The role of additive manufacturing technology in reducing the costs of dental manufacturing - An applied study at the Dental Manufacturing and Orthodontics Center \ Bab Al-Muadham

Iman Khalil Ibrahim
Post Graduate Institute for Accounting and Financial Studies, University of Baghdad
iyman.khaleel1001e@pgiafs.uobaghdad.edu.iq

Prof. Dr. Fayhaa Abdulla Yaqoob
Post Graduate Institute for Accounting and Financial Studies, University of Baghdad
fayhaa@pgiafs.uobaghdad.edu.iq

Received: 2/9/2024 Accepted:10/10/ 2024 Published: 30/9/2025

Abstract

The current environment is witnessing rapid developments as a result of the developments in the surrounding environment, which led to the necessity of adopting modern methods and approaches that are compatible with the requirements of the current environment to provide high-quality information to decision-makers. The research aims to calculate the cost of dental manufacturing by applying modern technologies, especially additive manufacturing technology, in order to reduce costs for the unit in question. To achieve the research objectives, the approved costs were evaluated in light of the current reality by identifying the costs that were not calculated in the dental industry and analyzing them in the unit in question, and then reducing costs in light of additive manufacturing technology (AM) in that unit by calculating the cost based on activities in calculating costs and then in light of additive manufacturing technology (AM) to improve the quality of dental manufacturing and reduce costs and time, thus achieving the research objective. Many conclusions were reached, the most important of which is that calculating the cost of dental manufacturing based on additive manufacturing technology (AM) contributes to reducing costs in the unit in question. Consequently, many recommendations were reached, the most important of which is for economic units specialized in the dental industry; relying on additive manufacturing technology (AM) for the purpose of reducing costs.

Keywords: Cost Reduction, Additive Manufacturing Technology, Dental industry.

دور تكنولوجيا التصنيع بالإضافة في تخفيض تكاليف صناعة الاسنان– بحث تطبيقي في مركز صناعة وتقويم الاسنان / باب المعظم

ايمان خليل إبراهيم
المعهد العالي للدراسات المحاسبية والمالية – جامعة بغداد

أ.د. فيحاء عبد الله يعقوب
المعهد العالي للدراسات المحاسبية والمالية – جامعة بغداد

المستخلص

تشهد البيئة الحالية تطورات سريعة نتيجة التطورات الحاصلة في البيئة المحيطة التي أدت إلى ضرورة اتباع أساليب وطرق حديثة تتلاءم ومتطلبات البيئة الحالية لتوفير معلومات ذات جودة عالية الى متخذي القرارات. يهدف البحث إلى احتساب تكلفة صناعة الاسنان من خلال تطبيق التقنيات الحديثة ولاسيما تكنولوجيا التصنيع بالإضافة لغرض تخفيض التكاليف للوحدة محل التطبيق. ولتحقيق أهداف البحث تم تقييم التكاليف المعتمدة في ظل الواقع الحالي من خلال تحديد التكاليف والتي لم يتم احتسابها في صناعة الاسنان وتحليلها في الوحدة محل التطبيق ومن ثم تخفيض التكاليف في ظل تكنولوجيا التصنيع بالإضافة (AM) في تلك الوحدة من خلال احتساب التكلفة بالاعتماد على الأنشطة في احتساب التكاليف ومن ثم في ظل تكنولوجيا التصنيع بالإضافة (AM) لتحسين جودة صناعة الأسنان وتخفيض التكلفة والوقت وبالتالي تحقيق هدف البحث.

تم التوصل للعديد من الاستنتاجات أهمها أن احتساب تكلفة صناعة الاسنان بالاعتماد على تكنولوجيا التصنيع بالإضافة (AM) يسهم في تخفيض التكاليف في الوحدة محل التطبيق. وبالتالي تم التوصل الى العديد من التوصيات أهمها على الوحدات الاقتصادية المتخصصة في صناعة الاسنان؛ الاعتماد على تكنولوجيا التصنيع بالإضافة (AM) لأغراض تخفيض التكاليف.

الكلمات المفتاحية: تخفيض التكاليف، تكنولوجيا التصنيع بالإضافة، صناعة الاسنان.

المقدمة: Introduction

شهدت بيئة الاعمال تحديات نتيجة التطورات المتسارعة والتقدم التكنولوجي والذي أدى الى احداث تغييرات واضحة من الناحية المحاسبية وعلى الأخص محاسبة الكلفة والإدارية، التي أصبحت لا تواكب التطورات المستمرة. ومن هنا برزت مشكلة البحث في أهمية استخدام التقنيات الحديثة سيما تكنولوجيا التصنيع بالإضافة التي أدت الى تخفيض تكاليف صناعة الاسنان وترشيد قرارات أصحاب المصلحة سيما الإدارة التي ترغب في الحصول على معلومات كافية بغرض اتخاذ قرارات مفيدة.

المبحث الأول: منهجية البحث ودراسات سابقة The Methodology of Research & Previous studies

١.١. منهجية البحث The Methodology of Research، وهي تتألف من:

١.١.١. مشكلة البحث: Research Problem:

تتمثل المشكلة البحثية بتساؤلات وكما يأتي:

١- هل يتوفر نظام تكلفة لاحتساب تكلفة صناعة الاسنان في الوحدة الاقتصادية محل البحث؟
٢- هل ينعكس استعمال تكنولوجيا التصنيع بالإضافة بشكل إيجابي على تخفيض التكاليف للوحدة الاقتصادية محل البحث؟

٢.١.١. أهمية البحث: Research Importance

تبرز أهمية البحث من خلال:

١- دراسة الواقع الحالي لصناعة الاسنان في البيئة العراقية، وتقييم النظام الكلفوي المتبع.
٢- تخفيض تكلفة صناعة الاسنان باتباع أساليب وتقنيات تصنيع حديثة والمتمثلة ب "تكنولوجيا التصنيع بالإضافة" أو الطابعة ثلاثية الابعاد والتي تتطور بصورة مستمرة لتقديم حلول للمشاكل التي تعاني منها هذه الصناعة.

٣.١.١. أهداف البحث: Research Objectives:-يهدف البحث الى:

يهدف البحث الى:

١- دراسة بيئة الإنتاج لخدمات صناعة الأسنان في المراكز التخصصية العراقية ومدى تطبيقه للأساليب الحديثة في تقديم المنتوج.
٢- تخفيض التكاليف في الوحدة الاقتصادية محل البحث باستخدام التقنيات الحديثة سيما "تكنولوجيا التصنيع بالإضافة".

٤.١.١. مخطط البحث الفرضي: -توضيح العلاقة بين متغيرات البحث وكما يلي:

المتغير المستقل: "تكنولوجيا التصنيع بالإضافة"

المتغير التابع: تخفيض التكاليف

الشكل (١) مخطط البحث الافتراضي

١.١.٥. فرضيات البحث Hypotheses:- ان استخدام "تكنولوجيا التصنيع بالإضافة" (AM) والمتمثلة بالطابعة ثلاثية الابعاد في صناعة الاسنان يسهم في تخفيض التكاليف.

١.١.٦. منهج البحث Research Method:- تم الاستناد على المنهج الاستنباطي لإنجاز الجانب النظري وذلك بالاعتماد على الادبيات العلمية ذات الصلة بموضوع البحث. اما الجانب العملي فقد تم الاعتماد على المنهج الوصفي التحليلي من خلال دراسة الواقع الفعلي للبيانات والمعلومات في السجلات والكشوفات المالية للعينة موضوع البحث.

١.١.٧. حدود البحث limitations

١.١.٧.١ الحدود المكانية: تتمثل الحدود المكانية للبحث بالبيئة العراقية من خلال الاعتماد على بيانات المركز التخصصي لصناعة وتقويم الاسنان اباب المعظم.

١.١.٧.٢ الحدود الزمانية: تتمثل الحدود الزمانية للبحث من خلال الاعتماد على البيانات عينة البحث لسنة ٢٠٢٣.

١.١.٨. عينة البحث The Sample Of Research:- يتمثل مجتمع البحث بكافة المراكز التخصصية لصناعة وتقويم الاسنان في العراق، اما عينة البحث فتكون متمثلة في مركز صناعة وتقويم الاسنان‌اباب المعظم.

١.١.٩. وسائل جمع البيانات والمعلومات: -وتتمثل بالآتي:

١- الكتب الأجنبية والعربية.
٢- الأطاريح والرسائل الجامعية العربية والأجنبية.
٣- البحوث والمقالات العربية والأجنبية.
٤- الانترنيت.
٥- المقابلات الشخصية.
٦- التقارير السنوية لسنة ٢٠٢٣ للمركز عينة البحث.

١.٢. دراسات سابقة previous studies

١.٢.١. دراسة (Lakshmanan et al., 2023): "The convergence of lean management and additive manufacturing: Case of manufacturing industries". التقارب بين الإدارة الخالية من الهدر والتصنيع بالإضافة: حالة الصناعات التحويلية – فنلندا وهدفت الدراسة الى تقييم التقارب بين الكائنات الحية المحورة وراثيا وبين "تكنولوجيا التصنيع بالإضافة" لتعزيز كفاءة الموارد والحد من النفايات، فضلا عن المساهمة في الجوانب الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. واظهرت النتائج ان التكامل ما بين أسلوب الإدارة الخالية من الهدر وتكنولوجيا التصنيع بالإضافة تساهم في الاستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية من خلال تقليل النفايات، التصنيع على الطلب، تقليل الأخطاء، وتخفيض الوقت والكلفة.

١.٢.٢. دراسة الباحث (Javaid et al., 2021): "Role of additive manufacturing applications towards environmental sustainability" دور تطبيقات التصنيع بالإضافة" نحو الاستدامة البيئية–الهند وهدفت الدراسة الى تحديد الفوائد

البيئية لتقنيات التصنيع المضافة على التصنيع التقليدي. بغرض اتخاذ قرار التصنيع بشأن التقنيات المناسبة لتحقيق الأهداف البيئية. وتوصلت الدراسة الى وجود العديد من المزايا البيئية الإيجابية "لتكنولوجيا التصنيع بالإضافة" (AM) من خلال تقليل الهدر بالمواد الخام، واستخدام مواد جديدة وذكية. كما توصلت الدراسة الى ان تقنية (AM) تركز على إنتاج منتجات بأقل نفايات للمواد، وأقل استخدام للطاقة.

٣.٢.١. دراسة الباحث (الطيار،٢٠١٦) "انموذج مقترح لتطبيق محاسبة النانو باستعمال الطباعة ثلاثية الابعاد في الشركة العامة للصناعات الكهربائية"–العراق وهدفت الدراسة الى الاستفادة من نظام المحاسبة والإنتاج الرقمي بالكامل بواسطة الكومبيوتر بغرض احداث نقطة تحول في كافة المجالات المحاسبية، فضلا عن اعداد تقارير رقمية لاتخاذ قرارات انية لأغراض المراقبة والسيطرة على الاسواق والمنافسة العالمية، وهدفت الى تحقيق رضا الزبون وتطوير التصنيع على مستوى الفرد، كما وهدفت الى ترشيد التكاليف والأنظمة المحاسبية من خلال استبدال نظم التصنيع التقليدية بمصانع النانو.

تأتي الدراسة الحالية مكملة للدراسات السابقة وتميزت بتخفيض التكاليف لصناعة الاسنان في ظل تكنولوجيا التصنيع بالإضافة AM من خلال تحسين جودة المنتج وتقليص عدد العاملين، التمايز في استخدام التكنولوجيا الحديثة، المحافظة على الموارد والاستجابة بما يتلاءم والمتطلبات الحالية بغرض التوصل الى معلومات مفيدة في اتخاذ القرارات.

المبحث الثاني: التأطير النظري تخفيض التكلفة في ظل تكنولوجيا التصنيع بالإضافة AM

١.٢. تكنولوجيا التصنيع بالإضافة AM

٢ .١ .١ نشأة تكنولوجيا التصنيع بالإضافة AM: يعود تاريخ "تكنولوجيا التصنيع بالإضافة" والتي تعرف ايضاً باسم (تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الابعاد3D printing) أو (النماذج الأولية السريعة) الى أوائل الثمانينيات. وأول من اخترعها كان الباحث الياباني Hideo Kodama. (Zhang & Jung,2018) رغم ذلك فقد نُسب مصطلح الطباعة الحجرية المجسمة إلىChuck Hull، الذي حصل على براءة اختراع لهذه العملية في عام ١٩٨٤، ليصبح رائدا في ثورة الطباعة ثلاثية الأبعاد، وهي عملية تداخلت من خلالها طبقات رقيقة من المواد حتى إنشاء كائن ثلاثي الأبعاد. واستمرت هذه التكنولوجيا بالتطور لغاية يومنا هذا. Véronneau et al.,2017:6)

تعرف تكنولوجيا (AM) بكونها عملية ثورية تبني كائنات ثلاثية الابعاد بإضافة طبقة مادية فوق طبقة. بعكس تقنيات التصنيع التقليدية، التي تنطوي على عمليات طرحيه مثل القطع أو تشكيل المواد. وان تكنولوجيا (AM) تبدأ بالتصميم الرقمي وإنشاء المنتج النهائي مباشرة بإضافة المواد بطريقة خاضعة للرقابة. كما تسمح بإنشاء اشكال هندسية معقدة والتي من الصعب انتاجها باستخدام الطرق التقليدية. (Výtisk et al.,2019)

كما تعرف بانها طريقة مبتكرة تصنّع الأجزاء المعقدة من خلال الآت تصنيع متعددة الاستخدامات لأنظمة التصنيع المرن ويتم من خلالها تحويل النماذج الرقمية ثلاثية الابعاد الى منتجات مادية، بحيث تحاكي التصنيع بالإضافة العمليات بإنشاء طبقة تلو الأخرى، بطريقة تجعله يتميز بكل من التصنيع المخصص والحرية في تصميم المنتج، فضلا عن استهلاك الطاقة بطريقة اكثر كفاءة. (Hajare&Gajbhiye,2022:738) وعرفت "التصنيع بالإضافة" او ما يسمى (3D printing) بأنها ثورة تكنولوجية في مجال التصنيع، وتعد بديلاً فعالاً تتميز بالتنوع والمرونة مقارنة مع الطريقة التقليدية، بهدف الحصول على التصميمات المرغوبة للتصنيع بصورة فعلية، مما يتيح الحصول على منتج حقيقي بثلاث ابعاد بالاعتماد على بيانات برامج التصميم الرقمي. (Khamees,2022:792)

٢.١.٢. خطوات عملية التصنيع بالإضافة (AM):– تتكون عملية التصنيع بالإضافة من مراحل عديدة متتالية وكما يأتي: (Ciulla,2020:9)

اولاً: إنشاء ملف رقمي من خلال استخدام برنامج التصميم بمساعدة الكمبيوتر (CAD) أو رقمنه كائن موجود من خلال المسح الضوئي3D.

ثانياً: تحويل الملف الى صيغة قابلة للقراءة بواسطة الطابعة، حيث تختلف تنسيقات القراءة باختلاف التكنولوجيا المستخدمة، مثلاً في الطباعة الحجرية المجسمة، يجب تحويل ملف CAD إلى صيغة STL.

ثالثاً: تقسيم النموذج 3D إلى آلاف الطبقات الأفقية من خلال برنامج يرشد الطابعة للقيام بما يجب فعله. حيث يحول ملف STL إلى G–code، وهي لغة مستخدمة للتحكم في أدوات الاجهزة الآلية، مثل طابعة 3D.

رابعاً: يتم تحضير الطابعة من خلال إعداد الجهاز، أي تثبيت البوليمرات والمجلدات والمواد الأخرى الضرورية لإجراء عملية الطباعة بشكل صحيح.

خامساً: مرحلة البناء، تستمر طابعة ٣D في انتاج المنتج عن طريق توليد طبقات متداخلة من المواد. بحسب حجم الكائن والآلة والمواد المستخدمة، قد يستغرق الإجراء بأكمله ساعات أو حتى أيام، لذا يتم فقط الانتظار وإجراء فحوصات عشوائية للتأكد من عدم وجود أخطاء.

سادساً: إزالة المطبوعات وتكون هذه المرحلة سهلة أو معقدة بحسب تقنية AM المستخدمة.

سابعاً: أنشطة ما بعد المعالجة مثل التنظيف، والإزالة، والمعالجة بالأشعة فوق البنفسجية وغيرها. تعتمد ضرورة وتعقيد هذه الإجراءات على تقنية الطباعة 3D المستخدمة وعلى الاستخدام المقصود من القطعة.

٣.١.٢. الفوائد الرئيسة "لتكنولوجيا التصنيع بالإضافة"AM في قطاع طب الاسنان

يوفر AM في صناعة طب الأسنان مزايا مهمة من حيث الإنتاجية والتكاليف والتخصيص وأوقات التسليم، ما يؤدي إلى تكنولوجيا إنتاج قابلة للتطبيق لهذا القطاع. تتمثل الفوائد الرئيسة كما يلي: **(Ciulla,2020:65)**

١. توفير التكلفة والوقت(Cost and time saving) : تعتبر من اهم مزايا استخدام (AM) في تطبيقات طب الأسنان. بخلاف التقنيات التقليدية التي يتم فيها معالجة كل منتج على حدة، تسمح الطباعة ٣D بالإنتاج المتزامن لأجهزة طب الأسنان المتعددة من خلال استغلال السعة القصوى لمنصة البناء. ما يجعل العملية فعالة للغاية من حيث التكلفة مقارنة بالطرق التقليدية. ان الطابعة 3Dعملية تلقائية تقلل بشكل كبير من تدخل التقني المسؤول عن إعداد الأدوات والتحكم في العمليات وصيانة الآلات، مما يقلل من أوقات الإنتاج وتكاليف الأجهزة النهائية. يمكن لأطباء الأسنان إنتاج أجهزة بسيطة بشكل مستقل مثل القوالب الجراحية أو التقويم الشفاف، مما يلغي أوقات التوريد من الموردين ويضمن أوقات تسليم قصيرة للمريض.

٢. الإنتاج المرن (Flexible production): تسمح الطباعة 3D بالإنتاج المرن الذي يلعب دورا أساسيا في اعتماد هذه التكنولوجيا في قطاع طب الأسنان. تم تجهيز العديد من الطابعات بنظام إعادة تعبئة خرطوشة يسمح بتغيير خزان الراتنج بسهولة، مما يضمن لطبيب الأسنان إمكانية إنتاج أجهزة طب الأسنان من مواد مختلفة بنفس الجهاز، والاستجابة الفورية للاحتياجات المحددة للحالة المراد علاجها.

٣. دقة عالية High accuracy: تسمح الطباعة ٣D بإنشاء أشكال هندسية أكثر تعقيدا ودقة من طرق الطرح التقليدية، وهذا مهم جدا في قطاع طب الأسنان حيث يلزم إنتاج أجهزة دقيقة للغاية، تتناسب و بنية الأسنان لكل فرد، حيث في هذا القطاع يكون الانحراف المسموح به في العمل بهامش صغير جدا (بحجم ميكرون). وغالبا ما تكون الأجهزة المنتجة، عند تجربتها في فم المريض،

تتبين أنها غير متوافقة معه وتحتاج إلى إعادة عملها مرات عديدة قبل الحصول على ملاءمة مثالية. ان الطباعة 3D قادرة على التغلب على هذه المشكلة، والقدرة على الوصول إلى مستويات أعلى من الدقة في الأبعاد.

٢.٢. تخفيض التكاليف:- تعد التكاليف من مؤشرات تقييم الأداء للعمليات، ومن ثم أداء الوحدة بأكملها، فهي تعد من عوامل استمرارية الوحدة الاقتصادية وديمومتها (Radhakrishana& Salan,2017:145). وتضطر الوحدات الاقتصادية الى توفير منتجات مخصصة مع تقليل التكاليف والمحافظة على الجودة في نفس الوقت لضمان الوصول الى رضا الزبائن وتحقيق اهداف التصنيع. (Elahi et al.,2023:1) ان نجاح الوحدات يعتمد على قدرتها في التركيز على خفض التكاليف، والمحافظة على الموارد الاقتصادية، وزيادة أرباحها.

١.٢.٢.مفهوم تخفيض التكاليف:- عرفت تخفيض التكاليف بأنها اسلوب مخطط يتمثل في استخدام وسائل وتقنيات أكثر قبولا وكفاءة من التقنيات والمعايير السابقة للتحكم في تكاليف التشغيل والتأكد من أن التكلفة لا تتجاوز مبلغا معينا من خلال القضاء على الوقت الضائع وتحقيق الزيادة في الإنتاج (Akeem,2017:19). وعرفت بأنها تقليل التكاليف من خلال إجراء تغييرات مادية على أحد مكونات المنتج عن طريق تغيير تصميمه وذلك بإزالة الأجزاء غير الضرورية واستخدام التكاليف المستردة لتطوير المنتجات الحالية أو إنشاء مشاريع جديدة وتقديم منتجات بأسعار تنافسية، مما يزيد من الأرباح (Saeed&Ali,2022:1132). وتم تعريفها على انها استراتيجية لتخفيض التكلفة مع المحافظة على الجودة بغرض دعم الموقف الاستراتيجي (Elias &Al ghaban,2022:249) .

٢.٢.٢ مداخل تخفيض التكاليف: يمكن تحقيق خفض التكاليف من خلال مدخلين وكما يلي:

اولاً: الطريقة التقليدية: يتم عن طريق تحليل الانحرافات لنظام التكلفة المعيارية او الموازنات التخطيطية.

ثانياً: الطريقة الحديثة: يتم باستعمال تقنيات إدارة التكلفة لخفض التكاليف. (Kazem,2020:62)

وترى الباحثة ان استعمال تقنيات حديثة سيما "تكنولوجيا التصنيع بالإضافة" تسهم في خفض التكاليف مع المحافظة على الجودة بالتالي تؤدي الى رضا الزبون ومن ثم تحقيق الأهداف المنشودة.

٣.٢.٢. أهمية تخفيض التكاليف: تكمن الاهمية في تخفيض التكاليف باعتبارها جزء من الخطط الاستراتيجية للمؤسسة الاقتصادية من خلال مواجهة المنافسة الشديدة التي يفرضها السوق والمنتجين الجدد لتخفيض السعر والمحافظة على هامش ربح ملائم، والسعي في تحقيق النمو في الأرباح والتي تعد مصدرا لنمو البنى التحتية ومواجهة الزيادة السنوية في رواتب العاملين وتتمثل الأهمية كما يأتي:

١- يعتبر خفض الكلف ليس هدفا بحد ذاته وانما الابتعاد عن التكاليف غير الضرورية دون التأثير على قيمة المنتج، أي التخلص من كل ما يقلل من قيمة المنتج بهدف تخفيض الكلف (Hamad& Yaqoob,2021:133).
٢- تخفيض الكلف يؤدي الى خفض السعر، بالتالي الزيادة في اعداد الزبائن ومن ثم زيادة الأرباح وتحقيق الوفورات المالية.
٣- استخدام الموارد المتاحة بكفاءة يؤدي الى خفض التكاليف (Al Shamry & Yusef,2008:43).

ويرى الباحث (Al kharasan &Al ghaban,2023:63) ان خفض التكاليف تكمن أهميتها في الاستمرار والديمومة في أنشطة الوحدة الاقتصادية وتوسيعها. فضلا عن الاستخدام الأمثل لعناصر الإنتاج، مواجهة المنافسين، زيادة الأرباح ورضا الزبون من خلال تقديم المنتج بجودة عالية واقل الأسعار.

المبحث الثالث: الجانب العملي

١.٣. الواقع الحالي لاحتساب تكلفة صناعة الاسنان

يمكن احتساب تكلفة صناعة الاسنان في مركز صناعة وتقويم الاسنان\اباب المعظم من خلال حصر التكاليف المصروفة في المركز ومن ثم تحديد حصة كل من صناعة الاسنان وتقويم الاسنان وكما مبينة في الجدول رقم (١):

الجدول (١) احتساب حصة كل من صناعة الاسنان وتقويم الاسنان من التكاليف الاجمالية

التفاصيل	صناعة الاسنان	تقويم الاسنان
الرواتب والاجور	٥٢٠٠٠٧٥٠	٤٣٥٩٦٠٠٠
المستلزمات الخدمية		
ايجار المبنى	٢٤٩٦٩٦٠	٣١٢١٢٠٠
اجور مكالمات هاتفية	٦٠٠٠٠	٥٠٠٠٠
مطبوعات (لوحات فلكس)	٣٠٠٠٠٠	٠
خدمات اخرى متنوعة	١٢٧٥٠	١٢٧٥٠
المستلزمات السلعية		
مستلزمات طبية	٩٦٤٢٥٠٠	١٣٨٠٦٠٠٠
القرطاسية والمطبوعات	٤٠٠٥٠٠	٣٤٥٠٠٠
الماء والمجاري	٣٣٥٠٠٠٠	٢٥٠٠٩٥٠
الكهرباء	١٢٦٥٥٤٨	١٥٨١٩٣٦
وقود	٥٥٠٠٠٠	٢٠٠٩٧٠
مواد المكافحة والوقاية	٣٤٠٠٠	٢٥٥٠٠
مصاريف اخرى	٨٧٠٠	٣٢٠٠
صيانة الموجودات		
صيانة الاجهزة	٢٦٠٠٠٠	١٧٧٥٠٠
مستلزمات كهربائية للصيانة	٧٨٠٠٠	٤٠٢٠٠
صيانة مباني	١٠١٠٠٠	١٥٣٠٠٠
مصروفات اخرى		
كلفة مكائن ومعدات (فلاتر)	٨٥٠٠٠	٨٤٠٠٠
استئجار معدات	٨١٠٠٠	٤٥٠٠٠
استئجار معدات امنية	١٨٥٠٠	١٢٠٠٠
المجموع	٧٠٧٤٥٢٠٨	٦٥٧٥٥٢٠٦

المصدر: بالاعتماد على سجلات المركز

وبعد ان تم احتساب التكلفة الاجمالية لنشاط صناعة الاسنان والبالغة تكلفتها 70,745,208 دينار، لذا سيتم تحديد عدد المراجعين الذين تم معالجتهم في نشاط صناعة الاسنان وكما في الاتي:

عدد المراجعين الكلي = ٣٧٨٩ مراجع موزعين بين انشطة الفحص، الصناعة، التقويم، الاشعة وغيرها، وقد كان عدد المراجعين الذين تم معالجتهم حسب القطع المنجزة ٦٨٣ قطعة.

وبعد تحديد التكلفة الكلية وعدد المراجعين سيتم تحديد تكلفة الوحدة الواحدة من صناعة الاسنان وكما في الاتي:

تكلفة الوحدة الواحدة= تكلفة صناعة الاسنان ÷ عدد القطع المنجزة

٧٠٧٤٥٢٠٨ ÷ ٦٨٣[١] قطعة = ١٠٣٥٨٠[٢] دينار

[١] لم يتم الاخذ بنظر الاعتبار عدد الاسنان في كل قطعة منجزة

[٢] لم يتم تحميلها بما يخصها من رواتب واجور ومواد من الأنشطة الساندة، كما لم يتم تحميلها بالاندثار.

استناداً لما سبق، سيتم التركيز في الفقرة (ثانياً) حول تحديد التكاليف بالاعتماد على الأنشطة والتي يتم من خلالها التحكم في التكاليف، واحتساب تكلفة الوحدة الواحدة والتكلفة الاجمالية بأكثر دقة.

٢.٣. تقويم تكلفة صناعة الاسنان وتخفيض التكاليف

لغرض احتساب التكلفة بشكل صائب لابد من تحديد الانشطة الاساسية للوحدة الاقتصادية محل البحث.

٣-٢-١ تتمثل الأنشطة الأساسية للوحدات عينة البحث بنشاط صناعة الاسنان ونشاط تقويم الاسنان، اما الأنشطة الساندة فتتمثل بنشاط الفحص، الاشعة، المختبر، الصيدلية او المذخر، الإدارة، الإحصاء، الدفاع المدني، إدارة الأجهزة، المدير ومعاون المدير.

٣-٢-٢ تحديد تكاليف الانشطة (مواد، اجور، تكاليف غير مباشرة):

يمكن تحديد تكاليف الانشطة من الاجور والمواد والتكاليف الطبية غير المباشرة من خلال الاتي:

*** المواد المستخدمة في كل نشاط**

ان المواد المستخدمة في العملية الإنتاجية كثيرة ومتنوعة منها مخصصة بنشاط معين ومنها مواد مشتركة بين نشاطي التقويم والصناعة، وفيما يلي جدول (٢) يوضح المواد المستخدمة ولكل نشاط.

جدول (٢) المواد المستخدمة

النشاط	مبلغ المواد المستخدمة
الفحص	**١٥٠,000**
التقويم	**218,258,800**
الصناعة	**12335000**
المختبر	**13671000**
المجموع	**٢٤٤,٤١٤,٨٠٠**

المصدر: بالاعتماد على سجلات المركز

تم التوضيح في الجدول (٢) المواد المستخدمة في كل نشاط بغرض تحديد وتحميل تكلفة كل نشاط أساسي من تكلفة هذه المواد ومن ثم احتساب التكلفة الاجمالية لنشاط الصناعة.

*** الرواتب والأجور**

يمكن احتساب تكلفة الرواتب والاجور على كافة الانشطة في المركز ومن ثم تحميلها على الانشطة الرئيسة فقط المتمثلة بنشاط صناعة الاسنان ونشاط تقويم الاسنان بالاعتماد على ساعات العمل المباشر ١٠٠٠ ساعة لنشاط الصناعة بنسبة ٤٠٪ و١٥٠٠ لنشاط التقويم بنسبة ٦٠٪ وذلك بالاعتماد على البيانات الخاصة بنشاطي الصناعة والتقويم التي تم الحصول عليها من الادارة، وكما في الجدول (٣).

الجدول (٣) رواتب واجور نشاطي الصناعة والتقويم

النشاط	عدد العاملين	المبلغ/دينار	وحدة الصناعة	وحدة التقويم
الفحص	2	**٣٥٠٠٩٠٠٠**	**١٤٠٠٣٦00**	**٢١٠٠٥٤00**
الصناعة	3	**52000750**	**52000750**	**٠**
التقويم	2	**43596000**	**٠**	**43596000**
اشعة	2	**25,980,000**	**10392000**	**15588000**
مختبر	2	**29,000,500**	**116002٠٠**	**17400300**
الصيدلية او المذخر	3	**37,850,000**	**15140000**	**22710000**

الادارة	6	59,000,500	23600200	35400300
الاحصاء	1	13,250,000	5300000	7950000
الدفاع المدني	2	17,650,000	7060000	10590000
إدارة الاجهزة	2	28,750,000	11500000	17250000
المدير ومعاون المدير	٢	80,500,000	32200000	48300000
المجموع	٢٧	422586750	182796750	239790000

المصدر: بالاعتماد على سجلات المركز

يلاحظ من الجدول (٣) ان الرواتب والأجور تم تحديدها على نشاط الصناعة بعد تحميلها بحصتها من الانشطة الاخرى والبالغة تكلفتها بـ **182796750** دينار التي سيتم تحميلها بشكل مباشر على تكلفة الاسنان، وقد تم استبعاد تكلفة الرواتب والأجور الخاصة بتقويم الاسنان.

***تحديد التكاليف غير المباشرة:** تتمثل بالتكاليف التي تحتسب ضمن تكاليف المنتج بشكل غير مباشر مثل الاندثار والايجار والتامين والصيانة وغيرها.

١- **الاندثار:** ولغرض احتساب الاندثار لابد من معرفة قيمة الاجهزة الطبية المستخدمة في المركز، حيث تبلغ قيمة الأجهزة الطبية المستخدمة لنشاط الصناعة وذلك بالاعتماد على السجلات الخاصة بالمركز بمبلغ ٨٤,٦٩١,٠٨٣ دينار ويتم احتساب الاندثار السنوي (تكلفة استخدام الموجودات الثابتة لسنة واحدة) كما في الاتي:

الاندثار السنوي = (التكلفة – الانقاض) ÷ العمر الانتاجي

مجموع تكلفة الاجهزة لنشاط الصناعة (٨٤٦٩١٠٨٣ – ٠) ÷ ٣٠[٣] سنة = ٢٨٢٣٠٣٦ دينار اندثار اجهزة نشاط الصناعة. ولغرض احتساب حصة نشاط الصناعة من اندثار الانشطة الاخرى لابد من تحديد نسبتها والتي تم تحديدها بناءً على المقابلة مع المسؤولين في المركز بنسبة ٥٠٪ (اي متساوية مع التقويم).

تم احتساب الاندثار من بقية الأنشطة على وفق الاتي:

١. اندثار نشاط الاشعة=٣٠٠٠٠٠٠+ ١٦٠٠٠٠٠ +١٠٠٠٠ =٤٦١٠٠٠٠ ÷٣٠ سنة= ١٥٤٠٠٠ × ٥٠٪ = ٧٧٠٠٠ دينار

٢. مجموع كلفة اجهزة الفحص ٧٢٥٠٠٠٠ + ١٩٠٠٠٠٠ + ٢١٠٠٠٠ = ٩٣٦٠٠٠٠ ÷٣٠ سنة = ٣١٢٠٠٠ × ٥٠٪= ١٥٦٠٠٠ دينار

٣. اندثار اجهزة المختبر=٢٣٧١٠٦٠٠ دينار ÷٣٠ سنة = ٧٩٠٣٥٣ دينار × ٥٠٪ = ٣٩٥١٧٦ دينار

٤. اندثار اجهزة المذخر = ١٤٠٤٠٠٠٠دينار ÷ ٣٠ سنة= ٤٦٨٠٠٠ دينار× ٥٠٪ = ٢٣٤٠٠٠ دينار

51,720,600دينار[4]÷٣٠ سنة = ١٧٢٤٠٢٠دينار × ٥٠٪ حصة الصناعة= ٨٦٢٠١٠ دينار

مجموع الاندثار لنشاط الصناعة = ٢٨٢٣٠٣٦ دينار+ ٨٦٢٠١٠ دينار= ٣٦٨٥٠٤٦ دينار

٢- **المستلزمات الخدمية:** يمكن توضيح تفاصيل المستلزمات الخدمية من خلال الاتي، اذ يوضح الجدول (4) توزيع مبلغ الايجار والبالغ ١٣,٠٠٥,٠٠٠ دينار على انشطة المركز ومن ثم تحميل ايجار الانشطة الاخرى على الانشطة الرئيسة المتمثلة في نشاطي

[٣] تم تحديد العمر الإنتاجي بناءً على سنوات الاستخدام للأجهزة الطبية بالاعتماد على سجلات المركز بالإضافة الى رأي الخبراء بالأجهزة الطبية
[٤] مجموع كلف الأجهزة من بقية الأنشطة

الصناعة والتقويم بالاعتماد على مساحة المركز (ان مساحة نشاط الصناعة ٢٤٠ متر مربع بنسبة ٤٥٪ و٣٠٠ متر مربع لنشاط التقويم وبنسبة ٥٥٪) وكما في الجدول (٤).

الجدول رقم (٤) توزيع ايجار المبنى على أنشطة المركز العام

النشاط	المساحةامتر مربع	المبلغ|دينار	الصناعة	التقويم
الفحص	٦٠	٦٢٤,٢٤٠	٢٨٠٩٠٨	٣٤٣٣٣٢
الصناعة	٢٤٠	٢,٤٩٦,٩٦٠	٢,٤٩٦,٩٦٠	–
التقويم	٣٠٠	٣,١٢١,٢٠٠	–	٣,١٢١,٢٠٠
اشعة	١٢٠	١,٢٤٨,٤٨٠	٥٦١٨١٦	٦٨٦٦٦٤
مختبر	٢٠٠	٢,٠٨٠,٨٠٠	٩٣٦٣٦٠	١١٤٤٤٤٠
الصيدلية او المذخر	٨٠	٨٣٢,٣٢٠	٣٧٤٥٤٤	٤٥٧٧٧٦
الادارية	٦٠	٦٢٤,٢٤٠	٢٨٠٩٠٨	٣٤٣٣٣٢
الاحصاء	لا يوجد مساحة	–		
الدفاع المدني	٦٠	٦٢٤,٢٤٠	٢٨٠٩٠٨	٣٤٣٣٣٢
إدارة الاجهزة	٦٠	٦٢٤,٢٤٠	٢٨٠٩٠٨	٣٤٣٣٣٢
المدير ومعاون المدير	٧٠	٧٢٨,٢٨٠	٣٢٧٧٢٦	٤٠٠٥٥٤
المجموع	١٢٥٠	١٣,٠٠٥,٠٠٠	٥٨٢١٠٣٨	٧١٨٣٩٦٢

المصدر: بالاعتماد على سجلات المركز

يلاحظ من الجدول (٤) ان تكلفة ايجار المبنى قد تم توزيعها على كافة انشطة المركز ومن ثم تم اعادة تحميل ايجار الانشطة الاخرى على الانشطة الرئيسة المتمثلة في نشاطي الصناعة والتقويم.

وسيتم توزيع مبلغ الأجور الهاتفية وقدره 291,500 دينار على كافة الانشطة ومن ثم يتم تحميلها على الانشطة الرئيسة المتمثلة بنشاطي الصناعة والتقويم على أساس ساعات العمل المباشر ١٠٠٠ ساعة لنشاط الصناعة بنسبة ٤٠٪ و١٥٠٠ لنشاط التقويم بنسبة ٦٠٪ بالاعتماد على بيانات الادارة وكما في الجدول (٥):

الجدول (٥) الاجور الهاتفية

النشاط	المبلغ|دينار	الصناعة	التقويم
الفحص	١٠٠٠٠	٤٠٠٠	٦٠٠٠
الصناعة	٦٠٠٠٠	٦٠٠٠٠	–
التقويم	٥٠٠٠٠	–	٥٠٠٠٠٠
اشعة	١٠٠٠٠	٤٠٠٠	٦٠٠٠
مختبر	٤١,٥٠٠	١٦٦٠٠	٢٤٩٠٠
الصيدلية او المذخر	٢٠٠٠٠	٨٠٠٠	١٢٠٠٠
الادارة	٢٠٠٠٠	٨٠٠٠	١٢٠٠٠
الاحصاء	٢٠٠٠٠	٨٠٠٠	١٢٠٠٠
الدفاع المدني	١٠٠٠٠	٤٠٠٠	٦٠٠٠
إدارة الاجهزة	١٠٠٠٠	٤٠٠٠	٦٠٠٠
المدير ومعاون المدير	٤٠٠٠٠	١٦٠٠٠	٢٤٠٠٠
المجموع	٢٩١،٥٠٠	١٣٢٦٠٠	١٥٨٩٠٠

المصدر: بالاعتماد على سجلات المركز

يلاحظ من الجدول (٥) ان بعض التكاليف قد تم اعادة احتساب تكاليفها بناءً على الانشطة، في حين بعض التكاليف الاخرى التي لم يتم تعديلها تبقى كما هي على سبيل المثال المطبوعات، خدمات اخرى متنوعة وغيرها.

٣- المستلزمات السلعية

أ- المستلزمات الطبية

يمكن توزيع مبلغ المستلزمات الطبية على الانشطة من واقع السجلات المستخدمة في المركز خلال سنة ٢٠٢٣ ومن ثم اعادة توزيعها على الانشطة الرئيسة على عدد مرات التجهيز والاستخدام، اذ تم تجهيز نشاط الصناعة بـ ٨٨ مرة تقريباً و١٣٢ مرة تقريباً لنشاط التقويم، وكما في الجدول (٦).

الجدول (٦) المستلزمات الطبية

النشاط	المبلغ/ دينار	الصناعة	التقويم
الفحص	١٣٨٠٠٠	55200	82800
الصناعة	٩,٦٤٢,٥٠٠	٩,٦٤٢,٥٠٠	-
التقويم	١٣,٨٠٦,٠٠٠	-	١٣,٨٠٦,٠٠٠
المختبر	٧,٦٣١,٨٠٠	3052720	4579080
المجموع	٣١٢١٨٣٠٠	12750420	18467880

المصدر: بالاعتماد على سجلات المركز

ب- الكهرباء: سيتم توزيع اجور الكهرباء للأنشطة الاخرى على الانشطة الرئيسة على اساس المساحة، اذ تبين ان مساحة نشاط الصناعة بـ ٢٤٠ متر مربع بنسبة ٤٥٪ ومساحة نشاط التقويم بـ ٣٠٠ متر مربع بنسبة ٥٥٪ وكما في الجدول (٧).

الجدول (٧) مصروف الكهرباء

النشاط	المساحةامتر مربع	المبلغادينار	الصناعة	التقويم
الفحص	٦٠	٣١٦,٣٨٦	١٤٢٣٧٤	١٧٤٠١٢
الصناعة	٢٤٠	١٢٦٥٥٤٨	١٢٦٥٥٤٨	-
التقويم	٣٠٠	١٥٨١٩٣٦	-	١٥٨١٩٣٦
اشعة	١٢٠	٦٣٢,٧٧٣	٢٨٤٧٤٨	٣٤٨٠٢٥
مختبر	٢٠٠	١٠٥٤٦٢٣	٤٧٤٥٨٠	٥٨٠٠٤٣
الصيدلية او المذخر	٨٠	٤٢١٨٥٠	١٨٩٨٣٣	٢٣٢٠١٧
الادارية	٦٠	٣١٦٣٨٧	١٤٢٣٧٤	١٧٤٠١٣
الاحصاء	لا يوجد مساحة	-		
الدفاع المدني	٦٠	٣١٦٣٨٦	١٤٢٣٧٤	١٧٤٠١٢
إدارة الاجهزة	٦٠	٣١٦٣٨٦	١٤٢٣٧٤	١٧٤٠١٢
المدير ومعاون المدير	٧٠	٣٦٩١١٨	١٦٦١٠٣	٢٠٣٠١٥
المجموع	١٢٥٠	٦,٥٩١,٣٩٣	٢٩٥٠٦٠٨	٣٦٤١٠٨٥

المصدر: بالاعتماد على سجلات المركز

يلاحظ من الجدول (٧) ان تكلفة الكهرباء قد تم توزيعها بالإجمالي على نشاطي الصناعة والتقويم فقط.

اما كلف صيانة الموجودات والمتمثلة في صيانة الأجهزة ومستلزمات كهربائية للصيانة وصيانة مباني، ومصروفات اخرى وتكلفة المكائن والمعدات(فلاتر)واستئجار معدات اخرى واستئجار معدات امنية تبقى كما هي وكما مبينة في الجدول (١).

سيتم توضيح التكاليف الاجمالية لصناعة الاسنان (بعد تحميل حصة النشاط من بقية الأنشطة) وكما في الجدول رقم (٨).

الجدول رقم (٨) احتساب حصة نشاط صناعة الاسنان من بقية الانشطة

التفاصيل	صناعة الاسنان
الرواتب والاجور	**182796750**
المستلزمات الخدمية	
ايجار المبنى	٥٨٢١٠٣٨
اجور مكالمات هاتفية	١٣٢٦٠٠
مطبوعات (لوحات فلكس)	٣٠٠٠٠٠
خدمات اخرى متنوعة	١٢٧٥٠
المستلزمات السلعية	
مستلزمات طبية	**12750420**
القرطاسية والمطبوعات	٤٠٠٥٠٠
الماء والمجاري	٣٣٥٠٠٠٠
الكهرباء	٢٩٥٠٦٠٨
وقود	٥٥٠٠٠٠
مواد المكافحة والوقاية	٣٤٠٠٠
مصاريف اخرى	٨٧٠٠
صيانة الموجودات	
صيانة الاجهزة	٢٦٠٠٠٠
مستلزمات كهربائية للصيانة	٧٨٠٠٠
صيانة مباني	١٠١٠٠٠
اندثار الاجهزة الطبية	3685046
مصروفات اخرى	
كلفة مكائن ومعدات (فلاتر)	٨٥٠٠٠
استئجار معدات	٨١٠٠٠
استئجار معدات امنية	١٨٥٠٠
المجموع	٢١٣٤١٥٩١٢

المصدر: بالاعتماد على سجلات المركز

وبعد ان تم احتساب التكلفة الاجمالية لنشاط صناعة الاسنان على وفق التكاليف على اساس الانشطة والبالغة تكلفتهما **٢١٣٤١٥٩١٢** دينار، سيتم تحديد عدد المراجعين الذين تم معالجتهم في نشاط صناعة الاسنان وكما في الاتي:

عدد المراجعين الكلي = ٣٧٨٩ مراجع موزعين بين الانشطة، الفحص والصناعة والتقويم والاشعة وغيرها، وقد كان عدد المراجعين الذين تم معالجتهم في نشاط الصناعة ٦٨٣ مراجع، منهم ٥٠٣ مراجع لسن واحد فقط و١٥٢ مراجع لسنين و٢٨ مراجع لثلاثة اسنان فيصبح الناتج حسب القطع المنجزة ٨٩١ قطعة، ويمكن توضيحها في الجدول (٩).

الجدول (٩) عدد الاسنان المصنعة لسنة ٢٠٢٣

عدد المراجعين	عدد الاسنان المصنعة	الاجمالي
٥٠٣	١	٥٠٣
١٥٢	٢	٣٠٤
٢٨	٣	٨٤
٦٨٣		٨٩١

المصدر: بالاعتماد على سجلات المركز

وبعد تحديد التكلفة الكلية وعدد الاسنان، سيتم تحديد تكلفة الوحدة الواحدة (السن الواحد) من صناعة الاسنان وكما في الاتي:

تكلفة الوحدة الواحدة= تكلفة صناعة الاسنان ÷ عدد الاسنان المصنعة

٢١٣٤١٥٩١٢ ÷ ٨٩١ سن = ٢٣٩٥٢٤ دينار

يلاحظ من الجداول أعلاه انه رغم احتساب التكاليف بالاعتماد على الانشطة، لكن لا تحقق الاهداف المرغوبة، لذا سيتم احتساب التكاليف على اساس تكنولوجيا التصنيع بالإضافة، والجدير بالذكر ان التكاليف على اساس النشاط قد عالجت بعض العيوب بالطريقة التقليدية مثل تحميل تكاليف الانشطة على المنتجات الرئيسة.

٣.٣. تقويم تخفيض تكلفة صناعة الاسنان في ظل "تكنولوجيا التصنيع بالإضافة" للوحدات في المركز

قياس التكاليف لمراحل دورة حياة السن الواحد في ظل "تكنولوجيا التصنيع بالإضافة":

سيتم قياس تكاليف دورة حياة السن الواحد القياسي في مركز صناعة الاسنان في ظل "تكنولوجيا التصنيع بالإضافة" من وجهة نظر المراحل الانتاجية الثلاث، باعتماد بيانات المركز السابقة والذي ستظهر تأثيرات المنتج في بيئة العمل، والمجتمع المحلي المحيط به، ويمكن توضيح اهم الاحتياجات لتطبيق تكنولوجيا التصنيع بالإضافة من خلال الاتي:

١. طابعة بنوعية sprintray بسعر ٢٥٠٠٠,٠٠٠ دينار، وحجم ٣٠×٤٠ تستهلك طاقة تقريباً ٢ امبير بعمر انتاجي ١٠ سنوات وتعمل لمدة ٤ –٦ ساعات بالمقارنة بالطابعات العادية الاخرى التي يصل وقت عملهم إلى ١٥ ساعة، كونها طابعة دقيقة وسريعة.
٢. الكاد كام بنوعية Rainbow بسعر ٦٠,٠٠٠,٠٠٠ دينار، وحجم ٣٠×٥٠ يستهلك طاقة تقريباً ١٠ امبير ويعمل لمدة ١٢ –١٨ ساعة بعمر انتاجي ١٠ سنوات.
٣. scanner بنوعية medit i600 بسعر ١٨,٠٠٠,٠٠٠ دينار، وعمره الانتاجي ١٠ سنوات فما فوق، سعر القطعة المصورة ٢٠٠٠ دينار، يستغرق التصوير للفكين العلوي والسفلي من ٣ – ٥ دقيقة.
٤. البرنامج المستخدم بالتصميم ال Exo cad بسعر ١٧,٠٠٠,٠٠٠ دينار، يتم الحصول عليه من الشركة المنتجة وسعر القطعة التي يعمل بها ٣٠٠٠ دينار على القطعة ويستغرق عمل القطعة فيه من ١٠– ١٢ دقيقة. والعمر الإنتاجي يقدر ١٠ سنوات بحسب تقدير الخبراء.
٥. المادة المستخدمة في الطابعة بسعر ٣,٠٠٠,٠٠٠ دينار للكيلو الواحد، لصناعة ما يقارب ال ٧٠٠ سن.
٦. المادة المستخدمة في الكاد كام بسعر ١٥٠,٠٠٠ دينار للقطعة الواحدة، تكفي لإنتاج ٣٠ سن.
٧. مصاريف الصيانة تبلغ حوالي ١٥٠٠٠٠٠ دينار.

وبعد معرفة المتطلبات وتوفيرها ينبغي على الوحدات عينة البحث القيام بالإجراءات الاتية:

١.٣.٣. قياس تكاليف مرحلة ما قبل الإنتاج والمتضمنة لتكاليف أنشطة البحث والتطوير والتصميم للمنتج:

قبل الولوج بحساب التكاليف لا بد من توضيح الانشطة الداخلة في هذه المرحلة ليتسنى حساب تكاليفها لاحقا وكالآتي:

١. البحث والتطوير (وحدة البحث والتطوير التابعة إلى الادارة): يتمثل عمل وحدة البحث والتطوير بوضع خطة بحثية سنوية، ومتابعة تنفيذها، من متابعة تقلبات السوق مع الأخذ بالحسبان الطابع التطبيقي، والتطويري في تصنيع اسنان جديدة أو استحداث بدائل، أو تحسين جودة الإنتاج ودراسة البحوث الحديثة الخاصة بالأسنان والافادة منها في تطوير الاسنان، إذ تضم هذه الوحدة موظف واحد فقط.
٢. تصميم المنتج: ويعد باعتباره نشاط تابع للإدارة ويبلغ عدد الموظفين فيه ١، ويتمثل عمله بتصميم الاسنان والعمليات، ورسم المخططات لمساعدة الجهات الخارجية التي يستعان فيها لتصليح بعض الأعطال التي لا يتمكن فنيو المركز من إصلاحها كما يكون مسؤول عن تحويل الأفكار التي يتم طرحها من قبل البحث والتطوير، وتحويلها إلى مخططات ليتم الأخذ بها. ويمكن توضيح مرحلة ما قبل الانتاج من خلال الجداول (13,12,11,10).

الجدول رقم (١٠) متطلبات مرحلة ما قبل الإنتاج لإنتاج (٨٩١) سن لسنة 2023

البيان	نشاط البحث والتطوير	نشاط التصميم
عدد العاملين	١ عامل	١ عامل
عدد الساعات لإنتاج السن	٣	٣
تكلفة ساعة عمل السن	٣٤٦٩	٣٤٦٩
ساعات عمل في اليوم	٨	٨
اجر العامل لليوم الواحد	[5]٢٧٧٥٠	٢٧٧٥0
عدد ايام السنة القياسية	٣٦٠	٣٦٠
معدل اجر العامل السنوي	[6]٩٩٩٠٠٠٠	٩٩٩٠٠٠٠

المصدر: اعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات الواردة في الجداول اعلاه

الجدول (١١) تكلفة الأجور لسنة ٢٠٢٣

البيان	البحث والتطوير	التصميم	التكلفة الإجمالية/المبالغ بالدينار
الرواتب والأجور السنوية	٩٩٩٠٠٠٠	٩٩٩٠٠٠٠	١٩٩٨٠٠٠٠
المجموع	٩٩٩٠٠٠٠	٩٩٩٠٠٠٠	١٩٩٨٠٠٠٠

المصدر: بالاعتماد على سجلات المركز

الجدول (١٢) تكلفة المواد لسنة ٢٠٢٣

البيان	البحث والتطوير	التصميم	التكلفة الإجمالية/المبالغ بالدينار
مواد	٥٢٥٠٠٠	٣٨٠٠٠٠	905000
المجموع	٥٢٥٠٠٠	٣٨٠٠٠٠	905000

المصدر: بالاعتماد على سجلات المركز

الجدول (١٣) التكاليف غير المباشرة لسنة ٢٠٢٣

البيان	البحث والتطوير	التصميم	التكلفة الإجمالية/المبالغ بالدينار
اندثار	٢٧٥٠٠٠	٢١٥٠٠٠	٤90000
اندثار الة التصميم		١٧٠٠٠٠٠	1700000
ايجار	٧٥٠٠٠	٢٥٠٠٠	١٠٠٠٠٠
كهرباء	٩٥٠٠٠	٦٢٠٠٠	157000
صيانة	٢٥٥٠٠	١٣٧٥٠	39250
المجموع	470500	2015750	2486250

المصدر: بالاعتماد على سجلات المركز

وبعد توضيح المعطيات التي تم ذكرها في الجداول السابقة سيتم العمل على عرض البيانات المالية الاجمالية لمرحلة ما قبل الانتاج، وكما في الجدول (١٤).

الجدول رقم (١٤)

البيانات الاجمالية لمرحلة ما قبل الإنتاج لصناعة (٨٩١ سن) لسنة 2023

البيان	البحث والتطوير	التصميم	التكلفة الإجمالية/المبالغ بالدينار
الرواتب والأجور السنوية	٩٩٩٠٠٠٠	٩٩٩٠٠٠٠	١٩٩٨٠٠٠٠
مواد	٥٢٥٠٠٠	٣٨٠٠٠٠	905000
تكاليف غير مباشرة	470500	٢٠15750	٢٤86250
التكاليف الادارية	2300000	750000	3050000
المجموع	١٣285500	١٣135750	٢٦٤٢١250

المصدر: اعداد الباحثة بالاعتماد على الجداول السابقة وسجلات المركز لسنة 2023.

[5] ٩٩٩٠٠٠٠ دينار÷ ٣٦٠ يوم
[6] متوسط راتب العامل الواحد ٨٣٢٥٠٠ دينار × ١٢ شهر

يتضح من الجدول (١٤) ، بأنّ تكاليف الرواتب والأجور في مرحلة ما قبل الإنتاج إذ بلغ مجموعها (١٩٩٨٠٠٠٠)، وتضمنت (البحث والتطوير ، التصميم) هي الأعلى على مستوى هذه المرحلة والتي تعد من أهم مراحل دورة حياة السن التي يتم فيها إعداد المواصفات وتحديد المواصفات الحالية وبحسب رغبات وتوجهات الزبون ، فضلاً عن الدراسة السوقية التي تعد من تلك الأقسام للنهوض بالواقع الحالي ، وجعل صناعة الاسنان في الوحدة الاقتصادية محل التطبيق تنافس المنتجات المماثلة في المراكز الاخرى والتي تحمل المواصفات نفسها، وعليه فمن الممكن قيام الإدارة العليا في المركز بإدارة التكاليف من خلال اعتماد تكنولوجيا التصنيع بالإضافة سعياً منها لتخفيض التكاليف وهذا ما سيتم تحقيقه في هذا المبحث بتخفيض التكاليف الخاصة بكافة عناصر التكاليف، فضلاً عن اعتماد تصاميم جديدة وحديثة وبتكاليف منافسة منخفضة بمبلغ ٢٦٤٢١٢٥٠ دينار لكل مرحلة، وفيما يتعلق بالتكاليف الادارية التي بلغت كلفتها (٣٠٥٠٠٠٠) دينار التي تم تحديد حصة هذه المرحلة من خلال الجزء على الكل (كافة المراحل). ويمكن تحديد حصتها من التكاليف الادارية الكلية من خلال الاتي:

وقد تم تحديد حصة المرحلة من التكاليف الادارية بمبلغ ٣٠٥٠٠٠٠ دينار وحسب ساعات عمل كل مرحلة، اذ كانت ساعات العمل لكل مرحلة كالاتي (بالاعتماد على اراء الخبراء في استخدام الطابعات): ٢١٨ ساعة لمرحلة ما قبل الانتاج و١١٠٣ ساعة لمرحلة الانتاج و٧٢٧ ساعة لمرحلة ما بعد الانتاج وقد تم احتساب حصة كل مرحلة من خلال الاتي:

الساعات الكلية: (٣٦٠ – ١٠٤) × ٨= ٢٠٤٨ ساعة

حصة مرحلة ما قبل الانتاج من التكاليف الإدارية=

مجموع التكاليف الإدارية × $\frac{\text{وقت عمل المرحلة}}{\text{وقت العمل الكلي للمراحل}}$ =

٢٨٦٨٩٩٥٠[٧] دينار × ٢١٨÷٢٠٤٨ = ٣٠٥٠٠٠٠ دينار.

وبعد تحديد تكاليف مرحلة ما قبل الانتاج لابد من احتساب تكاليف مرحلة الانتاج من خلال الاتي:

٢.٣.٣. قياس تكاليف مرحلة الانتاج في ظل تكنولوجيا التصنيع بالإضافة نشاط الانتاج:- يتمثل هذا النشاط بتنفيذ الخطط والتصاميم التي تم وضعها في الانشطة السابقة لغرض صناعة الاسنان بما ينسجم ومتطلبات تكنولوجيا التصنيع بالإضافة، وتشمل هذه المرحلة على الانشطة الاتية: الفحص، الصناعة، الاشعة، المختبر، المذخر او الصيدلية.

الجدول (١٥) بيانات مرحلة الإنتاج لصناعة (٨٩١) سن لسنة ٢٠٢٣

البيان	فحص	صناعة	اشعة	مختبر	صيدلية او مذخر	التكلفة الإجمالية (دينار)
الرواتب والأجور	١٠٠٠٩٠٠٠	١٧٠٠٠٧٥٠	٧٥٠٠٠٠٠	٨٠٠٠٥٠٠	١١٠٠٠٠٠٠	510250٥٣
مواد أولية	١٥٠٠٠٠	–	٢٠٥٠٠٠	٣٤٠٢٠٠٠	١١٥٠٠٠	2000٧38
المواد المستخدمة في الطابعة		٣٨١٨٥٧١				٣٨١٨٥٧١
المادة المستخدمة في الكاد كام		٤٤٥٥٠٠٠				٤٤٥٥٠٠٠
اندثار الة الطابعة		٢٥٠٠٠٠٠				2500000
اندثار الكاد كام		٦٠٠٠٠٠٠				6000000
اندثار جهاز السكنر		١٨٠٠٠٠٠				1800000
اندثارات اخرى	156000	٢٨٢٣٠٣٦	٧٧٠٠٠	٣٩٥٠١٠	٢٣٤٠٠٠	3685046
صيانة الالة		٣٠٠٠٠٠٠				3000000
صيانة اخرى	١٠٣٠٠٠	–	١٢٤٠٠٠	٧٥٠٠٠	–	302000
الايجار	٢٨٠٩٠٨	٢٤٩٦٩٦٠	٥٦١٨١٦	٩٣٦٣٦٠	٣٧٤٥٤٤	4650588
كهرباء	142374	1265548	284748	474580	189833	2357083
الوقود والزيوت	٣٥٠٠٠	٦٣٠٠٠	٨٠٠٠	٨٣٣٠٠	٨٣٠٠٠	272300
اجور مكالمات	4000	600000	4000	16600	8000	632600
خدمات اخرى	١٤٠٠٠	٢٦٠٠٠	١٢٠٠٠	٨٠٠٠	١١٠٠٠	71000

[٧] مجموع التكاليف الإدارية التي تخص نشاط صناعة الاسنان بالاعتماد على الجداول السابقة

تكاليف ادارية	٦٠٠٠٠٠٠	٤٥٠٠٠٠٠	٢٥٠٠٠٠٠	١٥٠٠٠٠٠	٩٥٠٠٠٠	15450000
المجموع	12894282	54348865	11276564	14891350	12965377	106376438

المصدر: اعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات الجداول السابقة وسجلات المركز لسنة 2023.

يلاحظ من الجدول (١٥) ان الرواتب والاجور قد انخفضت بسبب الاعتماد على التقنيات الحديثة التي تؤدي الى انخفاض التكاليف من خلال تقليل عدد العاملين في المركز، او تكليفهم بأعمال اخرى وذلك بالاعتماد على الجدول (٣)

وقد تم استخدام مواد في هذه المرحلة لكل نشاط على حدة بالاعتماد على الجدول (٢) بعد تخفيضها بمقدار كبير نتيجة اعتماد التكنولوجيا على مواد ذات صلة بالطابعة ثلاثية الابعاد والكاد كام، ويمكن توضيحها كما في الاتي:

[٨] ٣٠٠٠٠٠٠ دينار ÷ ٧٠٠ سن× ٨٩١ سن = ٣٨١٨٥٧١ دينار

[٩] ١٥٠٠٠٠٠ دينار ÷ ٣٠ سن × ٨٩١ سن = ٤٤٥٥٠٠٠ دينار

ويلاحظ ايضاً ان الإندثارات الاخرى تم احتسابها بناءً على كلفة الاجهزة المستخدمة وعمرها الانتاجي وكما وردت سابقاً.

وقد تم ادراج كلفة صيانة الالة بمقدار ٣٠٠٠٠٠٠ دينار بعد ان تم تحديد تكلفة الصيانة لمرة واحدة والبالغ ١٥٠٠٠٠٠ دينار ، وحسب اجابات المختصين فان الآلات تتطلب مرتين صيانة في السنة.

وفي نفس السياق تبين تخفيض كلفة صيانة الموجودات (صيانة اخرى) نتيجة الاعتماد على هذه التكنولوجيا فضلاً عن الاعتماد على صيانة خاصة وكما ورد في اعلاه

وقد تبين ان كلفة الايجار كانت بمبلغ ٤٦٥٠٥٨٨ دينار وبذلك بالاعتماد على الجدول الخاص بتوزيع كلفة الايجار على الانشطة.

كما ان كلفة الكهرباء بالاعتماد على الانشطة بالاعتماد على الجدول (٧).

وكذلك يلاحظ تخفيض الخدمات الاخرى نتيجة الاعتماد على التكنولوجيا المتطورة، وقد تم تخفيض التكاليف الادارية الى ما يقارب ١٥٤٥٠٠٠٠ دينار، نتيجة الاعتماد على التكنولوجية الحديثة.

وقد تم توضيح المتطلبات الاساسية لتطبيق تكنولوجيا التصنيع بالإضافة وذلك بعد تحديد كافة التكاليف

وقد تم تخفيض تكاليف الوقود والمواد وتكاليف غير مباشرة نتيجة الالتزام،

اندثار الة الطابعة= ٢٥٠٠٠٠٠٠ ÷ ١٠٪= ٢٥٠٠٠٠٠ دينار

اندثار الكاد كام=٦٠٠٠٠٠٠٠÷١٠٪= ٦٠٠٠٠٠٠ دينار

اندثار جهاز السكنر scanner= ١٨٠٠٠٠٠٠ ×١٠٪= ١٨٠٠٠٠٠ دينار

٣.٣.٣. قياس تكاليف مرحلة ما بعد الانتاج في ظل تكنولوجيا التصنيع بالإضافة

[٨] مبلغ الكيلوغرام الواحد يكفي لصناعة ٧٠٠ سن كما موضح اعلاه
[٩] سعر المادة بما يكفي لصناعة ٣٠ سن كما موضح اعلاه

الجدول (١٦) بيانات الرواتب والاجور لمرحلة ما بعد الانتاج لصناعة (٨٩١) سن لسنة 2023

(المبالغ بالدينار)

البيان	التسويق	خدمات ما بعد البيع
عدد العاملين	١	١
عدد الساعات لإنتاج السن الواحد	٣	٣
تكلفة ساعات عمل السن	٢٦٠٤	٢٥٦١
اجر العامل لليوم الواحد	٢٠٨٣٣	١٨٨٨٩
معدل اجر العامل السنوي	٧٥٠٠٠٠٠	٦٨٠٠٠٠٠

المصدر: بالاعتماد على البيانات اعلاه.

والجدول (١٧) الآتي يوضح بيانات مرحلة ما بعد الانتاج على وفق متطلبات الجداول السابقة:

الجدول (١٧) بيانات مرحلة ما بعد الإنتاج لصناعة (٨٩١) سن لسنة ٢٠٢٣

البيان	التسويق	خدمات ما بعد البيع	التكلفة الإجمالية (بالدينار)
الرواتب والأجور	7500000	6800000	14300000
مواد / تسويقية	125000	205000	330000
تكاليف مطبوعات	400500	0	400500
ايجار	80000	0	80000
كهرباء	60000	0	60000
اندثار	120000	0	120000
التكاليف الإدارية	9000450	1189500	10189950
المجموع	17285950	8194500	25480450

المصدر: بالاعتماد على ماورد في الجداول السابقة.

يلاحظ من اعلاه ان بعض الموظفين قد تم تدويرهم من الادارة الى التسويق وخدمات ما بعد البيع لغرض المساهمة في زيادة المبيعات، فضلاً عن استخدام مواد في هذه المرحلة حسب الاحتياجات الخاصة بكل نشاط البالغة ٣٣٠٠٠٠ دينار.

كما تم ادراج تكاليف المطبوعات في هذه المرحلة والتي سبق وان تم ادراجها ضمن المستلزمات السلعية، فضلاً عن ادراج كلفة الايجار البالغة ٨٠٠٠٠ دينار لنشاط التسويق وحصتها من كلفة الكهرباء والبالغة ٦٠٠٠٠ دينار والاندثار بمبلغ ١٢٠٠٠٠ دينار. وقد تم تحديد حصة المرحلة من التكاليف الادارية بمبلغ ١٠١٨٩٩٥٠ دينار وحسب ساعات عمل كل مرحلة، اذ كانت ساعات العمل لكل مرحلة وكالاتي: ٢١٨ ساعة لمرحلة ما قبل الانتاج و١١٠٣ ساعة لمرحلة الانتاج و٧٢٧ ساعة لمرحلة ما بعد الانتاج وقد تم احتساب حصة كل مرحلة من خلال الاتي:

الساعات الكلية: (٣٦٠ – ١٠٤) × ٨= ٢٠٤٨ ساعة

٢٨٦٨٩٩٥٠ دينار × ٧٢٧ ساعة÷٢٠٤٨ = ١٠١٨٩٩٥٠ دينار.

ويمكن احتساب التكاليف الكلية لكافة المراحل من خلال الجدول (١٨).

الجدول رقم (١٨) إجمالي تكاليف المراحل لصناعة (٨٩١) سن في ظل تقنية التصنيع بالإضافة

(المبالغ بالدينار).

التفاصيل	التكاليف الكلية
مرحلة ما قبل الإنتاج	٢٦٤٢١٢٥٠
مرحلة الإنتاج	106376438
مرحلة ما بعد الإنتاج	٢٥٤٨٠٤٥٠
المجموع	١٥٨٢٧٨١٣٨

المصدر: اعداد الباحثة بالاعتماد على الجداول اعلاه

تكلفة الوحدة الواحدة (للسن الواحد) = ١٥٨٢٧٨١٣٨ ÷ ٨٩١ = ١٧٧٦٤١ دينار.

ويمكن توضيح التكاليف لعينة البحث من خلال الجدول (١٩).

الجدول (١٩) مقارنة التكاليف على وفق الواقع الحالي والمقترح

التفاصيل	التكلفة على وفق الواقع الحالي (الطريقة التقليدية)[١٠]	التكلفة على وفق الأنشطة (الطريقة التقليدية)[١١]	التكلفة على وفق تكنولوجيا التصنيع بالإضافة
تكلفة السن الواحد	١٠٣٥٨٠	٢٣٩٥٢٤	١٧٧٦٤١

المصدر: اعداد الباحثة بالاعتماد على الجداول اعلاه

المبحث الرابع: الاستنتاجات والتوصيات

١.٤. الاستنتاجات

١- إنّ التطورات الحالية الاقتصادية والتكنولوجية والانفتاح الاقتصادي جعلت الحاجة لاعتماد تقنيات حديثة امراً ملحاً وضرورياً، لذا تركز اهتمام الهيئات والمنظمات المهنية نحو اعتماد التقنيات المناسبة التي تسهم في توفير معلومات ملاءمة لمستخدميها وعلى الأخص فيما يتعلق بتخفيض التكاليف.

٢- إنّ تكنولوجيا التصنيع بالإضافة (الطابعة ثلاثية الابعاد) تعتمد على مجموعة واسعة من الاساليب المستخدمة لبناء الاشياء على شكل طبقات.

٣- إنّ تكنولوجيا التصنيع بالإضافة (الطابعة ثلاثية الابعاد) تسهم في تخفيض التكاليف.

٤- إنّ تكنولوجيا التصنيع بالإضافة (الطابعة ثلاثية الابعاد) تعتمد على الطابعة ومتطلباتها وبما ينسجم والمتطلبات الحالية الذي يؤدي الى الاستغناء عن الكثير من العاملين ومن ثم تخفيض التكاليف.

٥- إن الاعتماد على تكنولوجيا التصنيع بالإضافة (الطابعة ثلاثية الابعاد) يؤدي الى تخفيض التكاليف وتحسين جودة صناعة الاسنان.

٢.٤. التوصيات

١- ينبغي على الوحدات عينة البحث اعتماد تقنيات حديثة موحدة في احتساب تكلفة المنتجات.

٢- على الوحدات عينة البحث مواكبة التطورات الحالية الاقتصادية والتكنولوجية والانفتاح الاقتصادي لاعتماد تقنيات حديثة لتوفير معلومات ملاءمة لمستخدميها وعلى الأخص فيما يتعلق بخفض التكاليف.

٣- ينبغي على الوحدات عينة البحث تطبيق تكنولوجيا التصنيع بالإضافة (الطابعة ثلاثية الابعاد) للمحافظة على المواد والاستخدام الامثل لها.

٤- ينبغي على الوحدات عينة البحث تطبيق تكنولوجيا التصنيع بالإضافة (الطابعة ثلاثية الابعاد) وبما ينسجم والمتطلبات الحالية لغرض الاستغناء عن الكثير من العاملين ومن ثم تخفيض التكاليف.

٥- الاعتماد على تكنولوجيا التصنيع بالإضافة (الطابعة ثلاثية الابعاد) في الوحدات مركز البحث بغرض تخفيض التكاليف وتحسين جودة صناعة الاسنان.

References

١. حمد، أمين شهاب، يعقوب فيحاء عبد الله، ٢٠٢١، "استعمال مفهوم هندسة الجودة في ترشيد التكاليف دراسة تطبيقية في معمل إطارات بابل في النجف الاشرف"، المعهد العالي للدراسات المحاسبية والمالية، جامعة بغداد، العدد ٦٠.

[١٠] (قبل تحميله بنصيبها من تكلفة الرواتب والمواد والاندثار من الأنشطة الأخرى)

[١١] بعد تحميله بنصيبها من كافة التكاليف الأخرى

٢. الخرسان، علي طه سلمان، الغبان ثائر صبري محمود،٢٠٢٣،"تقنية دورة حياة المنتج في ظل معيار تحويل الموارد للمعدات الكهربائية والالكترونية لتخفيض التكاليف بحث تطبيقي في الشركة العامة لصناعة السيارات والمعدات– مصنع البطاريات (معمل بابل٢) "، جامعة بغداد، المعهد العالي للدراسات المحاسبية والمالية، أطروحة دكتوراة.

٣. خميس، محمد مصطفى جمعة،٢٠٢٢،"أثر تطبيق نموذج القياس المتوازن للأداء المستدام على قياس وتقييم الأداء المستدام للمنشآت الصناعية في ظل تبنى تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد– دراسة تجريبية"، مجلة البحوث المحاسبية، العدد الثاني، جامعة طنطا:٧٧١–٨٢٩.

٤. الشمري، فايز هلال عبد الله؛ يوسف، فائز نعيم، (٢٠٠٨)،" دور تقنيات إدارة الكلفة في تخطيط التكاليف وتخفيضها (دراسة ميدانية)" رسالة ماجستير غير منشورة، الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد.

٥. الطيار، شيماء حسين، البكري رياض حمزة, ٢٠١٦،"انموذج مقترح لتطبيق محاسبة النانو باستعمال الطباعة ثلاثية الابعاد في الشركة العامة للصناعات الكهربائية"، أطروحة دكتوراة مقدمة الى مجلس معهد الدراسات المحاسبية والمالية.

٦. كاظم، علي منفي، "استعمال المحاسبة الرشيقة وكلف الجودة لتخفيض التكاليف" رسالة ماجستير، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد، قسم المحاسبة، العراق،٢٠٢٠، غير منشورة.

٧. الياس، سرى وليد إسماعيل، الغبان ثائر صبري محمود،٢٠٢٢" استراتيجية قيادة التكلفة في ظل المحاسبة عن عائد الأنشطة الداخلية (بحث تطبيقي في مصنع نسيج وحياكة واسط معمل الحياكة)، مجلة دراسات محاسبية ومالية، مجلد ١٧ العدد ٦٠.

8. Akeem, L. B., (2017), "Effect of cost control and cost reduction Hiba Mahmood Mohammed Saeed 1138 techniques in organizational performance" International business and management, 14(3),19-26.
9. Ciulla,2020, "Additive Manufacturing adoption in Dental Practices", Master of Science Thesis:3-43.
10. Elahi, M., Afolaranmi, S. O., Lastra, J. L. M., & Garcia, J. a. P. (2023). A comprehensive literature review of the applications of AI techniques through the lifecycle of industrial equipment. Discover Artificial Intelligence, 3(1). https://doi.org/10.1007/s44163-023-00089-x
11. H. Saeed, M. Ali, 2022, "The Role of Product Lifecycle Cost Technology And Cleaner Production Strategy In Reducing Costs", Journal of Positive School Psychology, Vol. 6, No. 6, 1125-1139.
12. Hajare, D. M., & Gajbhiye, T. S., (2022). Additive manufacturing (3D printing): Recent progress on advancement of materials and challenges. Materials Today: Proceedings:736-743.
13. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.02.391.
14. https://www.researchgate.net/publication/319098991
15. Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., & Suman, R. (2021). Dentistry 4.0 technologies applications for dentistry during COVID-19 pandemic. Sustainable Operations and Computers, 2, 87–96. https://doi.org/10.1016/j.susoc.2021.05.002
16. Lakshmanan, R., Nyamekye, P., Virolainen, V., & Piili, H. (2023). The convergence of lean management and additive manufacturing: Case of manufacturing industries. Cleaner Engineering and Technology, 13, 100620. https://doi.org/10.1016/j.clet.2023.100620
17. Radhakrishnan, S., & Selvan, K. G., (2017), "Cost Management Techniques Practices By Building Contractors Network in Tamilnadu", International Journal of Pure and Applied Mathematics, 117(9), 145-149.
18. S. Véronneau, G. Torrington, J. Hlavka,"3D printing: Downstream production transforming the supply chain", RAND's publications, www.rand.org.
19. Výtisk, J., Kočí, V., Honus, S., & Vrtek, M. (2019). Current options in the life cycle assessment of additive manufacturing products. Open Engineering, 9(1), 674–682. https://doi.org/10.1515/eng-2019-0073
20. Zhang J., Jung Y.G. (Eds.),(٢٠١٨)," Additive manufacturing: materials, processes, quantifications and applications", Butterworth Heinemann.