مجلـــة العلـــوم التربـــوية والدراســـات الإنســـانيـــة
ISSN: 2709-0302 (online)

Humanities and Educational Sciences Journal
ISSN: 2617-5908 (print)

اعتبارات تصميمية لتحقيق الاستدامة البيئية في صناعة الحلي المعدنية(*)

د/علياء عبدالعزيز الفدا
أســـتاذ أشـــغال المعادن المساعـد
قسم تصميم المنتجات بكلية التصاميم والفنون
جامعة الأميرة نورة بنت عبدالرحمن الرياض
المملكة العربية السعودية

*) تاريخ تسليم البحث 14/7/2021. تاريخ قبوله للنشر 31/7/2021.
*) موقع المجلة: http://hesj.org/ojs/index.php/hesj/index

اعتبارات تصميمية لتحقيق الاستدامة البيئية في صناعة الحلي المعدنية

د/ علياء عبدالعزيز الفدا
أســـتاذ أشـــغال المعادن المساعـد
قسم تصميم المنتجات بكلية التصاميم والفنون
جامعة الأميرة نورة بنت عبدالرحمن الرياض
المملكة العربية السعودية

ملخص البحث

تطرق هذا البحث للاستدامة البيئية في صناعة الحلي المعدنية لكونها من الصناعات العالمية التي تستهلك الموارد البيئية النفيسة التي يصعب تجديدها. وحدد البحث أهم تحديات صناعة الحلي في جانبين: عملية التعدين وعملية التصنيع، وأهم الاعتبارات التي عن طريق تطبيقها نستطيع أن نصل لإنتاج حليٍ معدنيةٍ محققةٍ للاستدامة البيئية، تتمثل في إنشاء سلسلة التصنيع الأخلاقية، وإعادة تدوير المعادن، وتطوير مفهوم التصميم الذكي واستخدام المواد البديلة في التصميم والتصنيع. كما سلط البحث الضوء على أهم تقنيات صناعة الحلي المعدنية في العصور القديمة لمحاولة تطبيقها للتقليل من التلوث البيئي الناتج من المواد الكيميائية المصنعة بالإضافة إلى استخدام أجهزة التصنيع الحالية. وتم استعراض مجموعة من الحلي المعدنية المستدامة. وخلص البحث إلى أنه يمكن إيجاد اعتبارات تصميمية تساهم في تحقيق الاستدامة البيئية لمنتجات الحلي المعدنية ترتبط بالوعي الاجتماعي وبالتصنيع وبالتصميم. ويمكننا استبدال المعادن بخاماتٍ بديلةٍ تحقق الاستدامة البيئية بالإضافة الى اختصار خطوات التصنيع وإعادة التدوير.

الكلمات المفتاحية: الحلي المعدنية، الاستدامة، الاستدامة البيئية، التعدين، الحلي القديمة، التصميم.

Design Considerations for Achieving Environmental Sustainability in Metal Jewelry Industry

Dr. Alia A. Alfadda
Assistant Professor – Product Design Department
Faculty of Art & Design, Princess Nourah bint
Abdulrahman University, Riyadh, Saudi Arabia

Research summary

The research focus is on environmental sustainability in the metal jewelry industry. It is one of the global industries that consume precious environmental resources, that are difficult to renew. It also consumes huge energy in mining and manufacturing, causing environmental and human risks. The research identified the most important challenges of the jewelry industry in two aspects: the mining process and the manufacturing process.

We can achieve environmental sustainability by applying some important considerations in the production of metal jewelry. Those include the establishment of an ethical manufacturing chain, metal recycling, the development of the concept of smart design and the use of alternative materials in design and manufacturing. The research also sheds light on the most important ancient techniques of metal jewelry to apply them for reducing environmental pollution resulting from manufacturing chemicals while using current manufacturing equipment.

A range of sustainable metal ornaments was also presented. The research concluded that it is possible to find design considerations that contribute to achieving environmental sustainability in metal jewelry that are related to social awareness, manufacturing and design. We can replace metals with alternative materials that achieve environmental sustainability, and shorten the manufacturing and recycling steps.

Key Words: Metal Jewelry, Sustainability, Environmental Sustainability, Mining, Ancient Jewelry, Design

مقدمة البحث:

يشهد مجال الصناعة في عصرنا الراهن تغيرات وتحديات تهدف إلى تحقيق معادلة الوصول لمنتج مثالي في بيئة مثالية، ويقصد بها في علم الصناعة الحديث البيئة المحافظة على ثرواتها ومدخراتها وتستهلك بشكل متوازن يضمن لها استمرارية الموارد المادية والبشرية وبالتالي تحقيق الاستدامة للمنتجات على اختلافها. فتعزيز القيم التي تحدد معايير التصنيع والاستهلاك ضمن الحدود المقبولة بيئياً والتي تضمن التوزيع المناسب والعادل للموارد الطبيعية بين الأجيال المختلفة يعد من أهم متطلبات الاستدامة (Burns, 2015).

ونظراً للأضرار البيئية التي خلفتها الثورة الصناعية عقب الحرب العالمية الثانية وأدت إلى ظهور مشاكل التلوث البيئي التي أفسدت الجودة البيئة في الدول الصناعية والنامية، وبعد الاعتراف بالمشكلة عالميًا سعت الدول المتقدمة إلى التسابق لإيجاد حلول ابتكارية في مجال التصنيع تضمن الإنتاج الصناعي العالي الجودة الصديق للبيئة والذي يحقق استمرارية المنتج حيث أنه "في ظل معطيات هذا العصر جاءت حتمية توجه المؤسسات نحو العمل على الابتكارات البيئية التكنولوجية وغير التكنولوجية من منتجاتٍ وعملياتٍ إنتاجية جديدة تساهم في الحد من الأعباء البيئية وتحقيق أهداف وسلوكيات من خلال تطوير أفكار الاستدامة المحددة إيكولوجيًا والتوجه نحو اقتصادٍ منخفض الكربون" (بوروبة، 2019).

ونشر مجلس الأعمال العالمي للتنمية المستدامة (WBCSD) في عام 1995م– وهو تحالف يضم 120 شركة دولية ملتزمة بمبادئ النمو الاقتصادي والتنمية المستدامة– تقريرًا بعنوان الإنتاج والاستهلاك المستدامان من منظور تجاري. وقام المجلس بتحديد الإنتاج والاستهلاك المستدامين على أنه يشمل الأعمال التجارية والحكومة والمجتمعات والأسر التي تساهم في جودة البيئة من خلال الإنتاج والاستخدام الفعال للموارد الطبيعية وتقليل النفايات وتحسين المنتجات والخدمات (De Haan, 2000).

ويعد تصنيع الحلي المعدنية نوعًا من الصناعات التي تنتج منتجات صغيرة في الحجم مرتفعة التكلفة حيث يتم استهلاك الموارد المعدنية الخام كالذهب والفضة والبلاتين والأحجار الكريمة وشبه الكريمة على مختلف أنواعها والتي تؤخذ من مصادرها الطبيعية كالصخور والجبال. ويضاف إلى عملية التصنيع استخدام الأجهزة المختلفة المدارة بالطاقة الكهربائية العالية، فيلزم لتصنيع قطعة الحلي الواحدة ما لا يقل عن ثلاثة أجهزة كهربائية بالإضافة إلى استخدام المحاليل والمركبات الكيميائية للطلاء والصنفرة والتعتيق وغيرها من التقنيات اللازمة للتصنيع.

ويعتبر قطاع الصناعة والتعدين في المملكة العربية السعودية من القطاعات الواعدة حيث "بلغت قيمة الإنتاج الصناعي بالمملكة عام 2012م نحو 172.1 مليار ريال سعودي تشكل 13.6% من إجمالي الناتج المحلي للدولة، وبلغ عدد العاملين بالصناعة نحو 750 ألف عامل يشكلون نحو 7.5% من إجمالي القوى العاملة يعملون في 5830 ألف مصنع" (خليل، 2019). ويهدف قطاع الصناعة في المملكة العربية السعودية إلى بناء مشاريع صناعية عملاقة ركزت في خططها الاستراتيجية على رؤية المملكة 2030م الهادفة إلى خلق التنمية المستدامة للقطاع الصناعي المتوافقة مع اتفاقية منظمة اليونسكو عام 2015م، وتدعو العالم للعمل من أجل حماية البيئة والمناخ كأحد أهم توجهاتها و"إدارة الموارد الطبيعية والثقافية المستدامة واستخدامها وحفظها"[1].

مشكلة البحث Research problem:

تتلخص مشكلة البحث في الحاجة لإنتاج منتجات حلي معدنية بمعايير معينة تضمن لها الاستدامة البيئية ومتوافقة مع التوجهات الصناعية العالمية الحديثة ومع رؤية المملكة العربية السعودية 2030، والتي ترتبط بالهدف الخاص بإدارة الموارد الطبيعية واستخدامها وحفظها[2].

فرضية البحث Research Hypothesis:

تكمن فرضية البحث في التالي:

بالإمكان إيجاد اعتبارات تصميمية تساهم في تحقيق الاستدامة البيئية لمنتجات الحلي المعدنية وتسهم في تحقيق رؤية المملكة العربية السعودية 2030 في المحافظة على الموارد البيئية.

أهمية البحث Research importance:

- رفع الوعي الفكري والتطبيقي للعاملين في مجال تصميم المنتجات المعدنية.
- نشر الوعي بأهمية توجه القطاع الصناعي للتحول للمنتجات البيئية المستدامة.
- إثراء البحوث المتعلقة بمجال الاستدامة البيئية.
- يضمن التركيز على الجوانب البيئة خلق ميزة تنافسية للمؤسسات الصناعية من خلال تحقيق الاستدامة البيئية وتخفيض التكاليف.
- دعم رؤية المملكة العربية السعودية في خلق بيئة صناعية مستدامة.

(1) https://saudiarabia.un.org/ar/sdgs. Visited on : 10.7.2021

(2)https://www.paint.org/coatingstech-magazine/articles/an-update-on-sustainability-in-the-coatings-industry/. Visited on 11.7.2021

مصطلحات البحث:

- **الاستدامة (Sustainability):**

عرف برنامج البيئة التابع للأمم المتحدة الاستدامة بأنها تلبية حاجات الناس اليومية من دون الإضرار بالموارد في المستقبل وذلك بالتخطيط بعيد المدى (عبد الخالق، 2014). ويعرفها (كمر، 2017) بأنها المحافظة والإبقاء على حالة معينة، بالحفاظ على الموارد البيئية وعدم الاضرار بالنظام البيئي والاتزان في استخدام الموارد وإعادة تدويرها أو إعادة تدوير جزء من المنتج لتصنيع منتج آخر.

- **الاستدامة البيئية (Environmental Sustainability):**

"هي القوة الموجهة للميثاق الأخلاقي لإعادة توصيف العلاقة بين الانسان ومحيطه" (محمد، 2015)، وتهدف الاستدامة البيئية إلى تلبية احتياجات الأفراد وتنمية مستوى الرفاه مع حماية الموارد الخام لمنع الأثار الناتجة من النفايات وما تسببه من تلوث بيئي للحصول على بيئة آمنة تهدف للحد من الآثار البيئية بإيجاد حلول لها وبالتالي تحسين التوجه نحو التنمية المستدامة (Tepe Kucukoglu, 2018).

- **التعدين (Mining):**

يقصد بالتعدين "جميع الانشطة المتعلقة باكتشاف واستخراج المعادن الموجودة تحت سطح الأرض، وتكون في شكل منتج مصنع من المعدن مثل الذهب والنحاس، أو غير معدني مثل الفحم أو الحصى" (مداني، 2019، 199).

- **تدوير المعادن (Metal recycling):**

يقصد بها إعادة استخدامها لأكثر من مرة مما يقلل الحاجة إلى استخدام عمليات التصنيع لمعالجة المواد الخام وبالتالي توفير كميات كبيرة من الطاقة والمياه والحد من التدهور البيئي (Graedel, 2011).

الدراسات السابقة:

تناولت دراسة (بوروبة، 2019) بعنوان "دور الابتكار البيئي في التوجه نحو الاقتصاد الأخضر – التجربة الهولندية" على شرح مفهوم الاقتصاد الأخضر وعلاقته بالتنمية البيئية المستدامة ودوره في تحقيق الابتكار البيئي لإنتاج منتجات صديقة للبيئة بالاستخدام الأمثل للموارد البيئية والاستفادة من التجربة الهولندية في هذا المجال. وخلصت الدراسة إلى "أن الابتكار البيئي يساعد في الانتقال إلى الاقتصاد الأخضر" والاعتماد عليه كآلية للوصول لاقتصاد منخفض الكربون.

وتطرقت دراسة (شوادر، 2019) بعنوان "الاستدامة ثقافة عالمية بعيون عربية – الجزائر أنموذجا" إلى "تصوير النظرة العربية تجاه استدامة العمليات التنموية" والوصول إلى الاقتصاد الأخضر الذي يركز على المحافظة على البيئة واستخدام الموارد البيئية بشكل عقلاني معتدل وتحقيق العدالة الاجتماعية والتي تؤدي جميعها إلى تحقيق التنمية المستدامة. وتم قياس هذه العناصر على البيئة الجزائرية كعينة عربية، ومن أهم النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة افتقار الخطط التنموية الجزائرية للمعايير الاقتصادية والاجتماعية التي تحقق التنمية البيئية المستدامة.

كما تناولت دراسة (كمر، 2017) مفهوم الاستدامة وأثرها على الصناعة بعنوان "استراتيجية الاستدامة واتجاهاتها الحديثة في تصميم المنتجات الصناعية" حيث تناولت الدراسة مفهوم التصميم المستدام وتطبيقاته على المنتجات الصناعية لشركة (آبل) و(فيلبس) المصنعة في عام 2015-2016، بهدف إيجاد معايير تصميمية توائم بين المنتج والمستخدم. وخلصت الدراسة إلى أن تطبيق التقنيات الخضراء في الصناعة أدى إلى التوافق التام بين جمالية الشكل والاستخدامية العالية التي تلبي احتياجات المستخدم بالإضافة إلى انعكاس أثر التنوع التكنولوجي المستدام بإيجابية على الأداء الوظيفي للعاملين في مجال التصميم لهذه المنتجات.

ومن أهم الدراسات التي تناولت موضوع الاستدامة في الحلي تلك التي جمعت معلومات عن الحلي التي صنعت في "لاتفيا" على مدى اثنا عشر عامًا (Rudzite, 2017)، فقد تمت دراسة خامات وتقنيات صناعة الحلي بشكل تفصيلي لأكثر من (800) مشغولة وتم تصنيفها إلى حلي مصنوعة من مواد خام ثمينة غير متجددة مثل الذهب والفضة وأخرى مصنعة من مواد معاد تدويرها، وكذلك المصنعة من مواد متجددة مثل الأصداف والأخشاب. كما تناولت الدراسة تقنيات التصنيع المختلفة والمخلفات الناتجة عنها وتأثيراتها على البيئة ومتوسط مدة استخدام قطع الحلي. وقدمت الدراسة توصيات عملية لمصنعي الحلي للمحافظة على البيئة واستدامة تلك الصناعة.

محاور البحث:

سيتطرق البحث للمحاور التالية:

المحور الأول: أهم تحديات إنتاج الحلي المعدنية

1- عملية التعدين Mining.

2- عملية التصنيع Manufacturing.

المحور الثاني: صناعة الحلي المعدنية في العصور القديمة:

1- تقنية الصب Casting.

2-تقنية الحفر(النقش) Engraving.

3-تقنية التنقيط Drip technology.

المحور الثالث: الاعتبارات التصميمة لتحقيق الاستدامة البيئية للحلي المعدنية:

1-إنشاء سلسلة التوريد (التصنيع) الأخلاقية.

2-إعادة تدوير المعادن Metal recycling.

3-تفعيل دور المنظمات الاجتماعية.

4-تطوير مفهوم التصميم الذكي.

5-استخدام المواد البديلة في التصميم والتصنيع.

المحور الرابع: نماذج من الحلي المعدنية المستدامة.

المحور الأول: أهم تحديات إنتاج الحلي المعدنية

لتحقيق الاستدامة البيئية في الحلي المعدنية لابد من تسليط الضوء على أهم التحديات التي تواجه عملية التصنيع؛ فالهدف هو توجيه عملية الصناعة لتكون صديقة للبيئة وبالتالي تحقيق استدامة المنتج، والاهتمام بالاستدامة البيئية يعد في هذا الوقت من أولويات الدول الصناعية المتقدمة ويهدف للحد من انبعاث الغازات الخطرة والترشيد من استنزاف المواد والإدارة الواعية للنفايات. وفي ظل تطور مفهوم المسؤولية الاجتماعية للشركات المصنعة والمستهلك الذي صار أكثر وعياً بالمخاطر البيئية الناجمة من عمليات الصنيع أصبح موضوع الاستدامة من المواضيع الأساسية المطروحة على طاولة التصنيع للدراسة والبحث والتنفيذ. ويعتبر موضوع الاستدامة في الحلي موضوعًا واسع النطاق حيث يتناول قضايا مثل تحقيق السلامة للعاملين في القطاع سواء في التصنيع أو التنجيم والتأثير البيئي الناجم من عملية التعدين واستخدام المعادن المعاد تدويرها وغيرها من القضايا. وظهرت العديد من المبادرات الدعمة منها مبادرة "كمبرلي- Kimberley" وهي مبادرة مشتركة بين الحكومة الامريكية والصناع والمجتمع المدني لمكافحة التنجيم الجائر للأحجار والمعادن، بالإضافة إلى "مجلس المجوهرات الدولي WJC" الذي يعنى بوضع المعايير وإصدار الشهادات المرخصة لتجارة المناجم وتوريدها للأسواق، ومنظمة علماء الأحجار الكريمة والتعدين والتي تكرس جهودها لتعزيز المعايير في التعليم والبحث وأخلاقيات المهنة[3].

ويمكننا أن نلخص أهم التحديات المتعلقة بصناعة الحلي المعدنية في النقاط التالية:

(3)https://wwd.com/accessories-news/jewelry/responsible-sourcing-fine-jewelry-and-the-customer-1202678012/. Visited on 10.7.2021

أولا: عملية التعدين Mining

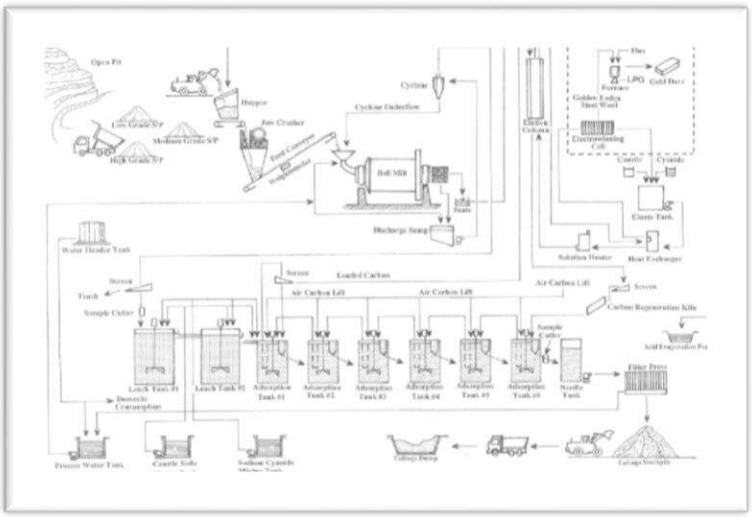
تم مؤخرًا تحديد مصطلح التعدين كأحد الأنشطة البشرية ذات التأثير السلبي المباشر على البيئة ومن ثم على جودة الحياة، وذلك لما يسببه من تدمير للنظام البيئي الطبيعي من خلال إزالة التربة والغطاء النباتي والتخلص من النفايات عن طريق الدفن داخل التربة. فينتج عن التعدين غير القانوني تأثيرات سلبية على ثلاثة عناصر بيئية تتمثل في الماء والتربة والغلاف الجوي، وتحتوي نفايات التعدين الطين الناعم الملوث بالنفايات السائلة الناتجة من معالجة المعادن، مخلفات التعويم، الرواسب الكيميائية التي تحتوي على كبريتات تشكل كيماويات حامضية سامة مثل السيانيد والزرنيخ والتي تسبب تلوثا للمجاري عن طريق المجاري السطحية وتسرب المادة الحمضية السامة إلى داخل التربة حيث يمكن أن تولد المناجم مخلفات ونفايات تساوي حجم المواد المصنعة (Thammaraksa, 2017).

ويمكن تقسيم النفايات الناتجة من التعدين إلى فئتين حسب ما أشار إليه كوك: (Cooke, 2002)

- نفايات المناجم والتي تنشأ عند استخراج ومعالجة المواد الخام كالذهب والفضة وغيرها من المعادن المستخدمة في تصنيع الحلي.
- نفايات الصخور التي تتكون عند تكسيرها لاستخراج المعادن والأحجار حيث تتضمن العديد من طرق المعالجة كطحن الصخور والتخمير لاستخراج المعدن المطلوب والأحجار ومن ثم التخلص من النفايات في برك التخزين.

ويرى جيتانيه (Getaneh, 2006) أن 99% من الخامات منخفضة الجودة تتحول إلى نفايات بعد استخراج المواد الأصلية منها، وبذلك يؤدي التعدين غير القانوني إلى تدمير مادي في موطن المعادن والصخور بالإضافة إلى فقدان موارد التنوع البيولوجي وتراكم النفايات الملوثة وبالتالي تكوين بيئة خطرة تهدد صحة الانسان والنظم البيئية المحيطة به.

وتستخدم العديد من المركبات عالية السمية في عمليات التعدين فعلى سبيل المثال يستخدم عنصر الزئبق في عمليات الدمج حيث تتحول الأنواع القابلة للذوبان والجسيمات الصغيرة إلى مركبات شديدة الخطورة تؤدي إلى الإضرار بالجهاز العصبي للإنسان. وهذا ما يتعرض له عمال المناجم الأقل وعياً بخطورة الزئبق والمواد الكيميائية الأخرى فلا يهتمون بمعداتهم الوقائية حيث يقومون بحرق المركبات المختلطة لفصل الزئبق عن الذهب مما ينتج عنه تبخر الزئبق وإنتاج مواد سمية عالية الخطورة (Sousa, 2010).



شكل(1): رسم تخطيطي لعملية تعدين الذهب، (Abdul-Wahab 2012)

ويذكر داسبوسيتو (D'Esposito, 2000) أن عملية تعدين الذهب تمر بمراحل عدة حيث يتم سحق الخام وطحنه من الأرض الصخرية ثم تتم عملية إضافة الماء إلى الحاوية لخلطه ويضاف الجير ومحلول السيانيد لترشيح الذهب في المحلول ثم يضاف الكربون لامتصاص المعادن المذابة وازالتها من الحاوية وأخيرًا تجرد باقي المعادن الصافية من الكربون عن طريق الغسل الحمضي ويرسب الذهب ليصهر في قضبان ويتم التخلص من بقايا المواد في حفر النفايات أو برك إعادة التدوير. ويذكر ستيفن اسيوزيتو بأنه قد أدت صناعة الذهب في عام 1995م الى تحريك ومعالجة 72.2 مليون طن من الصخور لاستخراج 7235 طنا من الذهب وبقيت ما يقارب 99% كنفايات.

شكل(2) مراحل استخراج الذهب من الأرض الخام إلى التكسير ومن ثم عملية الغسل والترسيب `بالمواد الكيميائية.

وبدأت العديد من الدول المتقدمة في أمريكا عام 2009 وأستراليا عام 2013 والحكومة الكندية عام 2016 في وضع الحلول والسيناريوهات المختلفة للسيطرة وحل مشكلة التعدين المضرة بالنظام البيئي، حيث درست حالة مواقع التعدين ومن ثم وضع حلول للوصول للتعدين الأخضر، وتم حصر الحلول في نقطتين (Thammaraksa, 2017):

1- حلول تضمن كفاءة الطاقة والانبعاثات الكيميائية. حيث يتم تحسين كفاءة الطاقة في الأعمال التجارية الضخمة والتي تستهلك الطاقة بشكل ضخم وتعتمد على الكهرباء والديزل بشكل أساسي لتوليد الكهرباء من المولدات، وكانت أفضل الممارسات في الولايات المتحدة حيث تم تقليل الطاقة بنسبة 21% بالتحول على الشبكة الكهربائية كأحد الحلول الداعمة.

2- كفاءة الطاقة في عمليات التعدين. وهي التي تبدأ من عملية التكسير والطحن والتصنيف وصولا لمرحلة فصل المعدن عن باقي المواد سواء أكان فصل تام (ثقيل) أو المتوسط أو الفصل المغناطيسي للمواد عالية الكثافة[4]، بالإضافة إلى معالجة تقنيات استخراج المعادن من الصخور عن طريق تحسين كفاءة الأجهزة المستخدمة وتجنب التسرب في خطوط أنابيب الهواء في عملية الحفر، وتحسين محركات الطحن وكفاءة الإضاءة وتحسين أنظمة التبريد والتهوية تحت الأرض، بالإضافة الى تحسين إدارة النقل باستخدام شاحنات ذات كفاءة عالية في استهلاك الوقود لنقل المواد والخام داخل وخارج موقع التعدين.

ثانيا: عملية التصنيع Manufacturing

تعددت تقنيات التشكيل والتصنيع الخاصة بالحلي المعدنية في الوقت الحاضر واستغني عن العديد من التقنيات اليدوية التي حلت محلها المكائن الكهربائية حيث تمر قطعة الحلي بمراحل تصنيع عدة حتى تظهر بشكلها النهائي، وينتج عن مرحلة التصنيع تلك العديد من الملوثات البيئية الناتجة من انبعاث الغازات والاستهلاك العالي للكهرباء وما تخلفه من إحراق الطاقة المولدة للحرارة والتي تؤثر على انبعاث الكربون المساعد في عملية الاحتباس الحراري. وبينت دراسة لجامعة "Chulalongkorn" في تايلند تحت عنوان "انبعاثات الغاز الأخضر في صناعة المجوهرات: دراسة حالة عن الخاتم الفضي" أنه ينتج من إنتاج خاتم فضي (1.03) كجم من ثاني أكسيد الكربون في عملية التصنيع (Cohen, 2016).

وظهرت في منتصف الثمانينيات واوائل التسعينات الفكرة الأولى الهادفة إلى التقليل من الآثار البيئية السلبية الناتجة من عمليات التصنيع عن طريق الربط بين تقنيات التصنيع والتصميم، حيث أعقب هذه التجارب الأولى فهم أكبر واشمل للاحتياج الواسع لحماية الموارد الطبيعية بهدف الموائمة بين المطالب البيئية وعمليات التصنيع التقليدية، وبذلك ولد اتجاه جديد يعرف باسم التصميم من أجل البيئة (DFE) "Design for Environment" (La Guido, 2006). فالتصميم والتصنيع مرحلتان مكملتان لبعضهما، فعندما يدرس التصميم على أنه مستدام بيئياً عن طريق استخدام المواد

(4) https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC109657. Visited on 10.7.2021

المتجددة وشكل فني جمالي مدروس بإتقان من ناحية التقنيات المشكلة له فعندها يأتي دور التنفيذ أو التصنيع المناسب والمتوافق مع الهدف العام. ومن الدارج قديما إلى وقتنا الحاضر استخدام أنواع معينة من الخامات لتشكيل قطع الحلي حيث يتم استخدام مواد مثل الأحجار الطبيعية والمعادن التي تشكلت على الكوكب خلال عدة ملايين من السنين ومن غير المعروف ما إذا كانت ستتجدد على الإطلاق. كما أن هناك مواد تتجدد بشكل أسرع بكثير كالأخشاب والكتان والطحالب حيث ظهرت أولى محاولات استخدام المواد المتجددة على يد المصممة (Rosa La Guido) في بداية النصف الأول من الثمانينيات بهدف إيجاد الحلول التصميمية المناسبة للتقليل من الآثار البيئية الضارة الناجمة عن طرق الصناعة التقليدية للحلي والمواد المستخدمة فيها وأعقبها العديد من المحاولات من عدد من المصممين أدت الى تغير الفكر السائد لدى المستهلك تجاه قطع الحلي والمواد التقليدية المستخدمة فيها وساعد ذلك في دعم ظهور مفهوم التصميم من اجل البيئة (DFE). ويوضح جدول(1) مجموعة من المواد المتجددة المستخدمة في صناعة الحلي في "لاتوانيا" وانعكس تأثيرها إيجابا على المستخدم حيث رفعت مستوى الوعي بمفهوم الاستدامة لديه والصحة البيئية وعززت من قيمتها المادية والمعنوية (Rudzite, 2017).

1	القطن Cotton	10	الطحالب Seaweeds
2	الخشب Wood	11	نبات البلوط acorn Caps
3	قماش (Linen)	12	فاكهة البحر Beech Fruit
4	الاصدافShells	13	فطريات الأشجار tree Lichen
5	الخشب الأسود Blackwood	14	بذور البندق Chestnut Shells
6	الجلد Leather	15	نشارة الخشب Sawdust
7	الشعر Hair	16	بيض النعام Ostrich eggshell
8	قشور الفستق Pistachio Shells	17	الجوخ Felt
9	بذور جوز الهند coconut husk	18	نبات hemp

جدول(1) الخامات المتجددة التي يمكن استخدامها بدل الخامات التقليدية المستخدمة في صناعة الحلي من معادن وأحجار.

وللتقنيات المستخدمة في تشكيل الحلي دور عالي الأهمية في الرفع أو الحد من الأضرار البيئية الناتجة سواء على البيئة أو الأفراد، حيث تمر قطعة الحلي المعدنية في مرحلة التشكيل بالعديد من المراحل التصنيعية التي تتطلب استخدام الأجهزة الكهربائية سواء اعتمدت هذه الأجهزة على شبكة الكهرباء أو باستخدام المولدات الكهربائية المعتمدة على الديزل او الفحم أو غيره من مصادر الطاقة والتي بلا شك لها التأثير الأكبر في التلوث البيئي والإضرار بالأفراد العاملين في المجال. وتبدأ بعملية صهر المعدن تمهيدا لتشكيله إلى تقنيات قص الأحجار وصقلها ثم التلميع والطلاء والتغليف والتسويق. وبدأت العديد من المصانع والشركات باتباع الأنظمة الخاصة بتحقيق الاستدامة في تصنيع الحلي المعدنية، فعلى سبيل المثال سعى القائمون في الشركة الامريكية

DSM الى تعديل أنظمة الإدارة ومعايير التصنيع فيما يخص الطلاء الخارجي للحلي المعدنية حيث شمل أدوات ومعدات التنفيذ والاشراف على المنتجات فهي سلسة متكاملة تمثل دورة حياة المنتج من التطوير فالتصميم للتنفيذ فالإشراف. وتشمل عملية تنظيم الاستخدام الكيميائي للمواد الخطرة المستخدمة في تقنية الطلاء والمتمثلة بوجود المواد المتطايرة في الطلاء (VOCs) ومحاولة تحقيق المعايير العالية للتصنيع من حيث الكمية والطبقات المغطية للقطعة المعدنية (المتانة) والتي لها دور رئيسي في تحديد العمر الافتراضي للقطعة والحد من التآكل. ويبلغ المستهلك عن العمر الافتراضي للقطعة وبالتالي يعاد تدويرها بدلا من التخلص منها كنفايات ضارة، بالإضافة إلى منع الاستخدام المهدر وغير الفعال للطاقة والموارد والمواد الكيميائية البديلة، والنقل الحذر للبضائع الخطرة[5].

المحور الثاني: صناعة الحلي المعدنية في العصور القديمة:

تساعد دراسة الحلي القديمة على معرفة كيفية التصنيع الدقيق لها كدمج السبائك المعدنية وعمليات اللحام التراكبية بالإضافة إلى فهم عمليات الترميم التي تبنى على القطعة الأثرية سواء للتعديل أو لتغير التصميم بما يتوافق مع المعطيات الجديدة كانضمام القطعة لعائلة مالكة أخرى أو لتصليح أجزاء معينة في التصميم. وتتم جميع حالات التصنيع تلك بطبيعة الحال على استخدام تقنيات تصنيعية وتشكيلية يدوية يمكن تطبيقها في صناعة الحلي الحديثة وتوجيهها لاستخدام المواد العضوية للطلاء واللحام وغيرها من التقنيات اليدوية في التشكيل والتي بدورها سوف تساهم في التقليل من التلوث البيئي الناتج من المواد الكيميائية المصنعة أو من الاعتماد الكبير على أجهزة التصنيع. وفيما يلي نستعرض أهم التقنيات المستخدمة في صناعة الحلي قديما.

شكل(3): أقراط ذهبية من القرن السادس عشر، روما-إيطاليا.

تظهِر الصورة أعلاه (شكل 3) مجموعة أقراط (كاستليني–Castellani) من القرن السادس عشر الميلادي تمت دراستها لتحديد الطبيعة المركبة لكل قطعة أثرية حيث تظهر علاماتٌ واضحةٌ على الترميم عن طريق إضافة قطعة نحاسية (صحيفة) مشغولة بالزخارف على سطح القطعة ثبتت بمواد

(5)https://www.paint.org/coatingstech-magazine/articles/an-update-on-sustainability-in-the-coatings-industry/. Visited on 11.7.2021

عضوية مثل الألياف واستخدم لحام النحاس للتلحيم ويظهر وجود لحام الفضة والتي استخدمت في فترات متقدمة بعد لحام النحاس كطبقة أخرى متداخلة مع الأجزاء القديمة بغرض التلحيم كذلك (Ferro, 2009).

وأُعتبر الذهب الأصفر أساس الخامات المعدنية المصنعة للحلي الثمينة منذ أقدم العصور، فكانت قطعة الحلي تُقيم بكمية الذهب الموجودة بها، واستُخدمت تقنيات مختلفة يدوية لتصنيع قطع الحلي، فيبين الشكل(4) خاتم مصنوع من الذهب يعود للقرن الحادي عشر الميلادي مصنوع بتقنية اللف حيث استخدم سلك ذهبي أساسي يغلف بالطين المحروق ويلف حوله مجموعة من الأسلاك لتكوين حزمة مبرومة واحدة، وقد استخدم الطين المحروق في فصل أجزاء الأسلاك حتى تظهر

الخطوط الفاصلة بينهما، وساعدت هذه التقنية في تنوع الزخارف الموجودة على سطح الحلي أو التنوع في بنائها[6].

شكل(4): خاتم مصنوع من أسلاك الذهب المبرومة ومزين بحجر البيزل (Bezel)، متحف "Frankfurt Weltkulturen" بداية القرن الحادي عشر الميلادي.

ويوضح شكل(5) خاتمًا ذهبيًا آخرًا مصنوعًا بطريقة اللف باستخدام الطين الذي يغلف السلك الذهبي ويشكل بالزخارف المطلوبة، والجدير بالذكر أن هذه التقنية اشتهرت في تايلند ومناطق شرق آسيا في العصور ما قبل الميلاد وخاصة في داخل المعابد والقصور.

شكل(5): خاتم ذهبي مصنوع بتقنية اللف باستخدام الطين المساعد في التشكيل، متحف "Frankfurt Weltkulturen"، من القرن الحادي عشر الميلادي

(6) https://journals.openedition.org/archipel/1018. Visited on 11.7.2021

تقنية الصب Casting:

وتعد من أقدم التقنيات التي عرفتها البشرية في مجال صناعة الحلي والأدوات المعدنية وتطورت صناعة الصب على مر العصور فاختلفت في بوتقة الصب والسبائك المصبوبة، ويبين الشكل(6) قطعة معدنية تعود لما بين القرن الأول إلى القرن السابع الميلادي[7]، وهي عبارة عن حلقتين منفصلتين مكونة من 15 قرصًا مخروطيًا مزدوجا يكوِن مخططًا مضلعًا، وشكلت الحلقات إما مصبوبة في قطعة واحدة أو تم دمج الأقراص المفردة بواسطة تقنيات الربط الممكنة وهي اللحام حيث كان كل من اللحام المعدني ولحام النحاس معروفين بالفعل في تعدين الذهب.

شكل(6) خاتم ذهبي مصنوع بتقنية الصب، متحف "Frankfurt Weltkulturen"، من القرن الأول الى القرن السابع الميلادي.

تقنية الحفر(النقش) engraving:

استخدمت تقنية الحفر أو النقش كوسيلة لإظهار الانتماء الديني أو الانتماء الطائفي أو تخليد لحقبة زمنية بملوكها وإبراز أحداثها، وقد استخدمت تقنيات يدوية بسيطة تتمثل في استخدام مقابض الفولاذ ذات الحواف الحادة لكشط السطح الخارجي وفي بعض الزخارف استخدمت تقنية الصب لحفر النقوش الأكثر تعقيدًا أو التي تتركز في منحنيات يصعب الحفر عليها.

ويوضح شكل(7) خاتمًا ذهبيًا يعود للقرن التاسع[8] نقش عليه بواسطة تقنية الحفر اليدوي أزهار بأربع بتلات، أو فتحات أو شقوق والتي لها مدلول يرتبط بالحضارة التايلندية حيث ترمز للطاقة الإبداعية والخصوبة والثروة. وحفرت الخطوط الجانبية من الخاتم بواسطة تقنية الصب للتحكم في تجاه الخطوط وإحداث التدرجات الواضحة في الارتفاعات الجانبية للخاتم المعدني.

(7) https://journals.openedition.org/archipel/1018. Visited on 11.7.2021
(8) https://journals.openedition.org/archipel/1018. Visited on 11.7.2021

شكل(7) خاتم ذهبي استخدمت في تقنية الحفر بشكل خطوط منحنية متعددة الاتجاهات بالإضافة الى الحفر التنقيطي لإحداث التنوع الزخرفي لسطح المشغولة

تقنية التنقيط Drip technology:

وهي صنع حبيبات دائرية تكون غالبًا متساوية الحجم تثبت على قطعة الحلي بغرض إضافة بعد جمالي زخرفي لها، وهي كذلك من التقنيات المعرفة قديما حيث وحدت حلي ترجع للقرن التاسع استخدمت فها تقنية التنقيط بحيث يصهر الذهب الأصفر ويصب بشكل مقطع على مسطح رملي ناعم حتى تتشكل علية الدائرة الذهبية. واستخدم كذلك الطين الممزوج بالفحم الأسود والحشائش والأخشاب بعد طحنها كأرضية تصب عليها الكرات الذهبية لتتأكسد بفعل حرق المواد وتأخذ لونا مغايرًا للون الذهب الأصفر.

ويوضح الشكل(8) خاتمًا ذهبيًا يعود لما بين القرن التاسع والعاشر الميلادي[9] جمع بين تقنية الريبوسيه والصب وكذلك يظهر واضحًا فيه استخدام تقنية التنقيط في الكور الذهبية المثبتة في الجزء العلوي من الخاتم واتصلت بالبتلات لتضفي إحساسًا بالتنوع والحياة على المشغولة الذهبية.

شكل(8) خاتم ذهبي تظهر في تقنية التنقيط بالإضافة لتقنية الصب والحفر، متحف " Frankfurt Weltkulturen"، من القرن التاسع والعاشر الميلادي.

(9) https://journals.openedition.org/archipel/1018. Visited on 11.7.2021

المحور الثالث: الاعتبارات التصميمة لتحقيق الاستدامة البيئية للحلي المعدنية:

يمكننا أن نضع بعض الاعتبارات التصميمية كمعايير يمكن تطبيقها كاستراتيجية تصميمية تصنيعية من شأنها أن تسهم في تطوير منتجات الحلي المعدنية بحيث تحقق أعلى قدر من الحفاظ على البيئة الطبيعية النقية وسلامة الانسان.

1- انشاء سلسلة التوريد (التصنيع) الاخلاقية:

ظهر مؤخرًا مصطلح (ethical gold) والذي يعني الاخلاقيات المرتبطة بهذا المعدن النفيس، حيث يضمن استخراج الذهب بطريقة مسؤولة وأخلاقية بنسبة 100% من بداية استخراجه إلى تصنيعه، حيث يتم استخدام مركبات آمنه وأجهزة محدودة في استخدام الطاقة لاستخراج المواد الخام. هذا بالإضافة إلى تمكين العمال من العمل في بيئة آمنه إنسانية وإلى عملية التشكيل والصهر والتعامل مع المواد السامة بكل احترافية للتخلص منها بطريقة سليمة تمنع من تسرب الزئبق والزرنيخ والرصاص وغيره إلى المجاري أو التربة. وأصبح لمنظمات الذهب العالمية الصلاحية في إعطاء الشركات المصنعة شهادة احترافية (Fair-minded certification) في حال اتباع الأنظمة ولوائح العمل التالية: تمنع عمالة الأطفال منعا باتا ووضع معايير خاصة للحفاظ على التنمية الاجتماعية واتباع المعايير البيئية الخاصة بتعدين الذهب وأخيرا وجود دليل العلامة التجارية للشركة المصنعة[10].

وتعتبر الشركة السويسرية "تشوبارد Chopard" من أهم شركات الذهب والمجوهرات التي تبنت مفهوم الذهب الأخلاقي منذ عام 2018م في صناعة المجوهرات والساعات حيث دعمت مشروعها الخاص في دولة كولومبيا بتوظيف فنيي المناجم بشكل فردي وإعطائهم أجورا منافسة للأجور المتعارف عليها في المجال بالإضافة إلى رعايتهم ماليا لاستثمار جزء من مدخراتهم في التعليم والصحة كما يظهر في شكل(9)، وبذلك خلقت سلسلة توريد مسؤولة وموثوقة مكونة من 700 شخص من عمال المناجم الفنيين المستقلين[11].

(10)https://www.hausvoneden.com/lifestyle/ethical-gold-about-the-responsibility-of-the-jewelry-industry/. Visited on 10.7.2021

(11) https://www.chopard.com/intl/responsible-sourcing. Visited on 11.7.2021

شكل (9) تبني شركة "تشوبارد Chopard" السويسرية 700 فني مناجم والاعتماد على التقنيات البسيطة في التنقيب والفرز وطحن المعادن.

وشهد قطاع الأحجار الكريمة وخاصة الألماس تحولات كبيرة على مدار الخمس عشرة سنة الماضية من أجل القضاء على الوسائل غير الأخلاقية لاستخراجه وبيعه، حيث حققت Kimberley Process والتي تمثل أنجح اتفاق دولي مجمع عليه نجاحا ملحوظا في تنظيم تعدين الألماس[11]. وتبنت العديد من شركات تصنيع المجوهرات اتفاقية تنظيم كمبرلي ونظام مجلس الألماس العالمي حيث منع استيراد الألماس من المصادر المشبوهة او غير المرخصة أو التي تتبع مصادر تعدين غير أخلاقية، أما فيما يتعلق بمجال الأحجار الكريمة الملونة فقد بدأ الاهتمام بسلسلة استخراجها وتصنيعها مؤخرا فكونت مجموعة (CGWG) للأحجار الكريمة الملونة في عام 2019م. ويعتبر تحالف بين الشركات الكبرى المصنعة للمجوهرات وشركات تعدين الأحجار الكريمة بهدف التحسين وتحقيق الاستدامة للشركات، ومن برامجها توفير الموارد التعليمية والتدريبية والإدارية المناسبة بالإضافة الى دعم الخبراء لرعاية أي مشروع استثماري في مجال الأحجار الكريمة الملونة لإظهار التزامه بتحقيق معايير الاستدامة البيئية والمشاركة في صناعة مسؤولة وشفافة[12]. ويبين شكل (10) أدناه مثالاً على ذلك.

شكل(10) عينة من أحجار الألماس والأحجار الملونة الخاصة بشركة "تشوبارد Chopard" التي اتبعت السلسلة الأخلاقية ومعايير تنظيم "كمبرلي Kimberley" و(CGWG) في سلسلة تعدين الأحجار الكريمة.

(12) https://www.chopard.com/intl/responsible-sourcing. Visited on 10.7.2021

2-إعادة تدوير المعادن Metal recycling:

يعد تدوير المعادن الثمينة المستخدمة في صناعة الحلي وبخاصة معدن الذهب من أهم الحلول الفاعلة في التقليل من الاستهلاك الواسع للمواد الخام وبالتالي التقليل من استخدام معدات التنقيب والحفر والطحن والفرز وغيرها وما تسببه من أضرار بيئية وانبعاث كربوني وتسرب للمواد الضارة داخل التربة. وتخضع عملية تدوير المعادن الثمينة للعديد من الإجراءات القانونية التي تتبعها كيانات تعنى بالتصنيع الآمن للمجوهرات ومن أشهرها على سبيل المثال مجلس Responsible Jewelry Council والذي أطلق مبادرة Chain-of-Custody(CoC) والتي تهدف لوضع معايير خاصة بالسلسة التصنيعية الامنة للمجوهرات ومن ضمنها المعادن الثمينة القابلة للتدوير. ومن هذه المعايير التوثيق الدقيق لمصدر المعدن والمالك وفي حال تقديم المعدن من قبل شركة توزيع فيقدم توصيف دقيق لنشاطات الشركة منعا من الإتجار غير النظامي ويتم الاحتفاظ بسجلات الموردين وشهادات الملكية[13]. ويوضح شكل (11) قطعة حلي اعتمدت في تصميمها وتشكيلها على المعادن المعاد تدويرها.

شكل(11) قطعة حلي مصنوعة من المعادن والأحجار المعاد تدويرها[14]

3-تفعيل دور المنظمات الاجتماعية:

تؤدي المنظمات الاجتماعية دورًا فاعلاً في العديد من قضايا المجتمع الحيوية وخاصة إذا فعلت بالشكل الصحيح الذي يخدم أهدافه وتتطور استراتيجياته بتطور حاجاته، وفي مجال صناعة الحلي يستلزم الأمر اعتماد استراتيجيات عمل مستدامة من أجل ضمان إدارة الموارد بشكل مسؤول يمنع أو يحد من نقصها في المستقبل. وتشمل هذه الموارد الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية وتوجيهها نحو الابتكار ولا تقتصر فقط على المنتجات والخدمات المقدمة وإدارة الأرباح وخلق فرص

(13)https://www.responsiblejewellery.com/wp-content/uploads/S002_2012_RJC_CoC_Standard_PM.pdf. Visited on 10.7.2021
(14)https://diyinspired.com/recycled-vintage-jewelry-inspiration/. Visited on 10.7.2021

عمل فهي أشمل وأعم وترتبط بطريقة تكاملية مع نسيج المجتمع ككيان واحد(Schwartz, 2003). فمن المنظور البيئي تستخدم الموارد بشكل يضمن عدم الإضرار بالأجيال القادمة والتقليل من آثار الصناعة واستخدام موارد الطبيعة بطريقة مستدامة، ومن المنظور الاقتصادي تدعم التنمية الاقتصادية والحفاظ على أرباح الشركات المصنعة، كما تفرض التزامات على الشركات لتحقيق القيمة المستدامة. ويتم ذلك من خلال تقليل مستويات استهلاك المواد الخام للحد من اضرارها البيئية وتطوير تقنيات جديدة ومبتكرة والاهتمام باحتياجات العاملين في أسفل هرم الإنتاج على المستوى العالمي لتسهيل تكوين دخل شامل وموزع بطريقة عادلة والعمل بشفافية ومسؤولية ومن المنظور الاجتماعي توفير فرص التنمية للمجتمع المحلي من خلال خلق فرص العمل وتطوير الاستراتيجيات لاستحداث بيئة عمل أكثر جاذبية، مما يعني تحسين نوعية الحياة، وتحسين الأجور وإشراك المجتمع(Palma, 2014).

4-تطوير مفهوم التصميم الذكي

وهو التصميم الذي يجمع بين الناحية الجمالية والوظيفة مع ترشيد استخدام الموارد الطبيعية المكونة للمنتج، والطاقة المستخدمة لإنتاجه، ويمكن تطبيق ذلك في مجال الحلي المعدنية حيث الابتعاد عن النمط التقليدي في التصميم وتقنيات التنفيذ، فعلى سبيل المثال يمكن استحداث سلسلة تصنيع مبتكرة بحيث يتم تصنيع القطعة واخراجها بشكلها النهائي دون المرور بالطرق التقنية المتعارف عليها في صياغة الحلي من صب ولحام وبرد والاستغناء عن بعضها لإنتاج اشكال مميزه ومبتكرة من الحلي مع توفير الطاقة والتقليل من التلوث الناتج عن استخدام سلسلة التصنيع التقليدية. ويوضح الشكل (12) مجموعة من الخواتم المعدنية من تصميم مصممة الحلي الامريكية "EVERLING' والتي تعتمد على تحقيق مبدأ الاستدامة في منتجاتها، حيث استخدمت خامة الذهب المعاد تدويره والأحجار الكريمة التي تمر بسلسلة التوريد الأخلاقية "Ethically sourced stones". وتم الاستغناء فيها عن الصقل والبرد المتعارف علية لإظهار الدائرة الخارجية بشكلها المعتاد في قطع الحلي والتركيز على النتوءات والتعرجات غير المنتظمة لإسقاط ناحية جمالية مبتكرة عليها بالإضافة الى الطريقة المبتكرة في تثبيت الأحجار حيث استبدلت تقنية صنع قاعدة "كرسي" لتثبيت الحجر ومن ثم لحمه بالقطعة الأساسية إلى طريقة مبتكرة بإدخال الأحجار في النموذج الشمعي[15].

(15) https://everlingjewelry.com/. Visited on 11.7.2021

شكل (12) مجوعة من الخواتم المعدنية المعتمدة على تطبيق معايير الاستدامة في التصميم والتنفيذ، تصميم المصممة "EVERLING"

ويشكل اختيار المواد المصنعة للقطعة المعدنية دورًا هاماً في الحفاظ على استدامتها، فمثلا عند اختيار مواد ضعيفة قابلة للتلف السريع فان التخلص منها سيكون أسرع لاستبدالها بقطع جديدة مرارًا وتكرارًا بينما إذا تم اعتماد استخدام المواد الثمينة ذات العمر الافتراضي الأطول في التصميم فان استخدامها سيكون على فترة أطول وبالتالي توفير استهلاك الموارد الطبيعية وتكلفة الإنتاج والتصنيع (Palma, 2014). وبنفس الطريقة، فإن قطع الحلي التي ترتبط ببعض المشاعر أو المواقف الشخصية لمستخدمها يتم استخدامها لفترة أطول وتقل بذلك أهمية المواد المستخدمة وتقنيات التصنيع بالنسبة لأهمية الرسالة التي تحملها. فالمجوهرات التي هي من صنع فنان أو حرفي أو صائغ أو مصمم والمصنعة خصيصا لأشخاص معينين تحصل على ارتباط عاطفي ويتم استخدامها لفترة أطول من المجوهرات المنتجة صناعيًا ويصبح هناك احتمال كبير لاستخدام المجوهرات لفترة طويلة.

وتجسد أعمال مصممة المجوهرات Ginta Zabarovska هذا المفهوم في تجسيد المشاعر الإنسانية والمواقف الخاصة وتمثيلها في قطعة الحلي لترتبط ارتباطا وثيقا بمستخدمها مدى الحياة، ويوضح الشكل (13) واحدًا من أعمال الفنانة بمسمى التوقيت المحلي حيث أن توثيق حدث ما يرتبط بمقتني القطعة في قطعة الحلي لتكون خاصة به وتحمل رسالة شخصية في قطعة حلي مميزة[16]. ويمثل شكل (14) قطعة أخرى من أعمال الفنانة Ginta Zabarovska 2016م، حيث وضعت صورة خاصة لمقتنية قطعة الحلي وبذلك جعلتها من المقتنيات الشخصية التي تعني بعدًا مختلفا، وبهذا الفكر تصبح قطع الحلي من المقتنيات الخاصة التي يصعب التخلص منها أو استبدالها وبالتالي الاحتفاظ بها والحد من عملية الإبدال المستمرة لقطع الحلي (Rudzite, 2017).

(16) http://gintacave.blogspot.com/2016/03/. Visited on 11.7.2021

شكل (13-14) من أعمال الفنانة (Ginta Zabarovska): Time Zones 2013
وصورة خاصة لمقتنية قطعة الحلي

5- استخدام المواد البديلة في التصميم والتصنيع:

وهي الخامات الأكثر حفاظًا على سلامة البيئة المحيطة ولا يسبب استخدامها أي خلل في التوازن البيئي أو نقص في الموارد الطبيعية التي يصعب أن تتجدد بالإضافة إلى الحد من انتشار الأبخرة السامة وغاز الكربون مثل الأصداف والبذور والخشب والمكسرات والجلود والطحالب والريش والفواكه المجففة وغيرها من المواد الطبيعية. وظهر مفهوم وبعد جمالي حديث للحلي في الوقت الحاضر فلم تعد مقتصرة على المعادن والأحجار الكريمة بل ظهرت المواد الطبيعية كبدائل جمالية توظف في تصميم مبتكر وفريد، حتى أنها أصبحت تعتبر نوعا من أنواع التعبير الفني. ويرتبط استخدام المواد البديلة والتصميم غير التقليدي للمجوهرات بتغيير ملف تعريف المستهلك والاهتمام بالبيئة حيث قد تخلق معالجة المواد الطبيعية فرصًا لتطوير عملية تصنيع جديدة تزيد من خلق فرص العمل فيها. ويمكن استحداث العديد من المعالجات التشكيلية أو الزراعية التي من شأنها إنتاج أنواعا مختلفة ذات خصائص مغايرة للمواد الطبيعية التقليدية، فعلى سبيل المثال يمكن تهجين مجموعة من النباتات لاحتمال لاستخراج بذور بألوان او أحجام مختلفة او ذات صلابة عالية لاستخدامها في قطع الحلي، ويمكن كذلك تجفيها ومن ثم صبغها بألوان طبيعية، ويبين الشكل (15) البذور الطبيعية لنبات Gunja والشكل (16) لنبات Rudraksh بألوانهما المختلفة حيث يستخدمان في صنع القلائد[17].

(17)https://www.researchgate.net/publication/332672275_New_trend_in_Jewelry_industry_and_Sustainable_materials_to_develop_lifestyle_products. Visited on 11.7.2021

شكل (15) بذور نبات Gunja بعد تلوينه

شكل (16) بذور نبات Rudraksh واستخدامها في صنع القلائد

المحور الرابع: نماذج من الحلي المعدنية المستدامة

يوضح جدول(2) مجموعة من الحلي المعدنية المستدامة التي استخدمت في صنعها التقنيات اليدوية البسيطة والتي من شأنها توفير الطاقة وترشيد استخدام المواد الكيميائية.

جدول(2): مجموعة من الحلي المعدنية المستدامة

https://www.etsy.com/listing/167198036/tutorial-chemical-free-etching-metal	شكل (17) أقراط مصنوعة يدويا من النحاس الأحمر، واستخدمت في صنعة تقنية القص والطرق والحفر أو النقش الخالي من استخدام المواد الكيميائية.
https://www.pinterest.com/search/pins/?q=eco%20jewelry&rs.	شكل (18) تعليقة صدر جمعت بين الأصداف الطبيعية والأسلاك المعدنية التي تداخلت مع بعضها في تناغم جمالي أثرى قطعة الحلي مع إضافة الخرز الملون في مركزها.
https://www.flickr.com/photos/kavadams/6335395542/in/album-72157606751029983	شكل (19) تعليقة صدر مكونة من قطع معدنية معاد استخدامها من أسلاك معدنية مختلفة الشكل والسمك وحبات الخرز ثبتت بطريقة فنية مميزة بأطوال متباينة.

 https://adaptivereuser.com/collections/fresh-of-the-bench/products/chock-a-block-trapezoid-pattern-no-2-tiny-art	شكل (20) طوق للرقبة مصنوع من صاج معدني لألعاب الأطفال أعيد استخدامه بقص الصفيح المعدني يدويا إلى أجزاء مثلثة متماثلة ثبتت بطريقة كبس المسامير في أعلى القطعة وأسفلها ولونت بألوان المينا المعتمة.
 https://www.trendhunter.com/trends/techcycled-jewelry	شكل (21) قلادة معدنية مصنوعة من مواد معاد تدويرها (شريحة الدائرة الإلكترونية) وثبتت على قاعدة معدنية استخدمت في تصنيعها تقنية القص والثني والتلحيم.
 https://www.beadinggem.com/2008/11/eco-jewelry-of-mana-bernandes.html	شكل (22) تعليقة صدر مصنوعة من مكملات زينة الشعر المعدنية ذات السطح المتموج التي رتبت باتجاه واحد، وأحدث التنوع اللوني بتدرجاته اللونية المتباينة بعدا جماليا للمشغولة، وثبتت القطع المعدنية بطريقة انسيابية على الشريط الدائري.
 https://adaptivereuser.com	شكل (23) أقراط مصنوعة من أحجار الفخار الملون المثبتة على لوح معدني استخدمت في تشكيلة تقنية الطرق والقص، وتقنية ثني المعدن لتشكيل الأقواس ولربط الأسلاك المعدنية.

نتائج البحث Research results:

- يرتبط تحقيق التنمية البيئية المستدامة بالفهم الصحيح لمصطلح الاستدامة.
- يمكننا أن نصنف أهم مشكلات إنتاج الحلي المعدنية التي لها تأثير سلبي مباشر على البيئة الطبيعية والبشرية، إلى مشكلات خاصة بالتعدين المتعلق باستخراج المعادن الثمينة والأحجار الكريمة وطحنها وفرزها وتوزيعها، وأخرى متعلقة بالتصنيع من تقنيات واستخدام المواد الطبيعية غير المتجددة.
- يمكن إيجاد اعتبارات تصميمية تساهم في تحقيق الاستدامة البيئية لمنتجات الحلي المعدنية ترتبط بالوعي الاجتماعي كتفعيل دور المنظمات الاجتماعية، والمرتبطة بالتصنيع مثل إعادة تدوير المعادن، والتركيز على التقنيات اليدوية، والعوامل المرتبطة بالتصميم مثل تطوير مفهوم التصميم الذكي واستخدام المواد البديلة في التصميم.
- من خلال استبدال المعادن ببعض الخامات التي تتمتع بسهولة التشكيل نضيف قيمة جمالية للحلي ونحقق الاستدامة البيئية.
- يسهم تطويع التصميم لاختصار خطوات التصنيع في التقليل من العوامل المضرة بالبيئة.
- من المهم أن يأخذ المصمم إعادة تدوير المنتج بعين الاعتبار من بداية عملية التصميم وذلك لتحقيق الاستدامة.
- تعتبر الاستدامة البيئية ثقافة وعي وإدراك مجتمعي ترتبط ارتباطا مباشرا عند تطبيقها برفاهية المجتمع وأمانه الصحي.

توصيات البحث Research Recommendations:

- اعتماد الاستدامة البيئية كاستراتيجية تصميمية من شأنها أن تسهم في تطوير منتجات الحلي المعدنية وتدعم التوجهات العالمية الجديدة الخاصة بتطوير التقنيات والتكنلوجيا الخضراء.
- تعزيز التنمية الصناعية في المملكة العربية السعودية القائمة على الإمكانات الطبيعية والبشرية بعوامل مساندة تضمن لها الاستدامة.
- إجراء المزيد من الدراسات في مجال الاستدامة البيئية لبناء قواعد علمية في تصميم المنتجات المستدامة.
- رفع الوعي لدى المصانع والشركات المصنعة للحلي المعدنية والعاملين في مجال تصميم المنتجات في المملكة بالتنمية البيئية المستدامة وطرق تحقيقها والاطلاع على تجارب الدول المتقدمة المعتمدة في تنميتها الصناعية على تطبيق استراتيجية تصميمية تحقق الاستدامة البيئية والتكنولوجيا الخضراء.

مراجع البحث:

- بوروبة، ليليا وبن منصور، ليليا (2019). دور الابتكار البيئي في التوجه نحو الاقتصاد الأخضر– التجربة الهولندية، **مجلة البشائر الاقتصادية**، الجزائر، المجلد (4)، العدد (3)، ص644–657.
- الجبريني، عرفات (2019). محددات استراتيجيات تطوير المنتجات الخضراء في الشركات الصناعية في فلسطين، **مجلة الجامعة للبحوث – مجلة العلوم الإنسانية**، جامعة الخليل، فلسطين، المجلد (14)، العدد (2)، ص151–178.
- خليل، أحمد موسى (2018). التنوع الصناعي: قياسه وأنماطه– دراسة تطبيقية على الأنماط الصناعية بالمملكة العربية السعودية، **مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية**، جامعة الكويت، المجلد (44)، العدد (170)، ص66–117.
- شوادر، مروى و بوريش، هشام (2019). الاستِدامة: ثقافة عالمية بعيون عربية: الجزائر نموذجا، كلّية الُعلوم الاقتصادية التجاريّة وعلوم التّسيير، جامعة باجي مختار– عّنابة، **رماح للبحوث والدراسات**، الجزائر، المجلد (2019)، العدد (33)، ص359–381.
- عبد الخالق، سمين فتاح (2014). سياسة الترويج والتسويق للمنتج الصناعي وفاعليتها في الثقافة، **رسالة دكتوراه**، جامعة بغداد، كلية الفنون الجميلة.
- كمر، علاء إسماعيل (2017). استراتيجية الاستدامة واتجاهاتها الحديثة في تصميم المنتجات الصناعية، **رسالة دكتوراه**، جامعة بغداد، كلية الفنون الجميلة.
- محمد، عبد الله حسون وداوي، مهدي صالح وخضير، إسراء عبدالرحمن (2015). التنمية المستدامة: المفهوم والعناصر والأبعاد، **مجلة ديالي للبحوث الإنسانية**، العراق، العدد (67)، ص 338–356.
- مداني، جميلة (2019). الصناعة التعدينية وأثرها على التنمية الاقتصادية في ظل المستجدات البيئية في العالم، **مجلة التنمية الاقتصادية**، الجزائر، المجلد (4) العدد (2)، ص198–212.
- Abdul-Wahab, Sabah and Marikar, Fouzul, (2012) The Environmental Impact of Gold Mines: Pollution by Heavy Metals, **Central European Journal of Engineering,** Poland, Vol. 2, pp 304-313.
- Burns, Tom R. (2015) Sustainable Development: Agents, Systems and the Environment, **Current Sociology Journal**, London, 64(6), p1-32.
- Cohen, C. (2016) Green & Sustainable Luxury: A Strategic Evidence. In: Plangger K. (eds.) Thriving in a New World Economy: Developments

in Marketing Science, **Proceedings of the Academy of Marketing Science**. Springer, Cham, 2016, pp 270-270.

- Cooke J.A.; Johnson, M.S., (2002) Ecological Restoration of Land with Particular Reference to the Mining of Metals and Industrial Minerals: A Review of Theory and Practice, **Environmental Reviews**, 10 (1), pp 41–71.
- D'Esposito, S. (2000) Is Mining Sustainable? **The Corporate Ethics Monitor**, Canada, 12 (4), pp 1-3.
- De Haan, L. J. (2000) Globalization, Localization and Sustainable Livelihood, **Sociologia Ruralis**, United Kingdom, 40 (3), pp 339-365.
- Ferro, Daniela;Virgili, Vania; Carraro,Adelia; Formigli, Edilberto and Costantini, Lorenzo (2009) A Multi-analytical Approach for the Identification of Technological Processes in Ancient Jewellery, **Journal of Archaeometry**, France, Vol. 33, pp 51-57.
- Getaneh, W. and Alemayehu, T. (2006) Environment by placer and primary gold mining in the Adola region of southern Ethiopia, **Environmental Geology**, New York-Berlin, 50 (3), pp 339–352.
- Giudice, F.; La Rosa, G.; Risitano, A., (2006). Product Design for the Environment: a Life Cycle Approach, **CRC Press Publication**, Boca Raton USA, First Edition, Jan 13, 2006, p 15.
- Graedel, Thomas, et al (2011) What Do We Know about Metal Recycling Rates, **Journal of Industrial Ecology**, Yale University, USA, 15 (3), pp 355-366.
- Palma, E. et al (2014), Sustainable Strategies and Export Performance: an analysis of companies in the gems and jewelry industry, **Revista Brasileira de Gestao de Negocios,** Brazil, 16 (50), pp 25-42.
- Rudzite, Inita and Kukle,Silvija (2017) Ecological Issues In Latvian Jewelry Design, **17th International Multidisciplinary Scientific Geoconference**, SGEM 2017, Albena, Bulgaria, pp 207-214.
- Schwartz, M.; Carroll, A. (2003) Corporate Social Responsibility: A Three-domain Approach, **Business Ethics Quarterly**, Charlottesville, USA, 13 (4), pp 503-530.
- Sousa, R.N.; Veiga, M.M.; Klein, B.; Telmer, K.; Gunson, A.J.; Bernaudat, L., (2010) Strategies for Reducing the Environmental Impact of Reprocessing Mercury Contaminated Tailings in the Artisanal and Small-scale Gold Mining Sector: Insights from Tapajos River Basin, **Journal of Cleaner Production,** USA, 18 (16), pp 1757-1766.
- Tepe Kucukoglu, Mubeyyen and Pınar, Recep İbrahim (2018) The Mediating Role of Green, Organizational Culture between

Sustainability and Green Innovation, A Research in Turkish Companies, **Business & Management Studies: An International Journal**, Turkey, 6 (1), pp 64-85.

- Thammaraksa, Chonlawan; Wattanawa, Annuwat and Prapaspongsa, Trakarn (2017) Corporate Environmental Assessment of a Large Jewelry Company: From a Life Cycle Assessment to Green Industry, **Journal of Cleaner Production**, USA, Vol. 164, pp 485-494.