الاستفادة من الإفراد الهندسي في تشكيل أشكالا مبتكرة من الخرز المعدني كمكمل للحلي المستوحى من الحضارة المصرية

د/ سالي سمير زيدان

مدرس أشغال المعادن بقسم التربية الفنية

كلية التربية النوعية– جامعة طنطا

Sally.zidan@sed.tanta.edu.eg

مجلة البحوث في مجالات التربية النوعية

معرف البحث الرقمي DOI: 10.21608/JEDU.2024.324993.2116

المجلد العاشر. العدد54 . سبتمبر 2024

الترقيم الدولي

P-ISSN: 1687-3424 E- ISSN: 2735-3346

موقع المجلة عبر بنك المعرفة المصري https://jedu.journals.ekb.eg/

موقع المجلة http://jrfse.minia.edu.eg/Hom

العنوان: كلية التربية النوعية . جامعة المنيا . جمهورية مصر العربية

الاستفادة من الإفراد الهندسي في تشكيل أشكالا مبتكرة من الخرز المعدني كمكمل للحلي المستوحى من الحضارة المصرية

إعداد

د/ سالي سمير زيدان

مدرس أشغال المعادن بقسم التربية الفنية

كلية التربية النوعية– جامعة طنطا

Sally.zidan@sed.tanta.edu.eg

مستخلص البحث:

يهدف البحث إلى تقديم تقنية جديدة تعتمد على الإفراد الهندسي لتشكيل الخرز المعدني المستوحى من الحضارة المصرية القديمة. لما لأهمية الإفراد الهندسي في تحويل الشكل ثلاثي الأبعاد إلى مسطح ثنائي الأبعاد، مما يتيح تصميم أشكال مبتكرة من الخرز المعدني بأساليب أقل تكلفة وأكثر دقة. تتماشى مع تصميمات الحلي المعدنية المختلفة التي تعتمد على الخرز كعنصر أساسي. ويتم استخدام تقنية الإفراد الهندسي للأسطوانة لتشكيل أشكال مبتكرة من الخرز المعدني بعد عمل بعض الاستقطاعات في رقائق النحاس بحيث ينتج كل شكل مستقطع شكلا مختلفا للخرزة بعد إعادة تجسيمها مرة أخرى، مما يجعلها تكمّل التصاميم المستوحاة من التراث المصري القديم.

كما يساهم البحث في إحياء التراث المصري القديم، مع تقديمها في صورة تتناسب مع الذوق المعاصر. ويقدم البحث أيضًا فرصة للشباب لبدء مشاريع صغيرة تعتمد على تصنيع وبيع الحلي المعدنية، مما يفتح أمامهم آفاقًا جديدة في سوق العمل ويساهم في تحسين دخلهم الشخصي. كما يدعم البحث الاقتصاد المحلي من خلال تعزيز الصناعات اليدوية المستوحاة من التراث المصري، والتي قد تجذب اهتمامًا محليًا وعالميًا، مما يفتح فرصًا للتصدير وزيادة الدخل القومي.

وقد أظهرت نتائج البحث أن استخدام تقنية الإفراد الهندسي في تصميم الخرز المعدني يتيح للمصممين إمكانية عمل حلي مبتكرة، مما يجعلها خيارًا مثاليًا للشباب الراغبين في دخول عالم صناعة الحلي المعدنية. كما تؤكد النتائج على أهمية إعادة إحياء التراث المصري بطريقة معاصرة تضمن استمرارية هذه الحرف اليدوية وتجعلها قابلة للتطبيق على نطاق واسع. كما حققت النتائج انخفاض ملحوظ في تكاليف إنتاج الخرز النحاسي، بفضل تقليل استهلاك المواد الخام. كما ساعدت تقنية الإفراد الهندسي على تحسين سرعة الإنتاج وانعدام الفاقد.

الكلمات الرئيسة: الإفراد الهندسي، الخرز المعدني، الحلي

Summary

The research introduces a new technique utilizing geometric developments to create metal beads inspired by ancient Egyptian civilization. This method transforms three-dimensional shapes into two-dimensional surfaces, enabling the design of innovative, cost-effective, and precise metal beads. It particularly focuses on using geometric unfolding of a cylinder to form unique bead shapes through cutouts in copper sheets, which, once reassembled, produce varied bead designs that complement ancient Egyptian-inspired jewelry.

The study also aims to revive ancient Egyptian heritage in a modern form that appeals to contemporary tastes. It presents opportunities for young entrepreneurs to start small businesses focused on producing and selling metal jewelry, opening new avenues in the job market and boosting their income. Additionally, the research supports the local economy by promoting handcrafted industries inspired by Egyptian heritage, with the potential to attract local and international interest, leading to export opportunities and increased national income.

The results highlight that geometric unfolding techniques in metal bead design allow for the creation of innovative jewelry, making it ideal for young designers entering the jewelry-making industry. The findings also show that this method significantly reduces production costs by minimizing raw material consumption, improving production speed, and eliminating waste, ensuring the sustainability and broad application of these traditional crafts.

Key words: Geometric Developments, Metal Beads, Jewelry

مقدمة البحث:

تعتبر الحلي من أروع ما خلّفته الحضارة المصرية القديمة، حيث كانت تعكس المكانة الاجتماعية والدينية لصاحبها. واعتمد المصريون القدماء بشكل كبير على الخرز في صناعة الحلي، وذلك نظرًا لتوافر المواد الطبيعية مثل الأحجار الكريمة، الذهب، والنحاس. كانت هذه الحلي تُستخدم ليس فقط كزينة، ولكن أيضًا لأغراض رمزية وطقوسية، حيث كانوا يؤمنون بأن بعض العناصر تمنح الحماية أو القوة. تُعد التصاميم المصرية متفردة في تفاصيلها وزخارفها، فإنها تمزج بين الجمال الوظيفي والمعاني الروحية. و"تنوعت خامات وألوان الخرز التي استخدمها المصري القديم في صناعة الحلي من عصر لآخر، ففي عصور ما قبل التاريخ استخدم الأصداف والخرز والعاج ومخالب الحيوانات وعظامها، ثم قام باستخدام أحجار كريمة ونصف كريمة فضلا عن الذهب"[1]

وإذا تطرقنا للحديث عن الطرق التقليدية لعمل الخرز من النحاس فإن أغلب الآراء قد تتجه إلى عمليات الخرط، وهذا يصلح بلا شك في عمل أشكال وأحجام مختلفة، ولكن من الصعب توقع وزن الخرزة بعد إتمام عملية الخرط بالشكل والحجم النهائيين، ذلك بخلاف حساب تكلفة شراء قطعا مصمتة من النحاس الأصفر أو الأحمر وأيضا حساب تكلفة خرطها وثقبها، أو حساب وزن المشغولة ككل والتي تتكون من العديد من الخرز المخروط إذا أغضضنا الأبصار عن تكلفتها

لذلك اتجهت أنظارنا إلى الاستفادة من الإفراد الهندسي –وهو تحويل الشكل المجسم ثلاثي الأبعاد إلى مسطح ثنائي الأبعاد بحيث يمكن التعبير عنه بواسطة الرسم– لتشكيل أشكال مبتكرة من الخرز المعدني كمكمل للحلي المستوحاة من الحضارة المصرية القديمة، فمن المتعارف عليه أن الاسطوانة في الفراغ –على سبيل المثال– وقبل تشكيلها تكون على شكل مستطيل أو مربع مستوٍ. ويستخدم الإفراد في عمل المجسمات ولكن بشكل عكسي بحيث تؤخذ الحجوم الهندسية ويتم تحويلها إلى مسطحات مستوية ومن ثم إعادة تجسيمها مرة أخرى، لكي تعبر القطع المعروضة عن

1- هدى عبد الرحمن محمد الهادي: الدور الفني والديني والسحري للحلي وأدوات الزينة عبر العصور المصرية القديمة (دراسة تشكيلية وجمالية)، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، المجلد الخامس، العدد الرابع والعشرون، نوفمبر 2020، ص478.

مجسمات صغيرة من حبات الخرز بأشكال وأحجام متنوعة تم تصورها ورسمها في الأساس في صور مختلفة لأشكال هندسية ثنائية الأبعاد.

والإفراد الهندسي هو عملية استكشاف الشكل الهندسي وتحليله لتطبيقه في فنون التصميم المختلفة. ليُمكّن الفنان أو المصمم من تقسيم أو تفكيك الأشكال الهندسية إلى وحدات فردية يمكن استخدامها بطرق مبتكرة ومتعددة. وفي مجال الحلي، يساعد الأفراد الهندسي على ابتكار تشكيلات جديدة من العناصر التقليدية، مثل الخرز، مما يفتح المجال أمام المصممين لاستغلال الأشكال الهندسية في خلق تصاميم فريدة مستلهمة من التراث برؤية معاصرة.

والأسطوانة واحدة من الحجوم الهندسية الأساسية التي تلعب دورًا هامًا في الفن التشكيلي وتشكيل المعادن. ويتضمن الأفراد الهندسي للأسطوانة استكشاف الخصائص الشكلية لهذا المجسم مثل الاستدارة، الطول، والقطر، مما يوفر إمكانيات واسعة لاستخدامها في تصميم الخرز المعدني. باستخدام الأسطوانة كوحدة هندسية، يمكن للمصمم تشكيل خرز مبتكر يتسم بالانسجام والاستمرارية، مما يتيح التعبير عن التراث بأساليب معاصرة.

ويعد الإفراد الهندسي للأسطوانة من الأدوات الأساسية التي يمكن استخدامها لتشكيل الخرز المعدني. بعد إجراء استقطاعات مفقودة في رقائق النحاس، يتم لفها للحصول على أشكال هندسية متقنة. هذه التقنية تعتمد على تحويل السطح المستوي (رقائق النحاس) إلى شكل ثلاثي الأبعاد باستخدام عمليات القص واللف وفق الأبعاد الهندسية المدروسة. لتتيح هذه التقنية تنفيذ تصميمات فريدة تتميز بالدقة والابتكار إلى جانب سهولة التنفيذ وخفة الوزن وانخفاض التكلفة.

والخرز النحاسي الذي يتم تشكيله باستخدام تقنيات الأفراد الهندسي يمكن أن يكون قاعدة قوية لاستحداث تصميمات مستوحاة من الحضارة المصرية. من خلال دمج العناصر التصميمية التقليدية مع الأشكال المبتكرة، ويمكن تقديم حلي تعكس جمال التراث المصري وتتماشى مع المتطلبات الحديثة. هذا التوظيف يعزز من قيمة الحلي ويعكس التراث الثقافي برؤية معاصرة، يمكن أن تكون هذه الفكرة بمثابة إرهاصة لمشروع صغير يركز على إنتاج وتصميم حلي معدنية مبتكرة باستخدام تقنيات الأفراد

الهندسي. من خلال استغلال المهارات اليدوية في تشكيل الخرز النحاسي لتقديم منتجات حلي فريدة تجمع بين التراث الثقافي والابتكار، مما يوفر فرصة لدخول سوق العمل وتلبية احتياجات العملاء. فمن خلال هذه الدراسة، تستعرض الباحثة تقنية جديدة يمكن أن تشكل قاعدة لمبادرات تصميمية وتجريبية في مجال صناعة الحلي المعدنية.

مشكلة البحث:

في ظل التحديات الاقتصادية الحالية وازدياد الحاجة إلى توفير فرص عمل للشباب، يعاني الكثير من الشباب من صعوبة الدخول إلى سوق العمل بسبب قلة المهارات المتخصصة وارتفاع تكاليف المشروعات الكبيرة. على الجانب الآخر، هناك اهتمام متزايد بإحياء الحرف اليدوية التقليدية، وخاصة تلك المستوحاة من التراث المصري الغني، مثل صناعة الحلي المعدنية. ورغم هذا الاهتمام، يظل هناك نقص في الأساليب اليدوية البسيطة التي لا تتطلب مهارة عالية لغير الدارسين لمجال أشغال المعادن والتي يمكن أن تسهم في إنتاج حلي معدنية بأسلوب متواضع وبتكاليف منخفضة.

وتتمثل مشكلة البحث في إيجاد طرق مبتكرة لتصنيع الحلي المعدنية من خلال توظيف الإفراد الهندسي لتشكيل الخرز المعدني، وبخاصة المستوحى من الحضارة المصرية القديمة، مع التركيز على توفير تقنيات قابلة للتطبيق كمشروع صغير للشباب يمكن أن يسهم في توفير فرص عمل وتحقيق دخل مستدام.

فتفترض الباحثة أن توظيف الأفراد الهندسي للأسطوانة في تصميم الخرز المعدني يمكن أن يحل العديد من المشكلات المرتبطة بالتكلفة والتعقيد في الإنتاج، ويقدم حلولًا عملية للشباب الراغبين في بدء مشروعات صغيرة في هذا المجال.

وعلى هذا تتمثل مشكلة البحث في السؤال التالي:

كيف يمكن الاستفادة من الإفراد الهندسي لتشكيل أشكالا مبتكرة من الخرز المعدني كمكمل للحلي المستوحاة من الحضارة المصرية؟

فروض البحث:

1- تفترض الباحثة أن استخدام الأفراد الهندسي سيسهم في تطوير أشكال وتصاميم جديدة للخرز المعدني، مما يمنح الحلي مظهرًا مبتكرًا ومستوحى من الرموز والزخارف المصرية القديمة.

2- تفترض الباحثة أن تطبيق تقنيات الأفراد الهندسي للأسطوانة سيقلل من استهلاك المواد الخام والوقت اللازم لإنتاج الخرز، مما يسهم في خفض تكاليف الإنتاج وزيادة كفاءة العملية.

3- يفترض أن هذا النوع من المشاريع الصغيرة يمكن أن يوفر فرص عمل للشباب، حيث يمكن تنفيذه بتكاليف منخفضة وباستخدام أدوات بسيطة، مما يعزز دخلاً ثابتًا ومستدامًا.

أهداف البحث:

1- تقديم تقنية جديدة تتماشى مع كافة تصميمات الحلي المعدنية والتي تعتمد على الخرز في البناء الشكلي للمشغولة.

2- استخدام الإفراد الهندسي لتشكيل أشكالا مبتكرة من الخرز المعدني كمكمل للحلي.

3- توظيف الخرز النحاسي في تصميم وتنفيذ حلي تعكس التراث الثقافي المصري بطريقة مبتكرة.

4- تقديم نموذج قابل للتطبيق في سوق العمل كصناعة يدوية يمكن أن تكون مشروعًا صغيرًا مستدامًا، يسهم في تمكين الشباب من اكتساب المهارات اللازمة لإنتاج الحلي المعدنية.

أهمية البحث:

1- يقدم البحث تقنية بسيطة منخفضة التكلفة يمكن أن تثري مجال الحلي المعدنية.

2- يساهم البحث في إحياء التراث المصري القديم من خلال استلهام التصاميم والزخارف الهندسية المميزة التي تعبر عن الحضارة المصرية، مع تقديمها بشكل يتناسب مع الذوق المعاصر.

3- يقدم البحث نموذجًا عمليًا يمكن للشباب استخدامه في بدء مشاريع صغيرة تعتمد على تصنيع وبيع الحلي المعدنية، مما يفتح لهم أبواب سوق العمل ويساهم في تحسين دخلهم..

4- دعم الاقتصاد المحلي وتعزيز الصناعات اليدوية المستوحاة من الحضارة المصرية التي تجذب اهتمامًا محليًا وعالميًا، مما يتيح فرص للتصدير.

حدود البحث:

يقتصر البحث على:

تشكيل أشكالا متنوعة من الخرز النحاسي والذي يعد مكمل من مكملات الحلي المعدنية، على أن تكون المشغولات المنفذة مستلهمة من الحضارة المصرية القديمة.

أولا: الخامات والأدوات

- **الخامات:**

-رقائق النحاس: رقائق من النحاس الأصفر والأحمر

-خامات مساعدة: أحجار طبيعية وصناعية، زرد، مسامير بحلقة وبدون حلقة، خيط "صيرما" ذهبي، سلاسل، شرائح نحاس أصفر 0.8 مم، أسلاك نحاس أصفر وأحمر.

- **الأدوات:**

-مقص ورق :لقص الرقائق النحاسية حسب الأبعاد المطلوبة.

-مسطرة :لقياس الأبعاد الدقيقة وتحديد الاستقطاعات.

-أدوات مساعدة :إبرة تنجيد، مادة إيبوكسية، جفت (ملقط أحجار)

-أدوات التشطيب: مبرد ساعاتي لإزالة بقايا المادة اللاصقة إن وجدت، سنفرة تنعيم لإزالة الخدوش الناجمة عن استخدام المبرد.

ثانيا: التصميم

-رسم التصميم: دراسة التصميمات التي كانت تُستخدم في الحلي المصرية القديمة، مثل الرموز والأشكال الهندسية وكذلك أشكال الخرز وطريقة لضمها مع بعضها البعض.

-تحديد أشكال وأبعاد الخرز اللازمة لكل تصميم: قياس الأبعاد اللازمة لكل خرزة بناءً على الشكل النهائي المطلوب.

-رسم الإفراد الهندسي لكل خرزة: استخدام المسطرة لرسم الإفراد على الرقائق النحاسية، مع تحديد الاستقطاعات التي ينتج عنها الشكل المطلوب للخرزة بعد التجسيم.

ثالثا: التقنية المستخدمة

1- الاستعانة بالإفراد الهندسي للأسطوانة وتطبيق تقنية الإفراد على الشريحة النحاسية وعمل استقطاعات مفقودة مختلفة الأشكال ولفها حول محورها في اتجاه الضلع الأكبر للحصول على الشكل المطلوب

2- استخدام أساليب الوصل المختلفة (الوصل المتحرك واللضم) لتجميع أجزاء المشغولة.

3- تقنيات مساعدة: ريبوسيه، أركت، حني الأسلاك والشرائح المعدنية

مصطلحات البحث:

- **الأفراد الهندسي:**

هو عملية "تحويل الشكل ثلاثي الأبعاد إلى مسطح ثنائي الأبعاد يتم رسمه بدقة بحيث يمكن تصنيعه وتطبيقه في مجالات مختلفة، ويستخدم هذا المصطلح في الهندسة والرسم الصناعي لتبسيط الأشكال المعقدة إلى أجزاء قابلة للتصنيع أو التحليل الرياضي، وتعد هذه العملية ضرورية في تصميم المنتجات والهياكل الهندسية بحيث تسهل التصنيع وتساعد على فهم الأبعاد والخصائص الهندسية للأجسام بشكل واضح"[1]

والإفراد الهندسي موضوع هذا البحث هو إدراك المستقيمات المستوية والأبعاد الصحيحة للخرزة المجسمة ولكن في حالتها المستوية. ورسم ذلك المسطح على رقائق النحاس بالأبعاد المطلوبة وقصها. ثم لفها للحصول على المجسم المطلوب للخرزة فيما يعرف بالإفراد الهندسي للأسطوانة، وذلك لأن عملية اللف تتم في اتجاه واحد وحول محور ثابت.

- **الخرز المعدني:**

[1]- James D. Meadowns: Dimensioning and Tolerancing- Applications and Techniques for use in design, manufacturing and inspection, Taylor and Francis, 2017, p: 23.

"هو وحدة للزينة مصنوع من المعادن مثل النحاس، الفضة، أو الذهب، ويستخدم في تصميم المجوهرات والحلي. ويتم تشكيله في أشكال متنوعة مثل الدوائر أو المكعبات أو الأشكال الهندسية الأخرى، ويتم تثبيته باستخدام خيوط أو أسلاك لتصميم القطع الفنية. ويُستخدم الخرز المعدني لإضافة لمسة من اللمعان والأناقة إلى التصاميم الجمالية"[1] .

ويتناول البحث الحالي الخرز المعدني كونه عنصر من العناصر المكونة لمشغولة الحلي المعدنية والتي تم تنفيذها باستخدام تقنية الإفراد الهندسي للأسطوانة وذلك باستخدام رقائق النحاس الأحمر والأصفر.

- **الحلي:**

الحلي المعدنية "هي قطع زينة مصنوعة من المعادن مثل الذهب، الفضة، النحاس، أو البرونز، وتُستخدم لتزيين الجسم أو الملابس. تشمل الحلي المعدنية الأساور، والخواتم، والقلائد، والأقراط، وغيرها من القطع التي يتم تشكيلها من المعادن بطرق مختلفة مثل الصب، الخرط، النقش. وتُعتبر الحلي المعدنية جزءًا مهمًا من التراث الثقافي والفني في العديد من الثقافات"[2].

والحلى المصنوعة من الخرز "هي قطع زينة تستخدم الخرز كعنصر رئيسي في تصميمها. يتم إنشاء هذه الحلى بتوصيل الخرزات الصغيرة، التي قد تكون مصنوعة من مواد مثل الزجاج، البلاستيك، أو الأحجار الكريمة، لتشكيل أساور، قلائد، أقراط، أو أساور. ويمكن أن تكون الخرزات ذات أشكال وألوان متنوعة، وتُستخدم لتقديم لمسة جمالية وإبداعية في التصميمات المختلفة"[3].

يتناول البحث الحلي المصنوعة من الخرز والتي قام الفنان المصري القديم بصناعتها بأشكال وأحجام وألوان وخامات متنوعة من الخرز، وكذلك طرق تجميعها أو لضمها بعضها ببعض بتكوينات متناغمة.

---

[1] - Jane Melvin: Encyclopedia of Jewelry-Making Techniques, Search Press, 2010, P: 112.

[2] - Clare Phillips: Jewelry: From Antiquity to the Presen, Thames & Hudson, 2012, P: 56.

[3] - Ann Mitchell, Karen Mitchell: Bead Jewelry 101: A Beginner's Guide to Bead Jewelry, North Light Books, 2011, P: 22.

منهج البحث:

اعتمدت الباحثة على المنهج التجريبي والمنهج الوصفي، وذلك لتحقيق أهداف البحث ودراسة تأثير توظيف الأفراد الهندسي في تصميم الخرز المعدني كما يلي:

1. **المنهج التجريبي:**

تم تطبيق هذا المنهج لتجربة عملية توظيف الإفراد الهندسي للأسطوانة في إنتاج وتصميم أشكال مبتكرة من الخرز. تم القيام بعدة تجارب لتشكيل الخرز المعدني باستخدام تقنيات هندسية واستقطاعات متنوعة، يشمل ذلك اختبار مدى تأثير الأفراد الهندسي للأسطوانة على جودة التصاميم، وكذلك قياس الكفاءة من حيث تقليل التكلفة وسرعة الإنتاج وملاءمة الوزن نسبيا. بالإضافة إلى المفاضلة بين رقائق النحاس الأحمر ورقائق النحاس الأصفر من حيث سهولة تشكيل كل منهما. وأيضا تجريب طرق التجميع أو اللضم.

2. **المنهج الوصفي:**

- يعتمد هذا المنهج على جمع البيانات والمعلومات المتعلقة بصناعة الحلي من الخرز بالحضارة المصرية القديمة.
- يستخدم لوصف العناصر التاريخية والهندسية التي تُستلهم منها التصاميم وكذلك أشكال الخرز.
- وصف وتحليل النتائج الناتجة عن التجارب لتحديد أفضل الطرق والخامات لتوظيف الأفراد الهندسي في تصميم وإنتاج الخرز المعدني.

3. **الدراسة التطبيقية:**

تقوم الباحثة بعمل تجربة ذاتية

إجراءات البحث:

أولا: الإطار النظري:

ينقسم الإطار النظري إلى محاور ثلاثة؛ لتتناول خلاله الباحثة بالشرح استخدام الافراد الهندسي في مجال أشغال المعادن. واستخدام الأفراد الهندسي للأسطوانة في عمل خرز معدني. وأخيرا الحلي المعدنية وأنماط الخرز في الحضارة المصرية القديمة.

1-الحلي المعدنية وأنماط الخرز في الحضارة المصرية القديمة

الحلي المعدنية هي قطع فنية تُستخدم للزينة والتزيين، تشمل الأساور، القلائد، الأقراط، والخواتم، وتُصنع من مواد معدنية متنوعة مثل النحاس، الفضة، والذهب. تُستخدم الحلي في العديد من الثقافات لتعبير عن الجمال والهوية الاجتماعية. وشكلت الحلي جزءًا أساسيًا من الثقافة المصرية القديمة، حيث كانت تُصنع من المعادن الثمينة والأحجار الكريمة، وتُستخدم في المناسبات الدينية والاجتماعية. فكانت الحلي تُعبر عن القوة والمكانة الاجتماعية، وغالبًا ما تحتوي على رموز دينية وتراثية.

وصناعة الخرز عند المصريين القدماء كانت لها دورا كبير في الثقافة وفنون صناعة الحلي والزي والزينة. وكانت هذه القطع جزءًا أساسيًا من المظاهر الاجتماعية والدينية والفنية. كان الخرز يُستخدم كعناصر زينة شخصية في المجوهرات مثل العقود والأساور والأقراط. وكانت هذه المجوهرات تُرتدي من قبل الرجال والنساء، وغالبًا ما كانت تعكس مكانة الشخص الاجتماعية أو مكانته الدينية.

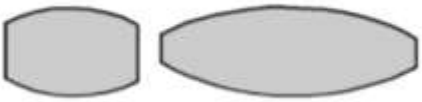
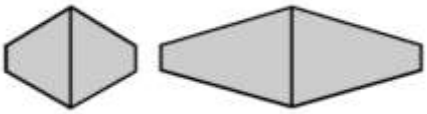
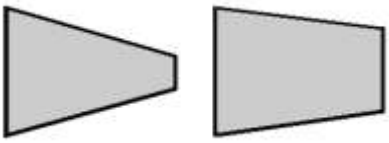
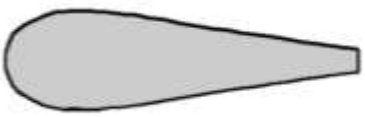
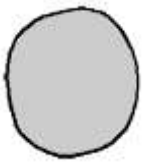
استخدم المصريون القدماء أنواعًا متنوعة من الخرز المصنوع من مواد مختلفة مثل الفيروز واللازورد والعقيق. فكان اللون الأخضر يرمز إلى الحياة والخصوبة، بينما كان اللون الأزرق يرمز إلى السماء والماء. كما تنوعت أنماط الخرز ما بين الأشكال الطبيعية مثل الزهور والحيوانات والأشكال الرمزية مثل "عين حورس" و"الرموز الدينية"، والأشكال الهندسية البسطة. وكانت هذه الرموز تحمل معاني روحانية وثقافية خاصة.

وقد اعتمد صناعة الخرز عند المصري القديم على ثلاث خطوات أساسية:

أولا: يتم ثقب قطع الأحجار الصغيرة لتشكيل ثقوب مما يسمح بربطها بسلاسل.

ثانيا: بعد تشكيل الخرز، كان يتم تلميعه لتسوية السطح وجعله لامعًا. كانت هذه العملية تتضمن استخدام مواد مثل الرمل والحجر الجيري لتحقيق النعومة واللمعان المطلوب.

ثالثا: بعد اكتمال تشكيل الخرز، كان يتم تجميعه في سلاسل أو عقد أو أساور. كان يتم استخدام خيوط طبيعية مثل القطن أو الجلد لربط الخرز وتشكيل الحلي. ويوضح الجدول التالي بعض أنماط الخرز في مصر القديمة.

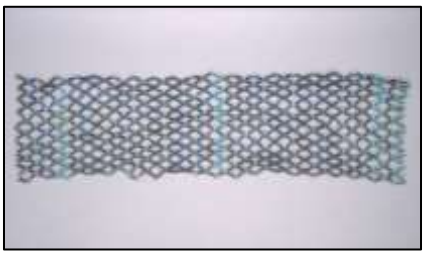
"بعض أنماط الخرز المستخدمة في صناعة الحلي المصرية القديمة" [1] .	
 **بيضاوي:** قصير أو طويل، ذو مقطع دائري، عريض من الوسط ويتناقص بسلاسة نحو كل نهاية	 **مخروط ثنائي:** قصير أو طويل، ذو مقطع دائري، ومخروطين متقابلين ملتحمين في الوسط عند القاعدة العرضة لكل منهما
 **مخروط:** قصير ذو مقطع دائري ضيق من أحد الطرفين وواسع في اتجاه الطرف الآخر	**أسطواني:** قصير أو طويل، ذو مقطع دائري منتظم في اتجاه الطرفين
 **قطرة أو دمعة:** طويل، مقطع دائري مع زيادة القطر من النهاية المقطوعة إلى النهاية. تامة الاستدارة	 **كروي أو شبه كروي:** يتراوح بين كروي إلى مسطح قليلًا أو بيضاوي

وفيما يلي تقوم الباحثة بعرض نماذج من الحلي المصرية القديمة المصنوعة من الخرز بأشكال وأحجام وألوان مختلفة تبعا لطبيعة الأحجار الكريمة المستخدمة في مشغولات الحلي.

[1]- Harrell. James. A: A Preliminary Overview of Ancient Egyptian Stone Beads, Palarch's Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology 14(2) (tEBP Series) (2017), P:15,16.

نماذج من الحلي المصرية القديمة المصنوعة من الخرز[1]

صورة رقم (1)



صورة رقم (2)

صورة رقم (3)

صورة رقم (4)

2- استخدام الافراد الهندسي في مجال أشغال المعادن

الإفراد الهندسي هو أداة تصميمية تستخدم في مجال فنون التشكيل لتطوير أشكال معقدة ومبتكرة. يعتمد على مبادئ رياضية وهندسية لإنشاء تصميمات دقيقة تتيح تحقيق تنوع في الأشكال والأحجام. في سياق هذا البحث، يُركز على الأفراد الهندسي للأسطوانة، والذي يمكن استخدامه لتشكيل الخرز النحاسي بطرق هندسية محددة.

وتلعب عملية لإفراد الشرائح المعدنية دورا هاما " مما يتيح للصانع قطع الشريحة بالحجم المناسب من ثم ثنيها في الأماكن الصحيحة لتشكيل الأجسام المرغوبة... أي أن إفراد سطح جسم ما يعني فتح وإلغاء جميع أسطح الجسم على مستوى مسطح بحث إذا تم رسم أسطح مجسم على سطح مستوي، فإن الشكل الناتج

[1]- متحف غلينكايرن (Glencairn Museum) ولاية بنسلفانيا، الولايات المتحدة الأمريكية، متاح على الموقع التالي:
https://www.glencairnmuseum.org/newsletter/2018/1/30/sacred-adornment-jewelry-as-belief-in-glencairns-egyptian-collection

يسمى إفرادا هندسيا لذلك المجسم. بعبارة أخرى، إفراد المجسم هو شكل الورقة المسطحة التي يمكن طيها بشكل صحيح لتحويلها إلى شكل المجسم المرغوب فيه"[1].

طرق الإفراد الهندسي: يشمل الإفراد الهندسي عدة طرق لتحويل الأجسام ثلاثية الأبعاد إلى مسطحات ثنائية الأبعاد، وكل طريقة تناسب نوعًا معينًا من الأشكال كما يلي:

- الإفراد بخطوط متوازية
- الإفراد بخطوط شعاعية
- الإفراد عن طريق المثلثات
- الإفراد التقريبي

"فالإفراد **بخطوط متوازية** يُستخدم لتسطيح الأجسام ذات الأسطح المستقيمة والموازية مثل الأسطوانات، حيث يتم بسط السطح الجانبي عبر خطوط متوازية تعكس الأبعاد الحقيقية للجسم. والإفراد **بخطوط شعاعية** يُطبق على الأجسام التي تتجمع عند نقطة واحدة، مثل المخاريط والأهرامات، حيث تُرسم خطوط شعاعية من الرأس لتحديد شكل القاعدة. و**الإفراد عن طريق المثلثات** يعتمد على تقسيم الأجسام إلى مثلثات صغيرة تُبسط كل منها على حدة، ويُستخدم للأشكال الانتقالية المعقدة مثل انتقال ماسورة من شكلها الأسطواني إلى الشكل المربع. أما **الإفراد التقريبي،** فيُستخدم لتطوير الأسطح المنحنية مزدوجة الانحناء مثل الكرات، حيث يتم تقريب الشكل لتطويره على سطح مستوٍ باستخدام تقسيمات صغيرة تعطي صورة تقريبية للشكل النهائي"[2].

3- استخدام الأفراد الهندسي للأسطوانة في عمل خرز معدني

في حالة الأسطوانة، يتم تمثيل سطح الأسطوانة كمستطيل مسطح، والذي يمكن تقطيعه وتشكيله لتكوين أسطوانة عند لفه. وتتبع طريقة إفراد الأسطح باستخدام

[1] - Hazem Hameed Rashid Albadry: Development Engineering- Development of surface of objects, Printed by the author, USA, 2017, P: 7

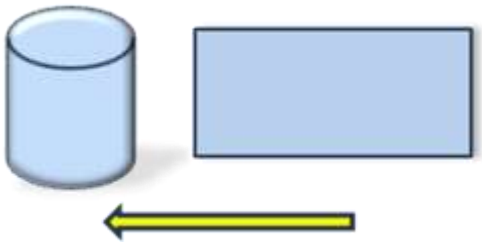
[2] - المرجع السابق، ص 7، 8.

الخطوط المتوازية لعمل إفراد هندسي للأسطوانة وهي تقنية تُستخدم لتسطيح الأشكال ذات الأسطح الجانبية التي تكون حوافها متوازية.

وتُعتبر هذه الطريقة ملائمة بشكل خاص للأجسام التي تحتوي على أسطح جانبية مستقيمة ومتوازية، مثل الأسطوانة والمنشور. والمستطيل هو التمثيل الصحيح للأسطوانة في شكلها المسطح (ثنائي الأبعاد) بحيث يكون الضلع الأكبر له يمثل قطر الأسطوانة، والضلع الأقصر هو طولها. أي أن عند قص رقاقة النحاس إلى مستطيل ثم لفه حول محوره في اتجاه الضلع الأطول عدة لفات، فإننا نحصل على خرزة على شكل أسطوانة طولها يساوي طول الضلع الأقصر للمستطيل، وقطرها هنا يختلف تبعا لعدد لفات الضلع الأطول، أي أننا يمكننا التحكم في حجم الخرزة البسيطة التي تكون على شكل أسطوانة بالتحكم في طول وعرض رقاقة النحاس التي سبق قطعها على شكل مستطيل، كما هو موضح **بالشكل رقم (1)**

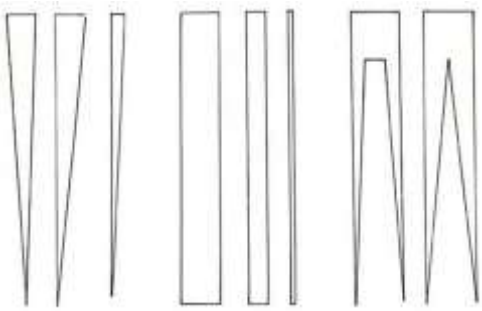
شكل رقم (1)

تحويل المستطيل إلى أسطوانة



يتم إجراء استقطاعات هندسية معينة في شريحة النحاس –والتي تمثل المستطيل المستوٍ– لتكوين أنماط محددة. وقامت الباحثة بعمل استقطاعات مفقودة في المستطيل بقصد تحويل الأسطوانة من الشكل البسيط إلى أنماط زخرفية مجسمة متعددة بقصد التنوع والابتكار في أشكال الخرز المصنوع من رقائق النحاس بعد إتمام عملية اللف، كما في **الشكل رقم (2)**. ثم بعد ذلك يتم لف الشريحة النحاسية –بعد إجراء

شكل رقم (2) بعض أنماط الاستقطاعات المفقودة



الاستقطاعات- حول محور ثابت حددته الباحثة باستخدام (إبرة تنجيد) [1] ليكون مركز الأسطوانة لضمان نجاح عملية اللف في اتجاه الضلع الأطول، وليحل هذا المحور بعد إتمام عملية اللف محل الثقب في منتصف الخرزة.

3- ثانيا: التجربة العملية

خطوات التشكيل

1- **التجريب:** يتم رسم المستطيل بالطول والعرض المناسبين للأبعاد النهائية للخرزة المطلوبة على ورق أبيض وفقا لأسس الإفراد الهندسي للأسطوانة، ثم بعد ذلك يتم تحديد الاستقطاعات المفقودة، وبالبدء في عملية القص ثم لف الورقة حول الإبرة لحين الاستقرار إلى القطر المطلوب. وسوف يتم الاكتفاء بعمل هذه الخطوة مرة واحدة لكل نمط من أنماط الخرز المطلوب صنعه. (قم بعمل جدول استرشادي لنفسك موضح به شكل الخرزة، ورسم كروكي في حالتها المستوية بعد عملية الإفراد بالاستقطاعات المفقودة، وأبعادها المستوية طولا وعرضا).

2- **تجهيز رقائق النحاس:** يتم وضع الورقة بعد قصها على سطح رقاقة النحاس، ورسم أبعادها المستوية بالمسطرة والقلم ثم قصها. (قم باستغلال الاستقطاعات المفقودة فيما بعد لعمل خرز بأحجام أصغر)

3- **التجسيم:**

أ) على منضدة الشغل، يتم فرد شريحة النحاس في الاتجاه الرأسي بالنسبة للجالس، ووضع الإبرة أفقياً لتصبح عمودية على الضلع الأطول لشريحة النحاس، وتبعد عن الضلع الأقصر مسافة ملليمترات تسمح برفع الضلع الأقصر باليد وثنيه فوق الإبرة، ثم يضغط عليه بالزرادية أو الجفت لضمان انتظام مقطع الثقب الداخلي فيما بعد.

ب) يتم سحب الضلع الأقصر والإبرة في اتجاه الجالس، مع استمرارية الضغط باليد لتفريغ الهواء حتى نهاية الشريحة.

4- **التثبيت:** فور الانتهاء من عملية اللف، يتم التقاط الخرزة بالجفت، ووضع قطرات من المادة اللاصقة لتتوغل بين طبقات شريحة النحاس، والتأكد من لصق الطرف

1- تُستخدم في خياطة الأقمشة والمواد المستخدمة في التنجيد، ولها عادة طول أكبر وسمك أكبر لتسهيل خياطة المواد السميكة.

جيدا. مع مراعاة احتمالية أن يتولد أكثر من طرف حسب شكل الاستقطاعات المفقودة من شريحة النحاس مسبقا.

5- **اعتبارات هامة أثناء تشكيل الخرز:**

- لضمان نجاح عملية التثبيت، يجب التأكد من انتزاع الإبرة لعدم التصاقها داخل الخرزة، والنفث داخل الثقب لضمان عدم تراكم المادة اللاصقة بداخله وذلك قبل أن تجف.
- يراعى أن مدة جفاف النحاس الأحمر والنحاس الأصفر واحدة، ولكن يتطلب للأول فترة تثبيت بالجفت أقل من الثاني، ويرجع ذلك إلى صلابة النحاس الأصفر مما يجعل الشريحة تلف في الاتجاه العكسي مرة أخرى إذا أفلتت من الجفت أو الزرادية.

6- **التشطيب:** إذا لوحظ وجود تكتلات من المادة اللاصقة بعد جفافها يتم استخدام المبرد والسنفرة الناعمة.

(يمكن تطبيق الطلاء بالذهب أو الفضة في مرحلة الإفراد وقبل عملية لف الشريحة)

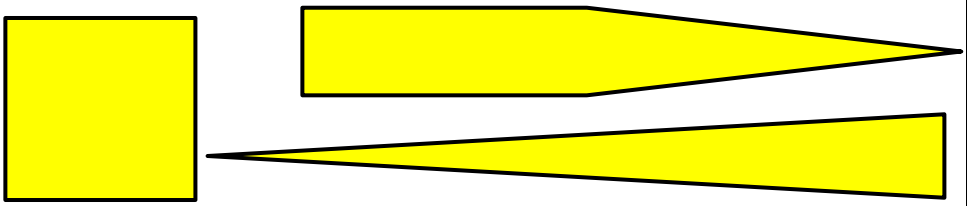
7- **تجميع أجزاء المشغولة:** يتم التجميع وفقا للتصميم المسبق لمشغولة الحلي، وهنا تنقسم العملية إلى نوعين أساسيين:

- الوصل: جميع الوصلات هنا وصلات متحركة متمثلة في الزرد بشكل أساسي سواء كان منفردا أو ممتدا من طرف سلك نحاسي (مسمار بحلقة)
- اللضم: تجميع الخرز باستخدام خيط (الصيرما) ذو اللون الذهبي، ومن خلال ذلك تختلف تكوينات الخرز مع بعضها البعض وفقا لشكل اللضمة.

نتائج التجربة العملية:

مشغولة رقم (1)

وزن المشغولة 25جم/ 36.5جم



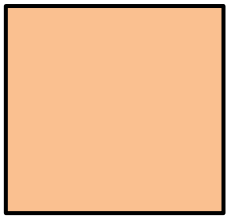
التحليل البنائي والجمالي:

المشغولة مستوحاة من الحلي المصرية القديمة وتحديدا قرص الشمس إلى جنب أسلوب التجميع على هيئة مثلثات، والمشغولة عبارة عن كوليه، تعتمد على رقائق النحاس الأصفر باستخدام تقنية الإفراد الهندسي البسيط للأسطوانة دون ثمة استقطاعات مفقودة (مربع3x3)، مما يضيف بعدا متماسكا حيث يعتمد التشكيل النهائي على التكرار في تنظيم الخرز تم تجميعه بواسطة الزرد والأسلاك المتصلة بحلقات في نهاياتها.

يظهر الاتزان في المشغولة من خلال تكرار الأسطوانات وتوزيعها بشكل متساوي متماثل، كما يلاحظ الإيقاع الرتيب المنتظم مع تناغم لون الخزر النحاسي الأصفر مع الأحجار باللون السماوي مما يعطى شكل الحركة المنتظمة، كما يتناسب حجم الخرزة مع حجم المشغولة

التناغم بين أجزاء المشغولة يؤكد على وحدة الشكل، أما من حيث الملاءمة للوظيفة فإن تصميم المشغولة يتناسب مع وظيفتها بشكل كامل.

إلى جانب أسورة مستوحاة من حلى الزراع والأرجل لدى الحضارة المصرية القديمة، منفذة بالخرز النحاسي الأصفر، تعتمد على تقنية الإفراد الهندسي للأسطوانة مع وجود استقطاعات مفقودة، تم تجميعها بالزرد والأحجار وعملة مصرية. متسقة مع بعضها البعض في الحجم، يظهر بها الاتزان يمينا ويسارا يتوسطهم عملة مصرية عليها نقش للملكة كليوباترا.

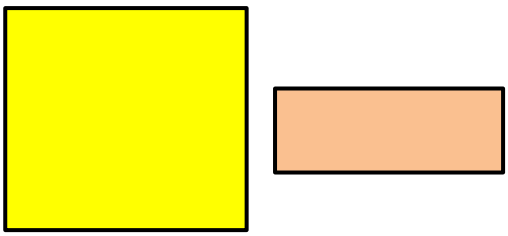
مشغولة رقم (2) وزن المشغولة 54.4جم		
	  	

التحليل البنائي والجمالي:

المشغولة مستوحاة من الحلي المصرية القديمة، والمشغولة عبارة عن كوليه، تعتمد على رقائق النحاس الأحمر باستخدام تقنية الإفراد الهندسي البسيط للأسطوانة دون ثمة استقطاعات مفقودة (مربع3.5x3.5)، مما يضيف بعدا متماسكا حيث يعتمد التشكيل النهائي على التكرار في تنظيم الخرز في هيئة خطوط متوازية تم تجميعه بواسطة الزرد والأسلاك المتصلة بحلقات في نهاياتها.

يظهر الاتزان في المشغولة من خلال تكرار الأسطوانات وتوزيعها بشكل متساوي متماثل متدرجا في كثافة كل من الخرز النحاسي والخرز الصناعي، كما يلاحظ الإيقاع الرتيب المنتظم مع تناغم لون الخزر النحاسي الأحمر مع الأحجار باللون السماوي مما يعطى انسيابية في الحركة، كما يتناسب حجم الخرزة مع حجم المشغولة

التناغم بين أجزاء المشغولة يؤكد على وحدة الشكل، أما من حيث الملاءمة للوظيفة فإن تصميم المشغولة يتناسب مع وظيفتها بشكل كامل.

مشغولة رقم (3) وزن المشغولة 57.9جم	
	

التحليل البنائي والجمالي:

المشغولة مستوحاة من حلي الأذرع في الحضارة المصرية القديمة، والمشغولة عبارة عن أسورة منفذة بشريحة النحاس الأصفر تخانة 0.8 مم، بنفصلات تم تنفيذها يدويا عن طريق الإفراد لسهولة حركة اليد أثناء الاستخدام، تم تنفيذ الخرز باستخدام تقنية الإفراد الهندسي البسيط للأسطوانة دون ثمة استقطاعات مفقودة (مربع4x4)، مضافات عليها أسطوانة بالنحاس الأحمر منفذة بالإفراد الهندسي للأسطوانة دون أي استقطاعات مفقودة (مستطيل2X 4) مما يضيف بعدا متماسكا حيث يعتمد التشكيل النهائي على التكرار في صورة متوازيات في تم تجميعه بواسطة الزرد والأسلاك المتصلة بحلقات في نهاياتها.

يظهر الاتزان في المشغولة من خلال تكرار الأسطوانات، كما يلاحظ الإيقاع الرتيب المنتظم مع تناغم لون الخرز النحاسي الأصفر مع الأحمر مما يعطى شكل الحركة المنتظمة، كما يتناسب حجم الخرزة مع حجم المشغولة

التناغم بين أجزاء المشغولة يؤكد على وحدة الشكل، أما من حيث الملاءمة للوظيفة فإن تصميم المشغولة يتناسب مع وظيفتها بشكل كامل.

مشغولة رقم (4) وزن المشغولة 63.6جم	

التحليل البنائي والجمالي:

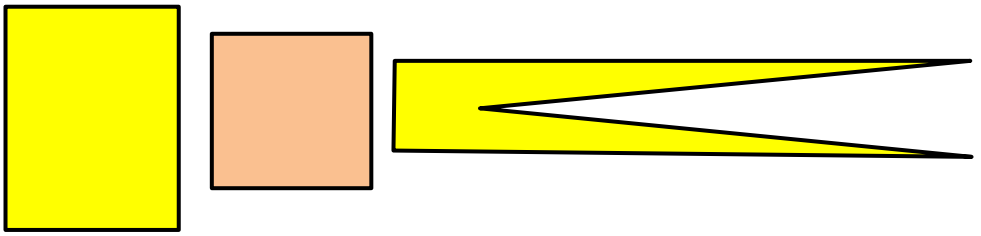
المشغولة مستوحاة من الحلي المصرية القديمة، والمشغولة عبارة عن عقد بالخرز النحاسي الأصفر والأحمر ودلاية جاهزة الصنع، تعتمد المشغولة على رقائق النحاس الأصفر والأحمر باستخدام تقنية الإفراد الهندسي للأسطوانة على شكل مستطيل بأبعاد مختلفة تتراوح بين (2.7، 1.8، 1.4، 2، 15X1.5) مستقطع منهم جزئين متساويين من الضلعي الأكبر للمستطيل لعمل أحجام متنوعة من الخرز تم تجميعه بواسطة الزرد والأسلاك المتصلة بحلقات في نهاياتها.

يظهر الاتزان في المشغولة من خلال تكرار الخرزات وتوزيعها بشكل متساوي متماثل يمينا ويسارا، كما يلاحظ الإيقاع الرتيب غير المنتظم مع تناغم لون الخزر النحاسي الأصفر، كما يتناسب حجم الخرزة مع حجم المشغولة

التناغم بين أجزاء المشغولة يؤكد على وحدة الشكل، أما من حيث الملاءمة للوظيفة فإن تصميم المشغولة يتناسب مع وظيفتها بشكل كامل.

مشغولة رقم (5)

وزن المشغولة 34جم



التحليل البنائي والجمالي:

المشغولة مستوحاة من الحلي المصرية القديمة في شكل هرمي مقلوب، والمشغولة عبارة عن دلاية مكونة من عدة أجزاء ووصلات متحركة، يظهر خرزة واحدة كبيرة الحجم تعتمد على رقائق النحاس الأصفر والأحمر باستخدام تقنية الإفراد الهندسي البسيط للأسطوانة دون ثمة استقطاعات مفقودة (مستطيل3x4) و (مربع3X3) و(مستطيل11X2) باستقطاع مفقود على شكل مثلث من المنتصف قاعدته أحد الضلعين الأصغرين للمستطيل، أي أن الخرزة منفذة بالإفراد والتقطيع إلى ثلاثة أجزاء

يظهر الاتزان البصري في المشغولة، مع تناغم لون الخزر النحاسي الأصفر والأحمر كما تحققت الحركة الفعلية من خلال الوصلات المتحركة في الدلاية، كما يتناسب حجم الخرزة مع حجم المشغولة

التناغم بين أجزاء المشغولة يؤكد على وحدة الشكل، أما من حيث الملاءمة للوظيفة فإن تصميم المشغولة يتناسب مع وظيفتها بشكل كامل.

مشغولة رقم (6) وزن المشغولة 47جم	

التحليل البنائي والجمالي:

المشغولة مستوحاة من الحلي المصرية القديمة، والمشغولة عبارة عن كوليه، تعتمد على رقائق النحاس الأصفر باستخدام تقنية الإفراد الهندسي للأسطوانة مع إجراء استقطاعات مفقودة (مستطيل23x1.8)، وآخر (23X1) وإضافة وحدات منفذة بتقنيتي الريبوسيه والأركت بالنحاس الأصفر مما يضيف بعدا جماليا للتصميم، وتم إضافة خرز باللون السماوي، ويعتمد التشكيل النهائي

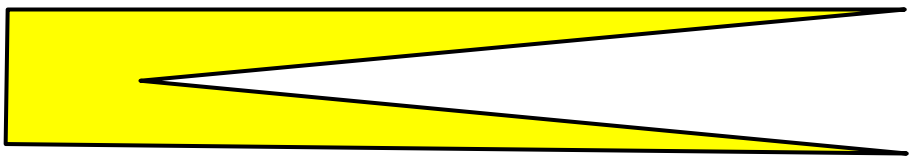
على التكرار في تنظيم الخرز تم تجميعه بواسطة الزرد والأسلاك المتصلة بحلقات في نهاياتها.

يظهر الاتزان في المشغولة من خلال تكرار الخرز وتوزيعها بشكل متساوي متماثل، كما يلاحظ الإيقاع غير الرتيب غير المنتظم مع تناغم لون الخرز النحاسي الأصفر مع الأحجار باللون السماوي مما يحقق الحركة الفعلية، كما يتناسب حجم الخرزة مع حجم المشغولة

التناغم بين أجزاء المشغولة يؤكد على وحدة الشكل، أما من حيث الملاءمة للوظيفة فإن تصميم المشغولة يتناسب مع وظيفتها بشكل كامل.

مشغولة رقم (7)

وزن المشغولة 78.7جم

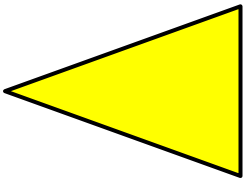


التحليل البنائي والجمالي:

المشغولة مستوحاة من الحلي المصرية القديمة وتحديدا قرص الشمس إلى جنب أسلوب التجميع على هيئة مثلثات، والمشغولة عبارة عن كوليه، تعتمد على رقائق النحاس الأصفر والأحمر باستخدام تقنية الإفراد الهندسي للأسطوانة مع عمل استقطاعات مفقودة (مستطيل15x2.7)، التشكيل النهائي على التكرار في تنظيم الخرز تم تجميعه بواسطة خرزات بسيطة (مربع1.5X1.5) والزرد والأسلاك المتصلة بحلقات في نهاياتها.

يظهر الاتزان في المشغولة من خلال تكرار الخرزات وتوزيعها بشكل متساوي، كما يلاحظ الإيقاع الرتيب المنتظم مع تناغم لون الخزر النحاسي الأصفر والأحمر مع زهرة لوتس ملونة جاهزة الصنع في النسبة الذهبية للمشغولة، كما يتناسب حجم الخرزة مع حجم المشغولة

التناغم بين أجزاء المشغولة يؤكد على وحدة الشكل، أما من حيث الملاءمة للوظيفة فإن تصميم المشغولة يتناسب مع وظيفتها بشكل كامل.

مشغولة رقم (8) وزن المشغولة 60.6جم		
		

التحليل البنائي والجمالي:

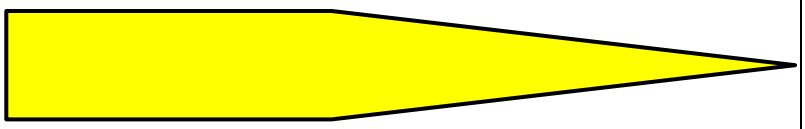
المشغولة مستوحاة من الحلي المصرية القديمة، والمشغولة عبارة عن كوليه، تعتمد على رقائق النحاس الأحمر والأصفر باستخدام تقنية الإفراد الهندسي للأسطوانة بعمل استقطاعات مفقودة (مستطيل23 x 1.8)، (مربع3x3) مما يضيف بعدا متماسكا حيث يعتمد التشكيل النهائي على التكرار في تنظيم الخرز تم تجميعه بواسطة الزرد والأسلاك المتصلة بحلقات في نهاياتها وأحجار العقيق والسلاسل.

يظهر الاتزان في المشغولة من خلال تكرار الخرزات وتوزيعها بشكل متساوي متماثل حول دلاية صغيرة من على شكل الجعران، كما يلاحظ الإيقاع غير الرتيب غير المنتظم مع تناغم لون الخزر النحاسي الأصفر مع الأحمر مع الأحجار متعددة الألوان، استخدام السلاسل يعطى شعورا بالحركة والراحة والانسيابية، كما يتناسب حجم الخرزة مع حجم المشغولة

التناغم بين أجزاء المشغولة يؤكد على وحدة الشكل، أما من حيث الملاءمة للوظيفة فإن تصميم المشغولة يتناسب مع وظيفتها بشكل كامل.

مشغولة رقم (9)

وزن المشغولة 54.7جم



التحليل البنائي والجمالي:

المشغولة مستوحاة من الحلي المصرية القديمة، والمشغولة عبارة عن سوار معصم، تعتمد على رقائق النحاس الأصفر باستخدام تقنية الإفراد الهندسي للأسطوانة مع عمل استقطاعات مفقودة (مستطيل7x2.7)، مما يضيف بعدا متماسكا حيث يعتمد التشكيل النهائي على التكرار في تنظيم الخرز تم تجميعه

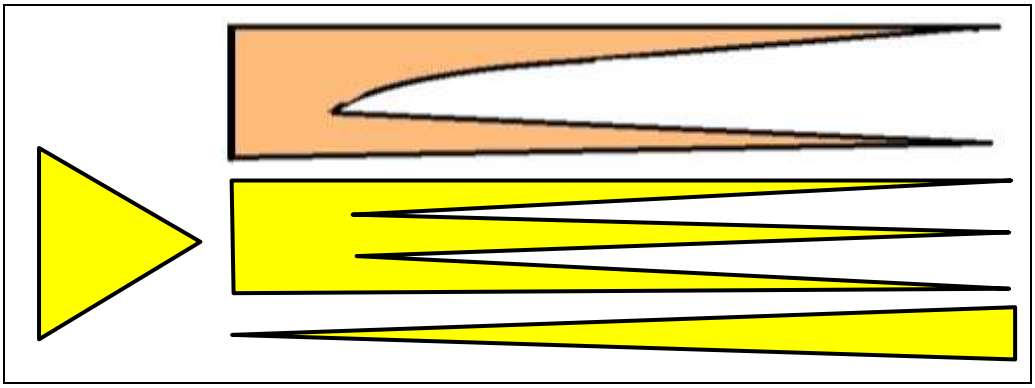
بواسطة اللضم أو التشبيك بخيط صيرما ذهبي وأحجار العقيق الملونة وسلك نحاس أصفر ونصف كرة منفذة بالخشتق.

يظهر الاتزان في المشغولة من خلال تكرار الأسطوانات وتوزيعها بشكل متساوي متماثل، كما يلاحظ الإيقاع الرتيب المنتظم مع تناغم لون الخزر النحاسي الأصفر مع الأحجار الملونة مما يعطى شكل الحركة المنتظمة، كما يتناسب حجم الخرزة مع حجم المشغولة

التناغم بين أجزاء المشغولة يؤكد على وحدة الشكل، أما من حيث الملاءمة للوظيفة فإن تصميم المشغولة يتناسب مع وظيفتها بشكل كامل.

مشغولة رقم (10)

وزن المشغولة 15جم للقطعة الواحدة



التحليل البنائي والجمالي:

المشغولة مستوحاة من الحلي المصرية القديمة، والمشغولة عبارة عن قرط، تعتمد على رقائق النحاس الأصفر والأحمر باستخدام تقنية الإفراد الهندسي للأسطوانة مع عمل بعض أشكال من الاستقطاعات المفقودة (مربع3x3)، (مستطيل17x3)، (مستطيل15x3)، (مستطيل20x2.5)، تم تجميعهم بواسطة الزرد والأسلاك المتصلة بحلقات في نهاياتها وأحجار العقيق وأسلاك النحاس الأصفر.

يظهر الاتزان في المشغولة من خلال تكرار وتوزيع الخرزات بشكل متساوي متماثل، كما يلاحظ الإيقاع غير الرتيب غير المنتظم مع تناغم لون الخزر النحاسي الأصفر والأحمر مع الأحجار الملونة، ويتضح في المشغولة الحركة والانسيابية، كما يتناسب حجم الخرزة مع حجم المشغولة

التناغم بين أجزاء المشغولة يؤكد على وحدة الشكل، أما من حيث الملاءمة للوظيفة فإن تصميم المشغولة يتناسب مع وظيفتها بشكل كامل.

النتائج والتوصيات:

أولا النتائج:

1- تم توظيف الأفراد الهندسي للأسطوانة في إنتاج أشكال خرزية مبتكرة تتماشى مع التصميمات المستوحاة من الحضارة المصرية القديمة.

2- يمكن تشكيل رقائق النحاس الأحمر والأصفر على حد سواء لصناعة الخرز بنفس الجودة ونفس النتيجة.

3- استخدام تقنيات الأفراد الهندسي على رقائق النحاس يؤدي إلى انخفاض ملحوظ في تكاليف إنتاج الخرز المعدني، بفضل تقليل استهلاك المواد الخام. كما ساعدت التقنيات على تحسين سرعة الإنتاج.

4- للإفراد الهندسي للأسطوانة الفضل في تقليل الفاقد إلى حد انعدامه بحيث تم استغلال الاستقطاعات المفقودة في صناعة خرز بأحجام وأشكال متفاوتة والاستفادة منها في عمل تكوينات جديدة لمشغولات الحلي.

ثانيا التوصيات:

1- استكشاف مزيد من التطبيقات لتقنيات الأفراد الهندسي في تصميم الحلي المعدني، بما في ذلك استخدام مواد أخرى وتقنيات إضافية.

2- توفير برامج تدريبية وورش عمل للشباب لتعريفهم بتقنيات الأفراد الهندسي وطرق تصنيع الخرز المعدني، مما يسهم في تعزيز المهارات الفنية وزيادة فرص النجاح في سوق العمل.

3- العمل على تحسين وتطوير الأساليب الإنتاجية، مثل استخدام أدوات وتقنيات جديدة لزيادة الكفاءة وجودة المنتج النهائي. الاستثمار في التكنولوجيا يمكن أن يساعد في رفع مستوى الإنتاج.

المراجع والمصادر:

- هدى عبد الرحمن محمد الهادي: الدور الفني والديني والسحري للحلي وأدوات الزينة عبر العصور المصرية القديمة (دراسة تشكيلية وجمالية)، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، المجلد الخامس، العدد الرابع والعشرون، نوفمبر 2020.
- James D. Meadowns: Dimensioning and Tolerancing- Applications and Techniques for use in design, manufacturing and inspection, Taylor and Francis, 2017.
- Jane Melvin: Encyclopedia of Jewelry-Making Techniques, Search Press, 2010.
- Harrell. James. A: A Preliminary Overview of Ancient Egyptian Stone Beads, Palarch's, Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology 14(2) (tEBP Series) (2017).
- Hazem Hameed Rashid Albadry: Development Engineering- Development of surface of objects, Printed by the author, USA, 2017.
- Clare Phillips: Jewelry: From Antiquity to the Presen, Thames & Hudson, 2012.
- Ann Mitchell, Karen Mitchell: Bead Jewelry 101: A Beginner's Guide to Bead Jewelry, North Light Books, 2011.
-
- متحف غلينكايرن (Glencairn Museum) ولاية بنسلفانيا، الولايات المتحدة الأمريكية، متاح على الموقع التالي:

  https://www.glencairnmuseum.org/newsletter/2018/1/30/sacred-adornment-jewelry-as-belief-in-glencairns-egyptian-collection