

Design to cost to reduce costs

Ayad Adil Alfayyadh

College of Administration and Economics- University
of Baghdad

Ayad.abd2206p@coadec.uobaghdad.edu.iq

Received: 6/9/2025

Prof. Dr. Manal Jabbar Soror

College of Administration and Economics-
Al Turath University

manal.jabar@uoturath.edu.iq

Published: 30/9/2026

Accepted: 23/10/2025

Abstract:

Design-to-Cost (DTC) is a strategic approach to industrial cost management, focusing on controlling product costs from the early design stages, rather than addressing them post-production. This methodology relies on setting a target cost and designing the product within this range to achieve a balance between quality, cost, and performance. Studies have shown that approximately 60%-80% of a product's cost is determined during the design phase, giving DTC a critical role in reducing costs and enhancing operational efficiency. The importance of this approach lies in its ability to integrate design, engineering, accounting, and marketing teams to make strategic decisions based on accurate financial data. In the Iraqi industrial environment, the results of an industrial reality analysis show that adopting DTC is an urgent necessity to address rising costs and obsolete production methods. With its gradual implementation and in parallel with the development of human resources and infrastructure, DTC can achieve a qualitative transformation in Iraqi industries with regard to cost and quality, enhancing their competitiveness in the market.

Keywords: Design-to-Cost, Cost Reduction, DTC Implementation Stages.

التصميم الى التكلفة لتخفيض التكاليف

أ. د. منال جبار سرور

جامعة التراث – كلية الادارة والاقتصاد

اياد عادل عبد الحسن

جامعة بغداد – كلية الادارة والاقتصاد

المستخلص:

يعد التصميم إلى التكلفة (Design to Cost) نهجاً استراتيجياً في إدارة التكاليف الصناعية، حيث يركز على التحكم في تكلفة المنتج منذ مراحل التصميم الأولى، بدلاً من معالجتها بعد الإنتاج. تعتمد هذه المنهجية على تحديد تكلفة مستهدفة، وتصميم المنتج ضمن هذا السقف لتحقيق التوازن بين الجودة والتكلفة والأداء. وقد أثبتت الدراسات أن ما يقارب (٦٠٪-٨٠٪) من تكلفة المنتج تُحدد خلال مرحلة التصميم، مما يمنح DTC دوراً حاسماً في خفض التكاليف وتعزيز الكفاءة التشغيلية. وتكمن أهمية هذا النهج في قدرته على دمج فرق التصميم والهندسة والمحاسبة والتسويق لاتخاذ قرارات استراتيجية مبنية على بيانات مالية دقيقة في بيئة الصناعة العراقية، تُظهر نتائج تحليل الواقع الصناعي أن اعتماد DTC يُعد ضرورة ملحة لمواجهة ارتفاع التكاليف، وتقديم الأساليب الإنتاجية، ومع تطبيقه تدريجياً وبالتوازي مع تطوير الكوادر والبنية التحتية، يمكن أن يحقق التصميم إلى التكلفة تحولاً نوعياً في الصناعات العراقية فيما يتعلق بالتكلفة والجودة بما يعزز من قدرتها التنافسية في الأسواق.

الكلمات المفتاحية: التصميم الى التكلفة، تخفيض التكاليف، خطوات تطبيق (DTC).

المقدمة:

في ظل المنافسة الشديدة بين الوحدات الاقتصادية، أصبح التحكم في التكاليف هدفاً تنافسياً رئيسياً. ومع أن تخفيض التكاليف في مرحلة الإنتاج صعب، فإن إدارة التكاليف خلال مرحلة تصميم المنتج تعد حاسمة، لضمان تحقيق التوازن بين الجودة والأداء، والتكلفة في مراحل المبكرة من عملية تطوير المنتج.

من بين الأدوات الفعالة في هذا السياق هي تقنية التصميم إلى التكلفة (DTC)، التي تدمج اعتبارات التكلفة منذ بداية تطوير المنتج، يركز DTC على تحليل التكاليف المرتبطة بالمواد، العمليات، والابتكار لضمان حلول تصميمية فعالة من حيث التكلفة دون التأثير على الجودة، والاداء حيث يتيح هذا النهج تعاوناً بين فريق العمل متعدد التخصصات من مهندسي التصميم ومحاسبي التكلفة، بهدف تحقيق الأهداف المالية المحددة وتحسين الكفاءة التشغيلية، من خلال مراجعة مستمرة للتكاليف وتحسين العمليات، يسهم DTC في تقليل الفاقد وزيادة الاستجابة لمتطلبات السوق.

تعتبر DTC أداة مهمة لتخفيض التكاليف، حيث يتيح اختيار أفضل البدائل بناءً على تحليل التكلفة خلال مرحلة التصميم المفاهيمي. هذا النهج يساعد الوحدات الاقتصادية على مواجهة التحديات في ظل المنافسة الشديدة، وتحقيق تصميمات أقل تكلفة وأكثر قبولاً دون التضحية بالجودة.

المبحث الاول: منهجية البحث

١- منهجية البحث: -تمثل منهجية البحث إطاراً عاماً له، وهي سلسلة من الخطوات المنظمة، التي يتم من خلالها دراسة الموضوع والوصول لنتائج ذات قيمة.

١-١: مشكلة البحث

يواجه القطاع الصناعي في العراق تحديات كبيرة تتعلق بارتفاع تكاليف الإنتاج، وضعف الكفاءة التشغيلية، وانخفاض القدرة التنافسية في الأسواق بسبب اغراق الأسواق العراقية بالمنتجات المماثلة وبأسعار مناسبة، كما تقتصر معظم المصانع العراقية إلى سياسات التصميم المسبق، ويُعزى ذلك في جزء كبير منه إلى غياب منهجيات تصميمية فعالة تُراعي البعد المالي منذ المراحل الأولى لتطوير المنتجات، إذ لا تزال العديد من المؤسسات الصناعية العراقية تعتمد على أساليب تقليدية في التخطيط والتصميم، مما يؤدي إلى قرارات تصميم مكلفة، وزيادة الهدر، وتأخير في الإنتاج، وبالتالي ارتفاع التكلفة النهائية للمنتج. وفي ظل هذه التحديات، تبرز الحاجة إلى تبني منهجية "التصميم إلى التكلفة" كمدخل استراتيجي يساهم في ضبط التكاليف وتحسين الكفاءة عبر تصميم المنتج ضمن قيود مالية محددة مسبقاً. ومن هنا تتبع مشكلة البحث في التساؤل الآتي:

إلى أي مدى يمكن أن يسهم تطبيق التصميم إلى التكلفة في تخفيض التكاليف وتحقيق الكفاءة في الصناعات العراقية؟

٢-١ هدف البحث:

يهدف البحث الحالية الى تحقيق الاهداف الاتي:

أ. بيان المفاهيم النظرية لتقنية التصميم الى التكلفة واهدافها وخطوات تنفيذها.

ب. بيان مفهوم واهمية تخفيض التكاليف للوحدات الاقتصادية.

ج. بيان امكانية تخفيض التكاليف من خلال تطبيق تقنية التصميم الى التكلفة .

٣-١ أهمية البحث:

تتجلى أهمية البحث من أهمية متغيراته الأساسية المتمثلة بالتصميم الى التكلفة كمنهجية للمساعدة في تطوير تصميم المنتج، من خلال دمج عناصر متعددة لتحقيق توازن بين التكلفة والجودة في تصميم المنتجات، والتأكيد على أهمية التحكم في تصميم المنتج حسب التكلفة في مراحل التطوير المبكرة وبشكل ملائم في مرحلة التصميم المفاهيمي وقبل الشروع المادي بتصنيعه لتحقيق منتج متكامل من حيث التكلفة والجودة، بحيث يتمكن من المنافسة في السوق وتحقيق رضا الزبائن مع خفض التكاليف إلى أدنى حد ممكن.

٤-١ فرضية البحث: بناءً على المشكلة المعروضة في هذا البحث فان الفرضية التي يحاول الباحثين اثباتها هي:

ان تبني منهجية التصميم الى التكلفة في الصناعات العراقية يساهم في تخفيض تكاليف المنتج.

الدراسات السابقة: سيتم التطرق لبعض الدراسات السابقة المتعلقة بموضوع التصميم الى التكلفة

أ. دراسة (Sebastiao Pedro et al. 2015)

تتناول هذه الدراسة تطبيق استراتيجية التصميم إلى التكلفة في مشروع معقد لتصميم أنظمة الفضاء الجوي، مركزة على أهمية دمج إدارة التكلفة منذ المراحل الأولى للتصميم لتحقيق منتجات عالية القيمة ومنخفضة التكلفة دون الإخلال بالجودة أو الموثوقية، وقد طُبق المنهج على وحدة تزويد الأوكسجين في شركة Zodiac Aerospace من خلال تكييف أساليب التصميم من أجل التصنيع (DFM) وأدوات إدارة المشروع. وأثبتت النتائج إمكانية تطبيق DTC بنجاح في البيئات الصناعية المعقدة، حيث يتيح هذا النهج تحكماً أفضل في التكاليف خلال مراحل التطوير المبكرة ويسهم في خفض النفقات الرأسمالية ووقت التجميع. كما بينت الدراسة أن تطبيق DTC لا يقتصر على ضبط التكلفة فحسب، بل يمكن توسيعه ليشمل تحسين الأداء العام والابتكار في التصميم، مما يعزز القدرة التنافسية المستدامة في قطاع الطيران.

ب. دراسة (Retolaza et al. 2021)

تُعد هذه الدراسة من الأبحاث التطبيقية الحديثة التي وضعت إطاراً منهجياً متكاملاً لتطبيق DTC في تصميم المنتجات الصناعية الكبيرة، توضح الدراسة أن DTC يمثل منهجاً شاملاً للتحكم في تكاليف المنتج منذ مراحل التصميم المبكرة، من خلال تقييم التكاليف المحتملة لكل عنصر ومكون ضمن النظام الصناعي، وقد قدّم الباحثون إطاراً تحليلياً جديداً يجمع بين تقنيات النمذجة الاقتصادية وهندسة القيمة لتوفير تغذية راجعة دقيقة وسريعة حول التكلفة والأداء والجودة. وأظهرت النتائج أن تطبيق DTC يمكن المؤسسات من اختيار التصميم الأكثر ملاءمة من حيث التكلفة والأداء اعتماداً على متطلبات السوق وبيئة الإنتاج. كما أثبتت التجربة التطبيقية فعالية المنهج في تقليل تكاليف الإنتاج وتحسين جودة المنتج وأدائه، مما يساهم في تعزيز الميزة التنافسية المستدامة للشركات الصناعية الكبرى.

المبحث الثاني: خلفية نظرية عن التصميم الى التكلفة ودوره في تخفيض التكاليف

٢-١ التصميم الى التكلفة نبذة مختصرة:

نشأت منهجية التصميم إلى التكلفة (Design to Cost- DTC) في الولايات المتحدة الأمريكية بعد الحرب العالمية الثانية. حيث كانت هناك حاجة ملحة لخفض تكاليف الإنتاج بشكل سريع لزيادة إنتاج الأسلحة والمعدات الحربية، في عام ١٩٧٢ تم تبني DTC بشكل منهجي في جميع مشتريات الجيش الأمريكي الكبيرة، حيث تم تضمين متطلبات DTC في كافة أنشطة التصنيع الرئيسية (Hari et al., 2008:548).

في عام ١٩٧٣، اقترح المصمم Rodenacker من شركة Howlett Packed ، المتخصصة في إنتاج المعدات العسكرية، أن يتم الانتقال من التصميم القائم على المهندسين إلى تصميم يعتمد على فريق متخصص يجمع بين الكفاءة في التصميم والتكلفة، مما يعكس الحاجة إلى البقاء ضمن المنافسة (Garden, 2017:815).

في عام ١٩٧٤، أصدر William B. Pagonis كتابه "Design to Cost"، الذي قدم رؤية متكاملة لدمج إدارة التكاليف في التصميم، مما جعله مرجعاً مهماً، خاصة في الصناعات العسكرية والثقيلة، وفي ألمانيا، صدر أول كتاب حول DTC من قبل الباحثين Pahi & Beitz بعنوان "Design"، والذي عرض فلسفة التصميم إلى التكلفة، وأصبح هذا الكتاب مرجعاً أساسياً في تدريس عمليات التصميم المستندة إلى معلومات التكلفة. (Sun et al., 2019:458-459)

مع تطور التكنولوجيا وتأثيرها على دورة حياة المنتج، ظهرت فلسفة DTC في عام ٢٠٠٤ كأداة تحفيزية لتقديم حلول مبتكرة لمواجهة التحديات المتزايدة. اعتمد هذا المفهوم على تحليل عناصر التكلفة (المواد، الأجور، التكاليف غير المباشرة) وتصميم المنتجات وفقاً لهذه العناصر لضمان التوازن بين الجودة والتكلفة. (Favi et al., 2016:275-276)

يتفق كل من Jain و Retolaza على أن تقنية DTC عملية واسعة يمكن أن تتضمن الكثير من المفاهيم بالقدر الذي يقرره فريق المشروع وتبعاً لمواصفات المنتج أو متطلبات الزبون وتعمل على سد فجوة التواصل بين فريق التصميم المصممين والمحاسبين وأصحاب القرار، كما تساهم في تخفيض التكلفة الإجمالية من خلال تعزيز القدرة على توليد أفكار بديلة لاستعادة السيطرة على التكاليف وتحقيق ما هو مطلوب للوحدات الاقتصادية (Jain, et.al., 2016:29)(Retolaza et al.,2021:832).

٢-٢ تعريف التصميم الى التكلفة

تعرف تقنية التصميم الى التكلفة هي منهجية تسمح للمصممين بتحقيق أهداف التكلفة التي تم تحديدها في مرحلة تعريف المنتج المبكرة، حيث تساعد على تقييم تكاليف التصنيع الرئيسية للمفاهيم البديلة في المراحل المبكرة جداً من عملية التصميم (Hua et al.,2001:30)،

فيما اشار Hari بأن التصميم الى التكلفة هو أسلوب إداري للتحكم في التكلفة من خلال مرحلة التصميم لتحقيق أهداف محددة، الغرض منه هو تحفيز الإبداع في تصميم المنتج من أجل التحكم في تكلفة إنتاجه /أو تشغيله. حيث يتعامل التصميم مقابل التكلفة مع التكلفة كعامل تصميم رئيسي، يتساوى في الأهمية مع التكلفة والأداء والجدول الزمني (Hari et al.,2008:589). من جانب آخر هناك من يرى انها اداة لإدارة التكلفة توفر اطار عمل بديل يمكن اعتباره منهجاً لأجراء الابتكار او لتعزيز العلاقة بين القيمة والتكلفة من خلال جعل التكلفة وبياناتها مدخلات اساسية لعملية التصميم بدلاً من نتيجة لها، (Pereira,2015:3)، وتم تعريف من قبل Collares كما يتم تعريف التصميم حسب التكلفة بأنه وسيلة للتحكم في التكلفة من خلال تحديد أهداف التكلفة على مستويات محددة من هيكل تقسيم العمل ومن ثم مطالبة الوحدة الاقتصادية بإجراء عمليات استبدال بما يضمن أن المنتج المصمم سيحقق أهداف التكلفة (Collares,2015:٣)، اما Jain عرفها على انها تقنية تهدف الى تخفيض دورة حياة المنتجات الجديدة مع ضمان الجودة والموثوقية ومتطلبات الزبائن الاخرى من خلال فحص جميع افكار تخفيض التكلفة في عملية تخطيط وتصميم المنتج، (Jain et al.,2016:29)، ومن خلال ما تقدم نرى ان الكتاب والباحثين لديهم تنوع كبير عند بيان مفهوم التصميم هناك من يرى انها استراتيجية، أسلوب ، اداة ، تقنية ، مبدأ ، الا ان المفهوم الذي يقدم وصف موضوعي للتصميم الى التكلفة يعبر عنها بأنها إحدى تقنيات ادارة التكلفة الاستراتيجية المستخدمة في المراحل المبكرة من تصميم المنتج تهدف الى تحقيق التوازن بين الأداء والتكلفة عند تصميم منتج جديد او تطويره من خلال التحكم في عوامل التكلفة في مرحلة التصميم المفاهيمي وقبل الشروع المادي بتصنيعه/تطويره لتحقيق تقدير أكثر دقة للتكلفة بهدف تعزيز الربحية والقيمة المدركة للزبون دون التأثير على جودة المنتج او ادائه.

٢-٣ خطوات تطبيق التصميم الى التكلفة (DTC)

يعدّ التصميم إلى التكلفة (DTC) منهجية حيوية تُعيد تعريف كيفية التعامل مع التكاليف في دورة حياة المنتج وخاصة في مرحلة التصميم. ففي بيئة الأعمال التنافسية اليوم، لم يعد كافياً تصميم منتج مبتكر وعالي الجودة فحسب بل يجب أن يكون هذا المنتج مُجدياً اقتصادياً ومُصمماً لتحقيق أهداف تكلفة محددة منذ البداية، على عكس الأساليب التقليدية التي غالباً ما تُحاول خفض التكاليف بعد اكتمال التصميم الأولي، يدمج نهج DTC اعتبارات التكلفة كعنصر أساسي وموجه في كل مرحلة من مراحل التطوير. هذا التوجه الاستراتيجي يضمن أن التكلفة لا تُعدّ قيداً يُفرض لاحقاً، بل هي معيار أداء جوهري يُشكل القرارات التصميمية من أول لحظة (Favi et al., 2016: 276)

يتطلب التطبيق الفعال لمنهجية التصميم إلى التكلفة اتباع سلسلة من المراحل المنظمة والمتكاملة، هذه المراحل لا تقتصر على الجوانب الهندسية فحسب، بل تمتد لتشمل التخطيط الاستراتيجي، والتحليل المالي، والتعاون متعدد الأقسام، من خلال المرور بهذه المراحل بعناية، يمكن للمؤسسات تحديد أهداف تكلفة واقعية، وتحليل المُحرّكات الرئيسية للتكلفة، واستكشاف حلول تصميمية مبتكرة تقلل من النفقات دون المساس بالجودة أو الأداء (Sun et al.,2019:460). تُعدّ كل مرحلة حجر زاوية يساهم في بناء منتج ليس فقط يلبي احتياجات السوق، بل يحقق أيضاً هوامش ربح مستدامة ويُعزز القدرة التنافسية للشركة. فهم هذه المراحل وتطبيقها بدقة هو

المفتاح لفتح الإمكانيات الكاملة للتصميم إلى التكلفة كأداة قوية لخفض التكاليف وتعظيم القيمة. (Jain et al., 2016:30) , حيث تكمن أهمية هذه المراحل في أنها تحوّل القرار التصميمي من كونه قرارًا تقنيًا بحثًا إلى قرار استراتيجي متعدد الأبعاد، يُراعى فيه الأداء والسعر والمنافسة والربحية في آنٍ واحد. كما تساعد هذه المراحل على تقليل التعديلات المكلفة في مراحل متقدمة، وتسهم في تسريع عملية التطوير، وتحقيق تكامل بين الأقسام الهندسية، المالية، والتسويقية وهذه المراحل هي : (Hari et al. 2008:548)

- أ. المرحلة الأولى: تحديد التكلفة المستهدفة وتحليل آثارها
- ب. المرحلة الثانية: التعريف بمنهج أنموذج التكلفة
- ج. المرحلة الثالثة: التعريف بعناصر التكلفة وبدائلها
- د. المرحلة الرابعة: مخطط مفهوم التجميع / الاختبار
- هـ. المرحلة الخامسة: تقييم التكلفة لكل عنصر تكلفة
- و. المرحلة السادسة: تحليل النتائج

٢-٤ تخفيض التكاليف

الهدف الأساسي من خفض التكاليف هو الاستغلال الأمثل للموارد المتاحة بطريقة اقتصادية، مما يقلل من الهدر وسوء الاستخدام، ويوجه النفقات نحو الأنشطة الضرورية التي تضيف قيمة للمنتج. الهدف الأهم من ذلك هو تحقيق رضا الزبون من خلال تقديم منتجات ذات جودة ومواصفات مطلوبة بأقل تكلفة ممكنة. بمعنى تحقيق الجودة المرغوبة بأقل تكلفة لمواجهة عروض المنافسين التي قد تتضمن منتجات بجودة أعلى وبنفس المتطلبات الوظيفية وبسعر أقل، حيث يجب أن يركز خفض التكاليف على مصادر حدوثها، مما يتيح تقليل التكاليف ليس فقط في الأنشطة والعمليات الداخلية، ولكن أيضًا في مجالات أخرى خارج نطاق الشركة، مثل خدمات ما بعد البيع (Al-Ghabban, 2021:257).

٢-٥ مفهوم تخفيض التكاليف:

الهدف الرئيسي للوحدات الاقتصادية في الوقت الحالي، خاصة مع اشتداد المنافسة، هو تقليل التكاليف المرتبطة بالعمليات الإنتاجية دون المساس بالكفاءة والجودة المطلوبة في تقديم المنتجات والخدمات. يتم تحقيق هذا التخفيض من خلال تقليل الموارد والوقت المستهلكين في تنفيذ الأنشطة المتعلقة بالمنتجات والخدمات، مما يتيح الحصول على نفس المنتجات والخدمات بتكلفة أقل وجودة عالية. عبر التركيز على تحسين الكفاءة التشغيلية، تستطيع الوحدات الاقتصادية تقليل تكاليفها. ومن أبرز الوسائل المستخدمة في خفض التكاليف هو تطبيق التقنيات الكفوية الحديثة (Isai & Geru., 2020:78).

٢-٦ أهمية تخفيض التكاليف :

يمكن توضيح أهمية تخفيض التكاليف من خلال النقاط التالية (Nalwad&Parakh., 2013:3)

- أ. أن تخفيض التكاليف يساهم في تحسين القدرات التنافسية للوحدات الاقتصادية وبالتالي ضمان بقائها لمدة أطول في الأسواق
- ب. أن تخفيض التكاليف يساعد على توفير أسعار معقولة للزبائن مع ضمان عدم المساس بكفاءة الأعمال المنتجة
- ج. أن تخفيض التكاليف يساهم في توفير الأموال لاستثمارها في البحث والتطوير، إذ يعد الاستثمار في البحث والتطوير لبناء تكنولوجيا الإنتاج من أهم الوسائل لتخفيض التكاليف
- د. تساهم عملية تخفيض التكاليف في خفض تكلفة الخدمة المقدمة من أجل تقديم خدمات إضافية.
- هـ. أن تخفيض التكاليف تتجلى أهميتها من العلاقة بين مستوى التكاليف ومستوى الأرباح وأسعار المنتجات والخدمات التي تقدمها الوحدات الاقتصادية.
- و. أن تخفيض التكاليف تساعد على الحرص والاقتصاد في استعمال عناصر العمليات الإنتاجية ويعدّ الطريق الأسلم لتحقيق الكفاءة الإنتاجية داخل الوحدات الاقتصادية.

ويمكن القول إن تخفيض التكاليف سيساهم في قدرة الوحدات الاقتصادية على المنافسة لاسيما مع وجود الضغوطات الكبيرة على الوحدات الاقتصادية في الوقت الحاضر ووجود الأزمات المالية على أن لا يتعارض ذلك التخفيض مع جودة المنتجات والخدمات المقدمة لان ذلك سينعكس على رضا الزبائن وبالتالي على الحصة السوقية للوحدات الاقتصادية ويمكن إن يتم تخفيض التكاليف من خلال استعمال وتطبيق التقنيات الإدارية المعاصرة التي توفر معلومات دقيقة عن التكاليف إلى صناع القرار لاتخاذ القرارات الصحيحة في مجال تخفيض التكاليف .

٢-٧ دور تقنية التصميم الى التكلفة (DTC) في تخفيض التكاليف

يُعد استخدام DTC تقنية مهمة تساعد المصممين على التحكم في التكاليف وتقييم تكلفة التصنيع للبدائل المتاحة في المراحل المبكرة من عملية التصميم. (Hari et al., 2008) وبهذا، تلزم الوحدات الاقتصادية بإجراء تعديلات ضرورية على التصميم لضمان تحقيق الأهداف الاقتصادية. عادة ما تعتمد هذه التقنية على إعادة التصميم بشكل متكرر لتلبية ميزانية معينة، مما يؤدي إلى تصميمات أقل تكلفة وأقرب للمنافسة. (Capgemini & Effidyn., 2017) إنها بذلك تعتبر وسيلة فعالة لتقصير دورة "التصميم/التطوير/الاختبار"، مما يتيح فحص العديد من الحلول البديلة في نفس الوقت وتلبية حاجات العملاء مع تقليل الموارد المستخدمة.

ان تأثير الثورة المعرفية الحالية على التكلفة المرتبطة بتصميم المنتج، وما يترتب على ذلك من إعادة هيكلة للموارد، خاصة في عناصر التكاليف مثل المواد والأجور والتكاليف غير المباشرة. يتطلب هذا التطور ضرورة توليد تقنيات محاسبية لتحليل هيكل التكاليف بدقة، خاصة مع تنوع المواد والخصائص التكنولوجية التي تدخل في تصميم المنتجات (Lauritano et al., 2020) . تختلف المواد المستخدمة في المنتجات الحديثة عن تلك التقليدية بسبب التطورات التكنولوجية، حيث تعدد بدائل المواد و زادت الخصائص الوظيفية والكيميائية للمواد، مما يؤثر على تكاليف الإنتاج. (Muthukrishnan, 2021) يرى (Shang et al., 2019) أن إدارة تكاليف المواد يمكن تحقيقها من خلال مراقبة بدائل المواد على امتداد دورة حياة المنتج، ما يساهم في تخفيض حقيقي لتكاليف الإنتاج الكلية. يمكن تحقيق ذلك باستخدام نظام محاسبة كلفوي يوفر معلومات دقيقة حول المواد الأساسية وبدائلها بدءاً من مرحلة التصميم. كما يُفضل استخدام تقنيات إدارة التكاليف لتوضيح الأنشطة والموارد غير المنتجة للقيمة، وتقليل تأثير الطاقة العاطلة على التكاليف الإجمالية.

مع تسارع التطور التكنولوجي، أصبح من الصعب تصنيف المواد إلى مباشرة أو غير مباشرة، إلا أن المدخل الاستراتيجي لإدارة التكاليف قدّم حلولاً لتصنيف المواد وتخصيص التكاليف غير المباشرة بشكل موضوعي. (Cescon et al., 2019) الأجور أيضاً تأثرت بشكل كبير بالتطور التكنولوجي، يشير Ostaev&others إلى أن الأتمتة أدت إلى تقليل العاملين، مما جعل من السهل تتبع الأجور المباشرة، التي أصبحت أقل أهمية مقارنة بفترات الإنتاج الواسع. ولتحديد التكاليف والأجور غير المباشرة يتم باستخدام موجهات التكلفة مثل الخصائص والوظائف أو الوقت في تخصيص الأجور غير المباشرة، والتركيز على الأنشطة التي تضيف قيمة واستبعاد تلك التي لا تضيف. يتم تحقيق ذلك من خلال تبني تقنيات حديثة توصل معلوماتها إلى فريق التصميم لاختيار البديل الأفضل من حيث التكلفة والجودة (Ostaev et al., 2019) .

المبحث الثالث: الجانب التطبيقي

ستكون عينة البحث معمل السخانات التابع للشركة العامة للصناعات الكهربائية والالكترونية حيث تم اختيار السخان الكهربائي ٨٠ لتر كعينة لتطبيق موضوع البحث ولأسباب التالية:

- أ. ارتفاع تكلفته مقارنة بالمنتجات المعروضة في الأسواق بالإضافة الى أهمية هذا المنتج في الأسواق المحلية لأنه يستعمل في الحياة اليومية.
- ب. ان معظم مكوناته تصنع داخل معامل الشركة ويتم تجميعه بشكل كامل داخل المعمل.

- ج. ارتفاع تكاليف المنتج مقارنة بالمنتجات المنافسة المعروضة في الأسواق.
- د. يمكن تحديد المواصفات ذات الصلة بالمنتج ، والتي يرغب بها الزبون عند التصميم .

تطبيق تقنية التصميم الى التكلفة في المعمل عينة البحث

٣-١ الخطوة الاولى: تحديد التكلفة المستهدفة التصميمية وتحديد دلالاتها للسخان الكهربائي ذو حجم ٨٠ لتر

أ. يجب تحديد السعر المستهدف للسخان الكهربائي من خلال معرفة اسعار المنتجات المنافسة في السوق والذي يمثل المبلغ الذي يكون الزبون مستعداً لدفعه من اجل الحصول على المنتج الذي يلبي احتياجاته ورغباته والجدول (١) التالي يبين اسعار المنتجات المنافسة :

جدول (١) اسعار المنتجات المنافسة

اسم المنتج	السعر	المنشأ
الامين	٨٠٠٠٠	العراق
برقاب	١١٠٠٠٠	ايران
جورجي	٩٠٠٠٠	ايطالي
حساوي	١٢٠٠٠٠	كويتي

المصدر : اعداد الباحثين بالاعتماد على دراسة السوق

ومن خلال رؤية أسعار المنتجات في السوق وتقييم تلك المنتجات من خلال النظرة الاستطلاعية للسوق ومعرفة اهم المنتجات المنافسة، فانه يمكن ان يتم تحديد سعر البيع المستهدف لمنتج الشركة وذلك على أساس متوسط اسعار بيع هذه المنتجات والموضحة في الجدول والذي يبلغ ١٠٠٠٠٠ دينار والذي يكون الزبون مستعد لدفعه، ونلاحظ من ذلك ارتفاع سعر السخان عينة البحث البالغ ١٢٠٠٠٠ دينار.

ب. تحديد هامش الربح المستهدف: يسعى المصنع عينة البحث الى تحقيق هامش ربح نسبته ١٠ % من سعر البيع المستهدف وعليه سيكون الربح المستهدف : $100000 * 10\% = 10000$

ج. تحديد الكلفة المستهدفة: يتم تحديد الكلفة المستهدفة بطرح هامش الربح المستهدف من سعر البيع المستهدف لمنتج السخان الكهربائي ٨٠ لتر وكما يلي:

$$\text{الكلفة المستهدفة} = \text{السعر المستهدف} - \text{هامش الربح المستهدف}$$

$$90000 = 100000 - 10000$$

د. تحديد التكلفة الحالية: لغض احتساب التخفيض المستهدف لتكلفت منتج السخان الكهربائي ، ينبغي تحديد التكلفة الحالية لهذا المنتج، أن التكلفة الفعلية لمنتج السخان الكهربائي (١٠٩٠٠٠) وحسب معلومات شعبة التكاليف في المصنع عينة البحث.

هـ. تحديد التكلفة التي على اساسها يتم تصميم المنتج لتطويره

يتم تحديد مقدار التخفيض في التكلفة التي تسعى له الشركة عند تطوير المنتج من خلال المقارنة ما بين التكلفة المستهدفة لمنتج السخان الكهربائي والتكلفة الفعلية للمنتج في مصنع السخانات عينة البحث، حيث نلاحظ ان التكلفة المستهدفة تبلغ ٩٠٠٠٠ دينار اما التكلفة الفعلية في المصنع تبلغ ١٠٩٠٠٠ دينار وبالتالي فان الفرق بينهما ١٩٠٠٠ دينار يعبر عن التخفيض المستهدف ، نلاحظ أن مبلغ التخفيض المستهدف كبير لان التكلفة الفعلية لمنتج السخان الكهربائي تفوق تكلفة المنتجات المماثلة ، لذا ينبغي إعادة النظر في تكاليف المنتج لمعالجة هذا الارتفاع في التكلفة والعمل على تقليصها، مما

يحتّم على مصنع السخانات الكهربائية إعادة تصميم المنتج وفق التكلفة المحددة والبحث عن بدائل لعناصر التكاليف كفيلة بتقليل تكلفة المنتج دون المساس بجودته أو ادائه، بهدف الوصول إلى تصميم وإنتاج منتج بالتكلفة المسموح بها، مما يضمن الحصة السوقية والربح المرغوب به.

٢-٣ الخطوة الثانية: التعريف بمنهج الأنموذج التكلفة

يتبع المصنع عينة البحث الطريقة التقليدية لتخصيص التكاليف غير المباشرة الى منتج السخان الكهربائي وذلك بتقسيم اجمالي التكاليف غير المباشرة على عدد الوحدات المنتجة، مما يؤدي الى تحديد تكلفة السخان الكهربائي بصورة غير موضوعية تؤثر على قرارات التسعير. اما انموذج التكلفة الذي تم استخدامه في هذا البحث هو التكلفة على اساس المواصفات ABC11 لتخصيص التكاليف غير المباشرة بصورة اكثر موضوعية على اساس المواصفات التي يرغب بها المنتج ، والتي تم احتسابها من قبل الباحثين كما في الجدول التالي:

جدول (٢) اجمالي كلفة المواصفات للسخان الكهربائي ٨٠ لتر

الموصوفة	التكاليف المرتبطة بالحجم	التكاليف المرتبطة بالنشاط	التكاليف المرتبطة بالطاقة	التكاليف المرتبطة بالقرار	اجمالي كلفة الموصوفة
الحجم	٣٦٧٠٩	٥١٣٧	٢٥٨	٣١٢٩	٤٥٢٣٣
المتانة	575١٩	٢١٩٢	١١٠	١٨٤٩	٢٣٧٢٦
الامان	٢١٦٣٣	٣٣٢٠	١٦٧	١٥٦٥	٢٦٦٨٥
الشكل (الجمالية)	١١٠٤٤	١٣٨٠	٧٠	٥٦٩	١٣٠٦٣
المجموع	88961	١٢٠٢٩	٦٠٥	٧١١٢	١٠٨٧٠٧

المصدر: اعداد الباحثين بالاعتماد المعيشة الميدانية في المعمل وتطبيق ABC11

نلاحظ عند تطبيق ABC11 ان تكلفة السخان الكهربائي قد انخفضت بمقدار ٢٩٣ دينار عن التكلفة الفعلية المحسوبة بالطريقة التقليدية لتخصيص التكاليف حيث كانت التكلفة ١٠٩٠٠٠ دينار بينما عند تطبيق انموذج تكلفة معاصر ABC11 كانت التكلفة ١٠٨٧٠٧ دينار .

٣-٣ الخطوة الثالثة: التعريف بعناصر التكلفة وبدائلها

يتم تحديد التكلفة الفعلية لعناصر التكاليف لمنتج السخان الكهربائي بالاعتماد على البيانات الخاصة بمصنع السخانات (شعبة التكاليف للشركة العامة للصناعات الكهربائية والالكترونية) وفقاً للنظام المحاسبي الموحد، كما يوضحها جدول (٣)

جدول (٣) تكلفة وسعر السخان الكهربائي ٨٠ لتر مع معدل الصرف

ت	اسم الجزء / المكون	وحدة القياس	معدل الصرف	السعر الموزون	السعر الكلي للمادة
١	غطاء خزان الداخلي	Kg	٦.٩٣	١٤١٠	٩٧٧١.٣
٢	بدن الخزان الداخلي	Kg	١٠.٢٢	١٤١٠	١٤٤١٠.٢
٣	القاعدة	Kg	١.٣١	١٤١٠	١٨٤٧.١
٤	هيتز / ترموستات	Pcs	١	١٤٠٠٠	١٤٠٠٠
٥	بوشة الهيتز ٤/٣	Pcs	٤	٣٨٠	١٥٢٠
٦	الاطار (الهيكل الخارجي)	Kg	٧.٧١٣	١٤١٠	١٠٨٧٥
٧	الغطاء العلوي الاطار	Kg	١.٢٢٥	٤١٠٠	٥٠٢٢.٥
٨	الغطاء السفلي الاطار	Kg	١.٢٢٥	٤١٠٠	٥٠٢٢.٥
٩	غطاء بلاستيك لآنايب	Kg	٠.٢٥	١٣٥١	٣٣٧.٧٥
١٠	كابل -سلك كهربائي	M	١.٥	١٠٠٠	١٥٠٠
١١	الآنايب	M	١.٣	٢٤٥٠	٣١٨٥
١٢	سلك لحام	Kg	٣.٢٥	٩٧٤	٣١٦٥.٥
١٣	شريط الختم	M	٢	١٠٥	٢١٠

٢١.٦٩	٣٠٠	٠.٠٧٢٣	Kg	هيدروكسيد الصوديوم	١٤
١٢٠٠	١٢٠٠٠	٠.١	Kg	حمض النتريك	١٥
٤٤٩٦	٤٤٩٦	١	Pcs	صوف زجاجي (عازل)	١٦
٨٠٠	٤٠	٢٠	Pcs	برغي	١٧
٦٠٠	٣٠٠	٢	Pcs	سداده حديد	١٨
١٨٠	١٥	١٢	Pcs	مسمار تونك	١٩
١٠٥	١٠٥	١	Pcs	مصباح	٢٠
١٠٠	١٠٠	١	Pcs	علامة دخول الماء	٢١
١٠٠	١٠٠	١	Pcs	علامة خروج الماء	٢٢
٥٠٠	٥٠٠	١	Pcs	عكس توصيل ٤/٣	٢٣
٢٥٠	٢٥٠	١	Pcs	مقياس حرارة	٢٤
٤٥٠٠	٣٠٠٠	١.٥	L	اصباغ	٢٥
١٠٠	١٠٠	١	Pcs	العلامة التجارية	٢٦
٨٣٨١٩.٥٤	تكلفة المواد الأولية				٢٧
٨٣٨١.٩٥٤	الاجور				٢٨
١٠٨٩٦.٥٤	التكاليف الصناعية غير المباشرة ١٣٪ من المواد الأولية				٢٩
٥٨٦٧.٣٦	المصاريف التسويقية والإدارية ٧٪				٣٠
١٠٨٩٦٥.٣٩	التكلفة الإجمالية (تكلفة التصنيع + التكلفة التسويقية والإدارية)				٣١
١٠٨٩٦.٥٤	هامش الربح ١٠٪				٣٢
١١٩٨٦١.٩	سعر البيع المقترح				٣٣
١٢٠٠٠٠	سعر البيع النهائي				٣٤

المصدر: اعداد الباحثين بالاعتماد على معلومات شعبة التكاليف

وبعد المقابلات التي أجراها الباحثين مع مهندس التصميم ذكر انه يمكن تحقيق وفورات في التكاليف من خلال بدائل عناصر التكاليف، أذ أن التغير في عناصر التكاليف واختيار بدائلها يمكن أن يؤدي إلى تخفيض في تكلفة المنتج دون المساس بالجودة الحالي لمنتج السخان الكهربائي . لذا ينبغي تحديد تكلف البدائل للوصول إلى تكلف منتج السخان الكهربائي على النحو الاتي:

أ. المواد المباشرة:

- البليت المستخدم في الاطار(الهيكل الخارجي) وغطاء السخان ذات سمك ٢ ملم حيث يمكن استخدام بليت ذات سمك اقل ١.٥ ملم, باعتبار ان هذه الأجزاء قد لا تؤثر في الجودة بقدر اعتبارها تكاليف اضافية قد تحمل على كلفة المنتج.
- الهيتر المستخدم ذات المنشأ التركي, حيث يمكن استخدام هيتر إيطالي المنشأ والذي يعتبر ادائه أفضل وسعره اقل من الهيتر ذات المنشأ التركي المستخدم في منتج السخان التابع للمصنع عينة البحث.
- يتم استخدام مادة عازلة من الصوف الزجاجي , حيث يمكن استخدام مادة الفوم والتي يعد ذات جودة افضل في الحفاظ على درجة حرارة الماء داخل الخزان الداخلي للسخان كما يستخدم كعازل كهربائي افضل من مادة الياف الزجاجية المستخدم في منتج السخان التابع للمصنع عينة البحث.

ومن خلال المقابلة مع الكادر الهندسي والفني الخاص بالمصنع عينة البحث والاستعلام عن هذه التغييرات التي ان تم تبنيها وبالأخص على مستوى مواصفات بعض الأجزاء منتج السخان الكهربائي فأنها ستحمل نتائج لها تأثيرات كبيرة من ناحية تخفيض التكلفة لمنتج السخان الكهربائي , حيث ان التخطيط لإنتاج منتج ضمن بيئة الاعمال المعاصرة يتطلب ان يكون مرتبطا بحاجات ورغبات واذواق الزبائن او السوق, ويحدود الكلفة المسموح بها .

Page | 10

أ. **المواد المباشرة:** يتم استخدام مادة البليت سمك ٢ ملم للإطار (الهيكل الخارجي) ولغطاء السخان بمعدل صرف مجموعه ١٤.٦٤٣ بسعر موزون ١٤١٠ دينار, لتكون تكلفة البليت لتلك الاجزاء هي (٢٠٦٤٦.٦) دينار, حيث يمكن استبدالها بمادة البليت سمك ١.٥ ملم لان هذا السمك لا يؤثر على جودة السخان بقدر ما يحمله تكاليف اضافية عكس بدن الخزان الداخلي الذي يكون اساسي في عمل السخان الكهربائي لذلك يبقى على سمك ٢ ملم, اما الإطار وغطاء السخان بأستخدام بليت ١.٥ ملم بمعدل صرف ١٤.٦٤٣ بسعر ١٠٥٠ دينار لتكون تكلفته (١٥٣٧٥.٢) دينار, وبذلك يكون التخفيض في التكلفة بمقدار (٥٢٧١.٤) دينار. اما بالنسبة لهيتر السخان الكهربائي المستخدم فهو تركي المنشأ بسعر ١٤٠٠٠ دينار, حيث يمكن استخدام هيتر ايطالي ذات كفاءة اعلى وبسعر اقل في الاسواق بسعر ١٣٠٠٠ دينار, وبذلك يكون التخفيض في التكلفة بمقدار (١٠٠٠) دينار. كما يمكن استخدام مادة الفوم كعازل اعلى جودة للحفاظ على درجة حرارة الماء داخل الخزان وعازل كهربائي افضل من الياف الصوف الزجاجي وبسعر اقل, حيث ان كلفة الصوف الزجاجي تبلغ (٤٤٩٦) دينار, في حين ان مادة الفوم تبلغ كلفتها (٣٧٥٠) دينار, وبذلك يكون التخفيض في مادة العازلة يبلغ (٧٤٦) دينار.

ليكون مجموع التخفيض نتيجة استبدال المواد المباشرة لمنتج السخان الكهربائي يبلغ (٧٠١٧.٤) دينار.

ب. **العمل المباشر:** بأستخدام مكائن حديثة في قسم الخراطة وقسم الكابسات التي يكون لها اكثر من وظيفة في وقت واحد فأن عدد العمال يمكن ان يقل بمقدار ٤ عمال, بما إن معدل أجر العامل الواحدة وفقاً لكشوفات الرواتب هو ٧٥٠٠٠٠ دينار وبضربه بعدد العمال (٤) الذي يمكن الاستغناء عنهم لعدم الحاجة اليهم بسبب استخدام المكائن الحديثة ليكون المبلغ المخفض من رواتب العمال في المصنع هو ٣٠٠٠٠٠٠ دينار وبقسمته على عدد السخانات المنتجة (١٥٠٠) ليكون التخفيض بأجور عمل السخان الواحد تبلغ (٢٠٠٠) دينار.

ج. **التكاليف غير المباشرة:** من خلال استخدام المكائن الحديثة فأن التخفيض سيكون بنسبة ١٧% كما ذكرنا سابقاً حيث كان مبلغ الوقود والزيت يبلغ ١٣٥٠٠٠٠٠ بضربه بنسبة التخفيض ليكون مبلغ التخفيض ٢٢٩٥٠٠٠ دينار في قسم الخراطة, والتخفيض في مبلغ الادوات الاحتياطية لقسم الكابسات واللحام والبالغ ١٥٠٠٠٠٠٠ وبضربة في نسبة التخفيض البالغة ٥٠% ليكون التخفيض ٧٥٠٠٠٠٠ دينار. في حين أن التخفيض في تكاليف الصيانة بنسبة (٣٣%) في مبلغ الصيانة البالغ ١٩٥٠٠٠٠٠ دينار ليكون مبلغ التخفيض في قسم الصيانة بمقدار ٦٤٣٥٠٠٠ دينار. وبذلك فان مجموع التخفيض لجميع الاقسام يبلغ ١٦٢٣٠٠٠٠ دينار وبقسمته على عدد السخانات المنتجة (١٥٠٠) وحدة, ليكون التخفيض المتحقق للسخان الواحد هو (١٠٨٥٠) دينار.

٣-٦ الخطوة السادسة تحليل النتائج:

يتم في هذه الخطوة تحليل أجمالي النتائج المتحقق التي تم التوصل إليها من خلال تقييم عناصر التكاليف وبدائلها لمنتج السخان الكهربائي بهدف التحقق من الوصول إلى التكلفة المستهدفة التصميمية للمنتج, بذلك سيكون مجموع التخفيض في المواد والاجور والتكاليف غير المباشرة لصناعة السخان الكهربائي هو (١٩٨٦٧.٤) وبطرح هذا المبلغ من تكلفة السخان عينة البحث والبالغة (١٠٨٩٦٥.٤) دينار ليكون تكلفة السخان بأستخدام تقنية التصميم الى التكلفة تساوي ٨٩٠٩٨ دينار وبأضافة مبلغ هامش الربح البالغة ١٠% ليكون السعر النهائي للسخان ٩٨٠٠٠ دينار ليحقق ميزة تنافسية للمصنع عينة البحث من خلال تخفيض التكاليف.

المبحث الرابع: النتائج والتوصيات

٤-١ النتائج:

أ. تحقيق تخفيض ملموس في التكاليف الإجمالية للإنتاج, من خلال التركيز على إدارة التكاليف في مرحلة التصميم, حيث تم تحديد الفرص المتاحة من البدائل لتقليل التكاليف قبل البدء في التصنيع, مما يؤدي إلى خفض تكاليف المواد والعمالة والتكاليف غير المباشرة.

- ب. بتطبيق تقنية التصميم الى التكلفة على منتج السخان الكهربائي التابع للشركة العامة للصناعات الكهربائية والالكترونية تبين ان هناك امكانية تخفيض في المواد والاجور والتكاليف غير المباشرة لصناعة السخان الكهربائي والبالغ (١٩٨٦٧.٤) دينار وبطرح هذا المبلغ من تكلفة السخان عينة البحث والبالغة (١٠٨٩٦٥.٤) دينار ليكون تكلفة السخان باستخدام تقنية التصميم الى التكلفة تساوي ٨٩٠٩٨ دينار.
- ج. تقليل الحاجة إلى التعديلات المكلفة في مراحل الإنتاج المتأخرة حيث يساعد DTC في تصميم المنتج بطريقة تلبي الأهداف المالية من البداية، مما يقلل من احتمالية حدوث تعديلات أو إعادة تصميم في مراحل التصنيع المتأخرة، والتي تكون عادة أكثر تكلفة.
- د. تساعد ال DTC في تقليل التكاليف من خلال تقصير دورة التصميم، التطوير، والاختبار، حيث تسمح هذه التقنية بفحص عدة حلول بديلة في وقت مبكر، مما يتيح تقليل الهدر في الموارد مع ضمان تلبية احتياجات الزبائن بالإضافة إلى ذلك يقلل من التكاليف المتعلقة بالوقت والموارد المستخدمة خلال المراحل النهائية من التصميم والإنتاج.

٤-٢ التوصيات:

- أ. التركيز على دمج أهداف التكلفة في مراحل التصميم المبكرة حيث من المهم أن تقوم الشركات بدمج أهداف التكلفة في عملية التصميم منذ البداية. هذا يساعد في توجيه فرق التصميم لاختيار المواد والعمليات التي تساهم في تخفيض التكاليف الإجمالية للمنتج دون التأثير على الجودة.
- ب. الاعتماد على التحليل المتعدد للبدائل في التصميم حيث ينبغي إجراء تحليلات متعددة للبدائل المتعلقة بالمواد وأساليب التصنيع خلال مرحلة التصميم، هذا سيسمح باختيار الحلول الأكثر كفاءة من حيث التكلفة مع مراعاة الأداء الوظيفي والجودة والمتطلبات التقنية، مما يعزز من فرص تقليل التكاليف على المدى الطويل.
- ج. على المعمل عينة البحث اعتماد الهيتر الإيطالي المنشأ والذي يعتبر ادائه أفضل وسعره اقل من الهيتر ذات المنشأ التركي المستخدم في منتج السخان التابع للمصنع عينة البحث.
- د. التعاون الوثيق بين فريق التصميم المتضمن مهندسو التصميم ومحاسبي التكلفة اذ على الشركات ان توصي بتعزيز التعاون بين فريق التصميم والمحاسبة لضمان أن قرارات التصميم تأخذ بعين الاعتبار التكاليف التشغيلية المستقبلية، كما ان هذا النهج التعاوني يساهم في تحسين عملية اتخاذ القرار وتقليل التكاليف غير المتوقعة في مراحل الإنتاج اللاحقة.

REFERENCES

1. Al-Ghabban, Faiza I. (2021), "Contemporary Cost Management Techniques: The appropriate alternative to the traditional cost accounting systems applied in the Iraqi industrial units-an applied case". *Muthanna Journal of Administrative and Economic Sciences*, Vol. (11), No. (3), pp. (256-274).
2. Capgemini, C. & Effidyn, S. (2017) " Combining Cost Cutting and Customer Value in the search for Competitiveness: The 'Design to Cost' perspective" Consulting est la marque de conseil en stratégie et transformation du Groupe Capgemini, 2017.
3. Cescon, Franco., Costantini, Antonio. & Grasseti, Luca. (2019), "Strategic choices and strategic management accounting in large manufacturing firms". *Journal of Management and Governance*, Vol (23), No. (3), pp. (605–636).
4. Collares, Pereira S. (2015) "Implementing a Design to Cost Strategy in a Complex Aerospace Design Project". Thesis to obtain the Master of Science Degree in Aerospace Engineering, University of Lisbon. 2015.
5. Favi, Claudio., Germani, Michele. & Mandolini, Marco. (2016), "Design for manufacturing and assembly vs. design to cost: toward a multi-objective approach for decision-making strategies during conceptual design of complex products ". *Procedia CIRP*, (50), PP. (275-280).
6. Gardan, J. (2017), "Definition of users' requirements in the customized product design through a user-centered translation method". *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, (11), PP. (813-821).
7. Hari A, Shoval S, Kasser J. (2008) "Conceptual design to cost- A new systems engineering tool". *INCOSE International Symposium 2008*; 2(1): pp543-557.



8. Hua, Jiang., Qingliang, Zeng. & Guangleng, Xiong. (2001) "Methodology and technology for design to cost". Tsinghua Science and Technology, Vol. (6), No. (1), PP. (29-33).
9. Isai, Violeta M. & Geru, Cristina. (2020), "Challenges and Solutions in Management Accounting-Implementation of Target Costing in the Industry of Equipment Production". Annals of the University Dunareade Jos of Galati: Fascicle: I, Economics & Applied Informatics, Vol. (26), No. (3), pp. (75-79).
10. Jain, A., A. Badonia, & Sukul Lomash (2016)." Design to Cost-Imperatives to Industry Today: Evolution, Industrial Engineering Letters Vol.6, No.4, 2016.
11. Lauritano, Dorina., Limongelli, Luisa., Moreo, Giulia., Favia, Gianfranco. & Carinci, Francesco. (2020), "Nanomaterials for periodontal tissue engineering: chitosan-based scaffolds". a systematic review, Nanomaterials, Vol. (10), No. (4), pp. (1-16).
12. Muthukrishnan, Lakshmipathy. (2021), "Nanotechnology for cleaner leather production: a review ". Environmental Chemistry Letters, Vol. (19), No. (3), pp. (2527–2549).
13. Nalwde , Barbole A N Y . Parakh ,S D . (2013) ,"Impact of cost Control and Cost Reduction Techniques on Manufacturing Sector " journal Indian Streams Research , Vol (3). NO(5) . pp(1-15).
14. Ostaev, G. Y., Khosiev, B. N., Nekrasova, E. V., Frantsisko, O. Y., Markovina, E. V., & Kubatieva, L. M. (2019), "Improving the methodology for assessing the efficiency of labor in organizations of the agroindustrial complex" Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences, Vol. (6), No. (5), pp. (9114-9120).
15. Pereira, Sebastiao P. (2015), "Implementing a Design to Cost Strategy in a Complex Aerospace Design Project". Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal, pp. (1-10).
16. Retolaza, A., & Ezpeleta, I. (2021). Design to cost; a framework for large industrial products: Evolution, 31 st CIRP Design Conference 2021 ,pp.(828-833).
17. Shang, Yifen., Hasan, Md. Kamrul., Ahammed, Golam Jalal., Li, Mengqi., Yin, Hanqin. & Zhou, Jie. (2019), "Applications of nanotechnology in plant growth and crop protection: a review". Molecules, Vol. (24), No. (14), pp. (1-23).
18. Sun, Guangyong., Deng, Ming., Zheng, Gang. & Li, Qing. (2019), "Design for cost performance of crashworthy structures made of high strength steel ". Thin-Walled Structures, (138), pp. (458-472).