تخمين الكلف التصنيعية للمنتجات البلاستيكية بمساعدة الحاسوب

د. سوسن صبيح عبد علي* د. صالح جعفر فندي* و صهيب إبراهيم خليل**

تاريخ الاستلام : 2008/11/4
تاريخ القبـــول :2010/1/7

الخلاصة

الكلفه هي واحده من الاسس التي يعتمد عليها كل من المنتج والمستهلك للتميـز بـين المنتجات, لذا نجد الجهود تبذل للسيطره على كلفة تصنيع منتج يرضي رغبة الزبون (اعلـى جوده واقل كلفه) ويحقق اهداف الشركه. تستخدم لغرض تخمين كلفة تصنيع المنتجات طرائق رياضية مختلفة مثل (الطريقة التقليدية لتخمين الكلفة وطريقة تخمين الكلفـة اعتمـادا علـى الفعاليات وطريقة تخمين الكلفة اعتمادا على العوامل ...) .يمكن اسـتخدامها وحلهـا يـدويا للمشاكل الصغيرة ذات المتغيرات القليلة, ويتم استخدام برامج حاسوبية تستخدم هذه الطرائق في عملها للمساعده في حل المشاكل الكبيرة. وتعد طريقة تخمين الكلفة اعتمادا على الانشطة ذات الطرائق الأكثر دقة في تخمين كلفة تصنيع المنتج كونها احد الاساليب الكمية التي تتبع لقياس الكلفة والاداء لكل نشاط , وتفعيل الدور الرقابي المعتمد على المقارنه المستمره بين ما تم انجازه في موقع العمل وما مخطط له وتقيم مستوى الانجاز.

ان عملية تخمين كلفة تصنيع المنتجات في المنشأت الصناعية تتم بتحديد كلفة اسـتخدام كل من العدد والمكائن والالات وساعات العمل والمعلومات المطلوبه لتصنيع المنتجات, فضلاً عن كلفة الانشطة الخدمية و الكلف الادارية. ويتم الاستعانة بكلف المنتجات المتشابهة والمصنعة مسبقا مع بعض التغييرات اعتمادا على نوع المادة ودرجة تعقيد المنتج. ركز البحث على دراسة وتخمين الكلفة التصنيعية وتطبيقها على احد المنتجات البلاستيكية في الشركة العامة للمنتجـات الكهربائية بأتباع طريقة تخمين الكلفة اعتماداً على الانشطة ومدى استخدامها للموارد المتـوفرة في المنشأة الانتاجية. حيث تمت الاستعانة بالحاسبة الألكترونيـة فـي تصـميم وبنـاء نظـام حاسـوبي, لحساب وتخـمين الكلفة الكلية لـلمنتج بأسـتخدام لـغة (Visual Basic.net). ومقارنة النتائج في هذا البحث ومطابقتها مع النتائج الفعلية في الشركة التي تعتمـد الاسـاليب اليدوية المعتمدة على الخبرة المتراكمة للمخمن.

Computer Aided Manufacturing Cost Estimation for Plastic Product

Abstract

Cost is one of the foundations which the producer and the customer depend on it to distinction between the products Therefore, we find that efforts are being made to control the cost of manufacturing a product to satisfy the desire of the costumer (high quality and less costs) and achieve the objectives of the company. Used for the purpose of the Estimate the manufacturing product costdifferent mathematical methods such as (the traditional cost estimating method , Activity based costing estimating method , parametric cost estimating method ...) that can be used manually to resolve the problems of small and few variables, and use of computer software to help in solving the big problems. The most accurate method in estimating the cost of manufacturing product cost becouse its one of

* قسم هندسة الانتاج والمعادن، الجامعة التكنولوجية/ بغداد
** الكلية التقنية/ بغداد

https://doi.org/10.30684/etj.28.8.20
2412-0758/University of Technology-Iraq, Baghdad, Iraq
This is an open access article under the CC BY 4.0 license http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

quantitative methods to be followed to measure the cost and performance for each activity, and activating the role of oversight based on the continuous comparison between what has been achieved in the workplace and the plans and evaluate the level of achievement.The process of estimating the manufacturing product cost in a productive firm is done by determining the cost of use the equipment, machines, tools, employees hours, the information required to produce the products, as well as the cost of service activities and administrative costs. To utilize from the similar cost of previous products to make the estimating process with some changes counting on the type of the material and the complex degree of the product.

The research focuses on studying and estimating the manufacturing cost and applied it on one of the plastic products made by the General Company of Electrical Products via using estimating the cost method that depends on the activities and how they consuming the available resources in the productive firm. Computers used in designing and creating a computer system, to calculate and estimate the total cost of the products by using (Visual Basic.net). In addition, comparing the results of this research with the actual ones in a firm adopting the hand basis utilized from the accumulated experience of the estimator.

1- المقدمة

تمتاز المنشأت الانتاجية بالوقت الحاضر بالتغير المستمر للمنتجات والتنافس الشديد بينها للسيطرة على السوق, الذي اصبح المستهلك اهم عنصر من عناصر تنافسها. حيث التباين المستمر لتنوع المنتجات المطلوبة والتغيرالمستمر لرغبة المستهلك . نجد ان المنشأت الانتاجية تبحث اليوم عن القدرة لتحقيق التفوق superiority والافضلية بين المنافسين في السوق. والذي يتحقق من خلال تطوير القدرات المميزة والمؤثرة في الوحدة الانتاجية. لذلك نجد الجهود تبذل للسيطرة على كلفة العملية التصنيعة والتي هي جزء من مجموعة متعاقبة من الفعاليات والتي تتضمن التصميم واختيار المادة وتخطيط الانتاج وتوكيد جودة المنتج وهدفها موحد وهو تصنيع منتج يرضي رغبة الزبون باقل سعر ممكن واعلى جودة ممكنة. ان سمات الصناعة الحديثة هي تلبية طلب الزبون والحصول على الربحية المناسبة التي تبقي الوحدة الانتاجية في دائرة المنافسة مع الوحدات الانتاجية المنافسة الاخرى. ونجدها تقوم بتخمين كلفة المنتج في مراحل مبكرة وفي حالة قبول كلفتها والتاكد من امكانية تصنيعها, تقوم الوحدة الانتاجية بعمل تصميم للمنتج وتخمين الكلفة بالاعتماد على التصميم ومن ثم التاكد من الكلفة النهائية خلال العملية التصنيعية. وتعد عملية تخمين كلفة المنتج في مراحل التصميم من اهم العناصر المعتمدة لتقييمه. ان اتخاذ القرار بتصنيع المنتجات في الشركة يعتمد بالدرجة الاساس على توفر التكنولوجيا المناسبة لانتاج ذلك المنتج عند التاكد من امكانية تصنيعه. تتخذ القرارات الاقتصادية للشركة، والتي تاخذ بنظر الاعتبار ربحية الشركة ولا يمكننا تحديد مقدار ربح المنتج الا من خلال معرفة كلفة انتاجه.

ان القدرات المميزة هي الموارد الفريدة التي تمتلكها الوحدة الانتاجية او نقاط القوة المميزة لها مثل العمالة الماهرة المدربة جيدا والمرنة وامتلاك التكنولوجيا الافضل

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مقارنة بالمنافسين. وطالما انها موارد ونقاط قوة مميزة, فانها يجب ان تاخذ بالحسبان عند صياغة وتطوير الاستراتيجيات . وبذلك يمكن للعمليات ان تتميز بهدف تحقيق اقل كلفة او اعلى جودة او سرعة اتمام العمل او المرونة العالية [1]. **بصورة عامة هنالك فرق بين كلفة التخمين والكلفة الحقيقية للاجزاء او المنجات المصنعة. خلال المراحل الاولية للتصميم فانه عادة يتم الاخذ بنظر الاعتبار تصور قليل حول الكلفة التقديرية للاجزاء المصنعة والتى تنتج اما من التقدير الخاطى للمخمن او عدم المعرفة التصميمية الواضحة [2]. الاخص ولكن مع تقدم الخطوات التصميمية فانه يتم تجاوز العديد من الاخطاء وبالاخص الكلفة التخمينية لكنه لا يمكن الحصول على كلف تخمينية حقيقية بسبب العديد من المتغيرات وبالاخص الاختيار الامثل للمعادلت التخمينية. ÷ذ الخطا بالمعادلات التخمينية تم تجاوزه بواسطة المعايرة من المعلومات المتوفرة حول المنتج. لقد اوضح Chayoukhi واخرون [3] بان تخمين الكلف ذات اهمية كبيرة فى تصميم الاجزاء الهندسية. وهذا ناتج من التطور فى التكنولوجيا. لقد تم دراسة طريقة مبنية على اساس ملائم ملامح الموديل لتخمين كلفة التصنيع لوصلات اللحام والتى اعطت افضل الطرائق الاقتصادية للمفاضلة لوصلات اللحام. لقد تم تطوير موديل لتخمين الكلف مستند بالاساس على الطريقة التصنيعية. لقد تم الاخذ بنظر الاعتبار تاثير كلا من المادة الهندسية والعمالة والادوات والمعدات للحصول على معادلة رياضية [4] . لقد اوضحت النتائج التى تم دراستها لتصنيع composite waved beam. لقد وجد هناك خطا قليل عند المقارنة بين الزمن التخمينى والحقيقى للتصنيع وانه من الممكن استخدام الموديل بصورة ناجحة لتخمين الزمن لانتاج الاجزاء للمواد المركبة الهندسية**

فى هذا البحث تم دراسة مشكلة تخمين كلفة تصنيع منتج بلاستيكى وذلك بتحليل مراحل العملية التصنيعية للمنتجات البلاستيكية التي تمر بها الى مجموعة من الفعاليات ودراسة هذه الفعاليات بأتباع طريقة تخمين الكلفة اعتمادا على الفعاليات والتاكد من استخدام عناصر الانتاج الاستخدام الامثل. ثم بناء نظام لتخمين كلفة تصنيع المنتجات البلاستيكية بطريقة الحقن.

2- الجزء النظرى

المنتجات البلاستيكية المصنعة بطريقة الحقن تمر بمراحل تصنيعية متسلسلة ومتعاقبة. يمكن تقسيم هذه المراحل الى مجموعة من الفعاليات. ان اعتماد تخمين الكلفة التصنيعية على طريقة تخمين النشاط ومن خلالها يتم تخمين كلفة كل نشاط. وفيما يأتي الخطوات الرئيسة لتخمين كلفة المنتجات البلاستيكية وكما موضح في الجدول (1) والتى تشمل ما يلى:

تخمين كلفة المادة: والتي تمثل 50-80% من الكلفة الكلية للمنتج في الصناعات البلاستيكية والتي يمكن حسابها كما يأتي :-

$$W = r \times u \quad .....[1]$$

W= وزن المادة المصروفة على المنتج kg

r = كثافة المادة kg/m^3

u = حجم المنتج m^3

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ان كلفة المادة الضائعة في الممرات و التي تحسب بنسبة من وزن المادة المصروفة على المنتج وتتناسب عكسيا مع حجم المنتج فهي تتراوح بين (3 – 11)% من حجم المنتج.
كما ان كلفة المادة التالفة وهي كلفة الوحدات المعابة الغير المطابقة لمواصفات المنتج النهائي المطلوب وتحسب بنسبة (1- 4)% على حجم الانتاج بشكل أنموذجي وقياسي واذا زادت عن هذه النسبة فعلى المنشأة الانتاجية مراجعة خطوطها الانتاجية وصيانة ماكناتها اواحلالها.

تخمين كلفة العملية: بعد معرفة حجم المنتج ومواصفات المادة يتم تحديد مواصفات العملية والتي تعتمد على ما يأتي:

- النسبة المئوية للممرات Runner والتي تحسب من حجم المنتج وكما موضح في الجدول (2).
- القوة المطلوبة لحقن المادة البلاستيكية من فوهة الحقن.

من هذه المعلومات يمكن تحديد ما يأتي:-

i) نوع الماكنة المطلوبة لانتاج المنتج وذلك من خلال مجموعة من المكائن ذات المواصفات القياسية والتي تكون قدرتها على تصنيع المنتجات تستوعب المنتج. والجدول (3) يمثل مواصفات المكائن وقوة الحقن المتوفرة فيها والعلاقة التي تربطها بحجم المادة المحقونة وساعات العمل ولابد من استخدام مكائن لاتقل قدرتها عن قوة الحقن المطلوبة.

ii) حساب وقت الحقن injection time ووقت التبريد cooling time ووقت تهيئة المنتج reseting time ومن مجموع هذه الاوقات يحسب زمن انتاج منتج واحد cycle Time وكما موضح في المعادلات الاتية [5]

تقدير وقت الحقن: وهو الوقت الذي يصرف على مرور المادة البلاستيكية خلال الممرات والابواب والتجاويف ولحساب وقت الحقن يتبع القانون الاتي

$$t_d = 2n_s \, d_j / r_j \quad \ldots\ldots [2]$$

$t_s =$ وقت الحقن

$d_j = injection \quad power \quad , w$

قوة الحقن

ضغط الحقن المناسب

$r_j = recommended \ injection \ pressure \ , N/M^2$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

حجم الحقن المطلوب

$n_S = required\ \ shot\ \ size\ , m^3$

يتم تحديد ضغط الحقن المناسب للمادة ومواصفاتها من الجدول (4) والذي يحتوي على مواصفات المادة من حيث درجة حرارة الحقن ودرجة حرارة خروج القطعة.

تقدير وقت التبريد: هو الوقت المصروف لتبريد القطعة البلاستيكية لأخراجها من القالب بدون تلف ويعتمد على:

- نوع مادة المنتج البلاستيكي
- حجم المنتج
- نوع الماكنة المستعملة.

ويمكن حساب وقت التبريد من المعادلة [3-4] وكما يأتي :

$$t_c = \frac{h^2 \max}{p^2 a} \log \frac{4(T_i - T_m)}{p(T_x - T_f)} s \quad .....[3]$$

$h_{\max} = \max imum\ wall\ thckness\ , mm$

اكبر سمك للجدار

$T_x = recommended\ part\ temperature, C^0$

درجة حرارة الجزء المناسبة

$T_i = polymer\ injection\ temperature, C^0$

درجة حرارة حقن البلاستيك

درجة حرارة القالب المناسبة

$a = thermal\ diffusivity\ coefficient, mm^2/s$

المعامل الحراري

تقدير الوقت بين العمليات: وهو الوقت المصروف لرفع المنتج وتحضير الماكنة لانتاج منتج اخر ويمكن حساب هذا الوقت بالمعادلة [4] وكما يأتي :

$$t_r = 1 + 1.75\ td \left[(2D+5)/L_S \right]^{1/2} .... \quad [4]$$

td = Dry cycle time دورة الانتاج

D =depth عمق القالب

Ls =Maximum Clamping force اعلى قوة مطلوبة

وبتحديد نسبة الانتفاع من الماكنة والعامل وما هو اجر العامل في الساعة يتم تخمين كلفة العمل الكلية. كما في المعادلة [5]

$$t_t = t_d + t_c + t_r ....[5]$$

t_t = الوقت الكلي لعملية الحقن

t_d = وقت حقن المادة

t_c = وقت تبريد المنتج

t_r = وقت التهيئة

والشكل (2) يوضح المراحل الرئيسة لحساب وقت الحقن وماهي المتغيرات المرتبطة بكل مرحلة من هذه المراحل فعلى سبيل المثال لحساب حجم الحقن لابد من معرفة حجم المنتج وعدد الطبعات ولتحديد الضغط المطلوب لابد من معرفة نوع المادة وهكذا.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تخمين كلفة الادوات: من شكل المنتج ومواصفات المادة يتم تحديد نوع القالب المستعمل (والمتكون من جزء ثابت وجزء متحرك و مجاري وبوابات التغذية) ومواصفاته. ومن ثم يحدد عدد مقاطع القالب الخارجية outer segment والمقاطع الداخلية inner segment ويتم تخمين كلفة الادوات كما موضح في الشكل (3) وذلك بتطبيق المعادلات الآتية:

$$Cb = 1000 + 0.45\ Ac\ hp^{0.4} \quad \text{.... [6]}$$

$Cb = \cos t\ of\ mold\ base$, \$

مادة القالب

$Ac = area\ of\ mold\ base\ cavity\ plate, cm^2$

مساحة قلب الطبعات

$hp = combined\ thickness\ of\ cavitys\ core\ plates\ in\ mold\ base$, cm

سمك صفائح قلب الطبقات

$Ap = projected$ المسقط

$$Me = 2.5\ Ap^{0.5} h \quad \text{.... [7]}$$

$$Mx = 5.83\,(x_i + x_0)^{1.27} h \quad \text{.... [8]}$$

$x_i = inner\ complex$ التعقيد الداخلي

$x_0 = outer\ complex$ التعقيد الخارجي

$$Mp_0 = 5 + 0.085 * Ap^{1.2} h \quad \text{....[9]}$$

$Ap = part\ project\ area$, cm^2

المساحة المسقطة للجزء

$$Ms = f_p\ Ap^{1/2} h \quad \text{.... [10]}$$

$Me, Mx, Ms =$ المتغيرات التي تحدد درجة تعقيد القالب

تخمين كلفة المنتج: ان تخمين كلفة تصنيع الاجزاء البلاستيكية بطريقة الحقن يمكن تمثيلها بالمعادلة الاتية

$$C_{part} = C_{mat} + \frac{C_{proc}}{Y_{proc}} + \frac{C_{tool}}{N} \quad \text{.... [11]}$$

C_{part} = **كلفة الجزء اما ان يكون منتجاً كاملاً او يجمع مع اجزاء اخرى**

C_{mat} = كلفة المادة الاولية البلاستيكية المصروفة في تصنيع المنتج

C_{proc} = كلفة عملية الحقن من مكائن وعمال

Y_{proc} = كمية الانتاج

C_{tool} = كلفة الادوات الكلية المصروفة على المنتج من قوالب ومثبتات وعدد

N = كمية المنتجات خلال حياة المعدات

يتم تخمين كلفة تصنيع المنتج الواحد من خلال مجموع كلفة المادة وكلفة العمل وكلفة الادوات مع حساب بعض النسب الاضافية مثل كلفة الصيانة وكلفة العمالة غير المباشرة وكلفة الاقسام الادارية والمبيعات ومن ثم بعض الكلف الاضافية

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

على وفق واقع الشركة ثم تخمين كلفة المنتج الكلية بعد اضافة هامش ربح. والشكل (5) يوضح التسلسل المنطقي لتخمين الكلفة الكلية للمنتج.

3- تصميم وتطبيق نظام معان بالحاسوب لتخمين كلفة المنتجات البلاستيكية

لغرض تطبيق تخمين الكلفة التصنيعية لاحد المنتجات البلاستيكية. تم اختيار احد منتجات الشركة العامة للصناعات الكهربائية, وهو مروحة بلاستيكية للمكيف الشباكي. الشركة متخصصة بأنتاج العديد من الاجهزة, ومن اهم الاسباب التي دعت لدراسة تخمين الكلفة في هذا الموقع هو اهميتها وجودة منتجاتها واستمرار العمل بها.

3-1 اهداف النظام

يهدف النظام المصمم الى الابتعاد قدر الامكان عن الطرائق التقليدية المتبعة حاليا, في تخمين كلفة التصنيع والمبنية عادة على الخبرة المكتسبة المعتمدة على العامل البشري, والذي قد يقع بالكثير من الاخطاء وعدم الاهتمام ببعض المتغيرات بسبب ظروف العمل وهذا يؤدي الى حدوث بعض الاخطاء في عملية التخمين والذي يؤدي الى خسائر للشركة او خسائر لبعض الزبائن او تأخير في العمل.

يمكن توضيح اهم مهام النظام المقترح بما يأتي :

1. تخمين كلفة المنتجات بشكل اني وذلك بعد تثبيت البيانات المحددة لعناصر الكلفة.
2. احتواؤه على قواعد بيانات تضم معلومات عن المكائن والمواد الحرارية. وهذه المعلومات قابلة للتغيير والتطوير والاضافة, بما يتماشى مع التطور السريع في المكائن والحاجة الى اضافة مواد بلاستيكية من اكثر من مادة اي خليط. والذي يؤدي الى تغير في مواصفاتها وسعرها.
3. اجراء المقارنة السريعة للمنتجات المقترحه واختيار الممكن انتاجه بكلف تنافسية.
4. تخمين كلفة تصنيع المنتجات البلاستيكية اعتمادا على تسلسل العمليات التي تجرى عليه.

3-2 المكونات الاساسية للنظام

تمت تسمية النظام المقترح من قبل الباحث بنظام (CES) (Cost Estimation System) وبأستخدام لغة (Visual Basic.net) تم تصميم خوارزميات تخمين الكلفة ونوافذ النظام. يتكون النظام من المكونات الاساسية الاتية:-

1. واجهة المستفيد (User Interface)
2. وحدة تحليل البيانات ومواصفات عملية الحقن الملائمة
3. قاعدة البيانات (Data Base)
4. وحدة تخزين البيانات. والشكل (5) يوضح معمارية النظام المقترح

3-3 تطبيق النظام المقترح

تم اختيار منتجات معمل تموز لتصنيع المكيف الشباكي (1.5 طن و 2 طن) بأمتياز من شركة جنرال اليابانية. تم اختيار المروحة البلاستيكية وهي احد اجزاء مكيف الهواء الشباكي. الماكنة المستخدمة لتصنيع المنتج تسمى Engel نمساوية الصنع تحتوي على قالب مجهزمن وقت انشاء الشركة متصل مع الماكنة, ان المنتجات التالفة تتراوح بين(2-3)% لان عملية الحقن تخضع الى تهيئة عند بداية العمل، هذا وان عملية التصنيع نصف

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مؤتمتة بسبب ادخال البوشة الـــى المنـــتج والتي تزيد من عيوبه بسبب عدم أتزانهـــا. وكما موضح في الشكل (6) لتطبيق النظام المقترح.

3-4 احتساب كلفة المنتج

1. تحديد نوع المادة المستعملة اعتماداً على مواصفات التطبيق, حيث يقوم النظام بسحب المعلومات الخاصة بهذه المادة من قاعدة البيانات اعتمادا على جدول (1) و(4) باعتماد كلفة المادة من قوائم الشحن الخاصة بالشركة العامة للصناعات الكهربائية لكونها تخضع لمتغيرات السوق.
2. اختيار الشكل العام للمنتج حيث يقسم النظام اشكال المنتجات البلاستيكية المصنعة على اربعة اشكال رئيسة والتي تستخدم في حساب شكل تجويف القالب لتخمين كلفته و كما موضحة في الشكل (7)

اعتمادا على الشكل التقريبي للمنتج , سيطلب البرنامج من المستفيد ابعاد الشكل. والتي تدخل في تخمين كلفة تصنيع المنتج ففي حالة المروحة يتم اختيار الشكل المسطح على شكل دائري وتحديد قطرة وهو تقريبا 395 ملم وسمك المروحة والبالغ 10 ملم.

3. يقوم المخمن بتحديد عدد التجاويف او الطبعات الموجودة في القالب.
4. تحديد كميـــة الدفعـــة الانتاجيـــة المطلوبة.

. تحديد المتغيرات الخاصة بالقالب وهي عمر القالب و كلفة نصبه على الماكنة بالساعة ووقت النصب.

والشكل رقم (8) يوضح النافذة الرئيسة والتي تحتوي الاجابة عن اسئلة النافذة الرئيسة وبما ينسجم مع المنتج المأخوذ كحالة تطبيقية في الشركة العامة للصناعات الكهربائية.

3-4-1 نافذة حساب كلفة المادة

تظهر نافذة موضحة في الشكل رقم (9) تحتوي النافذة على ارتباط مع برنامج التصميم (AUTO CAD) لزيادة دقة حساب الحجم بالاعتماد على برنامج الاوتوكاد يتم حساب حجم المنتج بطريقة دقيقة

وذلك من خلال ايعاز (Inquiry) وكما في الشكل رقم (10) الذي يوضح الجزء المرسوم من قبل المصمم والخيارات التي يتم عن طريقها الحصول على الحجم بشكل دقيق عندها ستظهر واجهة يستدل منها على حجم المنتج كما في الشكل (11), يتم اعتماد الحجم الذي تم حسابه بأتباع برنامج الاوتوكاد في حقل خاص.

تحسب كلفة المادة الاولية باستخدام المعادله[1] **واعتماد الكثافه في الجـــدول** (4) وكلفة المادة من بيانات الشركه وهذه المعلومات متوفره في قاعدة البيانات يـــتم تخمين كل من :

1. كلفة المادة المصروفة على المنتج
2. كلفة المادة الضائعة فـــي ممـــرات القالب
3. كلفة المادة التالفة
4. ومن ثم يحدد كلفة المادة الكلية

وكما موضـــح بالشـــكل (9) اعـــلاه لحساب كلفة المادة بشكل تفصيلي

3-4-2 حساب كلفة انشطة التصنيع

يعتمد النظام على الجدولين (2) و(3) لتحديد مواصفات الحقن المطلوبة وهي :

1. حجم الممرات المطلوبة
2. المساحة السطحية للمنتج
3. حجم الحقن المطلوب لحقن المادة الاولية
4. المساحة السطحية للحقن

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5. قوة الحقن المطلوبة والتي سيتم التاكد من مطابقتها للماكنة المستخدمة لحقن المنتج

و يتم تحديد الماكنة من الخيارات التي يوفرها البرنامج. من خلال معرفة نوع الماكنة يقوم النظام باعتماد قاعدة البيانات لتحديد ما يأتي:

1. كلفة التشغيل بالساعة
2. وقت الدورة الجاف (الفتره التي تسبق الحقن)
3. مسافة المسلك
4. قدرة المحرك القائد للعملية

بعد معرفة مواصفات ماكنة الحقن يتم تحديد وقت الحقن ووقت التبريد ووقت التهيئة من الجدول رقم(3) وحساب الوقت الكلي لتصنيع وحدة واحدة من المنتج والمستخرج من المعادلات[2]و[3]و[4]و[5] .

بعد تحديد كفاءة كل من (المشرف والعامل والماكنة) والكلفة المحددة لكل ساعة عمل. ومن ثم تحسب كلفة العمل الكلية.

والشكل (12) يوضح مواصفات الماكنة التي تتلاءم مع التطبيق الخاص بالشركة العامة للصناعات الكهربائية والوقت العام لعملية الحقن.

3-4-3 حساب كلفة الادوات

والتي يحدد فيها نوع القالب المستعمل بما يناسب ابعاد المنتج مما يسمح بوضع المنتج داخل القالب, يتم تحديد عدد مقاطع الداخلية للمنتج (inner segment) وعدد المقاطع الخارجية له (Outer segment) كما موضح بالشكل (12) , بعدها يحسب البرنامج كلفة اجزاء القالب المستعمل Mold Based Cost وكلفة تصنيعه وتجميعه وكلفة نصبه على الماكنة والشكل الموضح في الواجهة يبين للمستخدم كيفية حساب المقاطع الداخلية للمنتج (inner segment) و المقاطع الخارجية له (Outer segment) . بعدها يتم حساب الادوات الكلية وكما موضح في الشكل (13) باستخدام المعادلات [6]و[7]و[8]و[9]و[10] .

وعند تطبيق النظام على الشركة العامة للصناعات الكهربائية تم استعمال قالب من نوع (series A) بابعاد تتناسب مع المنتج وظهرت النتائج الآتية والتي تمثل كلفة الادوات المستعملة لانتاج المنتج البلاستيكي .

4-4-3 حساب الكلف المتممة لعملية التصنيع

وهي العمليات التي تسبق عملية حقن المنتج لاتمام عملية الانتاج او التي تليها. في بداية نافذة حساب الفعاليات المتممة يقوم البرنامج بحساب عدد الايام المطلوبة لتصنيع المنتج , والتي من خلالها يستطيع المخمن المختص في الوحدة الانتاجية تخمين كلفة الفعاليات الساندة وتحديد كلفة العمالة المطلوبة وكلفة الادوات المستعملة وهل هنالك اجزاء اضافية تم شرائها تجمع مع المنتج النهائي وما هي تكلفة القطعة الواحدة من الاجزاء الاضافية. اما الفعاليات فهي:

1. كلفة نقل المادة الاولية الى الوحدة الانتاجية من ناحية العمالة والادوات المستعملة.
2. كلفة العمالة والادوات المستعملة في عملية الخزن.
3. كلفة الادوات وعمال النقل داخل الشركة (مواد اولية ومنتجات نصف مصنعة ومنتجات مصنعة بشكل كامل.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4. كلفة فعاليات البحث والتطوير وتشمل اجور الموظفين والعمالة المستعملة.
5. كلفة فعاليات التصميم من حيث العمالة من(مهندسين وفنين ..) والادوات المستعملة.
6. الاقسام الادارية والخدمات وذلك من خلال حساب كلفة موظفيها والادوات المستعملة فيها.
7. كلفة العمال والادوات لاقسام التغليف والاعداد للتسويق.
8. اقسام المبيعات والمواد والادوات والعمالة المستخدمة فيها.

يتم تحديد عدد الايام المطلوبة لتصنيع الكمية المطلوبة من المنتجات عن طريق تحديد وقت انتاج القطعه وعدد ساعات العمل اليوميه في الشكل (14) تم تحديد ما يأتي على وفق مقتضيات العمل في الشركة العامة للصناعات الكهربائية مثل عدم وجود كلف لنقل المواد الاولية من الشركة المجهزة الى مصنع الشركة, لانها مسؤولية الشركة المجهزة للمواد الاولية, كلفة عمال الخزن والمواد المستهلكة خلال العمل, حساب كلفة فعاليات التصميم والمواد المستهلكة في القسم من (اوراق وصيانة للحاسبات ومعدات التصميم الاخرى) و هنالك اجزاء اضافية في منتج الشركة العامة للصناعات الكهربائية والمتمثل بالبوشة BUSH والتي تكون ضمن اجزاء المنتج البلاستيكي. وتضاف كلفة هذه الاجزاء الاضافية الى كلفة المنتج ككل.

ان اسباب عدم دقة التخمين في معظم الاحيان تعود الى الكلفة غير الانتاجية (الوقت الضائع) الذي يمثل تكلفة الأجر غير الانتاجي, ولأغراض الرقابة يمكن تقسيم الوقت الضائع الى الوقت الضائع الطبيعي والوقت الضائع غير الطبيعي.

1. الوقت الضائع الطبيعي : هو الوقت المسموح به لأغراض انتظار تدفق الانتاج والوقت المطلوب لبدء تشغيل التجهيز الالي.
2. الوقت الضائع غير الطبيعي: هو الوقت الناتج عن اسباب خارجية كأنقطاع التيار الكهربائي أو تأخر غير عادي في تدفق الانتاج او المواد.

ويحصر الوقت الضائع يوميا عن طريق اعداد تقرير العمل اليومي من واقع تحليل بطاقات اوامر العمل او الرقابة المباشرة على العمال, وتتحمل الانشطة بتكلفة الوقت الضائع الطبيعي بأعتباره عنصرا من عناصر التكلفة. أما الوقت الضائع غير الطبيعي فلا تتحمل به الانشطة ويتحمل به حساب الارباح والخسائر.

3-4-5 الواجهة النهائية لحساب كلفة تصنيع المنتج

والتي تمثل مجموع المراحل

1. كلفة المادة الاولية
2. كلفة العملية التصنيعية
3. كلفة المعدات والادوات المستعملة
4. كلفة الفعاليات الساندة والتي تسبق وتعقب الانتاج للحصول على تخمين كلفة المنتج النهائي.

بعد تحديد كلفة المنتج يتم تحديد سعر البيع والذي يمثل الكلفة النهائية للمنتج وذلك بعد اضافة النسب الأتية:

1. NON PRODUCTIVE COST والتي تمثل كلفة الوقت الضائع غير المستغل في الشركة. تعتمد هذه النسبة على واقع الشركة حيث

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تحاول الشركات تقليص هذه النسبة قدر الامكان.

2. العائد على راس المال المستثمر : وهي كلفة ثابتة تدفعها الشركة لاسترجاع رأس المال المستثمر حتى في حالة عدم الانتاج. وتحدد بنسبة معينة وتعتمد على نسبة كلفة ووقت عمل هذا المنتج نسبة الى المنتجات الاخرى التي تنتجها الشركة.
3. MARKUP AND PROFIT وهي نسبة الربح التي تضعها الشركة على كلفة المنتج.

وفيما يأتي النتائج النهائية لتخمين كلفة المروحة في الشركة العامة للصناعات الكهربائية حسب المعلومات الماخوذه من الشركه العامه للصناعات الكهربائيه. كما موضح في الشكل (15) و جدول رقم (5) يبين نتائج تخمين الكلف بعد تطبيق النظام.

4- مقارنة نتائج التخمين

لطريقة تخمين الكلفه اعتمادا على الفعاليات دورين دور للتنبأ بكلفة تصنيع المنتجات الجديده ودور رقابي لتحديد مدى الاستفاده من عناصر الانتاج المتوفره لدى الشركه وجاهزيتها لمنافسة الشركات التي تتمكن من تصنيع نفس المنتجات وبما ان المنتج قيد الدراسه هو منتج سابق التصنيع لهذا سنركز في مقارنة النتائج والاستنتاجات على الدور الرقابي لعمية تخمين الكلفه.

لتخمين كلفة تصنيع المروحة للمكيف الشباكي وبعد تطبيق اسس وقواعد التخمين وجد ان كلفتها لاتتجاوز 6000 دينار وحسب بيانات الماخوذه من الاقسام المسؤوله عن عملية التخمين لكلفة عناصر الانتاج في الشركه في حين تقوم الشركة بتخمين كلفتها بمبلغ 9000 دينار مما يوضح ان عملية التخمين المستخدمه غير دقيقه وارتفاع كلفة الوقت الضائع لدى الشركة ونسبة الربح العالية للأسباب الآتية:

1. الشركة العامة للصناعات الكهربائية تبيع المنتوج الرئيس بتكلفة مناسبة نسبة الى كفاءة المنتوج ولكن الاجزاء الاحتياطية للمنتوج كلفتها عالية بسبب غياب المنافسة.
2. الشركة تطبق مبدا الهندسة العكسية في تصنيع المنتجات وذلك باعتماد منتجات معروفة المنشأ وتنتج الشركة كمية قليلة من المنتجات مما يجعل سعر البيع مرتفعاً.
3. قلة انتاج الشركة تزيد من الاعباء المالية المضافة على منتجاتها مقارنة بالشركات المنافسة.
4. تعتمد الشركة على مبدأ الرواتب الشهرية وليس على مبدأ كمية الانتاج مما يزيد من اعبائها.

5- <u>الاستنتاجات</u>

ابرز البحث موقع واهمية تقدير الكلفة في اقسام البحث والتطوير لاختيار منتجات جديدة تستطيع المنشأة الانتاجية تصنيعها للبقاء في دائرة الشركات المتنافسة موضحا اهم اهدافها وطرائقها ومحدداتها.

نستعرض في هذا الفصل اهم الاستنتاجات التي توصل لها البحث, واهم التوصيات التي يراها مهمة لاعتمادها في شركة الصناعات الكهربائية. من اهم هذه الاستنتاجات والتوصيات هي:-

1. عند تخمين كلفة تصنيع المنتجات البلاستيكيه يتم التركير على الماده المستخدمه للتصبيع لكون كلفتها تفوف 50% من كلفة المنتج ككل ومدى ملائمة خواصها لظروف

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

التطبيق باعتماد جداول الخواص والمواصفات.

2. ان اختلاف التخمين باستخدام طريقة تخمين الكلفه اعتماد على الفعاليات عن الكلفه النهائيه التي تبيع الشركه منتوجها بها يرجع الى الوقت الضائع الغير طبيعي لدى الشركه وكلفة البحث والتطوير المرتفعه كون المدخلات الاخرى المستخدمه لتخمين الكلفه محدده مثل (كلفة الماده,كلفة الادوات,كمية العماله وكلفتها,نسب الربح والفائده) والتي تشكل النسبه الاعظم من الكلفه النهائيه للمنتج البلاستيكي جميعها ماخوذه من القسم المسؤول عن التخمين في الشركه.

3. ان مروحة المكيف الشباكي هي منتج قليل التعقيد يعتمد بالاساس على القالب والماكنه المستخدمه ولا تحتاج الى عمال مهاريين لتصنيعه فلابد للمخمن من استخدام طريقه تخمين دقيقه لتخمينه لكي يمنع المنافسه على تصنيع المنتج من قبل الشركات المنافسه.

4. الكلفة المخمنه لبيع مروحة المكيف الشباكي لدى الشركة العامة للصناعات الكهربائية هي 9000 دينار عراقي تعد عالية نسبيا مع نفس المدخلات المستخدمه بطريقة تخمين الكلفه اعتمادا على الفعاليات والماخوذه من واقع الشركه الفعلي بسبب الوقت الضائع في الشركة وغياب المنافسة.

5. كلفة البحث والتطوير يجب ان لاتتجاوز 4% من كلفة المنتج وحسب الاتفاقيه المبرمه مع الشركه المانحه للامتياز (شركة جنرال اليابانية) في حين انها تتجاوزها الى 10% في الشركة العامة للصناعات الكهربائية لكثرة النماذج المتبعة في الهندسة العكسية وقلة منتجاتها.

6. توقف الانتاج في الشركة العامة للصناعات الكهربائية بسبب تأخير تجهيز المواد الاولية والتي لاتفرض الشركة قيوداً معينة على تجهيزها, رغم الطلب العالي على منتجات الشركة وخصوصا في موسم الصيف.

7. ضرورة دراسة كلف المنتجات ومراقبة العمل بما يساعد على تطوير المنشأة الانتاجية ويضعها في دائرة المنافسة مع مثيلاتها.

8. يجب على مصمم العملية الالتزام بالمكائن القياسية العالمية والابتعاد عن استعمال مكائن ومعدات تفوق او تقل بقدراتها عن حاجة العمل مما يؤدي الى خلل في تخمين الكلفة القياسية وكذلك تلف المنتجات.

9. يجب الاحتفاظ بوثائق تمثل سير العمل والكلفة الكلية للمنتج للرجوع اليها في حالة الحاجة لتخمين كلفة منتج مشابه.

المصادر

1. د.عبد الكريم محسن ، د. البخار صباح مجيد , " ادارة الانتاج

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

والعمليات " , دار وائل للطباعة والنشر و التوزيع , (2004).
2- D.A. Koone, R.P. Gandhi, A.N. Nambiar, R.P. Judd, Identifying and removing error in hierarchical cost estimates, Int J Production Economics, 109(2007)41-52.
3- S. Chayoukhi, Z. Bouazia, A. Zghal, Cost estimation of joints preparation for GMAW welding process using feature model, J Mater Process Technoln, 199(2008)402-411.
4- J. Ye, B. Zhang, H. Qi, Cost estimates to guide manufacturing of composite wave beam, Mater Design,
5- J. Boothroyd, "Product Design for Manufacture and Assembly", Marcel Dekker, Inc. Newyork, Basel, (2002).

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ملحق - A – الجدوال المستخدمة فـــي البحث

الجدول (1) نوع المادة ومواصفاتها التصميمية

thermoplastic	Yield strength (MN/m^2)	Elastic modulus (MN/m^2)	Heat deflection temperature (C^o)	Cost ($/kg)
High-density polyethylene	23	925	42	0.95
High-impact polystyrene	20	1900	77	1.12
Acrylonitrile- butadiene-styrene (ABC)	41	2100	99	2.93
Acetal (homopolymer)	66	2800	115	3.01
Polyamide (6/6 nylon)	70	2800	93	4.00
Polycarbonate	64	2300	130	4.36
Polycarbonate (30% glass)	90	5500	143	5.54
Modified polyphenylene oxide (ppo)	58	2200	123	2.75
Modified ppo (30% glass)	58	3800	134	4.84
Polypropylene (40% talc)	32	3300	88	1.17
Polyester terephthalate (30% glass)	158	11000	227	3.74

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الجدول (2) بيانات عن حجم المنتج وكمية الحقن

Part volume (cm^3)	Shot size (cm^3)	Runner %
16	22	37
32	41	28
64	76	19
128	146	14
256	282	10
512	548	7
1024	1075	5

الجدول (3) مواصفات المكائن

Clamping force (KN)	Shot size (CC)	Operating cost (s/h)	Dry cycle time (s)	Maximum clamp stroke (cm)	Driving power (KW)
300	34	28	1.7	20	5.5
500	85	30	1.9	23	7.5
800	201	33	3.3	32	18.5
1100	286	36	3.9	37	22.0
1600	286	41	3.6	42	22.0
5000	2290	74	6.1	70	63.0
8500	3636	108	8.6	85	90.0

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

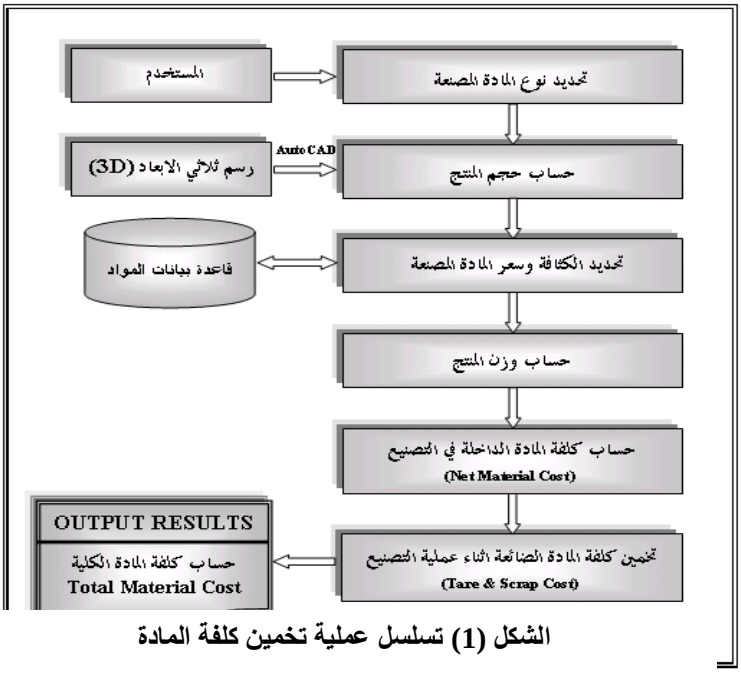
الجدول (4) مواصفات المادة الخاصة بالحقن

Thermoplastic	Specific gravity	Thermal diffusivity (mm^2/s)	Injection temp.(C^o)	Mold temp.(C^o)	Ejection temp.(C^o)	Injection pressure (bars)
High-density polyethylene	0.95	0.11	232	27	52	965
High-impact polystyrene	1.59	0.09	218	27	77	965
Acrylonitrile- butadiene-styrene (ABC)	1.05	0.13	260	45	82	1000
Acetal (homopolymer)	1.42	0.09	216	93	129	1172
Polyamide (6/6 nylon)	1.13	0.10	291	91	129	1103
Polycarbonate	1.20	0.13	302	91	127	1172
Polycarbonate (30% glass)	1.43	0.13	329	102	141	1310
Modified polyphenylene oxide (ppo)	1.06	0.12	232	82	102	1034
Modified ppo (30% glass)	1.27	0.14	232	91	121	1034
Polypropylene (40% talc)	1.22	0.08	218	38	88	965
Polyester terephthalate (30% glass)	1.56	0.17	293	104	143	1172

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

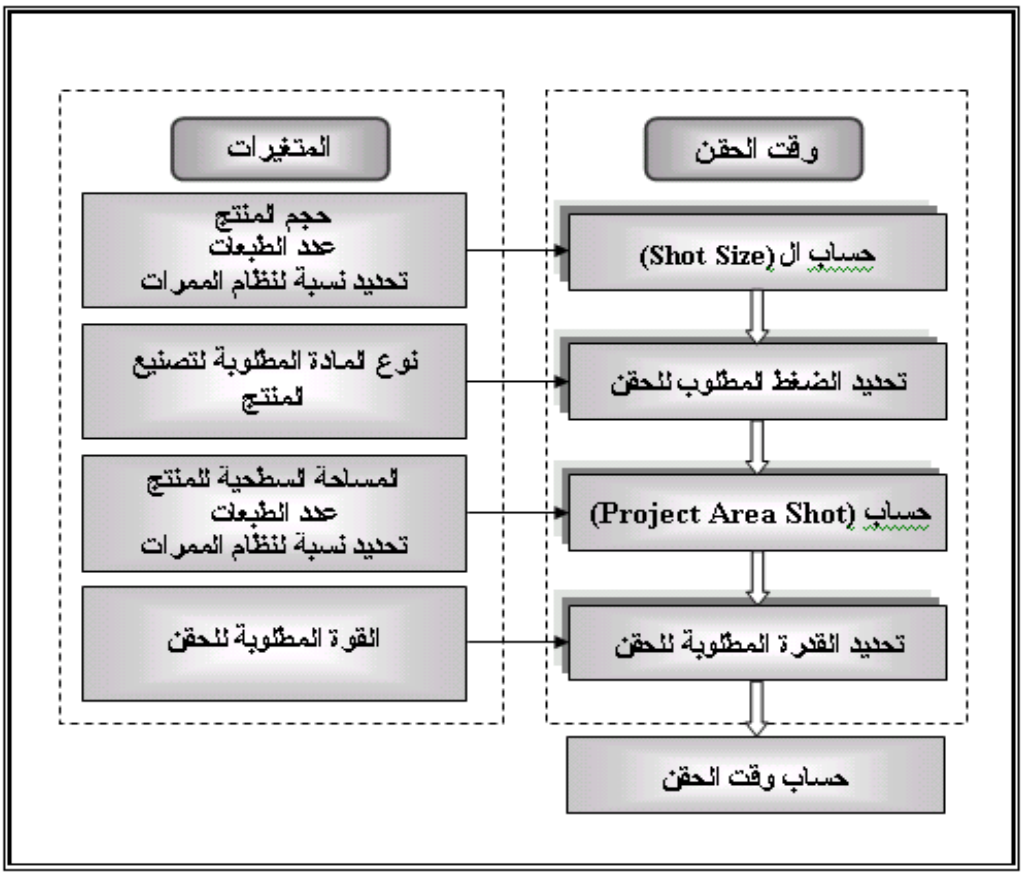
الجدول (5) نتائج كلف المنتج بعد تطبيق النظام

المنتج	ا لكلفة $	النسبة
الكلفة الكلية للمادة	1.536	0.51
الكلفة الكلية للعملية	0.187	0.06
الكلفة الكلية للأدوات	0.586	0.20
الكلفة الكلية للفعاليات المساندة لعملية لتصنيع	0.688	0.23
الكلفة الكلية $	2.99	
نسبة الكلف الغير انتاجية	0.299	0.1
نسبة العائد على رأس المال المستثمر	0.299	0.1
نسبة الربح	0.508	0.17
السعر $	4.096	



الشكل (1) تسلسل عملية تخمين كلفة المادة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

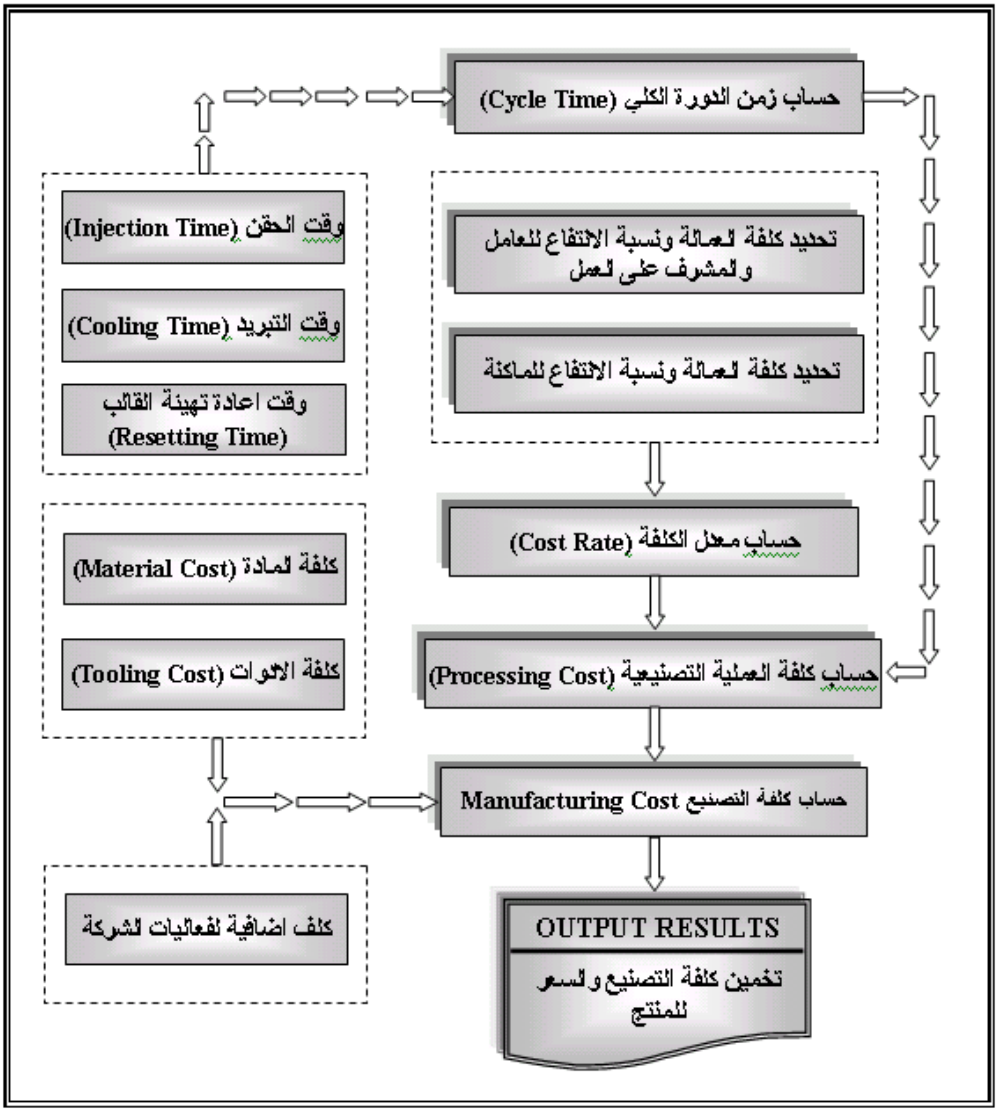


الشكل (2) مخطط حساب وقت الحقن

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

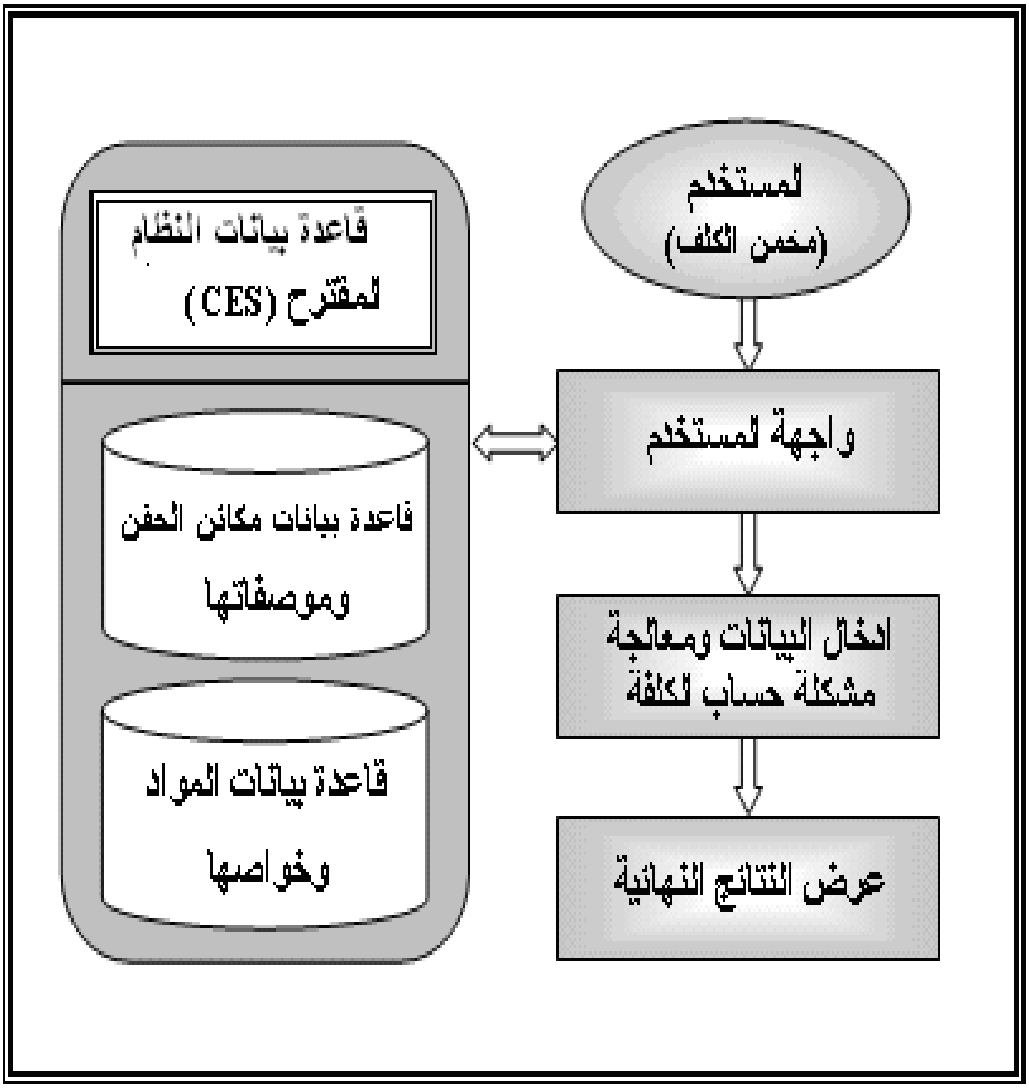
الشكل (3) مخطط تخمين كلفة الادوات

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل (4) مخطط تخمين الكلفة الكلية للمنتج.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شكل (5) معمارية النظام (CES)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الشكل (6) شكل مروحة المكيف الشباكي

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com