دور تقنيتي الكلفة المستهدفة الخضراء والتصنيع الإضافي في تخفيض التكاليف

الباحث نور ياسين مخلف أ.م.د محّمد عبد الواحد فليّح
كلية الادارة والاقتصاد/الجامعة العراقية
Noorymakhlef@gmail.com Mohammed.hilf@aliraqia.edu.iq

تاريخ تقديم البحث :2023/04/11
تاريخ قبول النشر :2023/04/17

المستخلص:

يهدف البحث الى بيان المرتكزات المعرفية لتقنية الكلفة المستهدفة الخضراء واهم ما جاءت به هذه التقنية من مفاهيم وخطوات لتطبيق التقنية, كذلك بيان المرتكزات المعرفية لتقنية التصنيع الإضافي وبيان اهم ما جاءت به التقنية من مفاهيم ومميزات وادوات ودور هاتان التقنيتان في تخفيض التكاليف، اذ تعد صناعة الأطراف الاصطناعية في السنوات الأخيرة أحد الصناعات المهمة في العراق، لا سيما مع استمرار اشتعال بؤر الصراعات المسلحة ووقوع التفجيرات الإرهابية، الا انها تعاني من ارتفاع كبير في التكاليف، وتم التوصل إلى مجموعة من الاستنتاجات، أهمها: تعد الكلفة المستهدفة الخضراء من التقنيات المهمة في التحكم في المنتج في المراحل الاولية وقبل البدء بالانتاج وثم استعمال تقنية التصنيع الإضافي من خلال نشاطي التصميم (CAD) والانتاج (CAM) مما أكسبت الخط الإنتاجي الكثير من المزايا، مما يؤدي هذا التفاعل على منح القدرة على إنتاج منتجات ذات تصاميم هندسية صعبة بموارد ووقت أقل، مما يسهل ذلك في للحصول على منتجات ذات سعر وجودة مناسبين.

الكلمات المفتاحية: الكلفة المستهدفة الخضراء، التصنيع الإضافي، تخفيض التكاليف.

Abstract:

The research aims to clarify the knowledge bases of the green target costing technology and the most important concepts and steps that this technology brings to the application of the technology, as well as the statement of the knowledge bases of the additive manufacturing technology and the most important concepts, features, tools and role of these two technologies in reducing costs. In recent years, it has been one of the important industries in Iraq, especially with the continued ignition of hotbeds of armed conflicts and the occurrence of terrorist bombings, but it suffers from a large increase in costs, and a number of conclusions have been reached, the most important of which are: The green target cost is one of the important techniques in controlling the product In the initial stages, before starting production, and then using additive manufacturing technology during the activities of design (CAD) and production (CAM), which gave the production line many advantages, This interaction gives the ability to produce products with difficult engineering designs with less resources and time, which facilitates this in To get products with suitable price and quality.

Keywords: green target cost, additive manufacturing, cost reduction.

المقدمة:

تعد صناعة الأطراف الاصطناعية في السنوات الأخيرة أحد الصناعات المهمة في العراق، لا سيما مع استمرار اشتعال بؤر الصراعات المسلحة ووقوع التفجيرات الإرهابية، الا انها تعاني من ارتفاع كبير في التكاليف. اذ تمتلك العقول المُبدعة في جميع أنحاء العالم القدرة على تخيل الأشياء التي من شأنها أن تُحدث ثورة في أي صناعة, نتيجة التغيرات المستمرة والسريعة في بيئة التصنيع المعاصرة، ومن هذا المنطلق جاء التفكير بضرورة ادارة التكاليف من خلال استعمال تقنيات معاصرة تعمل على خفض

التكاليف دون المساس بجودة المنتج او الخدمة المقدمة، ومنها تقنيتي الكلفة المستهدفة الخضراء والتصنيع الإضافي والتي زاد استعمالها بشكل كبير في السنوات الاخيرة، حيث تعد تقنية الكلفة المستهدفة الخضراء من التقنيات الادارية الحديثة حيث ظهرت لمواكبة التطور في المنتجات وما يمليه السوق من بضائع خضراء، وان تقنية التصنيع الإضافي تقوم بإعادة تدوير الخامات وتصنع وتجمع المنتج من تلقاء نفسها مما يؤدي إلى عبور المنتج السريع من مرحلة التصميم إلى مرحلة الإنتاج التام مباشرة، ان عمل هاتان التقنيتان سويه سوف يعمل على تحقيق وفورات كبيرة حالية ومستقبلية في التكاليف، وعليه سيتم تقسيم البحث الى المباحث الآتية، الميحث الاول يتضمن منهجية البحث ودراسات سابقة، اما البحث الثاني فقد تضمن المرتكزات المعرفية لتقنيتي الكلفة المستهدفة الخضراء والتصنيع الإضافي ودورهما في تخفيض التكاليف، وفيما يخص المبحث الثالث تم عرض الجانب العملي من البحث، واخيراً المبحث الرابع والاخير الاستنتاجات والتوصيات.

المبحث الاول: منهجية البحث ودراسات سابقة

1-1 مشكلة البحث

يعد ارتفاع التكاليف في الوحدات الاقتصادية من التحديات المهمة التي تواجه تلك الوحدات، ولاسيما بعد التغيرات السريعة الحاصلة في بيئة الاعمال، اذ أصبحت نظم التكاليف التقليدية ومخرجاتها لا تؤدي الغرض اللازم في تحديد كلفة المنتجات اوالخدمات، تتمثل مشكلة البحث في العبئ من خلال ما تنتجه هذه الوحدات أثناء عملياتها التصنيعية من المخلفات والانبعاثات والتي تؤثر على المجالات البيئية المختلفة منها التربة, والهواء, والمياه, واعتمادها على طرائق الانتاج التقليدية والتي بدورها تؤدي الى مجموعة من المشكلات منها وجود انواع من الهدر الذي يصاحب العملية الانتاجية، وظهور الانتاج المعاب، فضلاً عن ارتفاع تكاليف المواد التي تُمثل نسبة كبيرة من إجمالي التكاليف، وبناءً على ما ذُكر يمكن صياغة المشكلة من خلال التساؤلين الآتيين :

1- هل ان الكلفة المستهدفة الخضراء والتصنيع الإضافي يساهمان في التغلب على المشكلات التي تعاني منها النظم التقليدية لمحاسبة الكلفة ؟

2- هل إن إستعمال الكلفة المستهدفة الخضراء والتصنيع الإضافي يساعد على تخفيض التكاليف في عينة البحث ؟

1- 2 أهمية البحث

تنبع أهمية البحث من أهمية المتغيرات التي يتناولها، إذ أدى ظهور التقنيات الإدارية المعاصرة في التصنيع إلى إعادة التفكير لدى الوحدات الاقتصادية في عملياتها حول التفكير في كيفية تخفيض تكاليفها من خلال الأعتماد على تقنيات جديدة قادرة على تحقيق الأهداف بكفاءة وفعالية مما يؤثر على الاقتصاد بشكل كبير، بإعتبار الوحدات الاقتصادية تمثل شبكة مترابطة تؤثر على بعضها البعض، والذي بدوره يؤثر على المجتمع بأكمله، من خلال القضاء على الهدر بكافة أشكاله فضلاً عن ذلك استبعاد الانشطة غير الضرورية التي تصاحب العملية الإنتاجية مما يؤدي إلى إنتاج منتج بجودة عالية وكلفة منخفضة.

1-3 أهداف البحث

يسعى البحث الى تحقيق الاهداف الآتية:

1. بيان المرتكزات المعرفية لتقنية الكلفة المستهدفة الخضراء.
2. بيان المرتكزات المعرفية لتقنية التصنيع الإضافي.
3. بيان دور تقنيتي الكلفة المستهدفة الخضراء والتصنيع الإضافي في تحقيق تخفيض التكاليف.
4. تطبيق دور تقنيتي الكلفة المستهدفة الخضراء والتصنيع الإضافي في المركز عينة البحث وبيان كيفية تخفيض تكاليف المنتجات.

1-4 فرضية البحث

بالإعتماد على عرض مشكلة البحث ولتحقيق اهدافه تم صياغة الفرضية الرئيسة الآتية :

" أن تقنيتي الكلفة المستهدفة الخضراء والتصنيع الإضافي تساهمان في تخفيض التكاليف "

يُشتق منها فرضيتين فرعيتين الآتيتين:

1- أن تقنية الكلفة المستهدفة الخضراء تسهم في تخفيض التكاليف.

2- أن تقنية التصنيع الإضافي تسهم في تخفيض التكاليف .

1-5 منهج البحث

يعتمد البحث على منهجين وهما :

1- المنهج الاستنباطي: متمثلا بالاعتماد على المراجع والمصادر والدوريات والبحوث العربية منها والاجنبية , فضلا عن الاعتماد على شبكة الانترنت.

2-المنهج الاستقرائي: متمثلا بعدة وسائل للحصول على البيانات والمعلومات اللازمة من مجتمع البحث وعينة البحث المتمثلة بمركز صدر القناة للاطراف الإصطناعية والمساند الطبية لأنجاز هذا البحث واختبار فرضياته.

1-6 دراسات سابقة

حسب **Horvath et al., 2012** تهدف الكلفة المستهدفة الخضراء الى ضرورة تكثيف الجهود لتلبية المعايير البيئية لأصحاب المصلحة، اذ يجب أن تتسق الوحدات الاقتصادية نماذج أعمالها بطريقة موجهة نحو الحفاظ على البيئة ومواجهة التحدي الأخضر. وان من خلال التقييم المنهجي للتكاليف وإعادة تخصيصها وارتباطها بتقديم القيمة الخضراء للمستخدمين النهائيين ، تعتقد دراسة **Melo et al.,2016** أن فرص تحسين الإسكان الاجتماعي، دون زيادة الكلف واعتماد تدابير أكثر استدامة، وقد نصت دراسة **الطيار ، 2016** ان الأستفادة من نظام المحاسبة والإنتاج الرقمي الكامل بالكمبيوتر لغرض احداث نقطة تحول في مجالات التدوين المحاسبي بالاضافة لاعداد تقارير آنية رقمية ذكية لأتخإذ قرارات آنية لأغراض مواكبة السيطرة على الاسواق والمنافسة العالمية، والمساهمة المعرفية في مجال إدارة العمليات وتحديد ما يتعلق بالتصنيع المضاف ومساهمته في تحقيق المزايا التنافسية لشركات الأعمال **عبد الرزاق وأخرون ، 2021.**

المبحث الثاني: المرتكزات المعرفية لتقنيتي الكلفة المستهدفة الخضراء والتصنيع الإضافي ودورهما في تخفيض التكاليف

المحور الاول: المرتكزات المعرفية لتقنيتي الكلفة المستهدفة الخضراء

2-1-1 مفهوم تقنية الكلفة المستهدفة الخضراء

من حيث تحديد تقنية الكلفة المستهدفة الخضراء, هناك العديد من التعاريف لهذه التقنية ولم يتم الاتفاق على تعريف محدد بسبب اختلاف وجهات النظر حولها والزاوية التي يتم من خلالها عرض هذه التقنية. اذ يعرف (الجادري،2018 :40)الكلفة المستهدفة الخضراء بأنها دمج آليات عمل الكلفة المستهدفة مع تطبيقها في تطوير استراتيجية الاستدامة البيئية، وتعزز استراتيجية الكلفة المستهدفة من قوة الممارسات أيضا تؤدي الى نهج يكون اكثر شمولية، وتعتبر اداة مفيدة للمساعدة لتحديد كلفة المنتجات المسموح بها لأن الزبائن عادة ما يكونوا غير قادرين على تحمل تكاليف شراء اضافية للمنتجات بالرغم من إشارة البرامج البيئية لأهمية المنتجات الخضراء

ويشير (Bijan, 2021:957) الى الكلفة المستهدفة الخضراء بأنها طريقة لاستخدام الكلفة المستهدفة في تصنيع المنتجات الخضراء, اذ تستند هذه الطريقة إلى فكرة الجمع بين المتطلبات البيئية والتكاليف المستهدفة على سبيل المثال عند تحديد الأسعار المستهدفة بما في ذلك تحديد علاوة سعر أخضر واستخدام طرائق التحسين الخضراء الذي سينعكس على المبادئ الست المختلفة لتحديد التكاليف المستهدفة التي تتمحور حول الزبون, التصميم, العمل الجماعي, توجيه دورة حياة المنتج والمشاركة في سلسلة القيمة.

ومما سبق يمكن القول ان الكلفة المستهدفة الخضراء هي : تقنية تعمل عند تصميم المنتج حيث تواكب التوجه الجديد نحو انتاج منتجات خضراء صديقة للبيئة بسعر مستهدف اخضر وكلفة مستهدفة خضراء وذلك عن طريق دمج الخصائص البيئية للمنتج مع الكلفة المستهدفة والخروج بتقنية الكلفة المستهدفة الخضراء) التي تحقق تنمية مستدامة بيئية وتساعد على خفض التكاليف عن طريق استخدام احد ادوات التحسين المستمر.

2-1-2 مميزات تقنية الكلفة المستهدفة الخضراء

يرى (Dhaliwal) ان هنالك مجموعة من المزايا لتقنية الكلفة المستهدفة الخضراء وهي (Dhaliwal ,2021:7) :

1. لها تأثير إيجابي على ربحية المنظمة طوال دورة حياة المنتج
2. تساعد على تصنيع المنتجات التي تتوافق بشكل أفضل مع احتياجات الزبائن وكلفة المنتجات بشكل كبير.
3. يتم تخفيض كلفة المنتجات بشكل كبير
4. يتم تقليل دورة تطوير المنتج.
5. تلغي الأنشطة التي لا تضيف قيمة مما يقلل من كلفة المنتج مما يساعد الزبون على شراء المنتج بسعر أقل.
6. يمكن لكل من الزبائن والموردين العمل معا لصنع منتجات أكثر كفاءة وبأسعار مناسبة.
7. تعمل على مواءمة كلفة الميزة مع الكلفة التي يرغب الزبون في دفعها.
8. إنها تعزز الالتزام بالعملية التصنيعية وانتقال المنتج من الإدارة العليا إلى الإدارة الدنيا للوحدة الاقتصادية.
9. تساعد على التأكد من المعلومات التفصيلية حول الكلفة التي تنطوي عليها العملية التصنيعية.
10. يتم زيادة الربح على المنتجات الجديدة.
11. يمكن التحكم في كلفة المنتج.
12. إذا تم تصميم المنتج وتصنيعه وفقًا لرغبات الزبون فإن الوحدة الاقتصادية تتمتع بميزة تنافسية على أي شركة أخرى.

2-1-3 خطوات تطبيق تقنية الكلفة المستهدفة الخضراء

تتمثل خطوات تطبيق الكلفة المستهدفة الخضراء بست خطوات وكما يلي : (Melo et al, 2016:2)

الخطوة الأولى : تحديد وتقييم المواصفات والوظائف الخضراء المرغوبة

الخطوة الثانية : تقييم سعر البيع المستهدف وعلاوة السعر الاخضر

الخطوة الثالثة : تحديد هامش الربح الاخضر وحساب التكاليف المسموح بها

الخطوة الرابعة توزيع التكاليف على موجهات الكلفة الخضراء

الخطوة الخامسة : تنفيذ مقاييس إدارة الكلفة الخضراء

الخطوة السادسة : تنفيذ تكاليف كايزن الخضراء.

المحور الثاني: المرتكزات المعرفية لتقنية التصنيع الإضافي

2-2-1 مفهوم تقنية التصنيع الإضافي

كان التصميم النهائي دائمًا مقيدًا بقيود تكنولوجيا التصنيع، ويحتاج مصممو المنتجات ومهندسوا التصميم إلى تحقيق توازن بين وظائف المنتج وجودته، مع تقليل التكلفة أيضًا تم ذلك تقليديًا من خلال اتباع إرشادات تسمى التصميم للتصنيع والتجميع، والتي تركز على تقليل تعقيد المنتج لتقليل تكاليف التصنيع. ومع ذلك ، مع تقنية التصنيع الإضافي ، لم يعد تعقيد المنتج مرتبطًا بتكاليف التصنيع ، الأمر الذي حرر المصممين ، وسمح بتحقيق نية المصمم بكلفة منخفضة (Hinchy,2019:3).

اختلفت وجهات النظر حول ايجاد تعريف شامل يوضح التصنيع الإضافي خلال سنوات، وقد حاول عدد من الباحثين تعريفها.

اذ تم تعريفها على انها "هي تقنية يتم فيها تصنيع الأجزاء المادية باستخدام تصميم بمساعدة الكمبيوتر ويتم إنشاء نماذج ثلاثية الابعاد على أساس طبقة تلو الأخرى عادة، تسمى هذه الإجراءات عمليات بدون أدوات".(Haleem&Javaid, 2021:412)
وتم تعريفها ايضاً الى انها تشير عادة إلى " عملية تصميم بمساعدة الكمبيوتر (CAD) لإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد من خلال طبقات المواد مثل البلاستيك أو المواد المركبة أو المواد الحيوية لإنشاء نماذج ثلاثية الابعاد تتراوح في الشكل والحجم والصلابة واللون." (Ntakana,2021:11)

مما سبق أعلاه يمكن القول ان التصنيع الإضافي " عبارة عن انظمة إنتاج تعمل بمنهج تراكم المواد الخام بدون اهدارها بوقت قصير وكلفة مادية أقل، يتم من خلالها تجميع المواد طبقة تلو الاخرى من خلال تصنيع نموذج ثلاثي الأبعاد (3D) بمساعدة الكمبيوتر (CAM)، وبدون الحاجة إلى عمل يدوي مما يحسن العملية الإنتاجية ويقلل القيود الهندسية خلال التصميم بمساعدة الكمبيوتر(CAD).

2-2-2 مميزات تقنية التصنيع الإضافي

هناك مجموعة من المميزات التي تتمتع بها تقنية التصنيع الإضافي مما يجعلها مصدراً مهماً وتتلخص مميزاتها بالآتي:

1- المرونة: تعمل تقنية التصنيع الإضافي وفق سياسة تتميز بقدر كبير من المرونة في التصنيع من الممكن تصنيع اي شكل تقريباً.(Alogla et al.,2021:3)
2- انخفاض التكاليف : تقوم المنظمات بأعتماد تقنية التصنيع الإضافي لكي توفر الكثير من التكاليف التي قد تُهدر بسبب التكاليف الباهظة عند مقارنتها بالأجزاء التي تصنع وفق الطريقة التقليدية.(Bauer&Malone,2015:3)
3- الجودة العالية : تتميز تقنية التصنيع الإضافي بإتباعه كافة خطوات ومعايير الجودة العالية مقارنة بغيرها من أنواع التصنيع الاخرى.(Wozniak et al.,2022:834)
4- انخفاض المخزون : لا تعاني الوحدات الاقتصادية التي تعتمد تقنية التصنيع الإضافي من مشكلة امتلاء المخازن بالبضاعة والسلع والمواد الخام.(Durach et al.,2017:961)
5- تقليل مدة الانتظار: ان الاعتماد على عمليات تقنية التصنيع الإضافي، باتت الوحدات الاقتصادية لا تحتاج إلى وضع قوائم انتظار للزبائن، حيث ستقل فترات الانتظار وبالتالي تحسن تقنية التصنيع الإضافي العملية البيعية والرواج التجاري والاقتصادي للوحدة الاقتصادية (Durach et al.,2017:963).

2-2-3 عمليات تقنية التصنيع الإضافي

يضم مفهوم تصنيع المواد المضافة مجموعة من الادوات المختلفة تم تقسيمها وفقًا لـASTM معيار F2792 ، وكلها تشترك في مفهوم التصنيع "طبقة تلو الأخرى" ، ولكن لكل منها خصائص مختلفة من حيث المواد، والقدرات التقنية ، والقيود ، وما إلى ذلك، سيتم التطرق لأكثر الادوات استعمالاً، و يتم تصنيف عمليات AM ، يوضح الجدول(1) الفئات السبع لعملية التصنيع الإضافي، وهي كالآتي:

الجدول (1) الفئات السبع لعملية التصنيع الإضافي

ت	نوع العملية	الوصف	الاداة	المواد
1	انصهار طبقة المسحوق (PBF)	تعمل الطاقة الحرارية على دمج مناطق طبقة المسحوق بشكل انتقائي	ذوبان شعاع الإلكترون (EBM) ، تلبيد الليزر الانتقائي (SLS) ، تلبيد الحرارة الانتقائي (SHS) ، تلبيد المعادن بالليزر المباشر (DMLS)	المعادن، البوليمرات
2	ترسيب الطاقة المباشر (DED)	تُستخدم الطاقة الحرارية المركزة لصهر المواد عن طريق الذوبان أثناء ترسيب المادة	ترسيب المعادن بالليزر (LMD)	المعادن
3	قذف المواد (ME)	يتم توزيع المواد بشكل انتقائي من خلال فوهة أو فتحة	نمذجة الترسيب المنصهر (FDM)	البوليمرات
4	البلمرة الضوئية لضخ المياه (VP)	تتم معالجة فوتوبوليمر سائل في وعاء بشكل انتقائي عن طريق البلمرة التي يتم تنشيطها بالضوء	الطباعة الحجرية المجسمة (SLA) ، معالجة الضوء الرقمي (DLP)	فوتوبوليمرات
5	نفث الموثق (BJ)	يتم ترسيب عامل الترابط السائل بشكل انتقائي للانضمام إلى مواد المسحوق	سرير المسحوق ورأس نفث الحبر (PBIH) ، الطباعة ثلاثية الأبعاد القائمة على الجبس	البوليمرات ، الصفائح والمعادن
6	نفث المواد (MJ)	يتم ترسيب قطرات مواد البناء بشكل انتقائي	النمذجة متعددة النفاثات (MJM)	البوليمرات والشمع
7	تصفيح الورق (SL)	يتم ربط صفائح المواد لتشكيل كائن	تصنيع الأجسام المصفحة ، التوحيد بالموجات فوق الصوتية (UC)	الورق والمعادن

Source: (Shahrubudin& Ramlan,2019:1287-1289)(Moshiri,2020:9-10)

المحور الثالث: دور تقنيتي الكلفة المستهدفة الخضراء والتصنيع الإضافي في تحقيق تخفيض التكاليف

ظهر في الفترة الاخيرة اهتمام بالمنتجات الخضراء بسبب زيادة وعي الوحدات الاقتصادية عن اهمية تقديم هذه المنتجات وزيادة وعي الزبائن باستعمال مثل هذه المنتجات لكن الوحدات الاقتصادية تواجه مشكلة في ارتفاع تكاليف هذه المنتجات وبالتالي سينعكس ارتفاع التكاليف على سعر المنتج وسيكون السعر مرتفع بالنسبة للزبون بالمقارنة مع سعر المنتج التقليدي لذلك زاد التوجه نحو تطوير التقنيات المحاسبية التقليدية ليتم استعمالها في تخفيض تكاليف المنتجات الخضراء وواحدة من هذه التقنيات التي تم العمل على تطويرها وتوجيهها نحو تحقيق الاستدامة البيئية هي تقنية الكلفة المستهدفة الخضراء (الجادري, 2018 : 38). هناك صفات وخصائص اخرى ينبغي ان تكون متكاملة مع الاستدامة البيئية وهي جودة المنتج الجمالية، و الموثوقية في اداء المنتج، إن التحدي الآخر الذي يواجه الوحدات الاقتصادية التي تقوم بتطوير وتسويق المنتجات الخضراء هو عدم وجود الوعي الكافي من الزبائن بمنافع المنتجات الخضراء واهمية استعمالها، ومدى الاضرار التي يتم تجنبها نتيجة استعمال هذا النوع من المنتجات التي تحقق الاستدامة البيئية (Dungelice &Pujari 2010:480) .

إن اسباب توجه الوحدات الاقتصادية لإنتاج المنتجات الخضراء مختلفة فقد تكون الوحدات الاقتصادية ملزمة بإنتاج منتجات صديقة للبيئة على سبيل المثال الوحدات الاقتصادية المشاركة في سوق السيارات الامريكي الذي لا يتطلب منها فقط انتاج سيارة بكلفة تحقق الربح المطلوب فقط وانما ايضاً ينبغي أن تلتزم بالمعايير القائمة بشأن المتوسط الاقتصادي بشأن استهلاك الوقود AFE. أي إن اللوائح والقوانين هي الدافع لتصميم هذه المنتجات وقد تكون الوحدة الاقتصادية راغبة بأن تكون سباقة في أن تصبح أكثر صديقة للبيئة وتحقق الاستدامة البيئية (Malone 2015:6)

بالنسبة لتقنيات التصنيع التقليدية ، هناك صلة مباشرة بين تعقيد المكونات والتكلفة، مع زيادة تعقيد المكونات ، تزداد تكلفة التصنيع أيضًا. تُعزى هذه الزيادة في التكلفة بشكل أساسي إلى كل من تكاليف الأدوات ووقت المعالجة الممتد. عندما تصبح المكونات أكثر تعقيدًا ، يجب أن تصبح الأدوات أكثر تعقيدًا وقد تكون هناك حاجة لمزيد من التركيبات. من المستحيل تصنيع بعض الأشكال الهندسية المعقدة باستخدام التصنيع التقليدي، بغض النظر عن التكلفة. بالإضافة إلى هذه النقاط ، قد تكون هناك حاجة إلى مزيد

من التجميع لإكمال مكونات معقدة للغاية ، مما يؤدي مرة أخرى إلى زيادة التكاليف، التصنيع الإضافي ، من ناحية أخرى ، يوفر حرية تصميم هندسية كاملة تقريبًا ، والتي يمكن أن تُعزى إلى عملية التصنيع طبقة تلو الأخرى. بالإضافة إلى ذلك ، فإن تعقيد المكونات مستقل عن تكلفة التصنيع الإضافي، هذا يعني أنه يمكن لمهندسي التصميم إنتاج أي شكل يمكن تخيله تقريبًا ، دون الزيادة المصاحبة في تكاليف التصنيع التي سيتم تكبدها باستخدام تقنيات التصنيع التقليدية، أحد المجالات الأساسية التي يحتفظ فيها التصنيع الإضافي بمتوسط على التصنيع التقليدي هو الافتقار إلى متطلبات الأدوات والتكاليف المرتبطة بها، من خلال ذلك، يمكن لمهندسي التصميم من إنتاج أي شكل هندسي تقريبًا من مجموعة من المواد، بما في ذلك البوليمرات والمعادن والسيراميك، وقد مكّن ذلك مهندسي التصميم من إنتاج أشكال عضوية معقدة، مثل هياكل عظام بشرية مخصصة ، يمكن تصميم المكونات متعددة المواد وتصنيعها ، مع وظائف مدمجة وميزات داخلية. كما أن القدرة على إنشاء نماذج أولية سريعة لهذه الأشياء أثناء التطوير والاختبار تقلل أيضًا من الوقت اللازم للتسويق ، حيث لا يلزم تصميم الأدوات المعقدة أو تصنيعها، يمكن القيام بذلك رقميًا دون الحاجة إلى الأدوات. (Salvador& Garcia,2019: 9-10)

المبحث الثالث: الجانب العملي من البحث

المحور الاول: نبذه تعريفية عن عينة البحث

يُعد مركز صدر القناة للأطراف الصناعية والمساند مركز متخصص لصناعه الاطراف الاصطناعية والمساند الطبية بأنواعها، فضلاً عن تقديم خدمات العلاج الطبيعي، وهو إحدى تشكيلات وزارة الصحة التابعة الى دائرة صحة بغداد/ الرصافة، وأول و أكبر مركز على مستوى القطر متخصص بصناعة الأطراف الصناعية والمساند الطبية على مستوى العراق، حيث يتم فيه صناعة الاطراف الاصطناعية بنوعيها العليا والسفلى أضافة الى المساند التقويمية وتجهيزها وتقديمها مجاناً لمستحقيها، ويقدم خدماته لفاقدي الاطراف والمتضررين من عده اسباب منها حوادث الأرهاب والتفجيرات وداء السكري والتشوهات الخلقية.

3-2 مبررات اختيار العينة

1. ارتفاع تكاليف الاطراف الاصطناعية، وترجع أهم اسباب ارتفاع تكاليفها الى ارتفاع كلفة شراء المواد الأولية التي تدخل في صناعة الأطراف ووجود تعقيدات في تأمينها.
2. أن تصنيع الأطراف الاصطناعية يتطلب جهداً ووقتاً كبيران لكي يتناسب المنتج مع متتطلبات الزبون من حيث القياسات و الراحة في الاستخدام، فبالرغم من ارتفاع تكاليف المواد الداخله في تصنيع الاطراف الاصطناعية الا انها قد لا تؤمن تصنيع إطراف ذات جودة عالية.

فيما تم اختيار الطرف الاصطناعي السفلي فوق مفصل الركبة (AK)، وذلك للأسباب الآتية :*

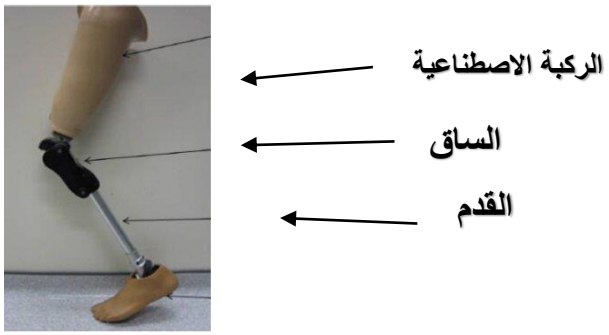
1. فقدان الأطراف السفلية يعد من الحالات الأكثر وروداً في المركز و الأكثر اقبالاً من قبل المراجعين.
2. أستمرار عملية الأنتاج أبتداء من المواد الأولية اللازمة في الأنتاج حتى الوصول الى المنتج النهائي، بالإضافة لتوافر البيانات اللازمة.
3. الأهمية الكلفوية والبيعية للمنتج قياساً بمنتجات الاطراف الأخرى.

* وفق المقابلة الشخصية مع مدير شعبة تصنيع الاطراف الاصطناعية السفلية دكتور باسم العلياوي في تاريخ 22\6\2023 .

3-3 الطرف الإصطناعي فوق الركبة (AK)

تتكون الأطراف الاصطناعية فوق الركبة كما في الشكل (1) عادةً من أربعة مكونات رئيسة ، وهي كالآتي:

1) القالب (Socket): هو الجزء الأكثر أهمية في الطرف الاصطناعي إذ هو الذي يحدد درجة نجاح الطرف، فهو الوسيط بين المريض والطرف الإصطناعي، بالإضافة الى انه الجزء الذي يتم تصنيعه في المركز خلاف بقية الاجزاء الاخرى.
2) الركبة الاصطناعية (Prosthetic Knee): يعتبر مفصل الركبة الاصطناعي أحد أهم مكونات الطرف الاصطناعي بالنسبة للمبتورين فوق الركبة.
3) الساق (Pylon): الغرض الأساسي من الساق هو نقل الأحمال الرأسية الناتجة عن وزن مريض البتر إلى القدم وعلى الأرض.
4) القدم الإصطناعية (Prosthetic Foot): هي الجزء السفلي من الساق الاصطناعية، يجب أن تقلد بشكل مثالي وظيفة القدم الحقيقية قدر الإمكان من خلال توفير منصة آمنة، والتعامل مع الاختلافات في التضاريس، والسماح للمستخدم بالسير بطريقة طبيعية ومتماثلة. ويمكن بيان هذه الاجزاء بالشكل الآتي:



الشكل (1) مكونات الطرف الاصطناعي الرئيسية

Source : "lower-limb prosthesis main components"(Rossi et.al, 2017)

المحور الثاني : حساب كلفة الطرف الصناعي فوق مفصل الركبة من واقع سجلات مركز صدر القناة للاطراف الاصطناعية والمساند الطبية

لتحقيق الهدف المطلوب من البحث؛ فقد تم تحديد تكاليف الطرف الصناعي فوق مفصل الركبة(Transfemoral (above knee كالآتي :

3- 4-1 كلفة المواد الداخلة في إنتاج الطرف الصناعي

حسب المسلك التكنولوجي لمعدلات صرف المواد الداخلة لتصنيع منتج قالب طرف الإصطناعي فوق مفصل الركبة يكون مجموع كلف المواد الداخلة لتصنيعه (5,514,741) دينار ، ونلاحظ ارتفاع تكاليف المواد الداخلة في ذلك لان اغلب المواد لايتم شراؤها من المجهز الرئيس ولكن عن طريق وسطاء مما يجعل المركز يتحمل الكثير من التكاليف؛ وذلك لان المركز لم يمنح صلاحيات كافية للدخول في عقود تجهيز المواد وعدم منحه صلاحيات صرف كافية للمبالغ الخاصة بالمواد وهذا أدى إلى هذا الارتفاع في تكاليف المواد.

3- 4- 2 تكاليف الاجور

تمثل تكاليف الاجور نسبة كبيرة من أجمالي عنصر كلفة الطرف الصناعي فوق الركبة بالمقارنة مع بقية العناصر وكانت سبب لأرتفاع كلفة المنتج، أن عدد الموظفين في المصنع بلغ (36) موظف توزعت بين (5) أقسام وبلغ إجمالي الإجور في الشهر الواحد بلغت (25,378,922) ديناراً، قد أعتمد الباحثين الأجور الشهرية لوجود طلب كبير على الاطراف الصناعية فوق مفصل الركبة بلغ (22) طلباً ولشهر تموز والتي انجز منها (12) طلب فقط، ولو تم اعتماد الاجور السنوية والتي بلغت (64304,547,0) ديناراً في حساب كلفة الطرف الاصطناعي لكانت كبيرة جداً وأدت الى تشوية كلفة الطرف.

3- 4-3 التكاليف غير المباشرة

تشمل التكاليف غير المباشرة (مواد غير مباشرة،و أجور غير مباشرة، و التكاليف التي تصرف على أقسام خدمات الأنتاج أي الاقسام التي تقدم خدماتها لجميع المنتجات والتي تخص اكثر من منتج ويصعب ربطها وتخصيصها مباشرة على الوحدة الواحدة)، مقدار التكاليف غير المباشرة والبالغة (10,717,339) ديناراً، وتعد هي الجزء الاكبر من عملية تصنيع الطرف ويرجع السبب لزيادة الاجور غير المباشرة، إضافه لوجود العديد من المكائن المستعملة لعملية التصنيع.

3- 4- 4 التكاليف الأدارية

تشمل التكاليف الادارية اجور المناصب الادارية لشهر تموز لسنة (2021)، أن عدد الاداريين (6) موظفين، ومجموع التكاليف الأدارية لمنتج طرف صناعي فوق مفصل الركبة لشهر تموز بلغت (6,921,853) ديناراً ، بالأضافة لعدم وجود تكاليف تسويقية لمركز صدر القناة .يتم حساب كلفة الوحدة الواحدة من منتج طرف صناعي فوق مفصل الركبة وذلك بالأعتماد على البيانات السابقة وحسب الجدول الآتي :

الجدول (1) قائمة التكاليف لمنتج الطرف الصناعي تحت مفصل الركبة لشهر تموز عام (2021)

ت	التكاليف	الطرف الصناعي فوق مفصل الركبة
1	كلفة المواد المباشرة	82,721,115
2	كلفة الأجور المباشرة	25,378,922
3	التكاليف الصناعية غير المباشرة	10,717,339
4	التكاليف الأدارية	6,921,853
5	كلفة التلف	10,402,751
6	المجموع	136,141,980
7	÷ عدد الوحدت المنتجة	15
8	كلفة الوحدة الواحدة	9,076,132

المصدر: أعداد الباحثان بالإعتماد على البيانات السابقة

وبالاعتماد على المعطيات السابقة، وفي ضوء المعلومات الخاصة بالمركز تم حساب كلفة الطرف الصناعي فوق مفصل الركبة وقد تبين أن كلفته مرتفعة جداً إذ بلغت (9,076,132) دينار.

المحور الثالث: تطبيق دور تقنيتي الكلفة المستهدفة الخضراء والتصنيع الإضافي في المركز عينة البحث وبيان كيفية تخفيض تكاليف المنتجات

3-3-1 تطبيق تقنية الكلفة المستهدفة الخضراء

1- **ضمن الخطوة الأولى** يتم تحسين طريقة صنع طرف إصطناعي فوق الركبة من خلال استعمال تقنية التصنيع الإضافي، اذ تُعد صناعة الاطراف بالطريقة التقليدية طريقة قديمة ولها اثار بيئية كبيرة اذ يكون فيها استخدام للمواد الأولية والطاقة الكهربائية والوقود بشكل أكبر لو تم مقارنتها بالتصنيع الإضافي في عملية صنع الاطراف, اذ سوف يتميز المنتج الذي ينتج بالتصنيع الإضافي بالاستخدام الامثل للمواد واستهلاك اقل للطاقة الكهربائية وتقليل الانبعاثات بشكل كبير وعدم استخدام المياه، وان الجدوى الاقتصادية لهذا المنتج لما سوف يتم تحسينه من ناحية كلفة المنتج وضمن هذه الخطوة قام الباحث بتقديم طريقة الصنع والتحول من الطريقة التقليدية الى التصنيع الاضافي.

2 -**تحديد سعر البيع المستهدف وعلاوة السعر الأخضر** تعد هذه الخطوة هي الخطوة الثانية لتقنية الكلفة المستهدفة الخضراء التي ستبدأ بالاستطلاع الميداني الذي قام به الباحث في الاسواق العراقية ولدى وكلاء متعددين للبحث على منتج (طرف إصطناعي). وعليه تم حساب العلاوة السعرية وعلى وفق الآتي:

سعر البيع المستهدف الاخضر=السعر المستهدف+ علاوة السعر الأخضر

سعر البيع المستهدف الاخضر= 1,223,450+ 274 = 1,223,724 دينار

وبهذا السعر تم تقديم منتج صديق للبيئة وبسعر اقل من منافسيه وبهذا الحساب يمكن للمركزمنافسة باقي المنتجات ويمكن بيع اكثر كمية ممكنة من المنتج.

3- تحديد هامش الربح الاخضر بعد القيام بتحديد السعر المستهدف الاخضر ينبغي تحديد هامش الربح الاخضر كخطوة ثالثة من خطوات الكلفة المستهدفة الخضراء، اذ ينبغي تحديد نسبة أرباح منخفضة لتجنب رفع سعر المنتج بهدف ترغيب الزبائن باستهالك هذا النوع من المنتجات وان مركز صدر القناة يحدد نسبة من 10- 20%) كنسبة هامش ربح .

هامش الربح الاخضر= سعر البيع الاخضر× نسبة هامش الربح

هامش الربح الاخضر للطرف الاصطناعي الواحد = 1,223,724 × 10% = 122,372.4 دينار

4 - تحديد الكلفة المستهدفة الخضراء تحديد الكلفة المستهدفة لخضراء كخطوه اربعة من خطوات تقنية الكلفة المستهدفة الخضراء, ويتم تحديد الكلفة المستهدفة الخضراء من خلال طرح سعر البيع الاخضر من هامش الربح الاخضر وفق المعادلة التالية:

الكلفة المستهدفة الخضراء = سعر البيع الإخضر- هامش الربح الاخضر

الكلفة المستهدفة الخضراء =1,223,724 -122,372.4 = 1,101,352 دينار

بناء على ما تقدم ان المركز يعاني من خسارة كبيرة وذلك بسبب استخدام الية صنع قديمة ومكلفة اذ ان الطريقة التقليدية يكون فيها الهدر للمواد الاولية والطاقة الكهربائية بشكل كبير وهذا ادى الى ظهور تكاليف مرتفعة في عملية الصنع.

3-3-2 تطبيق تقنية التصنيع الإضافي

1- نشاط التصميم

بما أنه يتم تنفيذ جزء كبير من هذا المشروع في بيئة تعتمد على الكمبيوتر خاصة نشاط التصميم ، فمن الضروري استعمال برامج خاصة بالتصميم والهندسة بالإعتماد على الكمبيوتر، فيما يخص هذه البرامج :

1. برنامج Meshmixer يعتبر من أفضل البرامج وأكثرها استخدماً لنمذجة التصاميم ثلاثية الابعاد و هو مجاني .
2. برنامج Solid works (SW) هو البرنامج الرئيسي للتصميم بمساعدة الكمبيوتر (CAD) يستعمل لتصميم النماذج الصلبة، (11,167,460) دينار عراقي الاشتراك السنوي مع رسوم الترخيص لمده (10) سنوات، أي: ما يعادلً (93,002) دينار شهريا.
3. برنامج Abaqus/CAE هو تطبيق برمجي يستخدم لنمذجة وتحليل المكونات الميكانيكية والتجمعات ، يتوفر إصدار ABAQUS التعليمي مجانًا.

تلعب البرامج السابق ذكرها في نشاط البحث والتطوير دورًا كبيرًا في تقليل التكاليف المرتبطة بعملية التصميم، يقوم موظف التأهيل الطبي بأستعمال الماسح الضوئي EXOAscan للحصول على أبعاد وقياسات الجذع المبتور الخاص بالمريض بدون القيام بعمل قالب من الجبس توضح المعادلة[1] (1) حساب تكلفة الأجور لأنشطة المسح الضوئي والتصميم وإعداد الماكنة.

[1] جميع المعادلات المذكورة في البحث معتمدة من دراسة Lami,2021

$$C_{L1} = (O_{L1} + O_{l2} + O_{L3}) \times T_{Perp} \dots\dots\dots\dots (1)$$

C_{L1} = كلفة الأجور قبل المعالجة

O_L = معدل كلفة الاجور

T_{Perp} = الوقت اللازم لإعداد البناء

بالإعتماد على البيانات السابقة يمكن حساب كلفة الأجور للمرحلة كالآتي :

$$C_{L1} = (14{,}547 + 138{,}106 + 34{,}064\ ) \times 2.30$$

$$= (186{,}717) * 2.30$$

$$= 429{,}449.1 \text{ دينار}$$

يمكن الآن حساب التكاليف غير المباشرة لمرحلة ماقبل الإنتاج بعد توفر بياناتها من خلال المعادلة الآتية :

$$C_{oH1} = H_{H1} \times T_{Prep} \dots\dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

C_{oH1} = التكلفة الصناعية غير المباشرة

H_{H1} = معدل التكاليف الصناعية غير المباشرة

T_{Prep} = الوقت اللازم للمعالجة المسبقة

في ما يخص حساب التكاليف غير مباشرة للمرحلة فقد تم حسابها كما يلي:

$$C_{oH1} = 20{,}439.3 \times 2.30$$

$$= 47{,}010 \text{ دينار}$$

بعد أن بلغت تكاليف الأجور (429,449.3) دينار وبلغت التكاليف غير المباشرة (47,010) دينار، يتم حساب تكاليف هذه المرحلة من خلال المعادلة الآتية:

$$C_{Perp} = C_{L1} + C_{OH1} \dots\dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

C_{Perp} = تكاليف نشاط ما قبل المعالجة

C_{L1} = تكلفة الأجور

C_{OH1} = التكلفة الصناعية غير المباشرة

لذا يمكن حساب تكاليف مرحلة ما قبل الإنتاج بانشطتها الثلاثة، وكالآتي :

$$C_{Perp} = 429{,}449.3 + 47{,}010$$

$$= 476{,}459.3 \text{ دينار}$$

بلغت تكاليف مرحلة ما قبل الإنتاج (476,459.3) دينار لجميع أنشطة المرحلة، بعد الانتهاء من تصميم الأجزاء الاربعة الرئيسة للطرف الاصطناعي فوق الركبة، وتسخين الماكنة وإضافة المواد، يتم الانتقال مباشرة لمرحلة الإنتاج لبناء هذه الأجزاء .

2- نشاط التصنيع

لحساب كلفة عناصر مرحلة الانتاج لابد من تحديد معلمات الاجزاء الاربعة وتحديد الوقت وكمية المواد اللازمة لأنجازها، علماً ان معدل البناء (8.4) سم3 / ساعة و ان سُمك الطبقة الواحدة (0.3) سم3، بداية يتم تصنيع القالب والذي يمكن تحديد معلماته نسبياً بناءاً على الوزن المرضى المحدد سابقاً (90 – 70) كيلوغرام، يمكن تحديد الوقت وكمية المواد اللازمة لطباعة كل جزء، فالقالب يحتاج (2.3) ساعة لطباعته وكمية المواد اللازم استعمالها من التيتانيوم للبناء (0.543) غرام، والهيكل الداعم يحتاج الى(0.498) غراماً.

اما الساق فحتاج الى (0.36) دقيقة لكي يتم طباعتها بشكل كامل وكمية المواد اللازمة للبناء (0.335) غرام، ويحتاج الهيكل الداعم حوالي (0.272) غرام. لطباعة القدم والركبة يحتاج حوالي (1.2) ساعة، اما كمية المواد اللازمة للبناء للجزئين (0.545) غرام و يحتاج الهيكل الداعم للجزئين (0.439) غرام ، تبلغ اجور التقني للساعة الواحدة (34,064) ديناراً كما تم ذكرها سابقاً.
سوف يتم حساب تكاليف الاجزاء الاربعة لنشاط التصنيع مجمعة بدلاً من حساب ثلاث عمليات لتصنيع لتسهيل عملية الحساب وإظهار التكاليف بشكل واضح ، بما ان مادة البناء ومادة الدعم لهيكل البناء هي نفس المادة وهي التيتانيوم فستكون المعادلة كالاتي:

$$C_{MAT} = (W_1 + W_2) \times CM_v \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (4)$$

W_1 = وزن مادة البناء

W_2 = وزن مادة الدعم

CM_v = معدل تكلفة المواد المضافه

لذا يتم حساب تكاليف المواد المستعملة خلال مرحلة الانتاج وكالإتي :

$$= (1.423 + 1.209) \times 98{,}501$$

$$=(140{,}167+119{,}088)$$

$$= 259{,}255 \text{ دينار}$$

بلغت تكاليف المواد المباشرة للأجزاء الاربعة (259,255) دينار، وتعد كلفة المواد من خلال أستعمال التصنيع الإضافي منخفضة بشكل كبير مقارنة بتكاليف التصنيع التقليدي اذ تدخل في عملية التصنيع العديد من المواد فضلاً عن ان هذه المواد باهضة الثمن.

ايضاً يمكن حساب تكلفة الماكنة كما في المعادلة الأتية :

$$M_{MACH} = \frac{(C_{1+}\ M - S)}{T} \times T_{bs} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (5)$$

C_1 = قيمة شراء الماكينة

M = صيانة الماكنة

S = الخردة

T = العمر الانتاجي للماكنة

T_{bs} = الوقت المطلوب للإعداد والبناء

$$= \frac{(7{,}297{,}187 + 126{,}863 - 0)}{10} \times 4.16$$

$$= 51.78^{1} \times 4.16$$

$$= 215.4 \text{ دينار}$$

من خلال حساب تكلفة الماكنة لمرحلة إنتاج الطرف الإصطناعي بلغت (215.4) دينار، بعد ان تم تقسيمها على عدد ايام السنة والساعات المطلوبة لطباعة الاجزاء.

يمكن حساب تكلفة اجور التقني خلال عملية التصنيع من خلال المعادلة الإتية:

$$\boldsymbol{C_{L2} = O_2 \times T_{Processing} \dots\dots\dots\dots\dots\dots (6)}$$

C_{L2} = معدل تكلفة اجور التقني

O_2 = معدل تكلفة المشغل

$T_{Processing}$ = وقت البناء

لذا يمكن حساب تكلفة اجور التقني خلال مرحلة الانتاج كالأتي :

$$= 34{,}064 \times 3.9$$

$$= 132{,}849.6 \text{ دينار}$$

بلغت تكاليف الاجور (132,849.6) دينار للتقني خلال نشاط التصنيع، بلغت تكاليف الطاقة الكهربائية (1,638) دينار، تم حسابها على اساس كلفة الكيلو واط للساعة الواحدة والبالغة (60) دينار لآله الطباعة، يتضح ايضاً لعدم وجود تكاليف الماء، ذلك لان الآله الطابعة لاتحتاج اليه كما ورد في عملية التصنيع التقليدية .

اما فيما يخص تكاليف الاندثار الماكنة، فقد تم حساب تكلفة على اساس تقسيمه على عدد ايام العمل الرسمي خلال السنة .
بلغت التكاليف الصناعية غير المباشرة لمرحلة الإنتاج (58,866.5) دينار، ويلاحظ أن التكاليف الصناعية غير المباشرة قد ارتفعت مقارنة مع التكاليف المباشرة وذلك بسبب الاعتماد الأكبر على آلة الطباعة .

$$\boldsymbol{C_{OH2} = H_2 \times T_{bs} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (7)}$$

H_2 = معدل التكلفة الصناعية غير المباشرة – الإنتاج

T_{bs} = والبناء للإعداد المطلوب الوقت

$$= 8{,}569 \times 3.9$$

$$= 33{,}419 \text{ دينار}$$

[1] 245/743,134.7 يوم

وبناء على ما سبق بلغت التكاليف الصناعية غير مباشرة لمرحلة الانتاج (33,419) دينار

وبعد ان تم حساب تكاليف جميع عناصر مرحلة الانتاج يمكن التوصل الى تكاليف هذه المرحلة من خلال المعادلة (5) الأتية:

$$C_{Processing} = C_{Mat} + C_{Mach} + C_{L2} + C_{OH2} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (8)$$

C_{Mat} = تكلفة المواد المطلوبة للبناء

C_{Mach} = تكلفة الآلة

C_{L2} = تكلفة الاجور

C_{OH2}= التكاليف الصناعية غير المباشرة

وكالآتي : $= 215.4 + 132,849.6 + 259,255 + 58,866.5$

$= 451,187$ دينار

ومما سبق تبين أن تكاليف مرحلة الإنتاج للأجزاء الأربعة بلغت (451,187) دينار، وبعد الانتهاء من مرحلة الإنتاج وتم طباعة الأجزاء الأربعة جميعها يتم تجميعها.

يمكن حساب تكاليف أجور انشطة المعالجة والفحص والتجميع وتنظيف الماكنة كالآتي:

=(0.35*15000)+(30,000*1.25)= 42,750 دينار

بلغ مجموع التكاليف الغير مباشرة لمرحلة لهذه الأنشطة (14,150) دينار والتي شملت التكاليف التي لا ترتبط بشكل مباشر بأنشطة البحث والتطوير والتصميم وإعداد الماكنة.

من خلال التكاليف التي تم ذكرها أعلاه يمكن حساب التكاليف غير المباشرة من خلال المعادلة الاتية:-

$= 14,150 \times 1.6$

$= 22,640$ دينار

بلغت التكاليف غير المباشرة بعد عملية المعالجة (22,640) دينار

يتم إضافة تكاليف الأجور للأنشطة التي تلي نشاط تصنيع الأجزاء والبالغة (42,750) دينارا والتكاليف الصناعية غير المباشرة والبالغة (22,640) دينار إلى تكاليف الإنتاج وكما يلي:-

22,640+42,750+451,187 = 516,577

مما سبق وبعد جمع تكاليف أجور الأنشطة التي تلي نشاط التصنيع والتكاليف غير المباشرة بلغت تكاليف الإنتاج في النهاية (516,577) دينار، إذ بعد اكتمال هذه المرحلة يتم الحصول على طرف اصطناعي فوق الركبة كاملا.

3-3-2 قائمة التكاليف بموجب تقنية التصنيع الإضافي

لإعداد قائمة التكاليف بموجب تقنية التصنيع الإضافي تم تحديد تكاليف الطرف الإصطناعي لشهر تموز لسنه(2021).

3-3-2-1 كلفة المواد الداخلة في إنتاج الطرف الإصطناعي فوق الركبة

كلفة المواد المباشرة لمنتج طرف إصطناعي فوق الركبة بعد بموجب تقنية التصنيع الإضافي بلغت (259,255) ديناراً .

3-3-2-2 الأجور المباشرة بموجب التصنيع الإضافي

سيعتمد الباحثان حساب متوسط أجر شهري للمصمم حوالي (1,104,850) دينار وتكاليف أجور التقني تبلغ (545,017) ديناراً، أجور الأنشطة التابعة لمرحلة الإنتاج (660,000) دينار، أما أجور التأهيل فتبلغ (836,396) دينارا، أجور موظف المسح الضوئي (465,500) دينار، واخيراً أجور التنظيف تبلغ (330,000) دينار، أي: تبلغ كلفة الأجور الشهرية بموجب تقنية التصنيع الإضافي لشهر تموز (4,954,417) دينارا، وسيتم اعتماد الأجور المباشرة الشهرية؛ لأن الأجور المباشرة في حالة اعتماد الأجور السنوية ستكون مظللة بسبب إرتفاع كلفة عنصر الأجور المباشرة.

3-3-2-3 التكاليف الصناعية غير المباشرة بموجب تقنية التصنيع الإضافي

بلغت التكاليف الصناعية غير المباشرة لعام (2021) لشهر تموز (4,631,446) ديناراً .

3-3-2-4 التكاليف الإدارية بموجب تقنية التصنيع الإضافي

إن التكاليف الادارية لمنتج طرف إصطناعي بلغت (6,921,853) ديناراً بموجب التصنيع التقليدي وبموجب تقنية التصنيع الإضافي ، وذلك لعدم تأثر هذه التكاليف بشكل مباشر تقنية التصنيع الإضافي، أما عدد الوحدات المنتجة لمنتج طرف إصطناعي فوق الركبة بلغت (22) طرفا إصطناعيا وفقاً لطلبيات شهر تموز (2021) .

الجدول(3) كلفة الوحدة الواحدة من منتج طرف إصطناعي فوق الركبة تقنية التصنيع الإضافي

ت	التكاليف	الطرف الصناعي فوق مفصل الركبة
1	كلفة المواد المباشرة[1]	5,703,610
2	كلفة الأجور المباشرة	3,941,763
3	التكاليف الصناعية غير المباشرة	4,631,446
4	التكاليف الأدارية	6,921,853
5	المجموع	21,198,672
6	÷ عدد الوحدت المنتجة	22
7	كلفة الوحدة الواحدة	963,576

المصدر: اعداد الباحثان بالاعتماد على البيانات السابقة

يتضح من الجدول أعلاه إن كلفة الوحدة الواحدة من الطرف الاصطناعي فوق الركبة بلغ بموجب تقنية التصنيع الإضافي (963,576) دينار والتي تعد كلفة منخفضة جداً مقارنة بتكاليف التصنيع التقليدي، إذ يبلغ الفرق بينهما (8,136,007) دينار (963,576 – 9,099,583) والذي يرجع إلى الانخفاض الكبير الحاصل في المواد والأجور والتكاليف الصناعية غير المباشرة من حيث التكاليف والعدد .

ومما تقدم فقد تم اثبات الفرضية الفرعية والتي تنص على " **ان تقنية الكلفة المستهدفة الخضراء تسهم في تخفيض التكاليف**" اذ ان تم استعمال مادة التيتانيوم في تصنيع المنتجوالذي لا يترك مخلفات بفضل تقنية التصنيع الإضافي، واهم من ذلك فقد تم تقليل عدد المواد والمكونات التي يصنع منها الطرف الإصطناعي الى مادة واحدة فقط على عكس مايتم في عمليات التصنيع التقليدية، وقد تم إثبات الفرضية الفرعية الثانية التي نصت على أن " **تقنية التصنيع الإضافي تسهم في تخفيض التكاليف**" اذ تم تخفيض تكاليف المواد ويرجع سبب الانخفاض الى استعمال مادة واحدة للانتاج وهي التيتانيوم بدلاً من استعمال مواد متعددة، إضافة الى ذلك تم تصنيع الاجزاء (الكاحل،الساق,القدم) بدلاً من شرائها كما يتم في الطريقة التقليدية، وقد تم تخفيض تكاليف الاجور ويعود سبب الانخفاض الى التقليل من عدد العاملين على إنتاج الطرف الإصطناعي، اما التكاليف الصناعية غير المباشرة فيعود سبب التخفيض الى انخفاض تكاليف الكهرباء والصيانة والاندثار وذلك لأستبدال مكائن التصنيع التقليدية الكثيرة والضخمة بماكنة (EBM) وحاسوب وماسح ضوئي.

[1] 259,255 * 22 وحده

بعد ان تم اثبات الفرضيتين الفرعيتين يمكن القول انه قد تم اثبات **الفرضية الرئيسية** التي تنص على ان "**أن تقنيتي الكلفة المستهدفة الخضراء والتصنيع الإضافي يسهمان في تخفيض التكاليف**".

المبحث الرابع : الاستنتاجات والتوصيات

المحور الاول: الاستنتاجات

1. نتيجة للتطورات في البيئة الصناعية الحديثة وما نتج عنها من المنافسة الشديدة والتغير والتقدم بطرق الانتاج والانفتاح في الاسواق والعولمة، اصبحت نظم التكاليف التقليدية عاجزة عن تقديم المعلومات المناسبة للادارة كما انها اصبحت غير كفؤة بمجال خفض التكاليف.
2. ينبغي ان يتم الاهتمام بالبحث والتطوير الاخضر كونه مفتاح النجاح للمعمل واطالع القائمين عليه وكافة العاملين على تقنيات الكلفة المستهدفة الخضراء والتصنيع الإضافي لما تحققة هذه التقنيات من مردود مادي للمركز بشكل خاص وللمستهلك بشكل عام.
3. يمكن من خلال تقنية التصنيع الإضافي عمل تصميمات ذات الاشكال الهندسية المعقدة وبسهولة كبيرة، على عكس ما هو عليه في التقنيات التقليدية التي تعتمد على إزالة المواد والتي تواجه صعوبة في الحصول عى الشكل الهندسي المطلوب ، فضلاً عن الهدر الكبير الحاصل في المواد.

المحور الثاني:التوصيات

1. إقامة دورات تدريبية بين الموظفين بشكل مستمر وذلك لنشر مفهوم تقنية الكلفة المستهدفة الخضراء بين الأفراد العاملين في المركز، والمتابعة المستمرة للتخلص من أنواع الهدر في جميع المستويات ،فضلاً عن تقليل من الانبعاث الغازية وملوثات وتوفير في استهلاك الطاقة والموارد لتحقيق مخرجات ذات جودة عالية وصديقة للبيئة.
2. الالتزام التام بأوقات العمل المحددة للعملية الإنتاج والسعي لحذف الاوقات التي لا تضيف قيمة وذلك تجنباً لحدوث هدر في الموارد مما يؤثر سلبا على أداء المركز .
3. بعد أن تم حساب تكاليف الأجزاء التي يتم شراءها، تبين أن كلفة التصنيع من خلال تقنية التصنيع الإضافي توفر تكاليف أكثر بكثير من شراءها، مع التقليل من وقت وصول المواد للمركز والحد من شراء المواد ذات الأسعار المرتفعة .

المصادر

أولاً: التقارير والوثائق الرسمية

1- مركز صدر القناة للاطراف الاصطناعية والمساند الطبية: بيانات شعبة الحسابات

2- الدورة العلمية للاطراف الاصطناعية (2021)

3- المقابلات الشخصية مع مدير شعبة تصنيع الاطراف الاصطناعية السفلية

ثانياً: البحوث والدوريات

أ- العربية

1. لجادري, دعاء احمد عبد الرضا, (2018)، **إستعمال التكلفة المستهدفة الخضراء والتحليل المفكك لتخفيض التكاليف وتحقيق الميزة التنافسية"**, إلى مجلس كلية الادارة والاقتصاد – جامعة بغداد وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم المحاسبة.
2. الطيار،شيماء حسين،(2016)، **"إنموذج مقترح لتطبيق محاسبة النانو باستعمال الطباعة ثلاثية الابعاد في الشركة العامة للصناعات الكهربائية"**، اطروحة دكتوراه مقدمة الى مجلس معهد الدراسات المحاسبية والمالية، اطروحة غير منشورة.
3. عبدالرزاق، علي فاروق، (2021)، **"أثر التصنيع الإضافي في تحقيق المزايا التنافسية دراسة استطلاعية في مطبعة مديرية تربية صلاح الدين"**، رسالة ماجستير مقدمة لمجلس كلية الادارة والاقتصاد - جامعة تكريت، رسالة ماجستير غير منشورة.

ب-الاجنبية

1. Alogla, A. A., Baumers, M ,.Tuck, C & ,.Elmadih, W. (2021 .(**The impact of additive manufacturing on the flexibility of a manufacturing supply chain .**Applied Sciences.3707 ,(8)11 ,
2. Baroudi, K., & Ibraheem, S. N. (2015). **Assessment of chair-side computer-aided design and computer-aided manufacturing restorations: a review of the literature**. Journal of international oral health: JIOH, 7(4), 96.
3. Bauer, J & ,.Malone, P. (2015 .(**Cost estimating challenges in additive manufacturing. In International Cost Estimating and Analysis Association Professional Development and Training Workshop (Vol. 4.**
4. Bijan, Rajaa Sadiq, (2021), "**How to Use the Targeted Cost of Green Products to Achieve Contemporary Industrial Requirements**", psychology and education (2021) issn: 0033-3077 volume: 58(4): pages: 950 – 978.
5. de Melo1, Adrieli C. V. de Carvalho2, Alessandra A. Yokota3, Ariovaldo D. Granja4 & Masa Noguchi5, (2016), "**Zemch And Green Target Costing Approaches: Inferences From A Design Workshop"5th** International Conference on Zero Energy Mass Customised Housing- ZEMCH 2016 20th - 23rd December, Kuala Lumpur, Malaysia
6. de Melo1, Adrieli C. V. de Carvalho2, Alessandra A. Yokota3, Ariovaldo D. Granja4 & Masa Noguchi5, (2016**" ,(Zemch And Green Target Costing Approaches: Inferences From A Design Workshop**5**"**th International Conference on Zero Energy Mass Customised Housing - ZEMCH 2016 20th - 23rd December, Kuala Lumpur, Malaysia.
7. Deokar, S., Pathak, A & ,.Warghane, R. (2019). **Computer Aided Design and Manufacturing**.
8. Dhaliwal,Harpreet Singh,(2021)," **Review Report Target Costing",2VIT2University** https://www.researchgate.net/publication/354176626
9. Dungelice R., Pujari D., (2010), **''Mainstreaming green product innovation why & how integrate environmental sustainability'',** Journal of businessv ethice
10. Durach, C. F., Kurpjuweit, S & ,.Wagner, S. M. (2017 .(**The impact of additive manufacturing on supply chains. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management** ,(10)47 **,** .971-954
11. Hinchy ,E. P. (2019 .(**Design for Additive Manufacturing. Polymer-Based Additive Manufacturing: Biomedical Applications**.50-23 ,
12. Hirsch, D. L., Garfein, E. S., Christensen, A. M., Weimer, K. A., Saddeh, P. B., & Levine, J. P. (2009). **Use of computer-aided design and computer-aided manufacturing to produce orthognathically**

ideal surgical outcomes: a paradigm shift in head and neck reconstruction. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 67(10), 2115-2122.

13. Horvath P., Berlin S ., (2012 **" ,(Green target cost :ready for the green challenge ,"** Cost management, may

14. Irons, B. T. (2020 .(**Current and future applications of 3D printing using custom-made materials**). Honors Thesis - University of South Dakota(

15. Lamei, Z. (2021**). A comprehensive cost estimation for additive manufacturing** (Doctoral dissertation, Wichita State University).

16. Malone D., (2015), **"cost management tools for the environmentally sustainable firm,"** Journal of coat management, MAR.

17. Ngo ,T. D., Kashani, A., Imbalzano, G., Nguyen, K. T & ,.Hui, D. (2018 .(**Additive manufacturing (3D printing): A review of materials, methods, applications and challenges. Composites Part B: Engineering**.196-172 ,143 ,

18. Ray, J. A. (2015 .(**An Economic and Technological Analysis of 3D Printing in the Automotive, Aerospace, and Medical Industries**).Honors Thesis - University of Mississippi. Sally McDonnell Barksdale Honors College(

19. Rossi, M., Nardello, M ,.Lorenzelli, L & ,.Brunelli, D. (2017, August .(**Dual mode pressure sensing for lower-limb prosthetic interface. In Proceedings**) Vol. 1 ,No. 4, p. 593). MDPI**.**

20. Sadrehaghighi, I (2020 .(**CFD in Biomedical Engineering Plus Case Studies.**

21. Salvador, M & ,.Garcia-Garcia, L. A. (2018) .(**Additive manufacturing in healthcare .**Форсайт 1)12 , eng), 47-55.

22. Tofail, S. A., Koumoulos, E. P., Bandyopadhyay, A ,.Bose, S., O'Donoghue, L & ,.Charitidis, C. (2018 .(**Additive manufacturing: scientific and technological challenges, market uptake and opportunities .Materials today**.37-22 ,(1)*21* **,**

23. Woźniak, J., Budzik, G., Przeszłowski, Ł., Fudali, P ,.Dziubek, T & ,.Paszkiewicz, A. (2022 .(**Analysis of the quality of products manufactured with the application of additive manufacturing technologies with the possibility of applying the Industry 4.0 conception.**