخصصات يجمع في وقت واحد مختلف مراحل تطوير المنتجات وإدارة عملياتها. وتشمل هذه العمليات تحديد احتياجات الزبائن ، تحديد متطلبات أداء المنتج ، تصميم المنتج وعمليات التصنيع و تصنيع المنتج، في حين يتم النظر في كامل دورة حياة المنتج ، بما في ذلك التوزيع ،الدعم ، الصيانة وإعادة التدوير أو التخلص
(Proulx,Denis.,:1996,P:2). ويتحدد الجوهر الأساسي للهندسة المتزامنة (CE) ، بأربع استراتيجيات أساسية رئيسية (CS) هي : (Yassine,Ali., et.al .,2003,p:166)

التوازي : الهدف منه الحد من المهل الزمنية . حيث يتم تنفيذ العمليات التي لا تتبع بعضها البعض في نفس الوقت. اما إذا كانت العملية تتبع عملية اخرى، فان العملية التالية يمكن ان تبدأ بعد وقت قصير من بدء العملية السابقة.

التوحيد: التوحيد يعرف كوصف دائم أو مجموعة من القواعد المستقلة عن الأشخاص أو الأحداث في جوانب مختلفة من عملية تطوير المنتج.

التكامل : عملية تطوير المنتجات تظهر كسلسلة مستمرة لاضافة القيمة وأن الاقسام المختلفة من الشركة تتأثر بتطوير المنتج . حيث تتوزع مهام التطوير عبر مجالات وظيفية مختلفة .

الأمثلية: هي التحسين المستمر لجميع الجوانب المتعلقة بالوقت والتكاليف والجودة كوسيلة لتلبية احتياجات ومتطلبات الزبون (Belay , Alemu Moges.,2007,p:17-18).

3-2 مبادئ الهندسة المتزامنة :

تستند الهندسة المتزامنة الى المبادىء الاتية:

1. المبدأ الاول. خطّط فضاء التصميم :

هو كيفية تطوير وتميز مجموعات من البدائل المستخدمة في عملية التقارب في تطوير المنتجات. (Sobek II,Durward K.,et.al.,1999,p:73).

2. المبدأ الثاني. التكامل من خلال التقاطع:

حيث تبدأ المجموعات الوظيفية المختلفة بفهم الاعتبارات من وجهة نظر الاخرين ومن وجهة نظرها الخاصة ، فرق تصميم الأنظمة الفرعية تتكامل من خلال تحديد حلول عملية للجميع. (Akaberi ,Armin., 2011,p:30).

3. المبدأالثالث.التاكد من التصاميم قبل الإلتزام بها.

4. (Taisch,Marco.,et.al.,:2011:p30)

3-3 فوائد الهندسة المتزامنة : تنبع حقيقة فوائد CE من خلال :

(Anumba,Chimay J., et.al.,2000,p: 3)

1. التركيز فيها يتم على مرحلة التصميم، لتأثيره على التكلفة الإجمالية للمنتج، لان ما يصل إلى 80 في المائة من تكلفة إنتاج المنتج يمكن أن تتحقق في مرحلة التصميم.

2. تؤدي إلى وفورات في التكاليف ، لكونها تعالج جميع القضايا مقدما في مرحلة التصميم والتأكد من أن التصميم هو صحيح .

3. منتجات تطابق بالضبط احتياجات الزبائن.

4. الاعتمادعلى CE يمكن أن يؤدي أيضا إلى تخفيضات في الوقت اللازم لتطوير المنتج لمدة تصل إلى 70 في المائة.

وهنالك العديد من الفوائد الاخرى والتي تعد على انها فوائد رئيسية لأنظمة الهندسة المتزامنة

1) إختصار فترة الوقت المطلوبة لتقديم المنتجات إلى السوق. 2) تخفيض تكلفة التصميم والمنتج نفسه. 3) تحسين نوعية المنتج. 4) عمل كل النشاطات بالتّوازي. 5) تكامل المهام. 6) إدارة المشروع بصورة أفضل (MEDVECKÝ, Š.,et.al.,2007,p:7).

3-4 المنهجيات والتقنيات المستخدمة في الهندسة المتزامنة لتصميم وتطوير المنتج :

تسمح الهندسة المتزامنة (CE) باعتماد بعض نظريات ومنهجيات التصميم ، مثل نشر وظيفة الجودة (QFD) ، التصميم البديهي (AD) ، تصميم للتصنيع (DFM) ، تصميم للتجميع (DFA) ،التصميم للتمييز (DFX) . واهم المنهجيات المستخدمة في الهندسة المتزامنة من اجل الوصول الى التصميم الافضل هي: (Batalha, G.F.,2012,p:34)

- التصميم للتصنيع (DFM) (Design for manufacturing)
- التصميم للامثلية او التمييز (DFX) (Design for Excellence)
- التصميم للتجميع (DFA) (Design for assembly)
- التصميم لإمكانية الخدمة (DFS) (Design for servese)
- التصميم للحصول على الموثوقية (DFR)
- التصميم للبيئة (DFE) (Design for environment)

3-4-1 التصميم للتصنيع DFM :

هو مجموعة من الطرق والأدوات التي تدعمان الهندسة المتزامنة والتي تفهم كعملية تركيب تحليلي لادوات الهندسة المتزامنة التي تقدم شروط تصميم المنتج وفقا لقدرات التصنيع. وفي التصميم للتصنيع (DFM) يتم اختيار العمليات المناسبة لتصنيع جزء معين من خلال التوفيق بين السمات المطلوبة للجزء ومختلف القدرات العملية. وتشمل هذه العمليات: (Kuo,Tsai-C. , et.al.,2001,p:441).

(1) اختيار المواد الخام ،

(2) اختيار العملية،

(3) تطوير تصميم وحدات،

(4) استخدام المكونات القياسية ،

(5) تصميم أجزاء لـ تكون صالحة للاستخدام المتعدد ،

(6) تجنب السحبات المنفصلة ،

(7) التقليل من اتجاهات التجمع. يجب أن يتم تجميعها من اتجاه واحد كلما أمكن ذلك. الاتجاهات اضافية تعني إهدار للوقت والحركة وكذلك المزيد من محطات التحويل ، ومحطات التفتيش.

يهدف التصميم للتصنيع إلى: (Belay , Alemu Moges., 2009,p:240).

أ) تحسين جميع وظائف التصنيع(تصنيع ،اختبار ،تجميع، مشتريات، شحن،والخدمات).

ب) ضمان الأفضل من : الكلف، الجودة ،الموثوقية ، الامتثال التنظيمي ، السلامة ، الوقت إلى السوق، ورضا الزبائن .

ج) ضمان عدم وجود قدرات تصنيع غير مستغلة ، طرح منتجات جديدة ، برامج التحسين، ومعالجة الطفرات غير المتوقعة في الطلب على المنتجات.

3-4-2 التصميم للتجميع DFA:

ويعني التصميم لسهولة تصنيع مجموعة من الأجزاء التي ستشكل المنتج بعد التجميع . والتصميم للتصنيع والتجميع (DFMA) عبارة عن مجموعة من البرامج والتقنيات والأدوات والأساليب المستخدمة لتحسين تصنيع الأجزاء أوتبسيط تجميع المنتج ، فمن خلال تحديد أهداف التصميم والقيود على المنتجات التي سيتم تصنيعها. يقلل DFA كل من التكلفة و الوقت لايصال المنتج إلى السوق (Kuo,Tsai-C. , et.al.,2001,p:442) .

ويحقق التصميم للتجميع الفوائد الاتية: (Batalha, G.F.,2012,p:35).

1. تقليل العدد الإجمالي للأجزاء وتحسين أنواعها.
2. استخدام اقصى طرق الإرتباط .
3. إستخدام مدخل تجميع ذو طبقات.
4. تقليل اتجاهات التجميع.
5. يجب أن يتم تجميع جميع الأجزاء من اتجاه واحد .
6. يزيل الحاجة للتعديلات.
7. تصميم اجزاء سهلة للتجميع الأمثل .
8. لتقليل تكلفة التصنيع.
9. ضمان وصول كافي ورؤية غير مقيّدة.
10. ضمان السهولة والأمان للجزء ومعالجة التجميع.
11. تصميم الاجزاء الي يمكن ان تركّب بشكل صحيح فقط.
12. يقلّل عدد الأدوات المطلوبة.
13. استخدام المكونات القياسية، وتصميم اجزاء متعددة الوظائف.

3-4-3 تصميم للتميز (Design for Excellence) (DFX):

أدوات الهندسة المتزامنة التصورية كDFR (تصميم للتكرار)، DFE (تصميم للبيئة) ، DFM (تصميم للتجمع) لها وجود في DFX (التصميم للتميز). إنّ التصميم للتميز او الامثلية . تعبير عام لكلّ أنواع أدوات الهندسة المتزامنة التي توجّه الإعتبار للبيئة، التكرار، التجميع، دورة الحياة و المتطلبات الأخرى (Kuo,Tsai-C. , et.al.,2001,p:441).

يعرف DFX بأنه نهج قائم على المعرفة ، يعمل على تصميم المنتجات لزيادة كل الخصائص المرغوبة مثل الجودة العالية، والموثوقية، امكانية الصيانة ، الامان، سهولة الاستخدام ، الملاءمة البيئية ، ووقت الوصول القصير إلى السوق في تصميم المنتجات ، في نفس الوقت ، التقليل من تكاليف دورة الحياة، بما في ذلك تكاليف التصنيع (Chincholkar, Mandar.,2002,p:18-19) .

3-5 نشر وظيفة الجودة (QFD):

الغرض الرئيسي من نشر وظيفة الجودة (QFD) محاولة للتأكد من أن التصميم النهائي للمنتج أو الخدمة تلبي متطلبات الزبون (Slack, Nigel., et.al.,2010,p:125-126) . ونشر وظيفة الجودة (QFD) هي منهجية تصميم على نطاق واسع ، تتضمن التخطيط المبتكر والشامل لتوثيق عملية التصميم بأكملها. واحدة من أدوات (QFD) بيت الجودة . والتي هي تقنية تخطيطية لتعريف العلاقة بين رغبات الزبون والمنتجات (أو الخدمات) . فبواسطة تعريف هذه العلاقة على نحو دقيق يمكن لمدراء العمليات تصميم المنتجات والعمليات مع الميزات المطلوبة من قبل الزبائن (Haizer,Jay.,et.al., 2011,p:191) .

إنّ الخطوة الأولى في بناء بيت الجودة هو تطوير قائمة بمتطلبات الزبون من المنتج .هذه المتطلبات يجب أن تصنف حسب الأهمية. ثم يطلب من الزبائن مقارنة منتج الشركة مع المنافسين . التالي هو وضع مجموعة من الخصائص التقنية للمنتج. وينبغي لهذه الخصائص التقنية ان تتعلق بشكل مباشر بمتطلبات الزبون، تقييم هذه الخصائص يجب أن يدعم أو يفند ادراك الزبائن للمنتج. هذه البيانات تستخدم لاحقا لتقييم قوة او ضعف الخصائص التقنية للمنتج (Jacobs , F.Robert ., et.al., , 2009,p:105) .

3-6 فريق الهندسة المتزامنة:

يتطلب تنفيذ الهندسة المتزامنة استخدام فرق متعددة الوظائف أو التخصصات . هذه الفرق تهدف إلى كسر الحواجز الموجودة بين الادارات الوظيفية المختلفة من اجل تعزيز التواصل بين تلك الإدارات فمن خلال هذه الفرق الوظيفية يمكن العمل مع مختلف التخصصات الوظيفية ، على سبيل المثال ، التصميم ، التصنيع ، التسويق ، التشغيل ، الصيانة ، وإعادة التأهيل العمل معا في مجموعة واحدة . الزبائن والمجهزين يمكن الحصول على ردود فعلهم على تطوير او تصميم المنتج.

هذا الفريق قد يتضمّن موظفين من الورشة، المشتريات، التسويق، الخ. من خلال العمل في بيئة اكثر من فريق – موجه ، المصممون يمكن أن ينتجوا تصاميم أفضل واكثر ملائمة للتصنيع، الاختبار، النقل، الخ.
(Barton, Charles ,Andrew.,2002,p:6).

3-7 تصميم وتطوير المنتجات في بيئة الهندسة المتزامنة:

تشير CE في تطوير المنتج الجديد إلى تقديم التصميم وهندسة التصنيع معا وفي وقت مبكرا من مرحلة التصميم لتطوير المنتج بشكل سريع وفوري وليعملا الاثنين على إنتاج المنتج. كون المفهوم الأساسي للهندسة المتزامنة هو اخذ عملية تصميم المنتجات خارج العالم المعزول لمهندسي التصميم الى المتطلبات الوظيفية الاخرى في الشركة، التي لها تأثير على التصميم ان تطبيق CE على عملية NPD سيؤدي إلى عملية تطوير افضل، أبسط ومنتوج أرخص في وقت اقصر. (Kowang , Owee ,Tan., & et.al ., :2011:p7).

3-8 مقاييس الهندسة المتزامنة:

الجزء الرئيسي من تطبيق الهندسة المتزامنة وتحديد الوفورات من تطبيقها هو تعريف المقاييس التي تقييس تلك الوفورات. حيث يتكون المقياس من اثنين أو أكثر من القياسات. على سبيل المثال، ساعة عمل تصميم المنتج هو قياس ولكن المقارنة بين ساعات عمل التصميم الحالي للمنتج وساعات عمل التصميم السابق للمنتج هو مقياس. وذلك سيوضح مدى نجاح تطبيق الهندسة المتزامنة. ومن امثلة المقاييس : (Dahne E. Scott.,:1992:P9)

- كلفة المنتج النهائي مقابل الكلفة المستهدفة.
- وقت الدورة من المفهوم الأولي إلى تسليم مادة الإنتاج الأولى.
- عدد القضايا المتولدة قبل وبعد مراجعة التصميم.
- عدد ملاحظات التعديل (RNs) التي حدثت بعد إطلاق التصميم النهائي.
- اعادة الصياغة ومستويات العائد.
- نسبة التلف وكلفته .

لابد من معرفة عدم وجود مقاييس عملية مقبولة لـ CE بشكل عام ، فالافتقار إلى معايير القياس أو حتى تعقد الاوجه المتعددة للقياس ، يجعل من تطوير واستخدام المقاييس في الهندسة المتزامنة صعب للغاية. ويجب ان تكون هذه المقاييس : بسيطة ، سهولة الحصول عليها وفهمها ، الهدف – أناس مختلفين يحددون القيمة نفسها إلى المقياس، المقياس الصحيح لما يقيسه ، قوي ، غير حساس للتغيرات الصغيرة في المنتج أو العملية ، ويوفر أساس لعملية التنبؤ النموذجية (Bennett,James G.,et.al.,1995,p:14).و يمكن تحديد القياسات المفيدة التي يمكن ان تصبح مقاييس عند مقارنة القيم الحالية بالقيم السابقة او لفترة ماضية ،ومن هذه القياسات: (Bennett,James G.,et.al.,1995,p: 15)

– رضا الزبون. – تكلفة المنتج . – الوقت الى السوق . – ساعة / عمل تصميم المنتج.

– وقت تصميم العملية . – عدد التغييرات الهندسية . – امد وقت التغيير. – ساعة /عمل التصنيع. – وقت التصنيع . – عدد العيوب في الجودة . – ساعة / عمل لاعادة صياغة تصميم المنتج . – ساعة / عمل لاعادة صياغة تصميم العملية . – ساعة / عمل لإعادة صياغة التصنيع . – عدد الاجتماعات للوصول إلى توافق في

وفي دراسة استقصائية لعدد من المنظمات الصناعية في الولايات المتحدة التي تستخدم الهندسة المتزامنة توصل (Lawson & Karandiker, 1994) الى النتائج الموضحة في الجدول (1) والتي تعكس التغيير الحاصل في الاداء نتيجة استخدام الهندسة المتزامنة.

جدول (1) مقاسات الاداء المستهدف

الاداء المقاس	الفائدة
وقت التطوير	اقل 30-50 %
التغييرات الهندسية	اقل 60-95%
تلف واعادة العمل	تخفيض 75%
العيوب	اقل 30-85%
الوقت الى السوق	اقل 20-90%
نسبة الفشل	اقل من 60%
حياة الخدمة	زيادة 100%
جودة شاملة	اعلى 100-600%
انتاجية بيضاء اللون	اعلى 20-110%
عائد على الموجودات	اعلى 20-120%

Source: Lawson, M. and Karandikar, H. M., "A Survey of Concurrent Engineering", The International Journal of Concurrent Engineering: Research & Applications, Vol. 2, No. 1,1994, pp 1-6.

رابعا – الجانب العملي

4-1 نبذة عن الشركة العامة للصناعات الكهربائية

بدأت الشركة العامة للصناعات الكهربائية إنتاجها من خلال ثلاثة خطوط إنتاجية ،ولكنها استطاعت التوسع وبشكل كبير لتضيف خطوط إنتاجية لمنتجات جديدة تلبية لحاجة السوق العراقية ، كما عملت الشركة ولازالت تعمل وباستمرار على تطوير وتحسين نوعية منتجاتها من خلال تشجيع منتسبيها على البحث المستمر من اجل الوصول الى منتجات عالية الجودة .

تنتج الشركة أنواع مختلفة من المنتجات ذات الاستعمال المنزلي والمنتجات ذات الاستعمال الصناعي ومن اهم هذه المنتجات : المكيف المنفصل (Split type) (نسيم الرافدين) الجداري والعمودي ، مكيف الهواء الشباكي (نسيم الرافدين)، برادات المياه (سلسبيل)، مولدات كهربائية أحادية وثلاثية الطور وبسعاة مختلفة، المحولات الصندوقية،محركات بطور مفرد والتي تستخدم في مبردات الهواء التبخيرية،مضخة ماء لمبردات الهواء التبخيرية، مضخة الماء المنزلية،..... ، وغيرها. وللشركة عدد من المعامل يقوم كل منها بانجاز عمل محدد وهذه المعامل هي :

معمل المكيفات الشبكية والمنفصلة ، معمل الضاغطات ، معمل المكيفات المركزية ،معمل المحركات ،معمل الوزيرية ،معمل انتاج المحولات ، معمل الفتح ، معمل المضخة ،معمل اجهزة الانارة ،معمل المصابيح في التاجي. تقوم الشركة بتسويق منتجاتها المختلفة وبشكل مباشر لزبائنها من خلال :

البيع المباشر في الشركة ، بيع مباشر لدوائر الدولة ولتجار القطاع الخاص،والتعامل مع المستثمرين الاجانب من خلال استغلالهم لامكانات الشركة البشرية والمادية مقابل المشاركة بالارباح. للشركة وكلاء متخصصون بتسويق منتجاتها في محافظات العراق المختلفة.كما توفر الشركة صيانة لمنتجاتها من خلال تقديمها خدمات ما بعد البيع .

4-2 اسلوب تطوير المنتج الجديد في الشركة:

للشركة قسم متخصص بالبحث والتطوير يقع على عاتقه الجزء الاكبر من مسؤولية تطوير منتجات الشركة ، حيث يقوم القسم وبشكل مستمر بعملية تقييم منتجات الشركة بالاستعانة بالتقارير المقدمة من قسم خدمات مابعد البيع ، قسم التسويق ، المعلومات الواردة من الزبائن الخارجين ، وحتى من العاملين في الشركة . ليحدد في ضوء ذلك أي المنتجات بحاجة الى تطوير ، فيقوم القسم بتشكيل فريق التطوير.

يستمر عمل فريق التطوير الى حين الانتهاء من عملية تطوير المنتج المعين وتصنيع نموذج المنتج واختباره . ويرسل النموذج المطور بعد نجاحه الاختبارات الى احد معامل الشركة ذات العلاقة بالمنتج ليقوم هذا المعمل بانتاج المنتج . بعد ذلك تبدأ مرحلة جديدة يكون المنتج الذي تم تطويره عرضة الى تغيير التصميم في حال ظهور أي عيوب فيه اثناء عملية التصنيع .

لقد وقع اختيار الباحث على احد منتجات الشركة (براد المياه ذو ثلاث حنفيات) و بسبب :

1. مرور فترة طويلة منذ ان بدات الشركة بانتاج هذا النوع من المنتجات.
2. وجود اجهزة مشابهه ذات نفس الاستخدام من انتاج شركات عراقية واجنبية في السوق مما يدفع باتجاه تصميم منتج متميز عن تلك المنتجات.

يتكون براد الماء من اربع مجمعات رئيسية هي :

1. بدن البراد (الاوجه الامامي ، الخلفي بجزئيه العلوي والسفلي ، الوجه الجانبي الايمن ، الوجه الجانبي الايسر ، عصب التقوية ، القاعدة الوسطية ، حوض السنك والشبكة)
2. منظومة المروحة (حامل المروحة ، المروحة والمبادل الحراري (Condenser))
3. منظومة التبريد (الضاغط (Compressor) ،الانابيب النحاسية ، الثرموستات ، براغي التثبيت، الحنفيات ، فلتر درايف ، طوافة الماء، العازل وغاز الشحن).
4. حوض التبريد وملحقاته.

يشترك اكثر من معمل ضمن الشركة في انتاج براد الماء ثلاث حنفيات ،وان وقت التهيء لتجميع براد واحد طويل جدا حيث يصل الى 16158 ثانية اي مايعادل 269.3 دقيقة ويعادل 4 ساعة و 48 دقيقة ، يعود ذلك الى

1) طول فترة التشغيل على ماكنة CNC لقيامها بعدة عمليات تثقيب متتالية حتى الوصول الى الاقطار المطلوبة .
2) تستغرق عملية الصبغ وقت طويل يصل الى ساعتين لكل 200 قطعة (وجه امامي ، جانبي ، خلفي ،.....الخ).

4-3 التطوير الجديد – تقييم عملية التطوير السابقة:

بالرغم من قيام الشركة بتطوير منتوجها وما تحقق من تغير في المنتج بهذا التطوير ، وبالرغم من تخفيض سعر البراد من 750,000 دينار قبل التطوير الى 400,000 دينار بعد التطوير، نتيجة لتقليل تكاليف انتاج البراد ، اضافة الى التغييرات الجوهرية في خصائص البراد وشكله الخارجي. الا ان المنتج الجديد لم يحقق ما كان مرجوا منه . حيث لايزال الطلب على المنتوج متدنيا . وفي الجانب الاخر لازال المنتج يحوي الكثير من

العيوب ، كما ان الفترة الزمنية من بدء الشركة بعملية التطوير وحتى انتهاء العملية ومن ثم استحصال الموافقات على البدء بانتاج المنتج الجديد هي فترة طويلة كانت كافية لان تظهر منتجات جديدة اكثر تطورا من المنتج المطور وباسعار اقل من سعره . بشكل واضح ، فان عملية تطوير المنتج لم تحقق ما كان مطلوب منها .

ومن اجل تقديم عملية تطوير مختلفه عن العملية التي قامت بها الشركة بشكل يؤدي الى تمييز المنتج وجعله اكثر قبولا من الزبائن . وبالاستناد الى ما جاء في الجانب النظري من هذا البحث ، فان عملية التطوير المقترحة لمنتج براد الماء ثلاث حنفيات تتم من خلال استخدام ادوات الهندسة المتزامنة DFM و DFA وDFX ، وفي كافة مراحل عملية التطوير بهدف تحقيق مستوى جديد من الأداء من خلال تقليل أو القضاء على الضياعات ، التلف ، تقليل الكلف ، وسرعة الوصول الى السوق. حيث ان تبني التصميم للتصنيع ، التصميم للتجميع، و التصميم للتمييز من قبل فرق التطوير يساهم في معالجة تكاليف التصنيع المباشرة المرتفعة، ويساعد على تبني التصميم من الادارات المختلفة اولا باول .

ومن اجل تحقيق ما جاء اعلاه فعلى الشركة القيام الشركة بمجموعة من الاجراءات الواضحة ، والتي يمكن ان تساعد في تحقيق الهدف . ومن هذه الاجراءات :

1. تشيكل فريق او اكثر للتطوير ، من مهندسين او موظفين في اقسم مختلفة (الادارة ، البحث والتطوير ، التصنيع ، التجميع ، المالية والتسويق) .
2. جمع المعلومات حيث يجب ان تتضمن المعلومات التي يتم الحصول عليها كل مايتعلق بخصائص واسلوب عمل المنتجات المماثلة والمواد الداخلة في تصنيعها .
3. ان يعمل الفريق على استطلاع اراء المستخدمين الاساسين لبراد الماء ، وهم وكما مر سابقا (جامعات ، معاهد ، مدارس ، دور عبادة ، دوائر دولة ، منشأت عامة ،.... الخ)
4. الاطلاع على اساسيات المشاكل التي رافقت عملية التطوير السابقة والمتمثلة بـ طول فترة التطوير ، ارتفاع كلفة البراد ، ظهور العيوب ووجود الضياعات في سلسلة الانتاج بسبب ضعف التصميم.

4-4 تعريف المشكلة - تحليل عملية الشركة لتطوير المنتج:

من اجل تحديد المشاكل التي ظهرت في وبعد عملية تطوير منتج براد الماء في الشركة العامة للصناعات الكهربائية فانه يجب تحديد اسباب عدم الاقبال على شراء المنتج الجديد.

4-4-1 اسباب عزوف المستهلكين عن شراء المنتوج :

ان الموضوع الاكثر اهمية للزبون عندما يفكر في شراء البراد هو سعر ذلك البراد ،بغض النظر عن مستوى جودة ذلك البراد . قد تكون هذه النتيجة هي السائدة حاليا ، ولكنها ليست النتيجة الافضل بالنسبة للزبون اوالشركة . فالشركة وبصفتها شركة عريقة ، فهي غير مستعدة للتضحية بسمعتها وعلامتها التجارية من اجل تسويق اي كمية من المنتج بدون التاكد من مستوى جودة ذلك المنتج . لان فشل واحد من منتجاتها بسبب النوعية الرديئة معناه عزوف المستهلكين عن شراء بقية منتجات الشركة ، وهذا يولد خسارة لاتقبلها الشركة . لذلك فالشركة مصرة على ان تتمتع منتجاتها بجودة عالية .

بمقارنة منتج الشركة العامة للصناعات الكهربائية من براد الماء ثلاث حنفيات ، ومن خلال الزيارات المتكررة للاسواق المحلية ، فقد وجد الباحث ان هنالك انواع متعددة من البرادات تتمتع بنفس مواصفات البراد المنتج في الشركة ، وتتراوح اسعارها بين 280000 دينار و 330000 دينار للمنتجات المنتجة من شركات القطاع الخاص المحلية . وباسعار اعلى من ذلك بالنسبة للبرادات المستوردة.

4-4-2 مقارنة منتج الشركة مع منتج الشركات الاخرى من خلال QFD:

من اجل تحديد موقع منتج الشركة العامة للصناعات الكهربائية نسبة الى المنتجات المماثلة لبقية الشركات ، فقد استخدم الباحث اداة نشر وظيفة الجودة (QFD) ، لكونها :

1. واحدة من من أفضل الادوات لتحويل احتياجات الزبائن ومتطلبات الجودة الى خصائص منتج ، تطوير جودة التصميم للمنتج ، خفض التكاليف.
2. تعتبر نشر وظفية الجودة (QFD) أداة تطويرية قوية، مع مجموعة واسعة من التطبيقات. كما انها تدمج رغبات ومتطلبات الزبائن في تصميم المنتجات ، وهو ماتسعى ادوات الهندسة المتزامنة(DFM,DFX,DFA) لتحقيقه .

تتكون ادة وظيفة نشر الجودة من ستة مصفوفات هي صوت الزبون ، صوت المهندس، مصفوفة العلاقات ، مصفوفة المنافسين ، مصفوفةالعلاقات خصائص تصميم المنتوج(سقف بيت الجودة) ومصفوفة التقييم

4-4-2-1 صوت الزبون VOC:

لقد استخدم الباحث عدة طرق لجمع صوت الزبون ، منها تبادل الأفكار مع مهندسي قسم البحث والتطوير المسؤولين عن تصميم منتج براد الماء ثلاث حنفيات ومع العاملين المسؤولين عن تجميع البراد في الشركة ، استعراض سجلات الشكاوى والضمان ، التفاعل مع المعارض التجارية التي تقوم ببيع البراد المنتج في الشركة العامة للصناعات الكهربائية او المنتجات المماثلة المنتجة في شركات اخرى ، وزيارة بعض الزبائن المستخدمين للمنتج وهذه الخطوة امر جوهري في تحديد الاحتياجات المؤثرة والتي تؤسس للفرص المحتملة . بعد الحصول على صوت الزبون من خلال المصادر سابقة الذكر ، وزيارة بعض الزبائن المستخدمين للمنتج . تم تحويل البيانات الى متطلبات الزبائن .

وفي ضوء ذلك تم تحديد الأهمية النسبية لاحتياجات الزبائن على مقياس من1-5 (حيث تشير 5 إلى الحاجة الأكثر أهمية و1 يشير إلى الحاجة الأقل أهمية) ، وقد تم هذا الترتيب على أساس ملاحظات الزبائن التي تم الحصول عليها. ويظهر الجدول (2) الأهمية النسبية لاحتياجات الزبائن .

جدول (2) الاهمية النسبية لاحتياجات الزبائن

ت	صوت الزبون	الاهمية
1	حاوية لوضع اكواب شرب الماء	1
2	سرعة في تبريد الماء	5
3	حوض ماء ذا حجم مناسب	3
4	فعال من حيث الكلفة	5
5	سهل التنظيف	2
6	تصميم خارجي جذاب وحجم مناسب	2
7	استهلاك قليل للطاقة	4
8	وجود جهاز لتنقية الماء	5
9	استخدام مواد صحية ودودة للمستخدم	4
10	سهولة الحصول على الماء	1
الجدول من اعداد الباحث		

4-4-2-2 مصفوفة المواصفات التقنية:

المعلومات التي تم الحصول عليها من صوت الزبون حول متطلبات الزبائن (WHATS)، تم مناقشتها مع مهندسي التصميم و التصنيع والمسؤولين عن تجميع البراد لتحديد الخصائص الهندسية والمواصفات التقنية التي تحقق متطلبات الزبون (HOW's) ، الاهمية النسبية ، والمقارنة ، لكي تستخدم كلها في بناء بيت الجودة (HOQ) لبراد الماء ثلاث حنفيات . الجدول (3) يبين قائمة المواصفات التقنية (HOW's) لبراد الماء والتي تم التوصل اليها والتي تحقق متطلبات الزبون .

جدول (3) قائمة لـ HOW's لبراد الماء

ت	HOW's	رقم الحاجة	الوحدة
1	حجم الضاغط	2,4,7	HP
2	ابعاد البدن	1,3,4,5,6	cm
3	ابعاد حوض الماء	2,3,4,5,7,8,10	cm
4	حجم الكوندينسر	2,4,7	rpm
5	نوع الحنفيات	9,10	subjective
6	نوع معدن الحوض	2,3,4,9	subjective
7	حجم حاوية الاقداح	1,4,9	cm
8	منظومة تبريد الحوض	2,3,4,7,9	
9	جهاز تنقية الماء	4,7,8	RO
10	معدن البدن	4,5,6,9	subjective

الجدول من اعداد الباحث

4-4-2-3 مصفوفة العلاقة بين (WHATS) (HOW's):

بربط متطلبات الزبائن مع المواصفات التقنية ، نحصل على العلاقة يبين (WHATS) و(HOW's) . وباستخدام الرموز لتمثيل درجة العلاقة بين متطلبات الزبائن (WHATS) و المواصفات التقنية (HOW's) ، ليتم بعد ذلك اعطاء القيم العددية. التي ستستخدم لاحقا لتحديد حالات المفاضلة والاوزان المطلقة. ويبين الجدول **(4) الرموز المستخدمة والقيم العددية المقابلة لها .**

الجدول (4) الرموز المستخدمة والقيم العددية المقابلة لها

نوع العلاقة	الدرجة	الرمز
علاقة قوية	9	●
علاقة متوسط.	3	○
علاقة ضعيفة.	1	△
لاتوجد اي علاقة	0	-

4-4-2-4 مصفوفة المنافسين :

وتوضح العلاقة مع المنافسين ، تتوفر في الاسواق العراقية انواع مختلفة من برادات الماء ذات الثلاث حنفيات ومن مناشيء مختلفة . وقام الباحث بدراسة منتج اثنين من الشركات المتميزة التي تنتج براد الماء ذو الحنفيات الثلاث وهي : شركة تبارك وشركة النهرين.

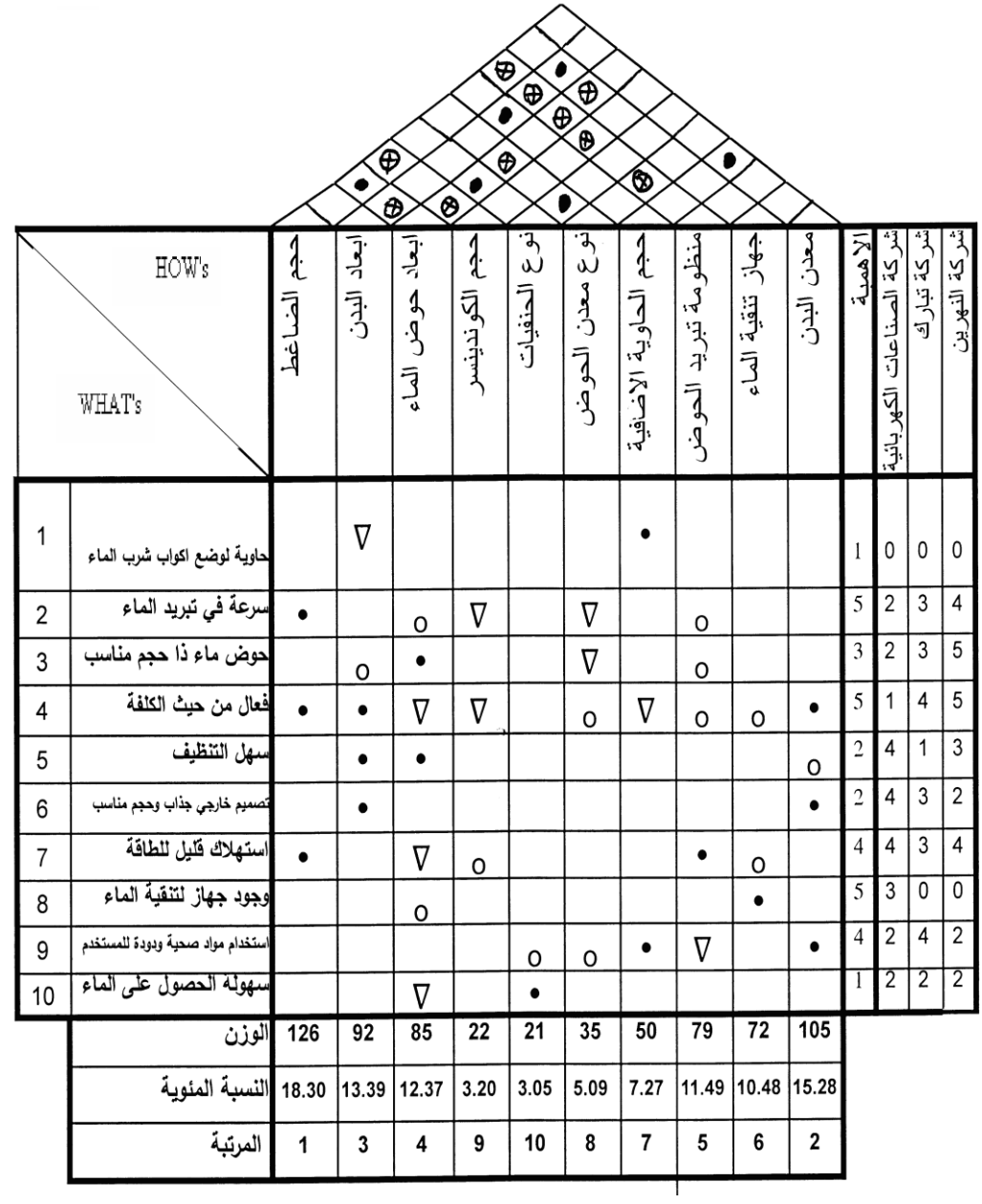
4-4-2-5 مصفوفة العلاقات بين الخصائص الهندسية :

هي المصفوفة المثلثة في أعلى الرسم البياني.والتي تسمى بسقف بيت الجودة . يتم استخدامها لتسليط الضوء على العلاقات بين الخصائص الهندسية . وتستخدم رموز للدلالة على قوة العلاقة ونوعها، فيما إذا كان علاقة إيجابية قوية أو علاقة ايجابية ، او عدم وجود علاقة . وتستخدم الرموز الموضحة في الجدول (5) .

جدول (5) العلاقة ورمزها

علاقة إيجابية قوية	ⓧ
علاقة ايجابية	o
عدم وجود علاقة	-

4-4-2-6 مصفوفة التقييم: بيت الجودة HOQ لبراد الماء ثلاث حنفيات والمبين فيالشكل (1)



	HOW's / WHAT's	حجم الضاغط	ابعاد البدن	ابعاد حوض الماء	حجم الكوندينسر	نوع الحنفيات	نوع معدن الحوض	حجم الحاوية الاضافية	منظومة تبريد الحوض	جهاز تنقية الماء	معدن البدن	الاهمية	شركة الصناعات الكهربائية	شركة تبارك	شركة النهرين
1	حاوية لوضع اكواب شرب الماء		∇					•				1	0	0	0
2	سرعة في تبريد الماء	•		o	∇		∇		o			5	2	3	4
3	حوض ماء ذا حجم مناسب		o	•			∇		o			3	2	3	5
4	فعال من حيث الكلفة	•	•	∇	∇		o	∇	o	o	•	5	1	4	5
5	سهل التنظيف		•	•							o	2	4	1	3
6	تصميم خارجي جذاب وحجم مناسب		•								•	2	4	3	2
7	استهلاك قليل للطاقة	•		∇	o				•	o		4	4	3	4
8	وجود جهاز لتنقية الماء			o						•		5	3	0	0
9	استخدام مواد صحية ودودة للمستخدم					o	o	•	∇		•	4	2	4	2
10	سهولة الحصول على الماء			∇		•						1	2	2	2
	الوزن	126	92	85	22	21	35	50	79	72	105				
	النسبة المئوية	18.30	13.39	12.37	3.20	3.05	5.09	7.27	11.49	10.48	15.28				
	المرتبة	1	3	4	9	10	8	7	5	6	2				

الشكل (1) HOQ بيت الجودة لبراد الماء ثلاث حنفيات.

يتبين من الشكل (1) اعلاه ، أن خواص حجم الضاغط حصلت على أعلى درجة (126). لان حجم الضاغط يرتبط باحتياجات الزبائن التالية: سرعة تبريد الماء ، فعال من حيث الكلفة واستهلاك الطاقة. ثاني أعلى خاصية هي معدن البدن الذي حصل على ثاني أعلى ترجيح 105. معدن بدن البراد يرتبط باحتياجات الزبائن التالية: تكلفة التصميم الفعال، سهولة التنظيف،تصميم خارجي جذاب وحجم مناسب،واستخدام مواد صحية ودودة للمستخدم.

ثالث أعلى خاصية هو ابعاد البدن الذي حصل على درجة 92. ترتبط ابعاد البدن باحتياجات الزبائن التالية: حاوية لوضع اكواب شرب الماء، حوض ماء ذا حجم مناسب، سهولة التنظيف، حجم بدن خارجي مناسب .
السمة الرابعة الاعلى هي لابعاد حوض الماء والذي حصل على درجة 85. ترتبط ابعاد حوض الماء باحتياجات العملاء التالية: سرعة تبريد الماء، حوض ماء ذا حجم مناسب، سهولة التنظيف، حجم بدن خارجي مناسب ،سهولة التنظيف ، معدل استهلاك الطاقة ،وجود جهاز تنقية الماء ،وسهولة الحصول على الماء.
وجاءت بقية السمات بصورة تدريجية فقد جاءت منظمة التبريد في المرتبة الرابعة ب 79 درجة وحجم الحاوية الاضافية في المرتبة السادسة بـ 50 درجة ، نوع معدن الحوض في المرتبة السابعة بـ 35 درجة ، حجم الكوندينسر في المرتبة السابعة بـ22 درجة واخيرا نوع الحنفيات بـ 21 درجة . من ذلك يتبين ان خواص او مواصفات الضاغط، معدن بدن البراد ، ابعاد بدن البراد ،منظومة التبريد وجهاز تنقية الماء هي الاكثر اهمية التي يجب اخذها بنظر الاعتبار في كل عملية تطوير للبراد.
كما يتبين وجود علاقة ايجابية قوية بين بين حجم الضاغط وكل من حجم الكوندينسر ومنظومة تبريد الحوض ، وعلاقة ايجابية مع ابعاد حوض الماء. وفيما يخص ابعاد بدن البراد فلها علاقة ايجابية قوية مع ابعاد حوض الماء ومنظومة تبريد الحوض ،وعلاقة ايجابية مع حجم الحاوية الاضافية وجهاز تنقية الماء. اما ابعاد حوض الماء فله علاقة ايجابية قوية مع حجم الكوندينسر ، نوع معدن الحوض ،منظومة التبريد وجهاز تنقية الماء ، وعلاقة ايجابية مع نوع حنفيات الماء . وبالنسبة لحجم الكوندينسر فله علاقة ايجابية قوية مع منظومة تبريد الحوض . نوع الحنفيات له علاقة ايجابية مع نوع معدن الحوض .اما نوع معدن الحوض فله علاقة ايجابية قوية مع منظومة التبريد . واخيرا فلحجم الحاوية الاضافية علاقة ايجابية مع معدن البدن.

4-4-3 التصميم الجديد :

بعد ان تم تحديد الاسباب الرئيسية لقلة الطلب على براد الماء ثلاث حنفيات المنتج في الشركة العامة للصناعات الكهربائية ، وتحديد متطلبات الزبائن والخواص المؤثرة في تلبية تلك المتطلبات . وقبل البدء في عملية تطوير المنتج وبشكل يؤدي الى التخلص من كل السلبيات التي ظهرت عند اخر تطوير لمنتج لشركة ، يجب تحديد خارطة طريق يمكن من خلالها تطوير منتج براد الماء وبشكل يؤدي الى سرعة الوصول الى السوق ، تلبية متطلبات الزبون ، تقليل التكاليف وتقليل العيوب الى الحد الادنى. وللوصول الى ذلك يجب ان تاخذ عوامل النجاح الحرجة بنظر الاعتبار وا ن تتم عملية التصميم استنادا الى مبادىء منهجية الهندسة المتزامنة. بالاعتماد على ادوات الهندسة المتزامنة : التصميم للتصنيع DFM والتصميم للتجميع DFA . من خلال التاكيد على النظر في كل التصاميم الممكنة لتضييق تدريجيا لتتلاقى في التصميم النهائي . كذلك التاكيد على ازالة النشاطات غير المضيفة للقيمة ، ضمان تدفق الانشطة ، تعظيم سرعة العملية ، تحليل اوقات التاخير والاختناقات واوقات الانتظار، ازالة النقل الزائد وتقليل تكاليفه.

4-4-3-1 هل ان التطوير ينسجم مع استراتيجية الشركة :

واحدة من ستراتيجيات الشركة االتي تسعى لتحقيقها ، هي تمييز منتجاتها عن المنتجات المماثلة للمنافسين ، وهذا ماسعى اليه التصميم الجديد لمنتج براد الماء ثلاث حنفيات ، يختلف التصميم الجديد عن تصميم البراد الذي طورته الشركة سابقا في عدة جوانب ، ويوضح الجدول (6) الاجزاء التي شملها التطوير وحالتها قبل التطوير وبعده.

الجدول (6) الاجزاء التي شملها التطوير وحاتها قبل التطوير وبعده

ت	اسم الجزء او المجمع	الحالة قبل التطوير	الحالة بعد التطوير الجديد
1	هيكل البراد	شراء من شركة اخرى من الحديد الملون	انتاجه داخل الشركة من الحديد الملون مع امكانية انتاج الوجه الامامي من البلاستك
2	خزان + 3 حنفيات	شرائه من شركة اخرى ، من الفولاذ الصلب	انتاجه داخل الشركة من الفولاذ الصلب مع تغليف الغطاء العلوي بالبلاستك
3	ضاغط 1/4 طن	خضع للتطوير	استبدال نوع الضاغط بكلفة اقل
4	محرك المروحة + المروحة	مروحة اكبر	مروحة اصغر
5	نحاس	تستخدم كميات كبيرة من الانابيب ذات الاقطار المختلفة لتصنيع الكوندينسر ومنظمة التبريد	استخدام كميات صغيرة من الانابيب في منظومة التبريد
6	الالمنيوم	تستخدم كميات كبيرة لتصنيع الكوندينسر	لاحاجة له
7	شبكة	يستخدم كوندينسر كمبادل حراري	تم استخدام الشبكة بكلفة اقل
8	غاز تبريد	غاز اكثر	غاز اقل
9	حامل الاقداح	لم يكن موجودا	تم اضافته
الجدول من اعداد الباحث			

فمن جوانب التمييز الذي يمكن ان يتمتع به منتج الشركة:

- وجه البراد من البلاستك ، فالامكانات التقنية المتاحة للشركة تجعل بالامكان القيام بذلك ، علما انه يوفر اضافة الى الجانب الجمالي ، فهو يوفر الكلف ،لان البلاستك يمتاز بقلة تكلفته.
- تغيير منظومة التبريد من وضعها السابق (انابيب النحاس داخل الخزان) الى الوضع الجديد ، انابيب التبريد خارج الخزان .
- نقطة التمييز الاخرى ، حامل الاقداح فبراد الشركة سيكون البراد الوحيد المنتج في العراق الذي يكون فيه حامل للاقداح .
- اضافة الى امكانية اضافة منظومة تصفية مياه داخل البراد (لوجود فراغ داخل البدن) وحسب رغبة الزبون، يمكن معه الحصول على ماء بدرجة نقاوة عالية .
- كلفة البراد ، فقد بلغت كلفة البراد بعد التطوير 193550 دينار، اي انه يمكن ان يباع بسعر اقل من سعر اي براد من ذات الفئة موجود في السوق.

4-4-3-2 امكانية تنفيذ التصميم الجديد في الشركة :

تمتلك الشركة:

- امكانيات تقنية: للشركة عدة معامل متوقفة حاليا بسبب عدم توفر مواد اولية ، او بسبب عدم وجود طلب على انتاجها ، وتحتوي هذه المعامل على مكائن ومعدات يمكن الاستفادة منها في انتاج اجزاء براد الماء .
- امكانيات بشرية : في الشركة العامة للصناعات الكهربائية الكثير من الموارد البشرية ذات الخبرة والمهارة العالية، واكثرها معطلة عن العمل وذلك بسبب توقف اكثر المعامل الانتاجية للشركة .
- مواد اولية معطلة في المخازن تكفي لانتاج عدد كبير من البرادات المطورة .

من ذلك يتبين ان موضوع انتاج التصميم الجديد للبراد لايشكل صعوبة امام الشركة في ظل امتلاكها للامكانيات التقنية والمالدية والبشرية.

4-4-3-3 هل تحسن أداء المنتوج :

من الجانب النظري ، فان اداء البراد لم يتغير كثيرا عن اداءه السابق باستثناء ، ان استخدام منظومة التبريد تقوم على اخراج انابيب التبريد من الخزان وجعلها خارج الخزان ، ستجعل الماء المتحصل عليه من البراد اكثر نظافة ، اضافة الى امكانية تنظيف الخزان .

4-4-3-4 مستوى العيوب :

من المؤكد ان عدد العيوب سيقل خاصة اذا عرفنا ان اكثر العيوب كانت تحدث بسسبب:

- وجود تسريب (ليك) في الكوندينسر ، وتم الاستغناء عن الكوندينسر.
- بسبب لحيم انابيب التبريد لطول دورة التبريد واختلاف اقطار الانابيب ، وهذه تم التغلب عليها من خلال الشبكة.
- الاستغناء عن مرحلة الصبغ من خلال استخدام البليت الملون للبدن معناه التخلص نهائيا من العيوب والضياعات التي كانت تحدث نتيجة صبغ اجزاء البدن.

4-4-3-5 تلبية متطلبات الزبون :

هل ادى التصميم الجديد للبراد ثلاث حنفيات الى تلبية متطلبات الزبون ؟ . ان تطوير المنتج والتصميم الجديد له ، تم وفقا لمتطلبات الزبون التي ظهرت عند تنفيذ نشر وظيفة الجودة (QFD) .حيث ان عدم شعور الزبون بالتحسينات في تصميم المنتج، معناه إهدار الكثير من الوقت والجهد في العمل .

فبالرجوع الى جدول (2) الذي يبين الاهمية النسبية لاحتياجات الزبائن ، نجد ان هذه الاحتياجات قد تم تلبيتها، ويوضح الجدول (7) احتياجات الزبائن والاجراء المتخذ لتلبيته.

الجدول (7) احتياجات الزبائن والاجراء المتخذ لتلبيته

ت	صوت الزبون	الاهمية	الاجراء
1	حاوية لوضع اكواب شرب الماء	1	تم اضافة حاوية لحمل الاقداح
2	سرعة في تبريد الماء	5	
3	حوض ماء ذا حجم مناسب	3	نفس حجم الخزان
4	فعال من حيث الكلفة	5	تم تخفيض الكلفة بشكل كبير
5	سهل التنظيف	2	سهولة تنظيف البدن وسهولة تنظيف خزان الماء
6	تصميم خارجي جذاب وحجم مناسب	2	امكانية تغير وجه البراد وجعله من البلاستك
7	استهلاك قليل للطاقة	4	استهلاك طاقة اقل
8	وجود جهاز لتنقية الماء	5	امكانية اضافة جهاز تصفية عالي الدقة ويبقى سعر البراد اقل من سعره قبل التطوير
9	استخدام مواد صحية ودودة للمستخدم	4	اخراج انابيب التبريد خارج الخزان
10	سهولة الحصول على الماء	1	نفس طريقة الحصول على الماء

الجدول من اعداد الباحث

من مراجعة الجدول اعلاه نلاحظ ان متطلبات الزبون الاعلى في تسلسل الاهمية قد تم تلبيتها بدرجات مختلفة. كما تم اجراء نقاش مع عدد من موزعي ومسوقي برادات المياه وتم شرح التغييرات التي تم اجرائها ، وطريقة عمل البراد بعد التطوير ، والسعر المقترح للبراد . ابدوا الرغبة في الحصول على المنتج ان كان في ذات المواصفات الواردة في مرحلة التصميم. كما بينوا انه لايوجد في السوق حاليا منتج يضم كل هذه المواصفات وبهذا السعر .

4-4-4 مقارنة عملية التطوير :

بمقارنة تكلفة التطوير ، مدة التطوير ، جوانب وحجم التطوير .لعملية التطوير لبراد الماء ثلاث حنفيات التي قامت بها الشركة والتي لم تستخدم فيها اي من ادوات الهندسة المتزامنة (DFX,DFM,DFA) والتطوير الذي قام به الباحث باستخدام الادوات والاساليب المستخدمة في منهجية الهندسة المتزامنة .

4-4-4-1 تكلفة التطوير /

- حددت ادارة الشركة ميزانية التطوير بمقدار 300000 دينار ولكن عملية التطوير تجاوزت هذا المبلغ حيث قام فريق التطوير بالسحب من تخصيصات مشاريع اخرى والصرف على عملية تطوير البراد. وبين فريق التطوير ان اجمالي ماصرف على عملية التطوير قد بلغ 600000 دينار اي ان نسبة الكلفة المخططة الى الكلفة الفعلية هي 50% .الجزء الاكبر منه 450000 دينار كان تكلفة اجراء الاختبارات واعادتها وتكلفة اجراء التغيرات المطلوبة ، علما بان المواد الاولية الخاصة بالبراد متوفرة في مخازن الشركة .
- حدد الباحث كلفة التطوير 300000 دينار وهي ذات الكلفة المحددة من الشركة عند قيامها بعملية التطوير، وبلغت كلفة التطوير الفعلية 255000 دينار اي ان نسبة الكلفة المخططة الى الكلفة الفعلية هي 133.3% ، حيث جاءت التكلفه كما يلي :

التكلفة قبل الاختبار وتشمل التصميم 200000 دينار وباقي التكلفة والبالغة 55000 دينار هي التكلفة بعد التصميم وتشمل الاختبار .

4-4-4-2 مدة التطوير /

- حددت الشركة المدة اللازمة لتطوير براد الماء ثلاث حنفيات بـ 45 يوما ولكن تم تجاوز هذه المدة حتى وصلت مدة التطوير الى 96 يوما والمدة من انتهاء اختبارات النموذج النهائي وحتى ايصال المنتج النهائي الى السوق بـ 45 يوم ،ولكن تم تجاوزها ايضا الى 64 يوما . اي بفرق بين انتهاء اختبارات النموذج النهائي وحتى البدء بانتاجه 64 يوما ، ان هذا التاخير ناتج عن فترة الانتظار حتى توفير المواد الاولية ، تاخر الادارة في اتخاذ القرار بالبدء بالانتاج.
- خطط الباحث ان تستغرق عملية التطوير 45 يوما ، ولكن استغرقت عملية التطوير 47 يوما بضمنها اختبار النموذج النهائي . ويحتاج المنتج لمدة زمنية 45 للبدء بانتاجه اعتمادا على الفترة الزمنية اللازمة لتوفر المواد الاولية الداخلة في تصنيعه وهذه المدة محددة في الشركة بـ 45 يوما. اي ان المنتج المطور يصل الى السوق بـ 95 يوما (من بداية التطوير وحتى وصول المنتج النهائي الى السوق)

ويوضح الجدول (8) تكلفة التطوير، مدة التطوير، ووقت الوصول الى السوق التخمينية والفعلية ، بالنسبة لعملية التطوير التي قامت بها الشركة بدون استخدام منهجية الهندسة المتزامنة ، والتي قام بها الباحث باستخدام منهجية الهندسة المتزامنة.

جدول (8) تكلفة التطوير، مدة التطوير، ووقت الوصول الى السوق التخمينية والفعلية ، لعملية التطوير للشركة والباحث

	عملية التطوير من قبل الشركة		عملية التطوير من قبل الباحث	
المقياس	المخطط	الفعلي	المخطط	الفعلي
تكلفة التطوير	300000 دينار	600000 دينار	300000 دينار	225000 دينار
وقت التطوير	45 يوم	96 يوم	45 يوم	47 يوم
وقت الوصول الى السوق	45 يوم	64 يوم	45 يوم	40 يوم

والجدول (9) يوضح كل التغيرات التي تحدث بسبب استخدام منهجية الهندسة المتزامنة في عملية تطوير المنتج.

جدول (9) الفرق في الاداء بين عملية التطوير من قبل الشركة و عملية التطوير باستخدام منهجيات الهندسة المتزامنة

الاداء المقاس	عملية التطوير من قبل الشركة	عملية التطوير باستخدام منهجيات الهندسة المتزامنة	الفائدة
مدة التطوير	96 يوم	47 يوم	اقل بنسبة 51.04 %
التغييرات الهندسية	%70	%90	اعلى بنسبة 28.5 %
نسب التلف القياسي لعمليات انتاج الاجزاء وتجميعها	%21.5	%15	انخفاض بنسبة %30.4
الوقت من بدء عملية التطوير الى وصول المنتج الى السوق	160 يوم	92 يوم	اقل بنسبة 42.5 %
تكلفة التطوير	600000 دينار	225000 دينار	اقل بنسبة 62.5 %
تكلفة المنتج	323575 دينار	193550 دينار	اقل بنسبة 40.1 %
الوقت الى السوق بعد انتهاء الاختبارات	64 يوم	45 يوم	اقل بنسبة 29.6 %
سعر البيع	400000 دينار	300000 دينار	اقل بنسبة 25 %
الربح المتوقع	76425 دينار	106450 دينار	اعلى بنسبة 39.2%

4-4-5 محاكاة عملية التطوير :

بهدف محاكاة عملية تطوير منتج براد الماء ثلاث حنفيات ،اتبع الباحث المنهجية الاتية :

4-4-5-1 تعريف المشكلة :

يهدف الباحث من القيام بمحاكاة عملية التطوير الحصول على بيانات تساعد في اجراء اختبارات المعنوية لقياس الاختلاف بين استخدام منهجية الهندسة المتزامنة ، وعدم استخدامها في تطوير المنتج .وتاثير ذلك على تكلفة التطوير ومدة التطوير وسرعة الوصول الى السوق ، اضافة الى تاثيرها على كلفة المنتج ،عدد الاجزاء التي يتم تطويرها ، عدد العيوب ، و وقت الانتاج.

4-4-5-2 جمع البيانات :

قام الباحث باستخدام البيانات التي تحصل عليها من تطوير الشركة لمنتج براد الماء ثلاث حنفيات ، ومن البيانات المتحققة نتيجة تطويره للمنتج والتي تشمل تكاليف التطوير الفعلية ، مدة التطوير الفعلية ، وقت الوصل الى الاسواق الفعلي ، تكاليف المنتج الفعلية ، عدد الاجزاء الفعلية التي شملها التطوير ، ووقت الانتاج.

4-4-5-3 توليد الارقام العشوائية :

استخدم الباحث النظام الحاسوبي (Excel) في توليد الارقام العشوائية . حيث قام بتوليد 30 رقم عشوائي بطريقة التوزيع المنتظم ، بالاعتماد على البيانات الحقيقية المتحصل عليها . وقام الباحث بعد ذلك بالعمل مع برنامج SPSS لغرض اختبار الفرضيات .

4-5اختبار الفرضيات

ولاثبات صحة او خطأ الفرضية الاولى للبحث فقد تم اجراء اختبار (t) وبموجب فرضية الاختبار :

$H0 : \mu B = \mu A$

$H0 : \mu B \neq \mu A$

$\alpha/2=0.05$

μB : الوسط الحسابي لتكلفة عملية التطوير بدون استخدام التصميم لـ DFM ، DFA ، DFX

μA: الوسط الحسابي لتكلفة عملية التطوير باستخدام التصميم لـ DFM ، DFA ، DFX .

وباستخدام برنامج SPSS لاختبار (Paired- Sample T-Test) تظهر النتائج كما يلي:

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1 Befor - After	-196978.967-	77975.795	14236.367	-226095.607-	-167862.326-	-13.836-	29	.000

بالرجوع الى جداول اختبار (t) (اختبار جانبين) عند مستوى معنوية α=0.05 ودرجة حرية (58) فان قيمة (t) الجدولية هي (1.67 ±) . وبمراجعة نتائج الاختبارات نجد ان قيمة (t) قد بلغت (13.836−) وهي اكبر من قيمة (t) الجدولية ، وان مستوى المعنوية = 0.000 . اي انه توجد فروق معنوية في الكلفة بين عملية التطوير باستخدام التصميم لـ DFM ، DFA ، DFX ، وعملية التطوير بدون استخدام هذه المنهجيات. وهذا يعني ان اساليب التصميم لـ DFM ، DFA ، DFX ، المستخدمة في عملية التطوير لها اثر كبير على تكلفة عملية التطوير مما يثبت صحة الفرضية الاولى .

- ولاثبات صحة او خطأ الفرضية الثانية للبحث فقد تم اجراء اختبار (t) وبموجب فرضية الاختبار :

$H0 : \mu B = \mu A$
$H0 : \mu B \neq \mu A$
$\alpha/2=0.05$

μB : الوسط الحسابي لوقت عملية التطوير بدون استخدام التصميم لـ DFM ، DFA ، DFX.

μA: الوسط الحسابي لوقت عملية التطوير باستخدام التصميم لـ DFM ، DFA ، DFX.

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	Befor - After	25.033	16.304	2.977	18.945	31.121	8.410	29	.000

بالرجوع الى جداول اختبار (t) (اختبار جانبين) عند مستوى معنوية α=0.05 ودرجة حرية (58) فان قيمة (t) الجدولية هي (1.67 ±) . وبمراجعة نتائج الاختبارات نجد ان قيمة (t) قد بلغت (8.410) وهي اكبر من قيمة (t) الجدولية ، وان مستوى المعنوية = 0.000 . اي انه توجد فروق معنوية في الوقت بين عملية التطوير باستخدام التصميم لـ DFM ، DFA ، DFX ، وعملية التطوير بدون استخدام هذه المنهجيات. وهذا يعني ان اساليب التصميم لـ DFM ، DFA ، DFX ، المستخدمة في عملية التطوير لها اثر كبير على تقليل وقت عملية التطوير مما يثبت صحة الفرضية الثانية .

- ولاثبات صحة او خطأ الفرضية الثالثة للبحث فقد تم اجراء اختبار (t) وبموجب فرضية الاختبار :

$H0 : \mu B = \mu A$

$H0 : \mu B \neq \mu A$

$\alpha/2=0.05$

μB : **الوسط الحسابي لوقت وصول المنتج للسوق في عملية التطوير بدون استخدام التصميم لـ DFM ، DFA ، DFX.**

μA: **الوسط الحسابي لوقت وصول المنتج للسوق في عملية التطوير باستخدام التصميم لـ DFM ، DFA**

وباستخدام برنامج SPSS لاختبار (Paired– Sample T–Test) تظهر النتائج كما يلي :

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	Befor - After	-13.033-	6.531	1.192	-15.472-	-10.595-	-10.930-	29	.000

بالرجوع الى جداول اختبار (t) (اختبار جانبين) عند مستوى معنوية $\alpha=0.05$ ودرجة حرية (58) فان قيمة (t) الجدولية هي (1.67 ±) . وبمراجعة نتائج الاختبارات نجد ان قيمة (t) قد بلغت (10.930–) وهي اكبر من قيمة (t) الجدولية ، وان مستوى المعنوية = 0.000 . اي انه توجد فروق معنوية في وقت الوصول الى السوق بين عملية التطوير باستخدام التصميم لـ DFM ، DFA ، DFX ، وعملية التطوير بدون استخدام هذه المنهجيات. وهذا يعني ان اساليب التصميم لـ DFM ، DFA ، DFX ، المستخدمة في عملية التطوير لها اثر كبير على تقليل وقت الوصول الى السوق مما يثبت صحة الفرضية الثالثة .

خامسا: الاستنتاجات والتوصيات

5–1 الاستنتاجات

1. اثبتت نتائج البحث وجود فروق معنوية في تكلفة عملية تطوير المنتج في العملية التي يتم فيها استخدام منهجية الهندسة المتزامنة والحيود ، عن العملية لاتستخدم فيها تلك المهجيات .وهذا يعني ان اساليب التصميم لـ DFM، DFA ، DFX ، المستخدمة في عملية التطوير لها اثر كبير على تكلفة عملية التطوير .
2. اكدت نتائج البحث وجود فروق معنوية في وقت عملية تطوير المنتج بين العملية التي يتم فيها استخدام منهجية الهندسة المتزامنة ، عن العملية لاتستخدم فيها تلك المهجيات . وهذا يعني ان اساليب التصميم لـ DFM ، DFA ، DFX ، المستخدمة في عملية التطوير لها اثر كبير على تقليل وقت عملية التطوير وهذا يثبت صحة الفرضية الثانية.
3. بينت نتائج البحث وجود فروق معنوية في وقت الوصول الى السوق للمنتج الذي يتم تطويره باستخدام منهجية الهندسة المتزامنة ، عن المنتج الذي لاتستخدم تلك المهجية في عملية تطويره . وهذا يعني ان اساليب التصميم لـ DFM ، DFA ، DFX ، المستخدمة في عملية التطوير لها اثر كبير في تقليل وقت وصول المنتج المطور الى السوق وهذا يثبت صحة الفرضية الثالثة.
4. لاتوجد مقاييس محددة بشكل دقيق لقياس الفائدة المتحققة من تطبيق الهندسة المتزامنة ، ولازال الاعتماد في قياسها يقوم على ملاحظة نسب التغير قبل تطبيقها وبعده.

5-2 التوصيات

1. بالنظر لاهمية تطوير منتجات الشركة العامة للصناعات الكهربائية ،ولكون عدد من المنتجات قد مرة فترة طويلة على البدء بانتاجها ولم تخضع لاي عملية تطوير ، ولدور منهجية الهندسة المتزامنة في تطوير المنتوج . يرى الباحث ان من الضروري ان تستخدم الشركة هذه المنهجية في تطوير منتجاتها .
2. لبرمجيات الحاسوب المتخصصة CAD ، 3DMAX ، SOLID WORKS، GRAPH SOFT .... وغيرها دور فاعل في المساعدة على تصميم المنتجات وهذا ما تلجىء له اغلب الشركات . لذلك فمن الانسب للشركة العامة للصناعات الكهربائية الاعتماد على هكذا برمجيات في تصميم وتطوير منتجاتها.
3. لدى الشركة العامة للصناعات الكهربائية طاقات كبيرة معطلة ، يوصي الباحث بضرورة استغلالها بانتاج انواع متعددة من برادات المياه ، او في انتاج منتجات اخرى .
4. ان للهندسة المتزامنة دور كبير في تقليل وقت وصول المنتج المطور الى السوق . لذلك لابد ان يكون العاملين على دراية ومعرفة بهذه المنهجيات ، وباهمية تطبيقها في الشركة
5. فريق العمل هو الاساس لنجاح عملية تطوير المنتوج باستخدام منهجية الهندسة المتزامنة CE ، لذلك يوصي الباحث بضرورة اعتماد الشركة العامة للصناعات الكهربائية على فريق العمل (من مختلف الوظائف في الشركة) عند تطويرها منتجاتها.

المصادر

1. Akaberi , Armin . , "Set-Based Concurrent Engineering Process : Contextualization, Industry Analysis and Business Game Development",Master of Science in Management, Economics and Industrial Engineering,2011.
2. Anumba, J.C., Baldwin, N. A.and Bouchlaghem, D.,"Integrating Concurrent Engineering Concepts in a Steelwork Construction Project",,Technomic Publishing Co., Inc.Vol. 8, N. 3 . 2000.
3. Barton, Charles ,Andrew .," Integrating Manufacturing Issues into Structural Optimization" , A thesis submitted in fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy School of Aerospace, Mechanical and Mechatronic Engineering,The University of Sydney ,February 2002.
4. Batalha, G.F., "Concurrent engineering and DFMA/DFX in the development of automotive components", Open Access Library , V. 6 (12) 2012.
5. Bennett,James G., and Lamb,Thomas. ,"Concurrent Engineering: Application and Implementation for U.S. Shipbuilding",Ship Production Symposium: Commercial Competitiveness for Small and Large North, part 23 ,U.S. DEPARTMENT, January,1995.
6. Chincholkar, Mandar., "Design for Production: Using Manufacturing Cycle Time Information to Improve Product Development",Thesis PhD,Department of Mechanical Engineering and Institute for Systems Research,2002.
7. Chronéer, Diana., and Stenlund, Kristina Laurell.,"EFFECTIVE PRODUCT DEVELOPMENT PROCESS: TOWARDS A CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR PROCESS INDUSTRY ",Submitted for publication to Luleå University of Technology , Sweden,2005.
8. Crawford,Merle., and Di Benedetto,Anthony.,"NEW PRODUCTS MANAGEMENT", Tenth ed, Published by McGraw-Hill,2011.
9. Dahne E. Scott.,"A CONCURRENT ENGINEERING MODEL OF THE DESIGN AND MANUFACTURING PROCESS FOR ELECTRONIC ASSEMBLIES".,Westinghouse Electric Corporation Manufacturing Systems and Technology Center,Presented at NEPCON WEST 1992.
10. Endris ,Kerga., & Marco, Taisch., & Sergio, Terzi .,"Integration of sustainability in NPD process: Italian Experiences", 8th International Conference on Product Lifecycle Management, 5.1, 2011.
11. Haizer,Jay.,and Render,Barry.,"Operation Management ",10th ed ,Pearson Education,Inc,Prentice Hill,USA,2011.
12. Jacobs, F. Robert. , and Chase ,Richard B . , and Aquilano , Nicholas J. , " OPERATIONS AND SUPPLY MANAGEMENT " , Twelfth ed,McGraw-Hill / Irwin ,USA , 2009.
13. Kong,Liangli., "new product success and failure In the New Zealand electronics industry ", Thesis for the degree of Doctor of Philosophy at Massey University , 1998.
14. Kowang , Owee ,Tan., * and Rasli, Amran.,"New product development in multi-location R&Dorganization: A concurrent engineering approach" African Journal of Business Management Vol.5 (6), pp. 2264-2275, 18 March, 2011.

15. Kuo,Tsai-C. , Huang ,Samuel H.,and Zhang , Hong-C.,"Design for manufacture and design for `X': concepts, applications, and perspectives" ,Computers & Industrial Engineering 41 (2001) .

16. Krajewski , Lee J., Ritzman,Larry P. , and Malhotra , Manoj K . , " OPERATIONS MANAGEMENT : Processes and Supply Chains",Global ed ,Pearson Education Inc,2010.

17. Lawson, M., and Karandikar, H. M., "A Survey of Concurrent Engineering", The International Journal of Concurrent Engineering: Research & Applications, Vol. 2, No. 1, pp 1-6,1994.

18. Lowell,William E., "New Product Development: A Step-by-Step Approach to Developing Your Next New Product or Service", Business Development Directives, / BLUE PAPER, November 2008,http://www.bddonline.com.

19. MEDVECKÝ, Š., HRČEKOVÁ, A., GREGOR, M., BUDAY, J., MAČUŠ, P., and HRČEK, S., "APPLICATION OF NEW TECHNOLOGIES AND APPROACH IN MECHANICAL DESIGN Rapid prototyping, Reverse engineering, 3D scanning, 3D printing", productivity innovation,2/2007(5).

20. Portioli-Staudacher, A., Landeghem, H. V., Mappelli, M., & Redaelli, C. E. (2003). Implementation of concurrent engineering : A survey in Italy and Belgium . Robotics and Computer Integrated Manufacturing, 19, 225-238.

21. Proulx, Denis., "Concurrent Engineering :A New Way to Introduce the Engineering Profession", 1996 ASEE Annual Conference Proceedings.

22. Sharafi, Armin. ,Wolfenstetter, Thomas. ,Wolf, Petra.,& Krcmar, Helmut.,"Comparing Product Development Models to Identify Process Coverage and Current Gaps: A Literature Review", 2010 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM). Macao, China.

23. Simms, Christopher, "An analysis of the management of packaging within new product development: an investigation in the UK food and drinks sectors", PhD thesis, University of Portsmouth,UK, 2012.

24. Slack, Nigel., Chambers, Stuart., and Johnston, Robert . ,"Operation Management",6th ed.,Pearson Education,IncPrentice Hill,USA,2010.

25. Sobek II,Durward K., Ward, Allen C.,and Liker,Jeffrey K.,"Toyota's Principles of Set-Based Concurrent Engineering", Sloan Management Review, Winter 1999,40, 2.

26. Van Beek ,Maarten H. J.,"Early Involvement in Product Development How to involve Inventi early in the new product development processes of its customers", Business Master Thesis,University of Twente,School of Management and Governance Autumn 2009.

27. Yassine,Ali., and Braha,Dan .,"Complex Concurrent Engineering and the Design Structure Matrix Method",CONCURRENT ENGINEERING : Research and Applications,Volume 11 Number 3 September 2003.