منهجية مقترحة لتطبيق الهندسة العكسية في صناعة منتجات الأثاث المعدني لزيادة قدرتها التنافسية (دراسة تطبيقية)

أحمد صلاح عبد العظيم * [١] شيماء جابر مصطفى حسن [٢]

١- مدرس بقسم تصميم الأثاث والإنشاءات المعدنية - كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان
٢- مدرس بقسم تصميم الأثاث والإنشاءات المعدنية - كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان

Submit Date:2023-07-08 04:32:43 | Revise Date: 2023-12-03 01:39:44 | Accept Date: 2024-05-08 17:25:43

DOI:10.21608/jdsaa.2024.221672.1319

ملخص البحث:-

إن ما يشهده الإقتصاد العالمي بشكل عام والإقتصاد المصري بشكل خاص أوجد ضرورة مُلحة لتبني القطاعات المختلفة وعلى رأسها القطاع الصناعي سياسات مختلفة بحيث تكون سريعة التكيف والتواكب مع متطلبات الأسواق المحلية/العالمية لتلبية احتياجاتها من المنتجات، والذي ينعكس بالتبعية على الإيرادات المحلية/النقد الأجنبي. وهو ما يتطلب استخدام استراتيجيات تصميمية وإنتاجية وتسويقية مختلفة، حيث تهدف الاستراتيجيات الحديثة إلى إيجاد أساليب تتوافق مع القدرات الإنتاجية والتصميمية المحلية وفي نفس الوقت قدرتها على تلبية متطلبات الاسواق الخارجية. وعلى ذلك يقترح البحث تطبيق اسلوب الهندسة العكسية كاستراتيجية تصميمية وإنتاجية والتي من خلالها يتم اكتساب مهارات التحليل واستخلاص أدق المعلومات من المنتجات القائمة واكتساب المعرفة بجميع تفاصيل المنتج الشكلية والتقنية أثناء مراحل التصنيع، وتكمن مشكلة البحث في الحاجة الي وضع منهجية للهندسة العكسية في صناعة منتجات الأثاث المعدني تستهدف إيجاد آلية لتكوين مجموعات صناعية نوعية لها القدرة علي التحليل واستخلاص المعلومات ومن ثم طرح منتجات من الأثاث المعدني للأسواق ذات طابع خاص مما يحقق زيادة التنافسية. ويهدف البحث الي وضع منهجية لتطبيق الهندسة العكسية في صناعة منتجات الأثاث المعدني لزيادة قدرتها التنافسية والتسويقية من خلال تنمية قدرات مُصمم الأثاث المعدني علي اكتساب مهارات تحليل بنية المنتجات واكتساب المعرفة واستخلاص المعلومات من المنتجات القائمة. ويفترض البحث أن تبني المنهجية المقترحة للهندسة العكسية في صناعة منتجات الأثاث المعدني سوف يؤدي إلى استحداث مجموعات عمل من المُصممين قادرين علي العمل والإبداع في المراحل المختلفة بدءا من مرحلة التحليل ووصولاً الي تقدير التكلفة للمنتج والسيطرة عليها خلال مراحل صناعة منتجات الأثاث المعدني وبالتالي زيادة قدرتها التنافسية، وبحجم إنتاج يتوافق مع القدرات التشغيلية المتاحة والملائمة من الناحية الاقتصادية. ويتبع البحث المنهج الوصفي في الدراسات النظرية والمنهج التجريبي في الدراسات التطبيقية.

الكلمات المفتاحية:-

الهندسة العكسية – الأثاث المعدني – القدرة التنافسية.

- **المقدمة:**

تُعتبر الهندسة العكسية أداة فعالة لدخول منتجات جديدة ومُحدثة إلى الأسواق سواء كانت المحلية أو العالمية بقيمة تنافسية، حيث تعتمد على مبدأ إعادة التصنيع من خلال التفكيك والتحليل للمنتجات المادية الملموسة. ومن ثم الاعتماد عليها في تعلم كيفية تصنيع تلك المنتجات أو تطويرها، وهي من الأدوات القديمة المستخدمة ولكن تختلف طريقة تناولها وفقاً لفكر كل مؤسسة. وقد اعتمدت عليها كبرى الشركات وتصدرت حجم مبيعاتها الشركات المنافسة رغم العوائق القانونية والتقنية مثل شركة تويوتا في مجال صناعة السيارات، ومن خلال الوضع الاقتصادي الراهن، تسعى الكثير من الدول وفي مقدمتها جمهورية مصر العربية إلى تخفيض فواتير الاستيراد وزيادة الصادرات والتي تتطلب تنوع الإنتاج المحلي. وأول عقبة في طريق نجاح المنجات في الأسواق تكمن في قوة المنافسة بين الأسواق الخارجية المختلفة المحلية والدولية، فتميز المنتجات مبني على عناصر محددة، إما الفكرة أو التقنية العالية مع توافر الجودة والسعر المناسب، ولدخول الأسواق المحلية/العالمية تُعد عملية نقل التكنولوجيا من أهم المسارات الهامة لدخول تلك الأسواق مبكراً، كما فعلت الصين، ولذلك كان على الشركات العاملة بالمجال إيجاد طريقة فعالة لنقل تلك التكنولوجيا المنافسة، ومن هنا تظهر قيمة مفهوم الهندسة العكسية.

- **(١) المحور الأول: مفهوم الهندسة العكسية:**

تُسمي عملية الهندسة العكسية بهذا الإسم لأنها تتضمن العمل بخطوات متسلسلة من النهاية للبداية عكس عملية التصميم الأصلية. ويجب أن تتوافر معرفة محدودة بالأساليب الهندسية التي دخلت في إنشاء المنتج. ويتمثل التحدي في اكتساب المعرفة بالتصميم الأصلي عن طريق تفكيك المنتج الي أجزاؤه الأولية. (خليلي أحمد، ٢٠١٥، صـ ٥٨).

وتُعد الهندسة العكسية عملية تحليل لمنتج قائم وتقسيمه إلى مكوناته الأساسية وفهم وظائفه المختلفة مما يساعد علي انتاج منتج جديد وفقا لمواصفات مطابقة أو محسنة. وقد عُرفت بعدة تعريفات نذكر منها:

- **اسلوب** مُنظم لتقييم المنتج بغرض عمل نسخة طبق الأصل أو إضافة تحسينات علي التصميم الحالي للمنتج. (A. R. Ismail, et al, European Journal of Scientific Research, Vol.29, No.1,2009, P137).
- **طريقة** لفحص المنتج المنافس لتشخيص فرص التحسين أو تخفيض التكاليف من خلال التعرف علي الوظائف المطلوبة لإعطاء صورة واضحة حول عمليات التصنيع وكذلك تكلفة الإنتاج وبالتالي المقارنة بين المنتج الحالي والمنتج المنافس ودمج أي ميزات نسبية.(Drury,Colin ,2018, P.593)
- **عملية** يتم فيها تفكيك المنتجات المختلفة للوصول الي معلومات التصميم منها.

Iqnaibi O. T., (2023, September 25). Reverse engineering in management [linked In] Retrieved from https://ae.linkedin.com/pulse/%D8%A7%D9%84%D9%87%D9%86%D8%AF%D8%B3%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D8%B9%D9%83%D8%B3%D9%8A%D8%A9-%D9%81%D9%8A-%D8%A7%D9%84%D8%A7%D8%AF%D8%A7%D8%B1%D8%A9-reverse-engineering-omar-t-iqnaibi-mba-

- **عملية** يتم فيها استخدام التفكير الاستنتاجي لفهم كيفية قيام ماكينة أو منتج أو برنامج بعمله، وتنطوي على العمل بشكل عكسي لعملية التصميم الأصلية وتحليل التفاصيل. حيث يتم تفكيك الماكينات أو المنتجات أو البرامج بشكل عام إلى مكونات فردية بحيث يُمكن التعرف على كيفية تصميم الجزء وإعادة إنشاؤه.

Lutkevich B., (2021, June), Reverse-Engineering, Retrieved from https://www.techtarget.com/searchsoftwarequality/definition/reverse-engineering

- **عملية** تفكيك منتج لمعرفة كيفية عمله، ويتم ذلك لتحليل واكتساب المعرفة حول الطريقة التي يعمل بها ولكن غالبا ما يتم استخدام هذه الطريقة لتكرار أو تحسين المنتج أو اكتساب ميزة تنافسية. (أحمد طلال الأفندي، ٢٠١٤، صـ ٥٤).

ويري **الباحث** أن الهندسة العكسية هي اسلوب منهجي مُنظم يتضمن خطوات مُتسلسلة تبدأ بالتفكيك ثم الفحص وتحليل البنية لإستخلاص وإكتساب المعلومات للوصول الي منتجات جديدة لها معايير تميز وتكلفة مدروسة من خلال محاكاة مُنتجات قائمة.

- **(١-١) الهندسة العكسية ونقل التكنولوجيا:**

بحدوث الثورة الكبيرة في مجال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، بدأت العديد من المؤسسات الصناعية تتسابق في استخدام أسلوب الهندسة العكسية لتحسين وتطوير منتجاتها لكونها عملية قائمة على الفحص والتحليل واستخلاص طرق التصنيع الجديدة والمتميزة. فضلاً عن إمكانية القيام بعملية التحسين بصورة عكسية مقارنة مع عملية التصنيع الطبيعية، وتُعد عملية نقل التكنولوجيا أحد العمليات الهامة التي تعمل على تغيير الهيكل للمؤسسات الإنتاجية، وتسريع وتيرة وجودة الإنتاج، والذي يحقق بدوره منتجات عديدة تحقق أرباحا مالية، مع تقليص معدلات البطالة، ومن خلال تراكم كلاً من رأس المال والتكنولوجيا يُصبح من السهل تنمية القدرة الإنتاجية (المادية – المؤسسية – البشرية) بطريقة تُمكن جميع العاملين بدءا من المصمم ووصولا إلى عامل الإنتاج من أن يصبح أكثر كفاءة وإنتاجية، ومن ثم تحسين جودة المخرجات والقدرة على تحديثها، والمنافسة محليا ودوليا، من خلال خفض تكاليف الإنتاج، وزيادة الجودة في كل مرة عن سابقتها.

(Chukwuyem Sunday, et al, International Journal of Scientific & Engineering Research Volume 9, Issue 7, July-2018, P. 469).

- **(١-٢) أهداف تطبيق الهندسة العكسية:**

تُستخدم الهندسة العكسية في الكثير من الصناعات المختلفة لأن المتطلبات يمكن أن تكون في كثير من الأحيان إما لتحسين المنتج أو تكراره أو التعلم من التصميم للاستخدام والتصنيع في المستقبل. وتُوفر الهندسة العكسية للمصممين والمنتجين معلومات حول تصميم منتج ما، فعند الانتهاء بنجاح من تحليل المنتج، يُصبح هناك نسخة افتراضية من المخطط الذي تم إدخاله في التصميم الأصلي خاصة في الحالات التي يتم فيها فقدان المخططات الأصلية أو إتلافها منذ فترة طويلة. ويمكن استخدامها في الصناعات بما في ذلك السيارات والمنتجات الاستهلاكية والمواد الكيميائية والإلكترونيات والتصاميم الميكانيكية وصناعة الأثاث و....الخ، مما يحقق الأهداف التالية:

١- أن تبدأ عملية التصميم والتصنيع للمنتجات الجديدة، استنادا إلى عملية التحليل.
٢- إمكانية تعديل بعض خصائص المنتجات الحالية وفقا لعملية التحليل، بحيث تكون رؤية السوق واضحة.
٣- القدرة على تحديد تكلفة المنتج النظرية والوقت الذي يمكن أن ينتج فيه قبل البدء في الإنتاج.
٤- العمل على تحقيق التداخل الإيجابي بين عمليات التصميم والتصنيع من خلال المعرفة السابقة.
٥- وضوح الرؤية التسويقية وفقا لآراء العملاء، والتغذية الراجعة من استخدام المنتجات الحالية / المنافسة.

- **(١-٣) أهمية تطبيق أسلوب الهندسة العكسية في تصنيع منتجات الأثاث المعدني:**

تأتي أهمية تطبيق أسلوب الهندسة العكسية على منتجات الأثاث المعدني من الدور الهام الذي يظهر في مراحل التطبيق والذي يقوم على جعل جميع وظائف المنتج (الهندسية – التشغيلية – التسويقية) تعمل بشكل متناغم، وتكمن الأهمية في النقاط الآتية:

١- اختصار الوقت والإنطلاق من نقطة مُتقدمة عن نقطة الصفر.
٢- تحديد تكلفة التصميم والتخطيط والإنتاج للمنتج وقياسها بسعر المنتج المنافس قبل البدء في الإنتاج. (الموازنة بين الشكل والجودة والتكلفة).
٣- الاعتماد على مبدأ العمل الجماعي والابتعاد عن العمل الفردي، حيث تتناغم جميع أقسام الشركة في هذه المرحلة، بدءا من قسم التسويق وصولا إلى قسم الإنتاج.
٤- تحسين قيمة المنتج الجديد من خلال تحقيق الجودة اللازمة في مراحل الإنتاج.
٥- يساعد علي تحديد المكونات الأكثر أهمية والأكثر تعقيداً من ناحية التصميم والوظيفة والتركيب.
٦- وجود مرجعية حسية ملموسة للمنتج المُحدث تساعد في عملية التسويق.
٧- فهم عملية التصنيع والكشف عن الحلول والبدائل التي تؤدي الي تحسين قيمة المنتج، وتحديد الطاقة الإنتاجية الضرورية لإنتاج مجموعة المنتجات المطلوبة بالاعتماد على معرفة وضع وظروف المنتج المنافس.
٨- تحديد الطاقة الإنتاجية الفائضة بشكل كبير بشكل مبكر، والتي تُعد فرصة يمكن استثمارها في تشكيلة منتجات أخرى.
٩- الاعتماد على تطبيق مبدأ حل المشكلات وفقا لتحليل المنتج المنافس، وظروف الإنتاج المحلية والعالمية.

- **(١-٤) مجالات استخدام الهندسة العكسية:** (خليلي أحمد، ٢٠٢٢، صـ ٤٥٣).

١- **في المجال الطبي:** كتوليد البيانات الخاصة بصناعة بعض الأجزاء لجسم الإنسان كالأسنان وزراعة الأنسجة وغيرها.
٢- **في المجال العسكري:** وذلك فيما يتعلق بالصناعات العسكرية، حيث يتم استنساخ أسلحة وأجهزة لبعض الدول لمعرفة كيفية تطوير منتجاتها واتخاذ التدابير العسكرية المضادة.
٣- **في مجال البحوث والتطوير:**

- **لزيادة حدة المنافسة:** تقوم بعض الشركات باقتناء المنتجات الجديدة للمنافسين، وتقوم بتفكيكها وتحليلها لصنع منتج ذات تكلفة قليلة وأداء أعلي، فتستخدم الهندسة العكسية لتحسين الأجزاء بعد معرفة نقاط القوة والضعف في المنتجات المنافسة، وبالتالي يتم تعديل التصميم لتحسين الأداء. فعلي سبيل المثال اذا كان المنتج يتطلب وصلات أقوى، تعزيزات لحام أو فحص الأجزاء المعيبة لقياساتها وإعادة تصميمها بسماكة متزايدة أو معادن أقوى. من خلال الهندسة العكسية ، يُمكن تحديد الأبعاد التي يجب الحفاظ عليها والجوانب التي يُمكن تغييرها، وامكانية دمج جزأين أو أكثر في مكون واحد ليؤدي نفس الوظيفة.

Hess B., (2022, September 9) What Is Reverse Engineering and How Does It Work, Retrieved from https://astromachineworks.com/what-is-reverse-engineering/

- **لإعادة التوثيق:** حيث يتم استخدام أسلوب الهندسة العكسية لبعض المنتجات في حالة عدم توافر الوثائق والرسومات والمواصفات الخاصة بها أو لتوضيح المنتج بمستوى أعلى. (علي رشدي، ٢٠٠٩، صـ ٢).
- **إحياء منتجات قديمة:** حيث تعتمد بعض الشركات على أسلوب الهندسة العكسية في إحياء منتجات قديمة لم تُعد مفيدة من خلال تحسينها وإضافة نقاط قوة لها لتكون مطابقة للمواصفات التسويقية الجديدة.
- **البحث والتطوير:** حيث تلعب تقنيات الهندسة العكسية دوراً قيما في تحليل نقاط الضعف في المنتج، ففي حالة حدوث انهيار أو قصر للعُمر الافتراضي للمنتج، يتم تفكيكه وفحص ملفات التصميم لتحديد السبب في المشكلة وبمجرد

حصول المصمم على هذه المعلومات، فيمكن من خلال المعلومات تحديد كيفية إصلاح المنتج أو تحسينه بحيث يعمل بشكل صحيح مرة أخرى، ويمكن أن تكشف عملية فحص المنتج - باستخدام الهندسة العكسية - عن الأجزاء التالفة من التصميمات المعيبة. كما يُمكن أن يؤدي فحص ملفات التصميم الرقمي التي تم إنشاؤها من خلال الهندسة العكسية أيضا إلى الكشف عن العيوب والمساعدة في تحديد كيفية التخطيط لإصلاح قطعة من المنتج.

٤- **في مجال الصيانة:** أحد أكثر تطبيقات الهندسة العكسية شيوعا هو استبدال واحلال اجزاء المنتج القديمة، والذي يتضمن فحص وإعادة إنتاج أجزاء مختارة من المنتج للحفاظ علية لأكبر وقت ولضمان عمر أفتراضي أطول. حيث يتطلب صيانة تلك المنتجات استخدام اسلوب الهندسة العكسية، فالشركات تكون قد توقفت عن إنتاجها. (Vinesh Raja, 2007, P.3).

٥- **في مجال التعليم:** من خلال دراسة المبادئ التصميمية لمنتج ما علي أنها جزء من عملية تعليمية في مجالات العلوم التطبيقية، فتعتبر الهندسة العكسية أداة تعليمية قوية يمكن من خلالها فهم التصميم الناجح وغير الناجح، حيث يمكن تصميم المنتجات الجديدة بناء على المعلومات الناتجة عن الفحص والتحليل.

٦- **في مجال التكاليف:** باستخدام الأسلوب ومعرفة المكونات الدقيقة للمنتج، يمكن الحصول على بدائل تؤدي نفس الوظائف بتكلفة أقل.

٧- **في المجال الصناعي:** حيث يتم استخدام الهندسة العكسية لتشخيص وحل المشكلات في سلسلة من العمليات الصناعية، فعلي سبيل المثال يُمكن أن يتباطأ تدفق العمليات في بعض الأحيان بسبب وظيفة خاطئة أو ضعف الأداء للعاملين أو سوء المناولة أو ....الخ، فعندما يتكون نظام التصنيع من العديد من الآلات والمحطات الإنتاجية مع اختلاف المكونات، قد يكون من الصعب تحديد مصدر المشكلة. من خلال الهندسة العكسية يمكن تحديد كيفية عمل كل محطة انتاجية علي حدة وعلاقتها بالمحطات الإنتاجية الأخري ومعرفة نقاط الضعف التي تحدث بينهم واستخدام هذه المعرفة لتحديد أين يمكن أن تسوء الأمور وأين تسوء الأمور.

- **(٢) المحور الثاني: خطوات تطبيق الهندسة العكسية في صناعة منتجات الأثاث المعدني:**
- **(٢-١) هناك خطوات عامة مشتركة للهندسة العكسية يتم تطبيقها على كافة المنتجات ندرجها فيما يلي:**

➢ **الخطوة الأولى: استخراج المعلومات: Information Extraction**

من خلال التعرف على المنتج الأصلي، وطريقة أداءه لوظيفته، حيث يتم التعرف على الأوجه الآتية:

- **الشكل العام** والعلاقات التكوينية من حيث التركيز على المظهر الخارجي وشكل ونوع الدهانات المستخدمة.
- **مستوى أداء** المنتج الأصلي ومعرفة نقاط الضعف إن وجدت، مع وضع توصيات بتصور وشكل المنتج المستقبلي، وما يهدف إليه العميل.
- **تحديد العمر** الافتراضي للمنتج.
- **حساب الأحمال** الواقعة علي المنتج، سواء كانت أحمالاً استاتيكية أو ديناميكية، من خلال إجراء الاختبارات على المنتج الأصلي، ومعرفة مقياس التحمل له.
- **الخامات المستخدمة** في المنتج الأصلي، ومراحل التشغيل الخاصة به.
- **التطوير وتحسين** التصميم الجديد وفقاً للطاقة الإنتاجية والإمكانيات المتاحة.
- البحث في سبل **تقليل تكاليف** الإنتاج من خلال البدائل لزيادة منافسة المنتج الجديد في الأسواق

➢ **الخطوة الثانية: النمذجة Modeling**

من خلال التعرف على مكونات المنتج الأصلي وخصائصه ومواصفاته وخاماته، يتم تجهيز البيانات التصميمية الخاصة بالمنتج ثم تلخيص المعلومات في نموذج مفاهيمي وعمل نموذج باستخدام برامج الحاسب الآلي ويتم من خلاله تحديد الأبعاد الأرجنومية بدقة عالي من خلال استخدام أساليب القياس التقليدية، باستخدام أشعة الليزر والموجات فوق الصوتية والتي تزود المصمم بالمعلومات التي تمكن من تحديد القياسات بدقة عالية أو باستخدام ماكينات القياس المجسم (الطابعات ثلاثية الأبعاد) 3D Scanners، ومن خلال النموذج المُحاكي يتم التأكد من العلاقة بين جميع المُكونات لمُحاكة المنتج الحقيقي بكتلته وأبعاده.

➢ **الخطوة الثالثة: العرض: Review**

وتتضمن مراجعة النموذج واختباره في سيناريوهات مختلفة للتأكد من أنه تجريد واقعي للمنتج المُحدث المطلوب.

➢ **الخطوة الرابعة:**

وتتضمن مراجعة الحسابات التصميمية للأحمال الواقعة علي المنتج المُحدث، وحساب الإجهادات لمقارنتها بقوة تحمل الخامات. ومن ثم إختيار البديل الأفضل.

➢ **الخطوة الخامسة والأخيرة:**

وتشمل التجربة والاختبار للعينة الأولية، والتي من خلالها تثبت صلاحية المنتج ومطابقته للمواصفات من خلال إجراء العديد من الاختبارات المختلفة، وعمل استبيان يحدد وضع المنتج في السوق، (الشكل – اللون - المكونات - طريقة التغليف - نوع المعدن المستخدم – الوزن – السعر)، وفي حالة إجتياز المنتج لهذه النقاط يكون جاهز لإطلاقه في السوق والمنافسة.

- **(٢-٢) الهندسة العكسية وحل مشكلات الإنتاج:**

باستخدام اسلوب الهندسة العكسية يُمكن تشخيص وحل المشكلات خلال المراحل الإنتاجية المختلفة من خلال مجموعة من الخطوات التالية:
(Alexandru C. T., 2012, P. 194).

١- **فهم المشكلة وتحديد أسبابها:** من خلال جمع المعلومات عن كل مرحلة انتاجية بمتطلباتها من المواد الخام والعمالة وكذلك معرفة معلومات عن المنتجات المُصنعة من خلال (الابعاد والنسب – الخامات – القطاعات المستخدمة – الخامات المكملة للتصميم وأنواعها كالزجاج والخشب واللدائن – طرق التجميع).

٢- **جمع معلومات** عن طرق واساليب الإنتاج (كالقطع والثني للقطاعات واساليب التجميع ومدي توفر الامكانيات المتاحة) لتصنيع تشكيلة المنتجات داخل المصنع.

٣- **وضع خطة للحل:** وذلك من خلال وضع تصميم للمنتج يعتمد علي المعلومات التي تم جمعها من خلال تحليل المنتج من حيث الوظائف (الاستخدامية والجمالية والأقتصادية.....الخ) ايضا تحليل وافتراض الابعاد الملائمة لبيئة الأستخدام والقطاعات المستخدمة ومدي توفرها في السوق المحلية وتوضع التصميمات من خلال استخدام البرامج المختلفة لتصميم المنتجات (كاتيا – راينو –سوليد وركس ... الخ)

٤- **وضح البدائل المناسبة:** يتم وضع اكثر من تصميم واقتراح للمنتج بعد اجراء التعديلات عليه ومقارنة النماذج المقترحة لتحديد أفضل نموذج يُحقق متطلبات المستخدم والسوق المحلي / العالمي.

٥- **اختبار الحل الأنسب:** يتم من خلال مقارنة المنتجات المقترحة ومدي تحقيق الوظائف الأساسية للمنتج (الاستخدامية والجمالية والإقتصادية والبيئية)

٦- **التكرار والتحسين المستمر.**

٧- **التقييم:** وذلك من خلال العينة الأولي التي يتم تصنيعها وفقا للمتطلبات السابق ذكرها وتحديد مدي جودتها وعمل اختبارات عليها للتأكد من جودة التصميم والإنتاج ومطابقة المنتج للمواصفات.

٨- **التغذية الراجعة:** إما من خلال المشاكل التي تواجه قسم الانتاج أثناء المراحل المختلفة للإنتاج أو التغذية الراجعة من العملاء، ويتم اعادة المراحل مرة أخري وفقاً لتلك التغذية الراجعة للوصول بالمنتج الي الكفاءة المطلوبة للأداء.

- **(٢-٣) أسباب استخدام اسلوب الهندسة العكسية:**

١- ضغط أوقات تطوير المنتجات خاصة في الأسواق العالمية حيث التنافسية تكون بشكل كبير.

٢- إنجاز ملفات التصميم والمراجعة خلال وقت قصير (إنتاجية أعلي).

٣- تعزيز المميزات الجيدة في المنتج واضفاء العمر الإفتراضي الطويل عليه. (التطوير).

٤- اكتشاف طرق جديدة للتحسين.

٥- الحصول علي طرق قياس معيارية تنافسية لفهم المنتج والتطوير لمنتج أفضل.

Interaction Design Foundation - IxDF. (2016, July 7). Reverse-Engineering Conceptual Definition - Heading Back to Where We Started. Interaction Design Foundation - IxDF. Retrieved from https://www.interaction-design.org/literature/article/reverse-engineering-conceptual-definition-heading-back-to-where-we-started

- **(٢-٤) مشروعية الهندسة العكسية:**

تختلف البيئة القانونية للهندسة العكسية من بلد لآخر وفقاً للوائح والقوانين المنظمة للعملية، ويجب أخذ الاستشارة القانونية في بعض المجالات قبل إجراء دراسات الهندسة العكسية. وفي حالة ما إذا كانت المعلومات متاحة وغير محمية، فلا ضرر من إجراء الدراسة. أما في حالة تسجيل براءة اختراع لبعض الاكتشافات أو المنتجات ففي تلك الحالة يكون غير قانوني إجراء دراسة الهندسة العكسية عليها إلا في حالة التطوير أو إجراء التعديلات الجوهرية. (خليلي أحمد، مجلة آفاق علوم الإدارة والإقتصاد، المجلد ٦، العدد ٢، ٢٠٢٢، صـ ٤٥٦).

وبخصوص منتجات الأثاث المعدني فإن وجود مجتمع المصادر المفتوحة على الإنترنت مثل (Google, Pinterest, Youtube,….etc.) وغيرها جعل من اليسير علي الشركات العاملة بالمجال تطبيق اسلوب الهندسة العكسية ومحاكاة الكثير من التصميمات، ونزول نفس المنتجات للأسواق تحت مسميات شركات مختلفة ومواصفات وأسعار متفاوتة، وفي حالة عدم الاستفادة من تلك المصادر يكون محكوم على مجتمع المصادر المفتوحة بالفشل.

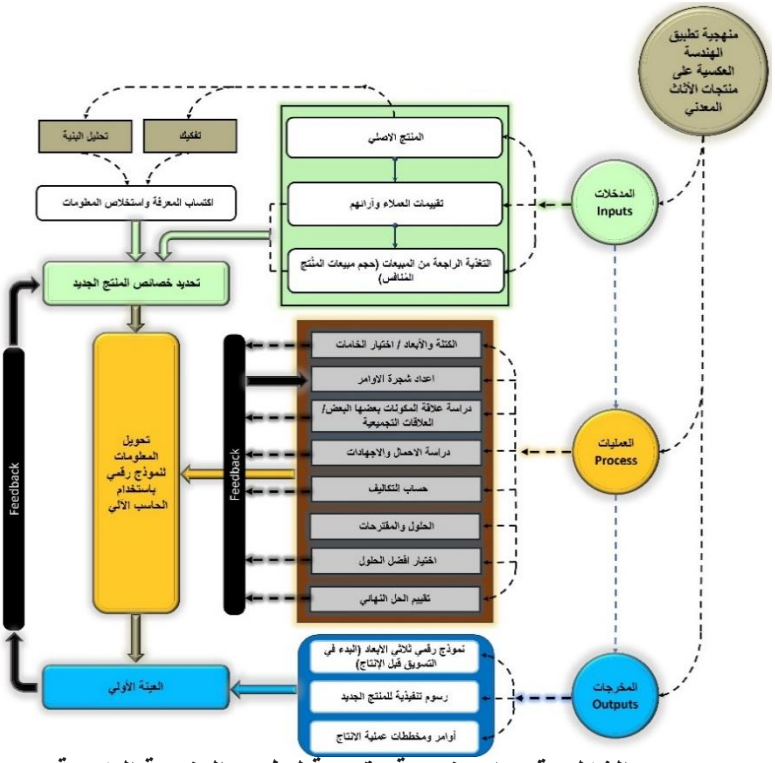
- **(٣) المحور الثالث: المنهجية والإطار التطبيقي:**

تُعد صناعة الأثاث بشكل عام وصناعة الأثاث المعدني بشكل خاص من الصناعات الرائدة والتي أحرزت تقدماً كبيراً خلال السنوات الاخيرة، حيث أصبح أكثر انتشاراً وتطوراً بفضل زيادة الطلب عليه، فالأثاث المعدني يمتاز بالتنوع الشكلي وخفة الوزن وطول العمر الإفتراضي وسهولة الصيانة بالاضافة الي تعدد الوظائف وامكانية الإحلال والإبدال للعناصر التالفة. وبفضل التطور التكنولوجي في المجال الصناعي أصبح من السهولة تنفيذ التصميمات المختلفة والمتنوعة والمعقدة نسبياً والقدرة علي اظهارها بشكل يحقق متطلبات العملاء ويلقي رواجاً تسويقياً.

ومع تنوع المجالات الخاصة بالاثاث المعدني (المنزلي-الاداري –الطبي –الفندقي .....وغيره) أصبحت هذه الصناعة محط الأنظار وأصبح التنافس بين المصممين في ابداع وتطوير كل ما يخص هذه الصناعة كبيراً، ومن أهم الأساليب

المُستخدمة في معرفة ما توصل الية العالم من تقدم في هذه الصناعة هو اسلوب الهندسة العكسية لمعرفة أوجه التطور والتحسين والنقل الإيجابي للتكنولوجيا بما يوافق متطلبات المستخدم وبما هو متاح من امكانيات وتصميمات وبرامج ومعدات للوصول الي أفضل المنتجات التي تحقق رغبات وتطلعات العملاء.

ومن خلال الدراسة النظرية تم وضع منهجية مقترحة لتطبيق اسلوب الهندسة العكسية علي منتجات الأثاث المعدني بدءاً من مرحلة التحليل والإستنباط ووصولاً للعينة الأولي كما هي موضحة في الشكل رقم (١).



الشكل رقم (١) منهجية مقترحة لتطبيق الهندسة العكسية علي منتجات الأثاث المعدني.

ومن خلال المنهجية المُقترحة تم تطبيق أسلوب الهندسة العكسية على مُنتجات مُتعددة من الأثاث المعدني (حوالي ٦٠ منتج) من خلال مجموعات عمل من الطلاب ذوي الخبرات الأولية (طلاب الفرقة الأولى بالقسم العلمي - العام الدراسي ٢٠٢٢-٢٠٢٣ الفصل الدراسي الثاني – شهر ٥-٢٠٢٣) للوقوف على النتائج الإيجابية والسلبية للتطبيق.

الفرضية: (خبرة محدودة + تطبيق منهجية = منتجات وخطوط إنتاج ناجحة لتشكيلات مختلفة من المنتجات).

أولاً: تم تكليف كل طالب باختيار منتج كامل الصُنع والقيام بتحليل بنيته، اكتساب المعرفة واستخلاص المعلومات من المنتج دون الرجوع إلى المُصنّع. (مرحلة استخلاص المعلومات).

ثانياً: البدء في مرحلة النمذجة، وهي تحويل البيانات والمعلومات المُستخلصة من المنتج الأصلي إلى نموذج رقمي باستخدام تكنولوجيا الحاسب الآلي بحيث يضم النموذج الشكل العام، الأبعاد التفصيلية، الخامات المستخدمة، وسائل التجميع والمظهر المرئي، ومن ثمّ الانتقال إلى مرحلة حساب الأوزان والتكاليف للوقوف على البدائل المختلفة ثم اختيار البديل الأمثل في حدود الإمكانيات المتاحة (المادية وامكانيات التصنيع).

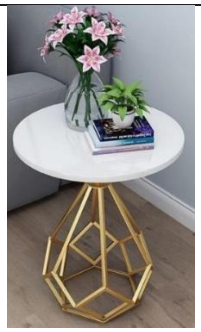
ثالثاً: العرض النهائي لجميع مُنتجات الأثاث المعدني بعد تطبيق اسلوب الهندسة العكسية عليها.

وبعد اجراء الدراسة السابقة، تم اختيار مجموعة مُحددة من تلك المنتجات التي تم تطبيق الهندسة العكسية عليها للإنتقال بها لمرحلة التصنيع وكانت شروط الإختيار أن تكون المنتجات مُستهدفة تسويقياً، منتشرة، تُحقق نجاحاً وعليها طلب، وتم تقسيم الطلاب إلى مجموعات عمل جماعية لإعادة النظر في المنتجات المُنتقاة ومراجعتها وفقاً للمراحل الخاصة بتطبيق الإسلوب وتجهيز الرسومات التنفيذية وحصر الخامات وإصدار جدول كامل بالتكاليف والمواصفات لكل منتج على حدة (الحسابات النظرية) لدراسة الجدوى من عدمها والتي بناءً عليها يكون اتخاذ القرار يسيراً للبدء في التنفيذ. ثم الانتقال الي مرحلة تصنيع العينة الأولي باستخدام الإمكانيات المتاحة في المصانع والورش المختلفة وحل مشاكل التنفيذ وفقاً للإمكانيات المتاحة، وأخيراً المنُتج النهائي والذي يخضع لتقييم وآراء العملاء.

وفيما يلي المنتجات التي تم اختيارها وفقاً للشروط السابقة للإنتقال بها الي مرحلة الإنتاج وعددها ثمانية منتجات، والجدول يوضح صورة المنتج الأصلي وصورة للمنتج المُنفذ كعينة أولي من خلال استخدام المنهجية المقترحة للتطبيق.

المنتج الأصلي	العينة الأولي بتطبيق الهندسة العكسية
الشكل رقم (٢) المنضدة الأصلية علي موقع أمازون بسعر ٤١٩ يورو. https://www.amazon.de/-/en/Contemporary-Tempered-Storage-Elegant-Diameter/dp/B081N54ZKZ?th=1	**الشكل رقم (٣)** المنضدة بعد التنفيذ

الشكل رقم (٤) مكتبة الوسط الأصلية علي موقع Homix بسعر 11,764 جنيهاً مصرياً. https://homix.net/en/product/display-unit-mdf-and-steel-100x100cm-black-/and-brown-arm91	**الشكل رقم (٥)** المكتبة بعد التنفيذ.
الشكل رقم (٦) المنضدة الأصلية علي موقع علي اكسبريس بسعر ٧٩١١ جنيهاً مصرياً. https://he.aliexpress.com/item/32892863619.html	**الشكل رقم (٧)** المنضدة بعد التنفيذ.
الشكل رقم (٨) المنضدة الأصلية علي موقع هومزمارت بسعر ٣٧٤٩ جنيهاً مصرياً.	**الشكل رقم (٩)** المنضدة بعد التنفيذ.

https://homzmart.com/en/p/metfut1018-center-table-gold--MET.FU.t1018	
 **الشكل رقم (١٠)** المنضدة الأصلية علي موقع علي اكسبريس بسعر ٥١٠٦ جنيهاً مصرياً.	**الشكل رقم (١١)** المنضدة بعد التنفيذ وتحويلها لحوض زهور.
الشكل رقم (١٢) المنضدة الأصلية علي موقع أمازون بدون سعر لنفاذ الكمية. https://www.amazon.in/Latest-Furniture-Unique-Design-Coffee/dp/B0756YWSQW	**الشكل رقم (١٣)** المنضدة بعد التنفيذ.
الشكل رقم (١٤) المنضدة الأصلية علي موقع هوم سنتر بسعر ٢٥٩ ريال سعودي. https://www.homecentre.com/sa/en/Furniture/Living-Room/Side-and-End-Tables/HOME-CENTRE-Diamond-	**الشكل رقم (١٥)** المنضدة بعد التنفيذ.

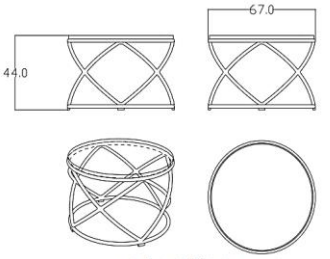
Glass-Top-Side-Table/p/162919556	
الشكل رقم (١٦) المنضدة الأصلية علي موقع أمازون بدون سعر لنفاذ الكمية.	**الشكل رقم (١٧)** المنضدة بعد التنفيذ.

ونستعرض أدناه الدراسة التفصيلية والمراحل المختلفة لتطبيق الهندسة العكسية علي مجموعة منتجات الأثاث المعدني المُنتقاة وفقاً لمنهجية التطبيق المقترحة.

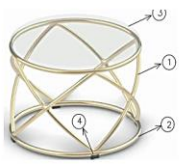
- **ملحوظة:** جميع الصور اللاحقة ملكية خاصة لفريق العمل من هيئة التدريس والطلاب حيث أنها نتاج لعملية التحليل واعادة التصميم والتوصيف للخامات وكذا مراحل التصنيع المختلفة وتحليل التكاليف,

- **(٣-١) المشروع الأول (A01): منضدة وسط دائرية وأقواس:**

- وصف المنتج **Description** : منضدة وسط دائرية – العرض ٧٠سم والإرتفاع ٤٥سم.
- القطاعات المُستخدمة **Profiles** : قطاع مواسير دائرية من الحديد قطر ١٩مم * تخانة ١,٢٥مم.
- نوع الدهان **Coating** : الكتروستاتيك – ذهبي.
- نوع الزجاج **Glass** : اسود فاميه ٦مم.
- التكلفة الفعلية (بدون هامش ربح) **Actual Cost**: ٢٠١٥ جنيهاً مصرياً.



الرسومات التنفيذية الخاصة بالمنتج والمنظور التجميعي بالأكواد



Main Parts				
NO	PART	Matrial	Technology	Quantity
1		steel	curling & wilding	2
2		steel	curling & wilding	2
3		glass 2cm	cutting	1
4		rubber		4

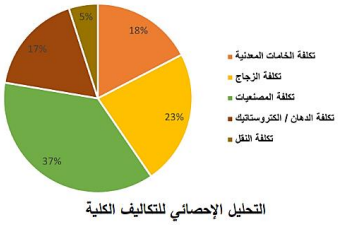
جدول حصر الخامات بالأكواد والمواصفات الخاصة بالمنتج

مراحل الإنتاج المختلفة باستخدام الرسومات التنفيذية

المنتج النهائي قبل التشطيب والدهان

البيان	الفعلي	النظري
وزن الشاسيه	6.5	7.03
تكلفة الخامات المعدنية	350	387
تكلفة الزجاج	465	500
تكلفة المصنعيات	750	600
تكلفة الدهان / الكتروستاتيك	350	380
تكلفة النقل	100	300
الاجمالي	2015	2167

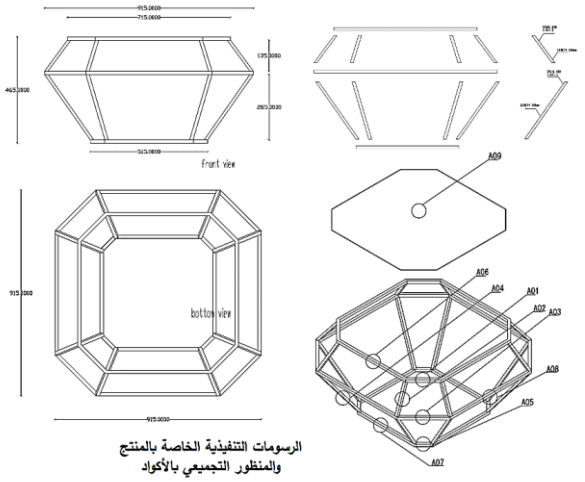
المنتج النهائي



التحليل الإحصائي للتكاليف الكلية

- **(٣-٢) المشروع الثاني (A02) : منضدة وسط من كثيرات الأسطح:**

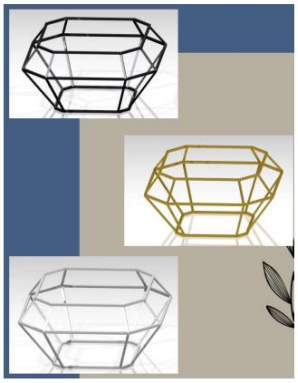
- وصف المنتج **Description** : منضدة وسط علي هيئة بلورات الألماس، العرض والعمق ٩١,٥ سم والإرتفاع ٤٦,٥ سم.
- القطاعات المُستخدمة **Profiles** : قطاع مواسير من الحديد مربع المقطع ١٦مم * تخانة ١مم.
- نوع الدهان **Coating** : الكتروستاتيك – اسود لميع **RAL 9005 Gloss**
- نوع الزجاج **Glass** : فاميه اسود ٦مم.
- التكلفة الفعلية (بدون هامش ربح) **Actual Cost**: ١٧٧٠ جنيهاً مصرياً.



الرسومات التنفيذية الخاصة بالمنتج والمنظور التجميعي بالأكواد

مراحل الإنتاج المختلفة باستخدام الرسومات التنفيذية

المنتج النهائي قبل التشطيب والدهان



التجارب اللونية والزجاج المُقترح

Code	Material	Quantity	Dimensions (mm)	Thickness (mm)	Total Weigh (kg)	Calculated Price	Actual Price (LE)
1	Steel	2	20x20x6000	1.5	5.65	452	510
2	Steel	1	20x20x6000	1.25	4.71	188.4	185
3	Steel	1	16x16x6000	1.25	3.768	150.72	125
4	Sheet metal	1	2522.5x230	0.5	2.277	91	150
5	Wood (MDF)	1	2300.3x210	20	-		
6	Solid Nails	14	30 (40)	-	-		
7	Plastic Cover	4	20x20	-	-		

جدول حصر الخامات والمواصفات الخاصة بالمنتج

Code	Code /2	Cut into		With Angle cut	Remainig	Weigh
1	1	502.7	(x2)	90	97.3/1	0.366
2	1	136	(x2)	90	84 /1	0.26
	2	28	(x4)	75		
	3	2	(x4)	75		
	4	21	(x4)	90		
3	1	91.3	(x2)	45	13.4 /1	0.3366
	2	81	(x2)	45		
	3	58	(x2)	45		
	4	21	(x6)	45		
4	1	133.5691	(x1)	90	-	
	2	82.6814	(x1)	90		
5	1	91.3	(x1)	90	---	
	2	81	(x1)	90		
	3	58	(x1)	90		

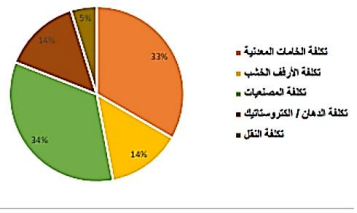
جدول مقاسات التقطيع بالأكواد

مراحل الإنتاج المختلفة باستخدام الرسومات التنفيذية

المنتج النهائي قبل التشطيب والدهان

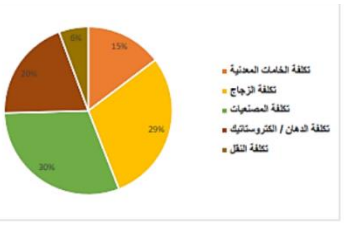
المنتج النهائي

البيان	الفعلي	النظري
وزن الشاسيه	15.6	15.44
تكلفة الخامات المعدنية	1050	1004
تكلفة الأرفف الخشب	430	500
تكلفة المصنعيات	1070	1004
تكلفة الدهان / الكتروستاتيك	450	500
تكلفة النقل	150	300
الاجمالي	3150	3307



التحليل الإحصائي للتكاليف الكلية

البيان	الفعلي	النظري
وزن الشاسيه	5	5.5
تكلفة الخامات المعدنية	260	292
تكلفة الزجاج	520	385
تكلفة المصنعيات	540	500
تكلفة الدهان / الكتروستاتيك	350	297
تكلفة النقل	100	300
الاجمالي	1770	1774

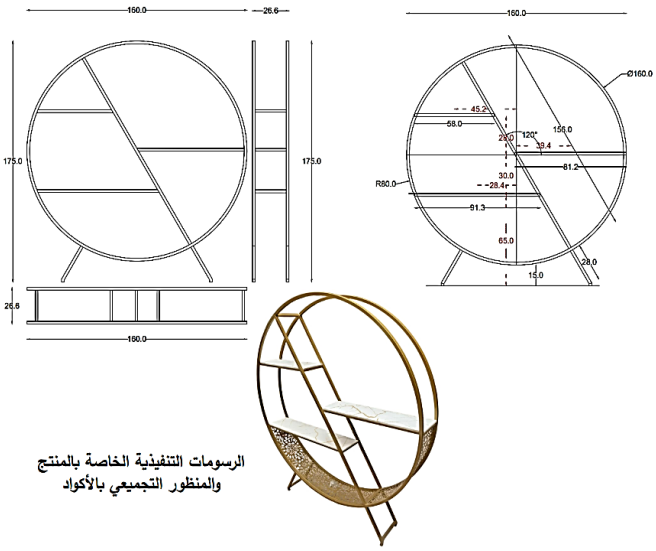


التحليل الإحصائي للتكاليف الكلية

المنتج النهائي

- **(٣-٣) المشروع الثالث (A03) : مكتبة دائرية:**

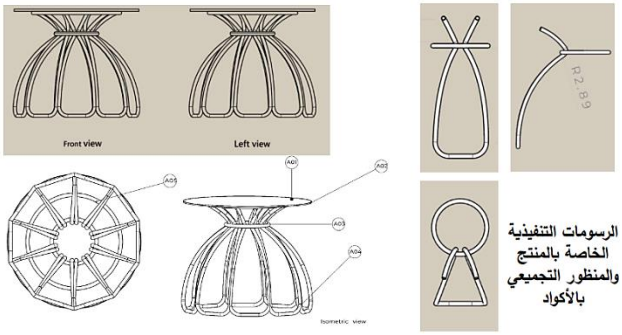
- وصف المنتج **Description** : وحدة مكتبة دائرية الشكل (جزيرة/حائطية) العرض ١٦٠سم والعمق ٢٧سم والإرتفاع ١٧٥سم.
- القطاعات المُستخدمة **Profiles** : قطاع مواسير من الحديد مربعة المقطع ٢٠مم * تخانة ١,٥مم للقطاعات الدائرية – مربع ٢٠مم * تخانة 1.25مم للقطاعات المستقيمة – الصاج تخانة ٠,٥مم.
- نوع الدهان **Coating** : الكتروستاتيك – ذهبي
- نوع الحشوات **Filling** : صاج من الخارج والأرفف خشب.
- التكلفة الفعلية (بدون هامش ربح) **Actual Cost**: ٣١٥٠ جنيهاً مصرياً.



الرسومات التنفيذية الخاصة بالمنتج والمنظور التجميعي بالأكواد

- **(٣-٤) المشروع الرابع (A04) : منضدة وسط عضوية التكوين:**

- وصف المنتج **Description** : منضدة وسط علي شكل وردة – العرض ٦٠ سم ، الإرتفاع ٤٥ سم.
- القطاعات المُستخدمة **Profiles** : قطاع مواسير من الحديد دائرية المقطع قطرها ١٦مم * تخانة ١,٥مم.
- نوع الدهان **Coating** : الكتروستاتيك – ذهبي
- نوع الزجاج **Glass** : عاكس أبيض ٦مم.
- التكلفة الفعلية (بدون هامش ربح) **Actual Cost**: 3600 جنيهاً مصرياً.



الرسومات التنفيذية الخاصة بالمنتج والمنظور التجميعي بالأكواد

الكود	العنصر	القطاع	الابعاد	الكمية
A03		ماسورة	34D	1
A05		ماسورة	43D	1
A04		ماسورة	1.30M	10

الكود	الابعاد	الخامة	الكمية
A04	1.30M	حديد	10
A03	34 D	حديد	1
A05	43D	حديد	1
A01	65D	زجاج	1

جدول حصر الخامات بالأكواد والمواصفات الخاصة بالمنتج

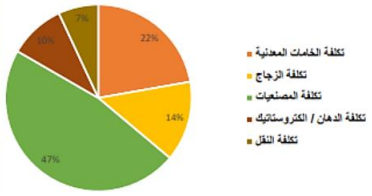
مراحل الإنتاج المختلفة باستخدام الرسومات التنفيذية

المنتج النهائي قبل التشطيب والدهان

التجارب اللونية

البيان	الفعلي	النظري
وزن الشاسيه	13	11.02
تكلفة الخامات المعدنية	800	606
تكلفة الزجاج	500	600
تكلفة المصنعيات	1700	1200
تكلفة الدهان / الكتروستاتيك	350	500
تكلفة النقل	250	300
الاجمالي	3600	3206

التحليل الإحصائي للتكاليف الكلية

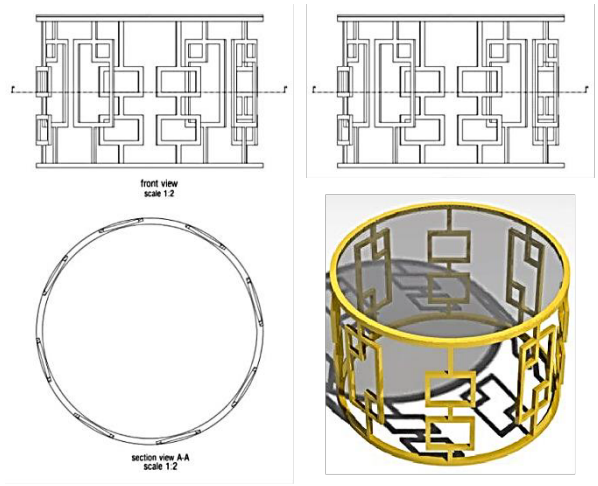


المنتج النهائي

- **(٣-٥) المشروع الخامس (A05) : منضدة وسط دائرية بتشكيل هندسي:**

- وصف المنتج **Description** : منضدة وسط دائرية الشكل مُكونة في تشكيلها من ثماني وحدات هندسية تكرارية مُثبتة علي مماسات الدائرة – العرض ٧٥ سم والإرتفاع ٥٠ سم.
- القطاعات المُستخدمة **Profiles** : قطاع مواسير من الحديد مستطيلة المقطع ٤٠*٢٠مم * تخانة ٢مم للقاعدة والجزء العلوي وقطاع مواسير من الحديد مربع المقطع ١٥مم * تخانة ١,٥مم للتشكيلات الهندسية.

- نوع الدهان **Coating** : الكتروستاتيك – ذهبي
- نوع الزجاج **Glass** : فاميه بني ٦مم.
- التكلفة الفعلية (بدون هامش ربح) **Actual Cost**: ٢٢٠٠ جنيهاً مصرياً.



الرسومات التنفيذية الخاصة بالمنتج والمنظور التجميعي بالأكواد

system main part

no.	part name	material	size	tecnology	qty	shape
1	steel box	steel	15*15*1 ml length 46 cm	cutting and welding	4	
2	steel box	steel	15*15*1 ml length 13 cm	cutting and welding	8	
3	steel box	steel	15*15*1 ml length 13 cm'	cutting and welding	8	
4	steel box	steel	15*15*1 ml length 5.00 CM	cutting	12	
5	steel box	steel	15*15*1 ml angle 90°	cutting and welding	..	
6	steel box	steel	15*15*1 ml length 46 cm	cutting and welding	4	
7	steel box	steel	15*15*1 ml length 31.00 cm	cutting and welding	4	
8	steel box	steel	15*15*1 ml angle 45	cutting and welding	4	
9	steel box	steel	15*15*1 ml length 7.50 cm	cutting and welding	8	
10	steel box	steel	15*15*1 ml angle 45	cutting and welding	8	
11	steel box	steel	15*15*1 ml angle 90°	cutting and welding	..	
12	steel box	steel	20*20*1.5 ml dia =75 cm	cuting ,rolling and welding	2	
13	..	steel	angle 90°	welding	..	
14	steel box	steel	15*15*1 ml length 10 CM	cutting	8	

system suplements & accessories

no.	part name	material	qty
1		glass thickness 6ml dia =75 cm	1

dimensions/ cm

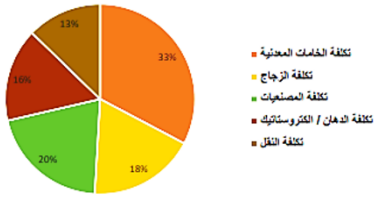
جدول حصر الخامات والمقاسات بالأكواد والمواصفات الخاصة بالمنتج

مراحل الإنتاج المختلفة باستخدام الرسومات التنفيذية

المنتج النهائي قبل التشطيب والدهان

المنتج النهائي

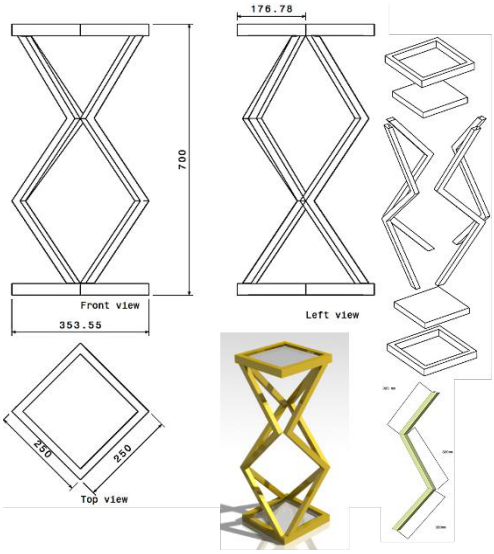
البيان	الفعلي	النظري
وزن الشاسيه	11	14.32
تكلفة الخامات المعدنية	720	788
تكلفة الزجاج	400	350
تكلفة المصنعيات	450	500
تكلفة الدهان / الكتروستاتيك	350	500
تكلفة النقل	280	200
الاجمالي	2200	2338



التحليل الإحصائي للتكاليف الكلية

- **(٦-٣) المشروع السادس (A06) : منضدة ركن (طرفية) تشكيل هندسي حُر:**

- وصف المنتج **Description** : منضدة ركنة طرفية مربعة الشكل ذات تشكيل هندسي حُر – العرض والعمق ٣٥ سم والإرتفاع ٧٠ سم.
- القطاعات المُستخدمة **Profiles** : قطاع مواسير من الحديد مستطيلة المقطع ٣٠*٢٠مم * تخانة ١,٢٥مم.
- نوع الدهان **Coating** : الكتروستاتيك – ذهبي
- نوع الحشوة **Filling** : رخام اسود جالاكسي فص.
- التكلفة الفعلية (بدون هامش ربح) **Actual Cost**: ١٢٣٥ جنيهاً مصرياً.



الرسومات التنفيذية الخاصة بالمنتج
والمنظور التجميعي بالأكواد

steel structure

code	part name	material	dimension	used tech.	qty	shape
1	table leg top box	steel box 30*20*1.25mm	280mm	cutting,folding and welding.	4	
2	table leg middle box	steel box 30*20*1.25mm	290mm	cutting,folding and welding.	4	
3	table leg bottom box	steel box 30*20*1.25mm	320mm	cutting,folding and welding.	4	
4	table square base boxes	steel box 30*20*1.25mm	250*250mm	cutting,folding and and welding	8	

accessories

code	part name	material	dimensions	used tec.	qty	shape
3	table top	marble	210*210*20mm	cutting	1	

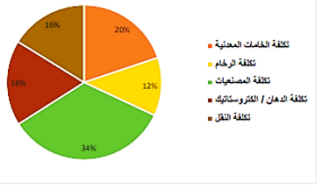
جدول حصر الخامات والمقاسات
بالأكواد والمواصفات الخاصة بالمنتج

مراحل الإنتاج
المختلفة باستخدام
الرسومات التنفيذية

المنتج النهائي

المنتج النهائي قبل التشطيب
والدهان

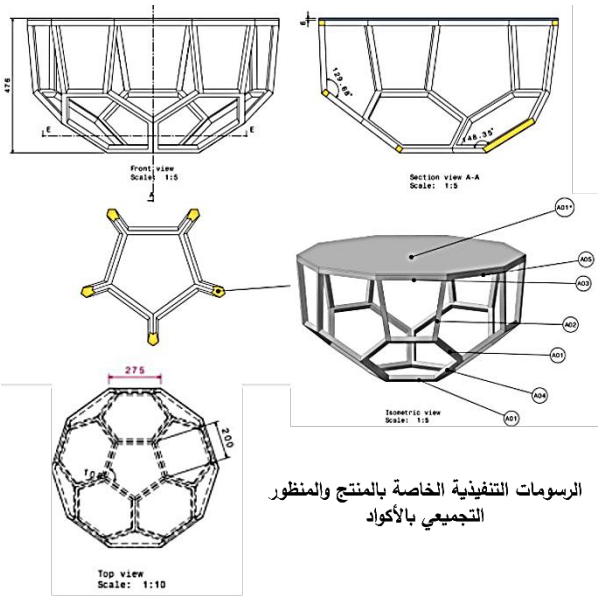
البيان	الفعلي	النظري
وزن الشاسيه	4.6	5.4
تكلفة الخامات المعدنية	245	297
تكلفة الرخام	150	350
تكلفة المصنعيات	420	350
تكلفة الدهان / الكتروستاتيك	220	250
تكلفة النقل	200	150
الاجمالي	1235	1397



التحليل الإحصائي للتكاليف الكلية

- **(٣-٧) المشروع السابع (A07) : منضدة وسط – هندسي عشري الأسطح:**

- وصف المنتج **Description** : منضدة وسط مُكونة من عشر أضلاع من أعلي وسداسي من الأسفل وصولاً للقاعدة - العرض ٨٥ سم والإرتفاع ٤٧,٥ سم.
- القطاعات المُستخدمة **Profiles** : قطاع مواسير من الحديد مربع المقطع ٢٠مم * تخانة ١,٢٥مم.
- نوع الدهان **Coating** : الكتروستاتيك – ذهبي
- نوع الزجاج **Glass** : فاميه اسود ٦مم.
- التكلفة الفعلية (بدون هامش ربح) **Actual Cost**: ٢٣٣٥ جنيهاً مصرياً.



الرسومات التنفيذية الخاصة بالمنتج والمنظور التجميعي بالأكواد

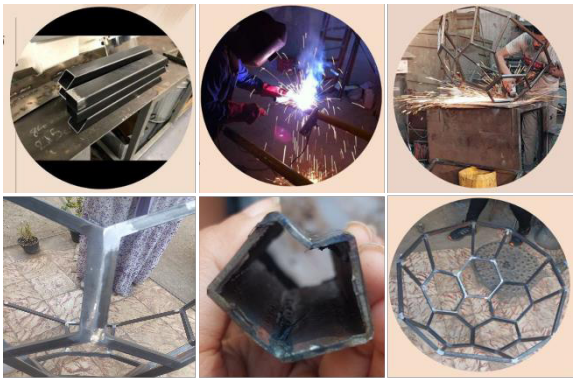
Steel structure

code	Metaerial	dim	used technology	item	Qty
A01	steel box	20*20*200*1.25	cutting&assembly		20
A02	steel box	20*20*245*1.25	cutting&assembly		10
A03	steel box	20*20*275*1.25	cutting&assembly		10
A04	steel box	20*20*200*1.25	cutting&assembly		10
A05	steel box	20*20*400*1.25	cutting&assembly		5

accessories

code	part Name	Metaerial	dim	used technology	item	Qty
A01*	TABLE TOP	Glass	400*300*10	cutting&assembly		1

جدول حصر الخامات والمقاسات بالأكواد والمواصفات الخاصة بالمنتج

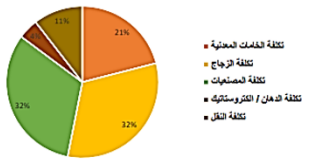


مراحل الإنتاج المختلفة باستخدام الرسومات التنفيذية

المنتج النهائي قبل التشطيب والدهان

المنتج النهائي

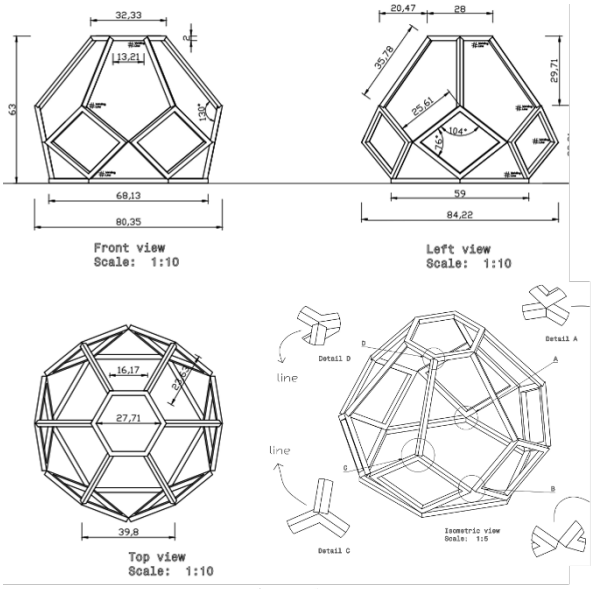
البيان	الفعلي	النظري
وزن الشاسيه	12.38	13.5
تكلفة الخامات المعدنية	490	513
تكلفة الزجاج	750	500
تكلفة المصنعيات	750	800
تكلفة الدهان / الكتروستاتيك	100	250
تكلفة النقل	245	200
الاجمالي	2335	2263



التحليل الإحصائي للتكاليف الكلية

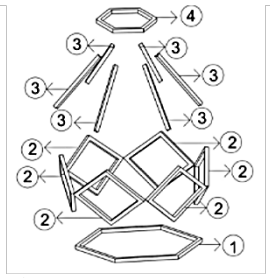
- **(٣-٨) المشروع الثامن (A08) : حوض زهور معدني – تشكيل هندسي:**

- وصف المنتج **Description** : حوض للزهور ويُمكن استخدامه كمنضدة وسط هندسي التشكيل سداسي القاعدة والقمة وتتكون الوحدات البينية من وحدات المُعين - العرض ٨٥ سم والإرتفاع ٦٣ سم.
- القطاعات المُستخدمة **Profiles** : قطاع مواسير من الحديد مربع المقطع ٢٠مم * تخانة ١,٢٥مم.
- نوع الدهان **Coating** : الكتروستاتيك – فضي.
- نوع الحشوة **Filling** : زرع صناعي.
- التكلفة الفعلية (بدون هامش ربح) **Actual Cost**: ١٩١٥ جنيهاً مصرياً.



الرسومات التنفيذية الخاصة بالمنتج والمنظور التجميعي بالأكواد

CODE	SHAPE	QUANTITY	CHAMFER ANGLE	MATERIAL	THECKNESS
1	Square section 20 x20 mm	6	120	Steel	0.25mm
2	Square section 20 x20 mm	6	120	Steel	0.25mm
3	Square section 20 x20 mm	24	45	Steel	0.25mm
4	Square section 20 x20 mm	6	40.2	Steel	0.25mm



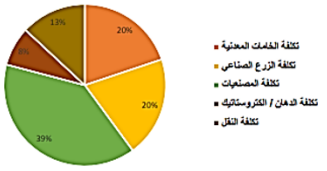
جدول حصر الخامات والمقاسات بالأكواد والمواصفات الخاصة بالمنتج

مراحل الإنتاج المختلفة باستخدام الرسومات التنفيذية

المنتج النهائي قبل التشطيب والدهان

المنتج النهائي

البيان	الفعلي	النظري
وزن الشاسيه	7.75	9
تكلفة الخامات المعدنية	380	342
تكلفة الزرع الصناعي	385	400
تكلفة المصنعيات	750	800
تكلفة الدهان / الكتروستاتيك	150	250
تكلفة النقل	250	250
الاجمالي	1915	2042



التحليل الإحصائي للتكاليف الكلية

- **(٣-٩) متوسط التحليل الإحصائي للمُنتجات المُنفذة:**

من خلال تصنيع العينات الأولي ورصد جميع التكاليف الفعلية للتصنيع ومقارنتها بالتكاليف النظرية نجد أن التكلفة النظرية كانت أقرب ما تكون لتكلفة التصنيع الفعلية مما له عظيم الأثر علي مُجتمع الشركات حيث تتمكن من وضع تسعير جيد للمنتجات قبل نزولها للأسواق والسيطرة علي التكلفة أيضاً من خلال بدائل الخامات التي يتم تغييرها وفقاً لوظيفة كل منتج.

ومن الرصد السابق نجد أن أعلي تكلفة للإنتاج كانت في **بند المصنعيات** فبلغ متوسط النسبة المئوية للبند في الثمانية منتجات ٣٤٪ من اجمالي تكلفة التصنيع الكلية، وذلك لاختلاف أماكن التنفيذ ونظراً لتصنيع قطعة واحدة فقط من كل مُنتج، وذلك يختلف تماماً في حالة التعاقد علي إنتاج كمي. وتراوحت أعلي نسبة مئوية للتصنيع في المنتج رقم A04 وكانت ٤٧٪ وأقل نسبة كانت في المنتج رقم A05 وكانت ٢٠٪.

ولذا يُمكن التحكم في التكاليف الكلية للإنتاج من خلال تقليل تكلفة بند المصنعيات وبالتالي تكون الرؤية واضحة من خلال منهجية الهندسة العكسية والتغذية الراجعة التي نحصل عليها. أما متوسط النسبة المئوية لبند الخامات المعدنية فبلغ ٢٣٪ من اجمالي تكلفة التصنيع الكلية، ومتوسط النسبة المئوية لبند الزجاج / الحشوات فبلغ ٢٠٪ من اجمالي تكلفة التصنيع الكلية، و متوسط النسبة المئوية لبند الدهان ومعالجة الأسطح فبلغ ١٣٪ من اجمالي تكلفة التصنيع الكلية، وأخيراً متوسط النسبة المئوية لبند النقل والإنتقالات فبلغ ١٠٪ من اجمالي

تكلفة التصنيع الكلية. والجدول التالي يوضح النسب المئوية لكل مُنتج علي حدة.

جدول تحليلي للنسب الإحصائية لتكاليف الإنتاج المختلفة (تكلفة البند/اجمالي التكلفة)					
كود المنتج / البيان	تكلفة الخامات المعدنية	تكلفة الزجاج / الخشب	تكلفة المصنعيات	تكلفة الدهان / الكتروستاتيك	تكلفة النقل
A 01	18%	23%	37%	17%	5%
A 02	15%	29%	30%	20%	6%
A 03	33%	14%	34%	14%	5%
A 04	22%	14%	47%	10%	7%
A 05	33%	18%	20%	16%	13%
A 06	20%	12%	34%	18%	16%
A 07	21%	32%	32%	4%	11%
A 08	20%	20%	39%	8%	13%
Average	23%	20%	34%	13%	10%

- **النتائج:**

١- تُعتبر عملية التحليل الإحصائي لتكاليف الإنتاج من أحد النقاط الهامة لمعرفة النقاط الحرجة التي يُمكننا التدخل فيها لتقليل تكاليف الإنتاج.

٢- يُعد التطور التكنولوجي في برامج التصميم والتصنيع باستخدام الحاسب الآلي من أهم العوامل المُساعدة في تطبيق منهجية الهندسة العكسية من خلال النماذج الرقمية ثلاثية الأبعاد والتي تبدأ عملية التسويق من خلالها قبل الإنتاج.

٣- تُعد الهندسة العكسية من أحد أهم الأساليب المُستخدمة في صناعة الأثاث المعدني مما لها من أدوات قوية تُمكن المُصمم من البدء حيث انتهي الآخرون.

٤- تُعد سرعة نزول تشكيلة المنتجات للأسواق مُبكراً من احدي استراتيجيات التسويق الهامة لكسب نسبة كبيرة من الأسواق قبل اختراق المنتجات المُنافسة، من خلال منهجية التطبيق المقترحة تأكد سرعة الوقت المستهلك في عملية التحليل وإعادة التصميم وإصدار الرسومات التنفيذية والتصنيع مما يعطي امكانية لزيادة تشكيلة المنتجات في وقت زمني قصير.

٥- توصل البحث الي فاعلية المنهجية المقترحة لتطبيق الهندسة العكسية علي منتجات الأثاث المعدني من خلال النتائج الملموسة للمنتجات المُنفذة والتي تتسم بالتكلفة المناسبة والجودة والتنوع وبالتالي زيادة تنافسيتها في الأسواق وسهولة تسويقها.

٦- أثبتت المنهجية زيادة خبرة المصمم خلال تكرار تطبيق اسلوب الهندسة العكسية واكتساب خبرة مهارات التفكيك والتحليل للمنتجات المادية الملموسة، مما يعطي نتائج ايجابية أكثر في كل مرة جديدة.

٧- يُعد اسلوب العمل الجماعي والذي انتهجته منهجية التطبيق من أحد العوامل الهامة في مراجعة النتائج وسرعة انجاز المطلوب في وقت قياسي عكس العمل الفردي.

٨- ان الذي يميز انتشار المنتجات واختراقها للأسواق بين الشركات المنافسة إما الفكرة أو التقنية العالية مع توافر عنصري الجودة والوقت والسعر المناسب، وبتطبيق المنهجية المقترحة أصبح الحصول علي تشكيلة منتجات محسنة ومطوره وبتكلفة مدروسة سريع جداً وبالتالي زيادة تنافسية المنتجات في الأسواق.

٩- يُعد تطبيق المنهجية المقترحة علي طلاب الفرقة الأولي من أحد النتائج الإيجابية للمنهجية، فقد أثبتت من خلال خطوات تطبيقها سرعة اكتساب الطلاب لمهارات التحليل وتوصيف الخامات وحساب التكلفة ومن ثمّ تصنيع منتجات نوعية تتطلب خبرات أعلي.

- **قائمة المراجع:**

– **أولاً: المراجع العربية:**

(1) احمد طلال الأفندي: امكانية تطبيق عمليات الهندسة العكسية (دراسة تحليلية) بحث علمي منشور، المجلد الثامن، العدد الخامس عشر، كلية الأدارة والأقتصاد، جامعة البصرة، ٢٠١٤.

(2) خليلي أحمد: الهندسة العكسية ودورها في نقل التكنولوجيا مع الإشارة الي بعض التجارب الدولية، مجلة آفاق علوم الإدارة والإقتصاد، المجلد ٦، العدد ٢، ٢٠٢٢.

(٣) خليلي أحمد، إمكانية تطبيق عمليات الهندسة العكسية – دراسة تحليلية في شركة الكندي العامة، مجلة كلية الإدارة والإقتصاد – جامعة البصرة، المجلد ٨، العدد ١٥، ٢٠١٥.

(٤) علي رشدي، نظرة تعليمية عامة إلى الهندسة العكسية، المؤتمر الأول لجمعية المهندسين المصريين بالرياض، ٢٠٠٩.

– **ـ ثانياً: المراجع الأجنبية:**

(٥) A. R. Ismail & et.al.: Reverse Engineering in Fabrication of Piston Crown, European Journal of Scientific Research, Vol.29, No.1,2009.

(٦) Chukwuyem Sunday & et.al: Technology Transfer with Reverse Technology Approach in the Least Developed Countries, International Journal of Scientific & Engineering Research Volume 9, Issue 7, July-2018.

(٧) Drury,Colin: Management and Cost Accounting, 10th Edition, Published by Annabel Ainscow, United Kingdom, 2018.

(٨) Vinesh Raja: Introduction to Reverse Engineering, University of Warwick, Uk, 2007.

(9) Alexandru C. Telea: Reverse Engineering – Recent Advances and Applications, InRech, Croatia, 2012.

– **مواقع الإنترنت:**

(10) https://astromachineworks.com/what-is-reverse-engineering/

(11)https://www.techtarget.com/searchsoftwarequality/definition/reverse-engineering

(12) https://astromachineworks.com/what-is-reverse-engineering/

(13)https://www.interaction-design.org/literature/article/reverse-engineering-conceptual-definition-heading-back-to-where-we-started.

(14)https://ae.linkedin.com/pulse/%D8%A7%D9%84%D9%87%D9%86%D8%AF%D8%B3%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D8%B9%D9%83%D8%B3%D9%8A%D8%A9-%D9%81%D9%8A-%D8%A7%D9%84%D8%A7%D8%AF%D8%A7%D8%B1%D8%A9-reverse-engineering-omar-t-iqnaibi-mba-