DOI: https://doi.org/10.31272/jae.i145.1285
Available online at: https://admics.uomustansiriyah.edu.iq/index.php/admeco

مجلة الادارة والاقتصاد
Journal of Administration & Economics

Mustansiriyah University
College of Administration & Economics

P-ISSN: 1813 - 6729
E-ISSN: 2707-1359

أنموذج مقترح للتنبؤ بتكلفة المواد المباشرة اعتماداً على متغير التصميم دراسة تطبيقية: مصنع النعمان لصناعة أنابيب (PVC)

عبد الحسين لهمود ياسر الشحماني
قسم تقنيات المحاسبة، معهد الإدارة / الرصافة، الجامعة التقنية الوسطى، بغداد، العراق
Email: husseinlahmood2@gmail.com, ORCID ID:\ https://orcid.org/

المستخلص

هدف البحث إلى تحليل تأثير متغيرات التصميم على تكلفة المواد المباشرة في صناعة الأنابيب البلاستيكية، وهي مادة أساسية في الصناعات الإنشائية، يركز البحث على تقديم نموذج للتنبؤ بتكلفة هذا العنصر، إذ يُعد التنبؤ الدقيق ضرورياً لشركات التصنيع لضبط التكاليف وتحسين تخصيص الموارد وتحقيق الربحية، كون المواد المباشرة تشكل الجزء الأكبر من تكلفة الإنتاج، إذ غالبا ما تعتمد طرق تقدير التكاليف التقليدية على البيانات التاريخية، التي تفتقر إلى القدرة على استيعاب تأثير خيارات التصميم على تكلفة المواد، يعرض البحث نموذجاً يعتمد على متغيرات التصميم لتحديد تكلفة المواد المباشرة، ويركز على المواصفات الميكانيكية للأنابيب المستخدمة، ويتيح النموذج إمكانية تطبيق تقنية التكلفة المستهدفة، مما يسمح باستخدامها في مراحل التصميم المبكرة لتحديد الكميات الدقيقة من المواد واتخاذ قرارات مستنيرة بشأن التصميم، اعتمد البحث على بيانات واقعية من بيئة التصنيع، وتوصل إلى استنتاجات رئيسة أهمها، أن متغيرات التصميم الهندسية والمادية لها تأثير كبير على تكلفة المواد المباشرة والإنتاج بشكل عام، إذ أن المتغيرات الهندسية ترتبط بالجوانب الوظيفية للمنتج، بينما المتغيرات المادية ترتبط بمظهر وبنية المنتج، وبناءً على هذه الاستنتاجات، أوصى البحث بضرورة التنسيق بين فرق التصميم الهندسي والمادي لتحقيق توازن بين وظائف المنتج وتكلفة المواد المباشرة، مما يوفر فهماً أفضل لتأثير هذه المتغيرات على تكلفة الإنتاج.

معلومات البحث

تواريخ البحث:

تاريخ تقديم البحث: 3/ 1 / 2024
تاريخ قبول البحث: 30/ 1 / 2024
عدد صفحات البحث 83 - 92

الكلمات المفتاحية:
نموذج مقترح للتنبؤ ، تكلفة المواد المباشرة ، متغيرات التصميم .

المراسلة:
أسم الباحث: عبد الحسين لهمود ياسر
Email: husseinlahmood2@gmail.com.

1. المقدمة:

في الصناعات الإنشائية التي تتسم بالمنافسة الشديدة والدائمة، تتميز صناعة الأنابيب البلاستيكية بأهمية كبيرة باعتبارها مادة متعددة الاستخدامات في تلك الصناعات، وبغية مساعدة المستثمر العراقي على مواجهة المنافسة الشديدة من قبل المنتج المماثل المستورد، ولكون تكلفة عنصر المواد المباشرة تلعب دورا هاماً في تكاليف الإنتاج كونها تمثل الجزء الأكبر منها، يعرض البحث أنموذج مقترح للتنبؤ بتكلفة هذا العنصر، فقد كان تقدير تكلفة عنصر المواد المباشرة محاطا بغموض البيانات التاريخية مع إهمال الدور الحاسم الذي تلعبه قرارات التصميم في تشكيل المشهد الكلفوي، يقترح البحث نموذجًا يغير قواعد التقدير ويسلط الضوء على الآثار المترتبة على هذا العنصر لعدد من متغيرات التصميم مدعومًا ببيانات تصنيع واقعية وفهم عميق للمواصفات الميكانيكية للأنابيب، إذ يعمل النموذج على تمكين خيارات التصميم في مرحلة مبكرة بقدرة التنبؤ بالتكلفة، ولم يعد المهندسون والمصممون يعملون في فراغ، وأصبحت عقولهم الإبداعية تسترشد الآن بفهم واضح لكيفية ترجمة قراراتهم إلى نفقات مالية، وتمتد فوائد النموذج الى ما هو مجرد تنبؤ، إذ يتعمق البحث في جوهر مزيج مكونات وتكلفة المواد المباشرة الداخلة في علميات التصنيع ويشرح التفاعل بين متغيرات التصميم الهندسي والمادي بدءًا من وظائف المنتج وحتى مظهره الخارجي، ومن خلال تسليح الشركات المصنعة بهذه البيانات تتجذر ثقافة التصميم المستنير وبالتالي يمكنها تحقيق التخصيص الأمثل للموارد وتعزيز الربحية.

2. مشكلة البحث:

تتمثل مشكلة البحث في ارتفاع وتذبذب أسعار المواد المباشرة المستخدمة في صناعة الأنابيب البلاستيكية كون تكلفة تلك المواد تمثل الجزء الأكبر من تكاليف الإنتاج، وكذلك تذبذب سعر صرف الدولار مقابل الدينار العراقي لان جميع تلك المواد مستوردة، فضلا عن المنافسة الشديدة التي تواجه المنتج المحلي من المنتجات المستوردة، الأمر الذي يؤثر سلبا وبشكل مباشر على تنافسية الشركات العراقية المصنعة ويخفض من حصتها السوقية.

3. أهمية البحث:

تنبع أهمية البحث من كونه يوفر بيانات كلفوية تساعد المستثمر العراقي على فهم تأثير متغيرات التصميم في صناعة الأنابيب البلاستيكية وبشكل يساعد على اتخاذ قرارات أكثر كفاءة بشأن التصميم والإنتاج والتسعير.

4. أهداف البحث:

يهدف البحث الى بيان وتحليل مدى تأثير متغيرات التصميم في صناعة الأنابيب البلاستيكية على تكلفة المواد المباشرة واقتراح نموذج للتنبؤ بتكاليف المواد المباشرة كونها تمثل الجزء الأكبر من إجمالي تكاليف الإنتاج، وتوفير بيانات كلفوية واقعية تساعد في ترشيد القرارات وتلافي مخاطر الاستثمار.

5.الإطار النظري

1.5. سلسلة القيمة

1.15. تحليل سلسلة القيمة:

سلسلة القيمة مجموعة متسلسلة من وظائف العمل التي تنفذها الشركات المصنعة، والتي تشمل جميع الأنشطة التي تشارك في تحويل المواد الخام الى منتج نهائي فضلا عن التسويق وخدمة الزبائن، ويتولى المحاسبون تتبع التكاليف المتكبدة في كل وظيفة من وظائف سلسلة القيمة بهدف تخفيض التكاليف وتحسين الكفاءة، وتضم سلسلة القيمة ست وظائف عمل أساسية هي كالاتي [2]:

1- البحث والتطوير: وهي عملية توليد الأفكار ذات العلاقة بالمنتجات والعمليات وتجريبها.
2- تصميم المنتجات: ويشمل التخطيط التفصيلي والهندسي واختبار المنتجات والعمليات.
3- الإنتاج: شراء المواد الخام ونقلها وتخزينها لأغراض التصنيع.
4- التسويق: ترويج وبيع المنتجات.
5- التوزيع: معالجة الطلبات وشحن المنتجات الى الزبائن.
6- خدمة الزبائن: تقديم الخدمة للزبائن لما بعد البيع.

ويعد تحليل سلسلة القيمة أداة تساعد الشركات على تحديد وتقييم الأنشطة المشاركة في عملية الإنتاج، ومن خلال فهم كيفية إضافة كل نشاط قيمة الى المنتج يمكن للشركات تحديد الفرص لتحسين الكفاءة وتخفيض التكاليف، ويلعب التصميم دورا حاسما في كل مرحلة من مراحل سلسلة القيمة، لما له من أثر كبير في تمايز المنتجات وخلق القيمة التنافسية وتحسين عمليات الإنتاج وخفض هدر الموارد وتبسيط إجراءات التجميع، لذا يعد التصميم جزء من الاستراتيجية الشاملة وليس عملية أو فكرة لاحقة [2]. ويقوم فريق هندسة القيمة وهو فريق متعدد الوظائف والذي يتكون من مجموعة من ذوي الخبرات والمهارات في مختلف الأقسام والوحدات والذي يضم مديرين كل من الهندسة والمشتريات والإنتاج والتسويق والمحاسب الإداري بدراسة التصميم المناسب للمنتج بهدف تخفيض التكاليف مع الاحتفاظ بالميزات التي يطلبها الزبائن، ومن امثله الأفكار التي يطرحها هذا الفريق التالي [7]:

- تصنيع لوحة أم (Motherboard) ابسط وأكثر موثوقية بدون تعقيد لتخفيض تكاليف الإنتاج والصيانة.
- تركيب بعض الأجزاء معاً (Buil-in) بدلاً من ربطها بأطراف خارجية لتخفيض تكاليف العمل المباشر عند القيام بعمليات التصنيع.
- استخدام مكونات أقل لتخفيض تكلفة الفحص والاختبار.
- إعداد تصميم يجعل المنتج أخف وزنا وأصغر حجما لتخفيض تكاليف التعبئة والتوزيع.

2.1.5. التصميم وتحديد هوية المنتج:

ينظر للمنتجات على أن لها (هوية) وان المنتجات تتميز من خلال هويتها الفردية، ومن أهم العوامل التي تساهم في تكوين هوية المنتج هو تصميم المنتج، ويمكن للشركات استخدام تصميم المنتج لبناء قيمة للعلامة التجارية، إذ تمثل المنتجات العلامة التجارية من خلال عناصر التصميم والتي بدورها تخلق تصورات لهوية المنتج، لذا فأن إنشاء الهوية وتجسيدها هو أحد المهام الرئيسة لتصميم المنتج، والتصميم نهج شامل يأخذ في الاعتبار جميع جوانب المنتج، وهو عملية إنشاء منتجات جديدة أو تحسين منتجات حالية، وتعتمد إمكانية إنتاج أي سلعة بأدنى تكلفة ممكنة على مصمم تلك السلعة بالدرجة الأساس، لذا فان وقت التفكير في إنتاج أي سلعة يبدأ في مرحلة التصميم [20]. والتصميم مفهوم أو عملية أو نظام عادة ما يكون مفصل يشير الى شيء تم إنشاؤه عن قصد بواسطة وكيل تفكير، وهو عملية تخطيط وتنسيق جميع العناصر التي تدخل في إنتاج وحدة المنتج(غرض التكلفة) والتي تشمل عملية التصميم نفسها، وتعد عملية تصميم المنتج خطوة أساسية من خطوات أي عملية تصنيع، وعادة ما تكون عملية التصميم عملية تكرارية تتضمن تصميم أو إجراء تحديث على تصميم منتج وعملية تصنيعه من اجل تحسين الكفاءة أو الجودة، ومن المهم إشراك جميع الأطراف ذات العلاقة في عميلة تصنيع المنتج مثل المهندسين ومخططي الإنتاج ومراقبي الجودة والموردين [13]. ويمكن أن تختلف خطوات عملية التصميم اعتمادا على المنتج المراد إنتاجه والفريق الذي يقوم بتطويره، ولكن عادة ما تنطوي عملية التصميم على مجموعة عامة من الخطوات وكما يأتي [6]:

1. تحديد المشكلة والجمهور المستهدف: ماهي المشكلة المراد معالجتها في المنتج ولمن يتم تصميمه، مع فهم المشكلة والجمهور يمكن البدء بطرح الحلول.
2. تحديد مواصفات المنتج: وذلك من خلال تحديد المتطلبات الوظيفية والجمالية للمنتج فضلا عن معايير الجودة.
3. تصميم المنتج: إنشاء الرسومات والمخططات التفصيلية لتصميم المنتج.
4. تصميم عمليات التصنيع: من خلال تحديد سلسلة العمليات المطلوبة لإنتاج المنتج وكذلك المعدات والأدوات المطلوبة.
5. تصميم سلسلة التوريد: تحديد واختيار الموردين للمواد الخام والمكونات الأساسية اللازمة للإنتاج.

6. تنفيذ ومراقبة نظام الإنتاج: والذي يشمل تدريب العاملين وإعداد المعدات ومراقبة نظام الإنتاج لتحديد أي مشكلة تطرأ ومعالجتها.

3.1.5. متغيرات التصميم:

عادة ما تكون متغيرات الصميم عبارة عن قيم عددية يمكن استخدامها لتعديل شكل المنتج أو أبعاده أو خصائصه الوظيفية، ويمكن تصنيف متغيرات التصميم الى فئتين رئيسيتين هما [3]:

- متغيرات التصميم الهندسية: متغيرات التصميم الهندسي هي المعلمات القابلة للتعديل التي يمكن للمهندس معالجتها للتأثير على الأداء والوظيفة وخصائص النظام أو المنتج المصمم، يمكن أن تكون هذه المتغيرات كمية: مثل الأبعاد، وخصائص المواد، وظروف التشغيل. أو نوعية: مثل اختيار المواد، أو تشكيل المكونات، أو عمليات التصنيع.
- متغيرات التصميم المادية: هي السمات الملموسة التي تحدد الشكل المادي للنظام أو المنتج المصمم، وعادة ما تكون هذه المتغيرات كمية وتتضمن الأبعاد الهندسية مثل الطول والعرض والارتفاع والسمك و الانحناء أو خصائص المواد مثل الكثافة والقوة والصلابة والموصلية، أو خصائص السطح مثل الملمس، الخشونة، والنعومة والنهايات.

وتعد متغيرات التصميم الهندسية والمادية أدوات مهمة لمهندس التصميم، إذ يتمكن المهندسون من خلالها إنشاء منتجات ذات خصائص محددة تلبي احتياجات الزبائن، وتعد متغيرات التصميم الهندسية الأكثر استخداماً، إذ تسمح بتعديل حجم وشكل وأبعاد التصميم، وتستخدم متغيرات التصميم المادية لتغيير خواص نموذج التصميم مثل قوته وصلابته وكتلته، وتؤثر متغيرات التصميم الهندسي على تحديد طبيعة نظام وعمليات التصنيع، ويعتمد اختيار متغيرات التصميم المراد تنفيذها على هدف المنتج المراد تصميمه، فاذا كان الهدف تحسين متغير شكل أو حجم المنتج فان متغيرات التصميم المطلوبة ستكون هندسية، أما اذا كان الهدف تحسين متغير مثل تغيير الخواص الفيزيائية للمنتج فان متغيرات التصميم تكون مادية[17]. يجب أن يلبي التصميم حاجة حقيقية أو يحدث تحسناً في حياة المستخدمين، ويتطلب تصميم منتج فعال من حيث التكلفة وسهولة التصنيع مجموعة خطوات تتضمن مزيجًا من التخطيط ودقة التصميم وعمليات التصنيع الفعالة، والتي تبدأ بتحديد مواصفات واضحة للتصميم وتحديد غرض المنتج وطبيعة الجمهور المستهدف وذلك من خلال استخدام مبدأ التصميم من اجل التصنيع مع مراعاة بساطة التصميم وذلك بإزالة المكونات غير الضرورية والتفاصيل المعقدة، واختيار المواد بعناية من حيث القوة والوزن وقابلية إعادة التدوير فضلا عن التكلفة، ومراجعة بيانات الإنتاج بانتظام بشكل يضمن معالجة أوجه القصور في عمليات التصميم والتصنيع، وتحقيق التوازن بين فعالية التكلفة وجودة المنتج [12].

2.5. العلاقة بين متغير التصميم وعناصر التكاليف

1.2.5. تكلفة متغير التصميم:

تؤثر كل من متغيرات التصميم الهندسية والمادية بشكل مباشر على إجمالي تكاليف الإنتاج، إذ ترتبط المتغيرات الهندسية بالجوانب الوظيفية والتشغيلية للمنتج والتي تتضمن تكاليف تطوير التصميم وتكاليف الاختبار والتحقق من صحة التصميم فضلا عن تكاليف التصنيع، بينما ترتبط متغيرات التصميم المادية بمظهر وبناء المنتج والتي تتضمن تكاليف المواد والتجميع وكذلك تكاليف التصنيع، لذا فان تكاليف المتغيرات الهندسية اعلى من المادية وذلك لان المتغيرات الهندسية عادة ما تتطلب استثمارات كبيرة للبحث والتطوير والفحص والاختبار[14]. وفي المقابل قد تكون تكاليف متغيرات التصميم المادية مرتفعة أيضا خاصة في المنتجات المعقدة أو ذات القيمة المضافة العالية، وتعد مقارنة تكاليف متغيرات التصميم الهندسية مع تكاليف متغيرات التصميم المادية أمرا مهما وخاصة للشركات التي تقوم بتطوير منتجات جديدة، إذ يجب أن تأخذ هذه الشركات تلك التكاليف في الاعتبار عند تحديد سعر البيع، وفيما يلي بعض الأمثلة لكيفية تأثير متغيرات التصميم الهندسية ومتغيرات التصميم المادية على التكاليف [17]:

- المنتج ذو التصميم الفني المعقد، مثل الطائرة أو السيارة، سيكون له تكاليف تطوير وتصنيع عالية بشكل عام.
- المنتج ذو التصميم المادي المعقد، مثل المجوهرات أو الأجهزة الإلكترونية، عادة ما يكون له تكاليف مواد وتصنيع عالية.
- المنتج ذو التصميم الفني البسيط، ولكن التصميم المادي المعقد، مثل لعبة أو قطعة أثاث، سيكون له تكاليف تصنيع عالية بشكل عام.

ولكل متغير من متغيرات التصميم تكلفة خاصة به، والعلاقة بين تكلفة التصميم وتكلفة تلك المتغيرات علاقة طردية، فكلما زادت تكلفة المتغيرات فرادى زادت تكلفة التصميم، إذ تتكون إجمالي تكاليف التصميم من مجموع تكلفة متغيراته، وهناك تكلفة لكل متغير تكون عندها إجمالي تكاليف التصميم في حدها الأدنى والتي تمثل نقطة تحقيق التوازن بين الجودة والتكلفة، ومن اجل تحديد هذه التكلفة يجب إجراء دراسة شاملة لجميع المتغيرات التي تدخل في عملية التصميم وتحليل العلاقة بين كل متغير من متغيرات التصميم وإجمالي تكاليفه وهو ما يحدد التوازن المطلوب[18].

2.2.5. علاقة متغير التصميم بطبيعة التكلفة:

تمثل متغيرات التصميم العوامل التي يمكن التحكم بها إثناء عملية التصميم من اجل تحقيق النتيجة المرجوة من المنتج، ويمكن أن يكون تأثير متغيرات التصميم أكبر على التكاليف المباشرة التي ترتبط بشكل مباشر بتلك المتغيرات، مثل المواد المباشرة والأجور المباشرة فضلا عن تكاليف الخدمات المتغيرة والتي تتأثر بشكل مباشر بمتغير التصميم، أما التكاليف غير المباشرة والتي لا ترتبط بشكل مباشر بمتغير التصميم يمكن أن يكون لها أثر ولكن أقل من المباشرة، وتتضمن متغيرات التصميم العناصر التالي[11]:

- نوع وجودة المواد المستخدمة في تصنيع المنتج والتي تمثل العامل الرئيس في تصميم المنتج.
- الخطوات المتبعة في عمليات التصنيع.
- خصائص وميزات ووظائف المنتج المراد تصنيعه.

ويرى (Teng) بان أثر متغير التصميم على عناصر التكاليف يختلف بالاعتماد على مجموعة من العناصر والتي منها؛ طبيعة المنتج المراد تصنيعه، وأهمية متغير التصميم الوظيفية التي ترتبط بخصائص المنتج وكيفية أدائه لوظيفته بعد إجراء التغيير، وهناك مجموعة من متغيرات التصميم التي يمكن أن تؤدي الى ارتفاع حجم إجمالي التكاليف؛ مثل حجم المنتج وطبيعة وحجم التغير وحجم تكلفة المواد والأجور والخدمات التي يتطلبها إنجاز ذلك التغير، وصعوبة وتعقد التصميم، فكلما كان التصميم أكثر تعقيدا اصبح أكثر تكلفة لما يتطلبه من تخطيط وتنفيذ ودقة، فضلا عن المواد الخام مرتفعة الأثمان التي قد يتطلبها التصميم وتكاليف نقلها وتصنيعها، إلا أن هناك مجموعة من متغيرات التصميم يمكن أن تؤدي الى تخفيض التكاليف؛ مثل سهولة التصميم وبساطة المواد الخام والتخطيط الفعال للتصميم [15]. وغالبا ما تكون العلاقة بين متغيرات التصميم وإجمالي تكلفة الإنتاج علاقة مركبة ومعقدة، وهذا يعني أن أي تغيير بسيط في التصميم يمكن أن يكون له تأثير كبير على إجمالي تكاليف الإنتاج، قد تزيد بعض التكاليف وتنخفض أخرى، إلا انه يبقى الهدف الرئيسي من تغيير التصميم هو تخفيض التكاليف مع تلبية متطلبات الزبائن، ومن خلال فهم العلاقة بين متغيرات التصميم وإجمالي تكاليف الإنتاج يمكن للإدارة اتخاذ قرارات أكثر عقلانية تؤدي الى إيجاد تصميم فعال من حيث التكلفة، ومن خلال النظر الى الآثار المترتبة على تكاليف قرار التصميم المختلفة تستطيع الشركات تجنب الأخطاء الممكنة الحصول واتخاذ قرارات مناسبة من شانها أن تؤدي الى تصميم منتج أكثر ربحية، ومن الممكن أن يؤثر كل متغير من متغيرات التصميم على إجمالي تكاليف الإنتاج من خلال التالي[1]:

1- حجم المنتج: كلما كان حجم المنتج أكبر يتطلب تكاليف تصميم وتصنيع اعلى.
2- طبيعة المواد المستخدمة في التصميم: لطبيعة المواد المستخدمة في التصميم أهمية كبيرة على تكلفة المنتج، هناك منتجات مصممة ليتم إنتاجها بمواد ذات تكاليف أقل وهناك منتجات تم تصميمها بمواد مرتفعة التكلفة.
3- طبيعة عمليات التصنيع: لعمليات التصميم المختلفة والتي يحددها تصميم المنتج أثر كبير جدا في حجم التكاليف.
4- التعقيد: كلما كان المنتج أكثر تعقيدًا، كلما كان إنتاجها أكثر صعوبة وتكلفة، وذلك لأن المنتجات الأكثر تعقيدًا تتطلب المزيد من الوقت والعمل لتصميمها وتصنيعها واختبارها.
5- التخصيص: غالبًا ما يكون إنتاج المنتجات المخصصة أكثر تكلفة من المنتجات والخدمات القياسية، وذلك لأن المنتجات المخصصة تتطلب المزيد من الوقت والعمل لتصميمها وتصنيعها.
6- الكفاءة: يمكن أن تؤثر كفاءة عملية الإنتاج أيضًا على التكاليف، يمكن لعمليات الإنتاج الأكثر كفاءة أن تخفض من التكاليف عن طريق استخدام مواد وطاقة وعمالة أقل.

3.2.5. التنبؤ بتكاليف الإنتاج بناءًا على متغيرات التصميم بأسلوب تحليل التكلفة:

من المهم ملاحظة بانه لا توجد تقنية أو منهج مثالي للتنبؤ بتكاليف الإنتاج بناءًا على متغير التصميم، إذ تختلف طريقة التنبؤ باختلاف المتغير المراد إيجاده أو تحديثه، ويعد التنبؤ بتكاليف الإنتاج بناءًا على متغير التصميم مهمة معقدة يمكن أن تتأثر بمجموعة من العوامل، بما في ذلك تكلفة المواد والأجور وتكلفة الخدمات فضلا عن طبيعة تعقيد التصميم وكفاءة عمليات التصنيع [16]. ويمكن التنبؤ بتكاليف الإنتاج بناءًا على متغيرات التصميم باستخدام مجموعة متنوعة من الطرائق مثل تحليل التكلفة والمحاكاة والنماذج التنبؤية، وتعد طريقة تحليل التكلفة طريقة بسيطة وفعالة للتنبؤ، وذلك من خلال تحديد عناصر التكلفة المرتبطة بإنتاج المنتج، ثم تقدير تكلفة كل عنصر من هذه العناصر، وتستخدم هذه الطريقة عند وضع تصميم جديد أو تحديث منتج قائم [10]. وتختلف طريقة التنبؤ بتكاليف الإنتاج بناءًا على متغيرات التصميم واعتمادا على مدى تعقيد المنتج، فضلا عن حجم البيانات المتاحة ودقة التنبؤ المطلوبة، ومن أهم متغيرات التصميم التي يمكن استخدامها للتنبؤ بتكاليف الإنتاج التالي[10] :

- المواد المستخدمة.
- تعقيد التصميم.
- حجم المنتج.
- مستوى الجودة المطلوب.

وقد يرتبط متغير المواد المطلوبة بتكاليف الوحدة المنتجة، ويرتبط تعقيد التصميم بعمليات ووقت التصنيع وأجور العمل، ويرتبط حجم المنتج بتكلفة المواد والتصنيع معاً، وباستخدام متغيرات التصميم المناسبة يمكن للشركات تحسين دقة تقدير تكاليف الإنتاج والتنبؤ بها وهو ما يساعد تلك الشركات في اتخاذ قرارات مستنيرة بشأن التصميم والإنتاج.

ويرى (Heiser & Ulrich) أن لمتغير التصميم تأثير كبير على إجمالي تكاليف الإنتاج، إذ تعد جودة التصميم والسعر من العوامل الرئيسة التي تحدد قيمة المنتج في السوق، وتلعب عملية التصميم نفسها دورًا حاسمًا في تحديد التكلفة الإجمالية للمنتج، حيث يتم تحديد حوالي (75-80%) من التكلفة الإجمالية للمنتج حسب التصميم، بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يؤدي تحسين تخطيط المصنع إلى تقليل مسافات تدفق المواد، مما يؤدي إلى تقليل تكاليف التشغيل بحوالي(5 إلى 10%)، علاوة على ذلك، فإن العثور على التفاوتات المثلى لكل خاصية في التصميم يمكن أن يساعد في تحقيق التوازن بين تكلفة التصنيع وفقدان الجودة، مما يؤدي إلى تحسين الجودة وخفض التكلفة، ولذلك، يعد التنسيق الدقيق بين متغيرات التصميم والتصنيع والتسويق ضروريًا لتحديد التسعير الأمثل وجودة التصميم واستراتيجيات الإنتاج، والتي يمكن أن تؤثر في النهاية على إجمالي تكاليف الإنتاج[5]. وعند التنبؤ بتكاليف الإنتاج، فإن أهم متغيرات التصميم التي يجب مراعاتها هي السمات الإنشائية والتصنيعية والتنظيمية المتعلقة بالمنتج المصمم والتي تشمل مجموعة من العوامل مثل المواد والأحجام والأشكال ودقة التصنيع ومتطلبات المعدات، فضلا عن ذلك.. ينبغي أن يؤخذ في الاعتبار التفاعل بين خصائص المنتج وعملية التصنيع، ومعرفة إلى أي مدى ملاءمة التصميم لقدرات الشركة، ومستوى الأتمتة القائم، وتنظيم خطوط الإنتاج، علاوة على ذلك، ينبغي النظر في هندسة التصميم بمساعدة الكمبيوتر، ومحاكاة المصنع الديناميكية، ومعرفة عمليات التصنيع وتكلفة المكونات، وتعد ميزات التصميم وارتباطها بعمليات التصنيع أمرًا بالغ الأهمية لتقدير التكلفة بدقة خاصة في مراحل التصميم المبكرة [9] . وتعتمد طريقة تحليل التكلفة عند التنبؤ بتكاليف الإنتاج على أساس متغيرات التصميم على

افتراض أن تكاليف الإنتاج هي دالة لمتغيرات التصميم، وللتنبؤ بتكاليف الإنتاج يجب تحديد متغيرات التصميم التي يكون لها تأثير مباشر على التكاليف مثل متغيرات الحجم؛ مثل حجم المنتج وحجم الإنتاج وحجم سلسلة التوريد، ومتغيرات التعقيد، مثل تعقيد المنتج، وتعقيد عملية الإنتاج، وتعقيد سلسلة التوريد، ومتغيرات التكنولوجيا، مثل التكنولوجيا المستخدمة في عمليات التصنيع، والتكنولوجيا المستخدمة لإدارة الإنتاج، والتكنولوجيا المستخدمة لإدارة سلسلة التوريد، ومتغيرات الجودة، مثل متطلبات جودة المنتج، ومتطلبات جودة عملية الإنتاج، ومتطلبات جودة سلسلة التوريد، فضلا عن؛ المواد المستخدمة وطريقة التصنيع وما الى ذلك، وتجميع البيانات المتعلقة بتلك المتغيرات وتكاليف الإنتاج المقابلة لها، ثم استخدام أي طريقة إحصائية لتحليل تلك البيانات وتحديد العلاقة بين متغيرات التصميم وتكاليف الإنتاج[4].

6. الإطار العملي

1.6. مجتمع وعينة البحث:

يتمثل مجتمع البحث (بالشركة العامة للصناعات الإنشائية) وهي وحدة اقتصادية إنتاجية ممولة ذاتيا ومملوكة بالكامل للدولة، وتتمتع بشخصية معنوية وذات استقلال مالي وإداري، مركزها في بغداد ولها عدد من الفروع في بعض المحافظات، رأسمال الشركة (1031126000) دينار عراقي، تساهم الشركة في دعم خطط التنمية من خلال مجموعة من القطاعات الإنتاجية، أحد أهم هذه القطاعات هو قطاع المواد البلاستيكية واهم مصانع هذا القطاع هو عينة البحث (مصنع النعمان) المتخصص بصناعة مجموعة متنوعة من الصناعات البلاستيكية منها؛ منظومات الري بالرش وملحقاتها وإنتاج الأنابيب البلاستيكية(PVC) محل الدراسة بمختلف القياسات والأنواع، ويمارس المصنع مهامه من خلال مجموعة متنوعة من الشعب والوحدات الإدارية منها؛ المالية والإدارية والسيطرة النوعية والصيانة والخدمات والمشاريع والهندسية والتدوير والتخطيط وبثق الأنابيب والحقن البلاستيكي، وقد تم اختيار خط إنتاج أنابيب (PVC) كونها الأكثر استخداما في بيئة العمل العراقية.

2.6. نظام محاسبة التكاليف في المصنع:

تفرض طبيعة تصنيع الأنابيب اعتماد نظام تكاليف المراحل الإنتاجية، إذ أن عملية التصنيع في المصنع تمر بمراحل متعددة ومتتالية لإكمال الإنتاج، والتي هي كما يأتي:

- مرحلة التحضير وخلط المكونات الأساسية.
- مرحلة تشكيل المواد الخام بشكل أنبوب.
- مرحلة تصنيع الأنابيب.
- مرحلة رزم الأنابيب وتجهيزها للبيع.

وعادة ما يلبي المصنع حاجة السوق إلا انه يلبي الكثير من الطلبيات الخاصة التي ترد من شركات اختصاصية، تحدد تلك الشركات المواصفات الميكانيكية للأنابيب المطلوبة حسب طبيعة أعمالها، وتتكون تكاليف الإنتاج في المصنع من التالي:

1- تكلفة المواد المباشرة وهي (PVC).
2- تكلفة التحويل (الأجور المباشرة والتكاليف الصناعية غير المباشرة).

تشكل تكلفة المواد المباشرة (PVC 67) الجزء الأعظم من تكاليف الإنتاج تصل الى (85%) من إجمالي التكاليف وتعد التكاليف الأكثر تغيرا، إذ تتغير إجمالي تكاليف عنصر المواد المباشرة بشكل متناسب مع حجم الإنتاج من جهة ومع متغيرات التصميم من جهة أخرى، وتدخل جميع المواد المباشرة في بداية المرحلة الأولى من مراحل التصنيع والمتمثلة بمرحلة التحضير والخلط، أما تكاليف التشكيل المتمثلة (بالأجور المباشرة والتكاليف الصناعية غير المباشرة) فإنها تدخل بشكل منتظم ومستمر، وتتميز بكونها تكاليف شبه ثابتة، وذلك لثبات أجور العمل وعدم تأثرها بحجم الإنتاج، حيث يمكن استخدام نفس القوى العاملة ضمن مستويات مختلفة من الإنتاج، وثبات تكاليف الخدمات التي تمثل تكاليف البنى التحتية للمصنع.

3.6. مكونات خلطة المواد في صناعة الأنابيب البلاستيكية:

تختلف مكونات خلطة المواد في صناعة الأنابيب حسب المواصفات الميكانيكية للأنابيب المطلوب صنعها، الآن انه بشكل عام، تتكون خلطة المواد في صناعة أنابيب (PVC) من المكونات التالية:

1- مادة البولي فينيل كلوريد (PVC) وهي المادة الأساسية.
2- المواد المالئة (Filler) وهي مادة كربونات الكالسيوم ($CaCo_3$).
3- المضيفات الأخرى وهي:
   أ- المثبت الحراري: يجعل الخلطة تتحمل درجات حرارة عالية.
   ب- المشحمات: يقلل من الاحتكاك بين مكونات الخلطة ويحول الحركة الى حرارة ويمنع التصاق الخليط بالسطوح الساخنة.
   ت- الألوان والصابون المعدني والمشغلات الأخرى.

وتتميز مادة (PVC) بانها مادة متاحة، يمكن تشكيلها وإعادة تشكيلها بالحرارة، لا تذوب بالماء أو الكحول، متوسط حجم الحبيبات يتراوح بين (100-180) ماكرون، درجة انصهارها يتراوح بين (100- 260) درجة مئوية وزنها النوعي يتراوح بين (1.35 – 1.45).

4.6. تحليل متغيرات التصميم:

من خلال متغيرات التصميم يمكن التنبؤ وتحديد تكلفة المواد المباشرة في صناعة الأنابيب البلاستيكية، كما ويمكن تحديد متغيرات التصميم بناءًا على التكلفة المستهدفة بهدف تحقيق ربحية مستهدفة، وقد تم اعتماد عدد من المتغيرات التي يمكن من خلالها التنبؤ بتكلفة المواد المباشرة المستخدمة في الإنتاج وهي كما يلي:

- متغير نسب خلط المواد اعتمادا على المواصفات الميكانيكية.

- متغير قطر الأنبوب اعتمادا على كمية التصريف المطلوبة.
- متغير سمك الجدار الخارجي اعتمادا على طبيعة الاستخدام.

أولا: متغير نسب خلط المواد: يتم تحديد المواصفات الميكانيكية للأنبوب حسب طبيعة استخدامه، وهي المحرك الأساسي لمتغير نسب خلط المواد، والمقصود بالمواصفات الميكانيكية مقاومة الضغط والشد والصلابة ومقاومة التآكل وتحمل الضغط الداخلي والخارجي، ، وتعد (PVC) المادة الأساسية الأكثر تكلفة والأشد صلابة في صناعة الأنابيب وكلما ارتفعت نسبتها ارتفعت تكلفة المواد المباشرة وبالتالي إجمالي تكاليف الإنتاج، ثم مادة كربونات الكالسيوم التي تعتبر مادة مالئة تملأ الفراغات بين حبيبات (PVC)، أما المعاملات فهي مجموعة متنوعة من المواد الكيميائية تدخل بكميات قليلة إلا انه تم إجمالها بنسبة لا تتجاوز (10%) من مكونات الخلطة وهي عبارة عن؛ المثبتات الحرارية، المشحمات، والألوان، المواد المقاومة للتآكل والحرارة ، وخلال فترة البحث كانت نسب الخلط الأكثر استخدماً بناءًا على المواصفات الميكانيكية والتي تم الاطلاع عليها في المصنع كما في الجدول (1) أدناه:

جدول (1) يبين نسب المواد لكل كيلوغرام حسب المواصفات الميكانيكية للأنبوب

المادة	المواصفات الميكانيكية للأنبوب			
	مقاومة الضغط	مقاومة الشد	مستوى الصلابة	مقاومة التآكل
بولي فينيل كلوريد (PVC)	%60	%40	%50	%30
كربونات الكالسيوم	%30	%50	%40	%60
المعاملات (المثبتات والمشحمات والألوان والمواد المقاومة للتآكل والحرارة)	%10	%10	%10	%10

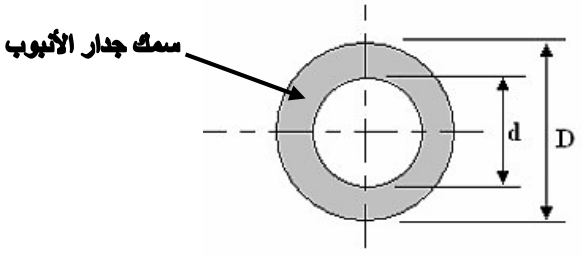
ثانياً: متغير قطر الأنبوب: تختلف أقطار الأنابيب باختلاف استخدامها وطبيعة وحجم الطاقة التصريفية للمياه المستخدمة في تصريفها، إذ تتطلب بعض أعمال البنى التحتية مثل شبكات الماء والمجاري أحجام وأقطار متنوعة، ويوصف قطر الأنبوب بالقطر الاسمي وهو عدد صحيح للتعبير عن حجم دائري يتم الرجوع له عند اختيار ملحقات الأنابيب المتوافقة في أنظمة الربط المختلفة والتي يرمز له بالرمز (DN)، وعادة ما يتم استخدام (ملم) كونها تتوافق مع نظام الوحدات الدولي، وينعكس حجم القطر بشكل مباشر على تكلفة عنصر المواد المباشرة، وقد كانت أقطار الأنابيب الأكثر طلبا خلال فترة البحث كما في الجدول (2) أدناه:

الجدول (2) يبين أقطار الأنابيب القياسية الأكثر طلبا خلال فترة البحث (القطر الداخلي والقطر الخارجي)

القطر الاسمي (DN)	قطر الأنبوب الداخلي (ملم) (d)	قطر الأنبوب الخارجي (ملم) (D)
DN 4"	100	114.3
DN 6"	150	168.3
DN 8"	200	219.1
DN 10"	250	273
DN 12"	300	323.8

ثالثاً: متغير سمك الجدار الخارجي: تفرض طبيعة استخدام الأنبوب سمك معين للجدار الخارجي، والتي يختلف باختلاف الضغط الداخلي والخارجي ومستوى ضغط السائل المدفوع بالأنبوب والتي تقاس بـ (البار)، وكلما ارتفع مستوى الضغط يؤخذ سمك الجدار الخارجي للأنبوب بالحسبان، الأمر الذي ينعكس على كمية المواد المستخدمة وهو ما يؤثر مباشرة على تكاليف المواد المباشرة، إذ يتم احتساب مساحة مقطع الأنبوب العرضي لاحتساب كمية المواد المطلوبة والتي تختلف من قطر الى آخر، وذلك من خلال ضرب مساحة مقطع الأنبوب بالوزن النوعي السائد لمادة (PVC) وهو (1.35) وكما في الشكل (1) أدناه:

مساحة المقطع $A = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$



الشكل (1) يبين حساب مساحة مقطع الأنبوب العرضي لمعرفة كمية المواد المطلوبة لكل متر طول.

والجدول (3) يعرض كمية المادة المطلوبة (كيلوغرام) لكل متر طول بناءًا على متغير سمك جدار الأنبوب ومساحة مقطعه وحسب قطر الأنبوب:

الجدول (3) يبين كمية المواد المطلوبة بالكيلو غرام لكل متر طول حسب سمك الجدار

القطر الاسمي (DN)	سمك جدار الأنبوب (ملم)	مساحة مقطع جدار الأنبوب (سم)^2 (A)	كمية المواد كغم / المتر طول
DN 4"	7.15	0.241	3.251
DN 6"	9.15	0.458	6.179
DN 8"	9.55	0.629	8.491
DN 10"	11.5	0.945	12.759
DN 12"	11.9	1.167	15.748

5.6. تحليل تكلفة المواد المباشرة حسب متغيرات التصميم:

تشكل تكلفة المواد المباشرة الجزء الأكبر من تكاليف إنتاج الأنابيب البلاستيكية، وتشكل تكلفة مادة البولي فينيل كلوريد (PVC) الجزء الأعلى من تلك التكلفة، تم تليها تكلفة المعاملات والتي هي عبارة عن مواد كيمائية مرتفعة الثمن وأخيرا تكلفة كربونات الصوديوم ($CaCo_3$) وهي التكلفة الأقل بين مكونات الخليط، وكانت تكاليف شراء الطن من كل مادة من تلك المواد والنسب القياسية الشائعة الاستخدام في صناعة الأنابيب من كل مادة كما في الجدول (4) أدناه:

الجدول (4) يبين تكلفة شراء الطن والكيلوغرام والنسب القياسية الأكثر استخداما في صناعة الأنابيب البلاستيكية

المادة	تكلفة الطن/ دينار	النسبة القياسية	تكلفة الكيلوغرام من المواد/ دينار
بولي فينيل كلوريد (PVC)	2250000	%65	1462.50
كربونات الكالسيوم	270000	%25	67.50
المعاملات	2150000	%10	215
إجمالي تكلفة الكيلو غرام من المواد المباشرة حسب النسب القياسية			**1745**

وبناءًا على بيانات الجدول (4) أعلاه تم احتساب تكلفة كل مادة من المواد المباشرة الداخلة في الإنتاج على مستوى الكيلو غرام، لأغراض احتساب كمية المواد اللازمة لإنتاج المتر طول وحسب قطر كل أنبوب، وذلك من خلال حصر وتجميع حصة المتر الواحد من تلك التكاليف، وقد كانت إجمالي تكلفة الكيلوغرام من خليط المادة (1745) دينار، وبناءًا على بيانات الجدول(3) والذي يعرض كمية المادة المطلوبة بالكيلوغرام لكل متر طول بناءًا على متغير سمك جدار الأنبوب ومساحته المقطعية، تم احتساب إجمالي تكلفة المواد المباشرة المطلوبة لإنتاج المتر طول وحسب القطر الاسمي للأنبوب وكما في الجدول (5) أدناه:

الجدول (5) يبين كمية وتكلفة المواد المباشرة لكل متر طول حسب القطر الأسمي للأنبوب

القطر الاسمي (DN)	الكمية (كيلوغرام) لكل متر طول	تكلفة الكيلو غرام من المواد/ دينار	إجمالي تكلفة المواد المباشرة للمتر طول حسب كل قطر/ دينار
DN 4"	3.251	1745	**5673**
DN 6"	6.179	1745	**10782**
DN 8"	8.491	1745	**14817**
DN 10"	12.759	1745	**22264**
DN 12"	15.748	1745	**27480**

من بيانات الجدول أعلاه يتضح بانه على الرغم من أن متغير التصميم – قطر الأنبوب- يتغير بشكل خطي إلا أن تغير كمية المواد اللازمة للإنتاج لكل متر وتكلفتها لا تتغير خطيا وذلك لان الزيادة في المساحة المقطعية للأنبوب تتزايد بشكل تربيعي مع الزيادة في قطر الأنبوب، فضلا عن ارتفاع تكلفة المواد المباشرة حسب كل قطر، فان تكاليف التصنيع الأخرى ترتفع كلما زاد قطر الأنبوب لما يتطلبه من آلات ومعدات وعاملين وطاقة.

ويعرض الجدولان (6 و7) أدناه أنموذج مقترح لاحتساب تكلفة المواد المباشرة لكل متر طول حسب متغير القطر، ويظهر في الجدولين تكلفة مكونات المادة المباشرة وهي (PVC) وكربونات البوتاسيوم والمعاملات للمتر طول، وقد تم توزيع التكلفة المحسوبة في الجدول (5) بالاعتماد على النسب الظاهرة في الجدول (1) وكما يأتي:

الجدول (6): يبين نموذج مقترح لاحتساب تكلفة المواد المباشرة لإنتاج المتر طول من الأنابيب البلاستيكية نوع (PVC) حسب القطر الاسمي

المواصفات الميكانيكية للأنبوب	كمية وتكلفة المواد المباشرة لإنتاج المتر طول حسب نسب المواصفات الميكانيكية ولكل قطر أسمي											
	4"				6"				8"			
	PVC	كربونات الكالسيوم	المعاملات	إجمالي تكلفة المواد	PVC	كربونات الكالسيوم	المعاملات	إجمالي تكلفة المواد	PVC	كربونات الكالسيوم	المعاملات	إجمالي تكلفة المواد
مقاومة الضغط	3404	1702	567	**5673**	6469	3235	1078	**10782**	8890	4445	1482	**14817**
مقاومة الشد	2269	2836	567	**5673**	4313	5391	1078	**10782**	5927	7408	1482	**14817**
مستوى الصلابة	2836	2269	567	**5673**	5391	4313	1078	**10782**	7408	5927	1482	**14817**
مقاومة التآكل	1702	3404	567	**5673**	3235	6469	1078	**10782**	4445	8890	1482	**14817**

الجدول (7): يبين نموذج مقترح لاحتساب تكلفة المواد المباشرة لإنتاج المتر طول من الأنابيب البلاستيكية نوع (PVC) حسب القطر الاسمي

المواصفات الميكانيكية للأنبوب	كمية وتكلفة المواد المباشرة لإنتاج المتر طول حسب نسب المواصفات الميكانيكية ولكل قطر أسمي							
	10"				12"			
	PVC	كربونات الكالسيوم	المعاملات	إجمالي تكلفة المواد	PVC	كربونات الكالسيوم	المعاملات	إجمالي تكلفة المواد
مقاومة الضغط	13359	6679	2226	**22264**	16488	8244	2748	**27480**
مقاومة الشد	8906	11132	2226	**22264**	10992	13740	2748	**27480**
مستوى الصلابة	11132	8906	2226	**22264**	13740	10992	2748	**27480**
	6679	13359	2226	**22264**	8244	16488	2748	**27480**

6.6. فرضية البحث وتحليل نتائج الأنموذج وفق متغيرات البحث:

باستخدام بيانات الجدولين (6 و7) يمكن إثبات فرضية البحث التي مفادها: (**يمكن اقتراح أنموذج للتنبؤ بتكاليف المواد المباشرة اعتماداً على متغير التصميم**)، وبما أن الأنابيب البلاستيكية تستخدم في مجموعة واسعة من الاستخدامات وتختلف طبيعة كل استخدام عن الآخر، وهو الأمر الذي يؤدي الى اختلاف نسب مزيج المواد المباشرة (احد متغيرات التصميم) المستخدمة في صناعة تلك الأنابيب، لذا يتم تحديد المتغير الأكثر أهمية بناءًا على طبيعة تلك الاستخدامات وينعكس هذا الأمر على كمية وتكلفة المواد المستخدمة في التصنيع، ويظهر في الجدولين (6 و7) أن إجمالي تكاليف المواد المباشرة تختلف حسب متغير التصميم (القطر الاسمي) وكذلك تختلف تفاصيل إجمالي تكلفة المواد المباشرة حسب المواصفات الميكانيكية المتمثلة بمقاومة الضغط والشد والتآكل ومستوى الصلابة، إذ يشكل الفرق في (متغير التصميم) قطر الأنبوب للقطرين ("4) و ("6) نسبة (33%) في حين أن نسبة الزيادة بين إجمالي تكلفة المواد المباشرة المبنية على متغير التصميم (نسب مزج المواد) للقطرين تشكل (47%) والسبب هو (متغير التصميم) المتمثل بسمك جدار الأنبوب الذي تحدده المواصفة الميكانيكية للأنبوب، وينعكس هذا الأمر على باقي أقطار الأنابيب.

7. الاستنتاجات:

توصل البحث الى مجموعة من الاستنتاجات أهمها:

1-هناك تأثير مباشر لمتغيرات التصميم الهندسية والمادية على تكاليف المواد المباشرة وتكاليف الإنتاج بشكل عام، وترتبط المتغيرات الهندسية بالجوانب الوظيفية والتشغيلية للمنتجات والتي قد تتطلب استثمارات كبيرة تتعلق بالبحث والتطوير من جهة والفحص والاختبار من جهة أخرى، في حين ترتبط المتغيرات المادية بمظهر وبناء المنتج والتي تتضمن تكاليف المواد المباشرة فضلا عن تكاليف التجميع والتصنيع.

2-لمتغيرات التصميم تأثير كبير على جميع عناصر التكاليف سواء كانت المباشرة أو غير المباشرة، إلا أن تأثيرها أكبر على التكاليف المباشرة كون المواد المباشرة تشكل أكبر جزء من هيكل التكاليف، على الرغم من أن هناك منتجات يتم تصميمها ليتم إنتاجها بتكاليف مرتفعة وهناك منتجات يتم تصميمها ليتم إنتاجها بتكاليف منخفضة.

3-تتحكم متغيرات التصميم بتصميم عمليات التصنيع، وكلما كانت تلك المتغيرات معقدة فإنها تتطلب عميات تصنيع مكلفة، والتنسيق الدقيق بين كل من متغيرات التصميم والتصنيع ضروريا لاتخاذ قرارات التسعير والإنتاج المناسبة.

4-كلما كان التصميم أكثر تعقيدا ارتفعت تكاليف الإنتاج، وغالبا ما تكون تكاليف المنتجات المخصصة أكثر تكلفة من المنتجات القياسية، فقد تتطلب بعض المنتجات المخصصة تعديل في عمليات التصنيع الأمر الذي ينعكس على ارتفاع التكاليف.

8. التوصيات:

وعلى ضوء تلك الاستنتاجات يطرح البحث مجموعة من التوصيات وكما يلي:

1-ضرورة التنسيق المنظم بين فريقي التصميم الهندسي والمادي لضمان التوافق بينهما بشكل يحقق التوازن بين الوظائف التشغيلية للمنتجات وتكلفة المواد المباشرة، ولتحسين كفاءة ودقة التصميم والتصنيع يفضل استخدام تقنيات التصميم الحديثة المبنية على الأتمتة.

2-ضرورة الاهتمام باختيار المواد المباشرة ونسب خلطها وكمياتها خلال فترة التصميم، وإجراء تحليل شامل لتأثير متغيرات التصميم عليها وذلك قبل اتخاذ قرار تصميم المنتج، لما لهذه المتغيرات من تأثير كبير على تكاليف تلك المواد.

3-لضمان كفاءة عمليات التصنيع وتخفيض تكاليف المواد المباشرة يوصي البحث بضرورة التنسيق بين متغيرات التصميم وتصميم عمليات التصنيع وذلك من خلال اختيار تقنيات التصنيع الملائمة لتلك المتغيرات بشكل يساعد على تخفيض وقت وتكلفة الإنتاج وتقليل الأخطاء في عمليات التصنيع وزيادة الإنتاجية.

4-لمواجهة ارتفاع التكاليف جراء تعقيد التصميم أو إنتاج منتجات مخصصة يوصي البحث بإجراء دراسات جدوى شاملة قبل البدء بعمليات التصنيع وذلك من خلال تقدير تكلفة المواد المباشرة وتكلفة التشكيل وعمليات التصنيع والتسويق والتوزيع لضمان تحقيق الربحية المطلوبة.

References:

[1] AnoxKaldnes,(2023),(Innovative and Integrated Technologies for the Treatment of Pharmaceutical Industry Wastewater), ISBN: 9781843393436, IWA Publishing.

[2] Bhimani, Alnoor. Horngren, Charles T. Datar, Srikant M. Foster, George.,(2008),(MANAGEMENT and COST ACCOUNTING), Fourth Edition, Pearson Education Limited.

[3] Dieter, G.E. Schmidt, L. C.,(2009),(Engineering design: A materials and processing approach),4th edition, ISBN: 0071360544,McGraw-Hill.

[4] Dupont, A. Martin, B., (2022), (The impact of design variables on production costs), French Management Review, 48(2),

[5] Heiser, H. Ulrich, K. T.,(2012),(Cost management for engineering and manufacturing: Principles and techniques), 5th edition, Boston: McGraw-Hill.

[6] Heskett, James L.,(2017),(Production/Operations Management: Strategy, Innovation, and Performance), 10th edition, Boston: Cengage Learning.

[7] Horngren, Charles T. Datar, Srikant M. Rajan, Madhav V. (2015),(Cost Accounting A Managerial Emphasis), Fifteenth Edition, Global Edition, Pearson Education Limited.

[8] J, Xu. H, Lv. Wang, L. Zhang, Y.,(2018),(A hybrid approach for cost estimation of complex products based on fuzzy rough sets and artificial neural networks), International Journal of Production Research, Volume: 56, Issue: 1.

[9] Kwak, B. M., Hong, Y. S., (2017).(Design for cost-effectiveness in product development), CRC Press.

[10] Lee, J., & Park, S., (2017),(A hybrid cost estimation model using support vector regression and case-based reasoning for early design stages), Journal of Intelligent Manufacturing, 28(3).

[11] Liu, Z., Wang, W., & Chen, L.,(2022),(Impact of Direct and Indirect Costs on Design Variables of Electrified Vehicles), Sustainability Journal, Volume,14, Issue,12.

[12] Norman, Don.,(2013),(The Design of Everyday Things: Revised and Expanded Edition), ISBN: 978-0465050659, Basic Books, HarperCollins.

[13] Slack, Nigel. Chambers, Stuart. Johnston, Robert.,(2020),(Operations Management), 8th edition, Harlow, UK: Pearson Education.

[14] Stone, R., Wood, K. Lewis, H.,(2023),(Cost management for engineering and manufacturing: Enhancing enterprise competitiveness),3rd edition, McGraw-Hill Education.

[15] Teng, Thomas C.,(2016),(Building Construction: Principles, Materials, and Systems), 5th edition ,ISBN-13: 978-0130494214, Pearson Education Limited.

[16] Tiwari, A. Jain, S. Kumar, P.,(2022),(Forecasting Production Costs Based on Design Variables: A Review of Methods), International Journal of Production Research, Volume,60, Issue,1.

[17] Ulrich, K. T. Eppinger, S. D.(2011),(Product design and development), 5th edition, ISBN-13: 978-0073404772,McGraw-Hill.

[18] Ulrich, Karl T. Eppinger, Steven D.,(2023),(Product Design and Development), 7th Edition, ISBN: 978-0078029066, McGraw-Hill Education.

[19] Verganti, R.,(2009),(Design-driven innovation: Changing the rules of business competition), ISBN: 978-1-4221-2482-6, Harvard Business Press.

[20] Wardell, Anders.,(2015),(Identity references in product design: An approach for inter-relating visual product experience and brand value representation), 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics, Industrial Design, Lund University, Lund, Sweden.

DOI: https://doi.org/10.31272/jae.i145.1285
Available online at: https://admics.uomustansiriyah.edu.iq/index.php/admeco

Journal of Administration & Economics

Mustansiriyah University
College of Administration & Economics

P-ISSN: 1813 - 6729

E- ISSN: 2707-1359

Proposed Model for Predicting The Cost of Direct Material Items Based on Design Variables Field Study: Al-Noman PVC Pipe Factory

Abdul-Hussein Lahmood Yassir
Dep. of Accounting Technical, Middle Technical University, Baghdad, Iraq.
Email: husseinlahmood2@gmail.com, ORCID ID:\ https://orcid.org/

Article Information

Article History:
Received: 3 / 1 / 2024
Accepted: 30 / 1 / 2024
Available Online: 1 / 9 / 2024
Page no: 83 – 92

Keywords:
Proposed Forecasting Model , Direct Materials Cost , Design Variables .

Correspondence:
Researcher name:
Abdul-Hussein Lahmood Yassir
Email:husseinlahmood2@gmail.com

Abstract

The research aims to analyse the impact of design variables on the direct material cost in the plastic pipe manufacturing industry, a key material in construction industries. The study focuses on presenting a model to predict the cost of this component, as accurate forecasting is essential for manufacturing companies to control costs, improve resource allocation, and achieve profitability. Since direct materials constitute the majority of production costs, traditional cost estimation methods often rely on historical data, which cannot account for the influence of design choices on material costs. This research introduces a model based on design variables to determine direct material costs, emphasising the mechanical specifications of the pipes used. The model allows for the application of target costing techniques, enabling its use in the early design stages to determine precise material quantities and make informed design decisions. The study utilised real-world data from the manufacturing environment. It reached several vital conclusions, the most important of which is that engineering and material design variables significantly impact direct material costs and overall production. Engineering variables are associated with the product's functional aspects, while material variables relate to the product's appearance and structure. Based on these findings, the research recommends the need for coordination between engineering and material design teams to balance product functionality and direct material costs, providing a better understanding of the impact of these variables on production costs.