# مورفولوجيا النسيج المعدني في تصميم المجوهرات المعاصرة، استلهام من زخارف السدو السعودي

***غادة غازي تاج جان،*** قسم الفنون البصريّة، كليّة التّصاميم والفنون، جامعة أم القرى، المملكة العربية السعودية

**Received:** 29/7/2025

**Acceptance:** 3/9/2025

**Corresponding Author:** ggjan@uqu.edu.sa

**Cited by:** Jordan J. Arts, 18(4) (2025) 495-518

**Doi:** https://doi.org/10.47016/18.4.5

**الملخص**

يهدف البحث إلى معالجة النقص في الدراسات التي تربط بين مورفولوجيا النسيج المعدني والتقنيات الرقمية (CAD/CAM) لتوظيف زخارف السدو السعودي في صياغة مجوهرات معاصرة. واعتمد البحث على المنهج الوصفي لدراسة مورفولوجيا النسيج المعدني وتحليل زخارف السدو، إلى جانب المنهج التطبيقي في تصميم نماذج مجوهرات باستخدام التقنيات الإلكترونية الحديثة. جرى تصميم مجموعة من النماذج الرقمية وتنفيذ بعضها بالذهب من عيار 21 بتقنية (CAD/CAM)، مما أظهر إمكانية الاستفادة من الخصائص المورفولوجية للنسيج المعدني في ابتكار تصاميم معاصرة تحمل هوية ثقافية سعودية. وتوصلت النتائج إلى أن دمج زخارف السدو مع تقنيات (CAD/CAM) يتيح إنتاج مجوهرات معقدة ومتنوعة تتميز بقيمة جمالية وتقنية عالية. وأوصت الباحثة بضرورة الاستفادة من التراث المحلي في تصميم المجوهرات، وتبني برامج تدريبية لتطوير مهارات المصممين في تقنيات التصميم الرقمي، بما يسهم في تعزيز الهوية الوطنية وتلبية احتياجات السوق المحلية.

**الكلمات المفتاحية:** التصميم، المجوهرات، الحلي، المعادن، الزخارف، السدو، المورفولوجيا، (CAD/CAM)، الهوية الثقافية.

# Metallic Textile Morphology in Contemporary Jewelry Design: Inspiration by Saudi Sadu Patterns

***Ghada Ghazi Taj Jan***, Department of Visual Arts, College of Design and Arts, Umm Al-Qura University, Kingdom of Saudi Arabia

**Abstract**

This research aims to address the lack of studies linking the morphology of metallic textures with digital technologies (CAD /CAM) to employ Saudi Sadu ornaments in creating contemporary jewelry. The study uses a descriptive method to analyze the morphology of metallic textures and the decorative patterns of Sadu, alongside an applied method to design jewelry models using modern digital technologies. A series of digital models were created, and some were executed in 21-karat gold using (CAD/CAM) technology, demonstrating the potential of using the morphological features of metallic textures to develop contemporary designs that embody Saudi cultural identity. The results reveal that integrating Sadu ornaments with (CAD/CAM) technologies helps create intricate and diverse jewelry designs characterized by high aesthetic and technical value. The researcher recommends using local heritage in jewelry design and developing training programs to develop designers' digital design skills, thereby enhancing national identity and meeting the needs of the local market.

**Keywords**: Design, Jewelry, CAD/CAM, Metal Fabric Morphology, Saudi Sadu, Cultural Heritage, Innovation.

**© 2025- جميع الحقوق محفوظة للمجلة الأردنية للفنون**

## المقدمة

يُعدّ التراث الثقافي مكوّناً أصيلاً من مكونات الهوية الوطنية، إذ يُجسّد امتداد الماضي وعمق التاريخ، ويؤسس لنهضة مستقبلية تستند إلى الأصالة والإبداع. وانطلاقاً من رؤية المملكة العربية السعودية 2030، التي أولت اهتماماً بالغاً بحماية الهوية الثقافية واستثمار الموروث الفني والحرفي لبناء مجتمع حيوي واقتصاد مزدهر، تعاظمت الجهود لتوظيف الحرف التقليدية -ومنها حرفة السدو- كمصدر إلهام للمصممين والفنانين، بما يعزّز حضور الهوية الوطنية في المنتجات الإبداعية المعاصرة.

وتُعدّ حرفة السدو من أبرز الحرف التقليدية في المملكة، إذ اشتهرت بها مناطق البادية بوصفها صناعة نسائية رفيعة المستوى الفني تجمع بين البساطة والدقة العالية. وتمتاز زخارف السدو بقيم جمالية وتشكيلية فريدة، تعتمد على التراكيبات النسيجية والألوان الرمزية التي تعبر عن معانٍ اجتماعية وثقافية عميقة. وتشير دراسات حديثة في مجال التصميم التراثي إلى أن زخارف السدو تحمل إمكانات واسعة للاستلهام الفني، غير أنّ معظمها اقتصر على توثيق الأنماط الزخرفية أو إعادة إنتاجها بأسلوب تقليدي، دون الانتقال إلى تطبيقات صناعية معاصرة أو دمجها في مجالات التصميم المتقدم مثل المجوهرات.

في المقابل، شهدت صناعة الحلي والمجوهرات طفرة نوعية بفضل اعتماد تقنيات التصميم والتصنيع الرقمي (CAD/CAM)، التي أتاحت للمصممين ابتكار نماذج دقيقة ثلاثية الأبعاد، وتنفيذها بكفاءة عالية عبر ماكينات (CNC) والطابعات ثلاثية الأبعاد. وقد أظهرت أبحاث سابقة أن استخدام النسيج المعدني المصنوع من أسلاك معدنية متفاوتة السماكات والمرونة يوفّر خصائص ميكانيكية وجمالية متفوقة، مثل المتانة، وقابلية التشكيل، والمقاومة الحرارية، ما يجعله خياراً مثالياً لتطوير تصاميم معقدة تجمع بين الوظيفة والزخرفة الفنية. ومع ذلك، يظل حضور النسيج المعدني في تصميم المجوهرات العربية محدوداً، ويكاد ينعدم الربط العلمي بينه وبين الزخارف التراثية المحلية.

ورغم وجود دراسات متفرقة حول زخارف السدو من منظور تراثي، وأخرى حول تطبيقات (CAD/CAM) في صياغة الحلي، فإن الدمج المنهجي بين مورفولوجيا النسيج المعدني وزخارف السدو السعودي لم يُبحث بعد بالشكل الكافي. وتمثل هذه الفجوة البحثية فرصة علمية لإنتاج مجوهرات معاصرة ذات هوية ثقافية سعودية، تتوافق مع توجهات التنمية الوطنية وتعزز استدامة الحرف التقليدية عبر قوالب تكنولوجية حديثة.

بناءً على ذلك، يهدف هذا البحث إلى استلهام زخارف السدو السعودي وتوظيف مورفولوجيا النسيج المعدني في تصميم وتنفيذ مجوهرات معاصرة باستخدام تقنيات (CAD/CAM)، بما يحقق الدمج بين الأصالة التراثية والتقنية الرقمية، ويسهم في إبراز الهوية الوطنية في صناعة المجوهرات، خاصة في ظل إعلان عام 2025 كعام الحرف اليدوية، تعزيزاً للثقافة والتراث السعودي.

**مشكلة البحث**

رغم الاهتمام المتزايد بتوظيف التراث السعودي في التصميم، لا توجد دراسات متكاملة تربط بين مورفولوجيا النسيج المعدني وزخارف السدو السعودي لاستخدامهما في تصميم مجوهرات معاصرة بالتقنيات الرقمية الحديثة. حيث تتمثل مشكلة البحث في غياب الدراسات المنهجية التي توضح كيفية دمج زخارف السدو السعودي مع الخصائص المورفولوجية للنسيج المعدني لتطوير مجوهرات معاصرة باستخدام تقنيات (CAD/CAM).

ومن خلال ما سبق؛ نحددّ مشكلة البحث في التساؤل الرئيس الآتي: كيف يمكن توظيف مورفولوجيا النسيج المعدني في تصميم مجوهرات معاصرة مستلهمة من زخارف السدو السعودي باستخدام تقنيات (CAD/CAM) بما يعزز الهوية الثقافية السعودية؟

**أهداف البحث**

1. تحليل الخصائص المورفولوجية للنسيج المعدني.
2. توظيف هذه الخصائص في تطوير نماذج تصميمية لمجوهرات معاصرة مستلهمة من زخارف السدو السعودي.
3. إبراز ملاءمة استلهام زخارف السدو في التصاميم المعاصرة. باستخدام معايير فنية وتقنية واضحة.

**أسئلة البحث**

1. ما الخصائص المورفولوجية الأساسية للنسيج المعدني التي يمكن توظيفها في تصميم المجوهرات؟

2. كيف يمكن استلهام زخارف السدو السعودي في تطوير تصاميم معاصرة باستخدام تقنيات (CAD/CAM)؟
3. إلى أي مدى تحقق التصاميم الناتجة الدمج بين الأصالة (الهوية الثقافية السعودية) والابتكار التقني؟

**أهمية البحث**

## أولاً: الأهمية النظرية

1. إلقاء الضوء على الخصائص المورفولوجية للنسيج المعدني وإمكاناته التقنية والجمالية.
2. تأصيل التراث السعودي من خلال دراسة زخارف السدو كمصدر للإلهام في تصميم المجوهرات.
3. الإسهام في إثراء الدراسات الأكاديمية بمجال دمج التراث بالحرف المعاصرة باستخدام التقنيات الرقمية الحديثة.

## ثانياً: الأهمية التطبيقية

1. دعم السوق المحلية بتصاميم مجوهرات معاصرة تحمل الهوية السعودية وقابلة للتنفيذ الصناعي.
2. تقديم نموذج تطبيقي يوضح كيفية توظيف النسيج المعدني في تصميم المجوهرات بالتقنيات الرقمية (CAD/CAM).
3. تعزيز الجانب التعليمي والبحثي في كليات التصميم والفنون من خلال توفير مادة علمية قابلة للاستخدام في التدريس والتدريب.

**حدود البحث**

**1. الحدود الموضوعية**

أ. اقتصر البحث على دراسة مورفولوجيا النسيج المعدني، وتحليل زخارف السدو السعودي من منظور وصفي تحليلي.

ب. ركزت التجربة التطبيقية على تصميم مجوهرات معاصرة (قلادة، وأقراط، وسوار، وبنجرة، وخاتم) باستخدام تقنيات (CAD/CAM) وصياغتها بالذهب عيار 21.

**2. الحدود التطبيقية**

أ. تم اختيار ستة زخارف متنوعة من السدو السعودي وتحليلها مورفولوجياً، ثم توظيفها في عشرة نماذج تصميمية أولية.

ب. تم استخدام برامج (Illustrator)، وبرنامج (Procreate) للتصميم الأولي، وبرنامج (Matrix) ليتم تشغيله مع أجهزة (CAD/CAM)، وتحديداً جهاز (CNC)، وجهاز (3D printing)، وجهاز (3D Laser cutting, shearing and drilling and Engraving Router).

**3. الحدود المكانية**

صُممت النماذج في استوديو الباحثة، وتم تنفيذ الصياغة في مصنع متخصص للمجوهرات.

**4. الحدود الزمنية**

أجريت الدراسة التطبيقية خلال الفترة من يناير 2024 إلى يوليو 2024.

**5. عينة البحث**

أ. اقتصرت العينة التطبيقية على زخارف السدو السعودي الستة المختارة كنماذج ممثلة للتحليل والتوظيف التصميمي.

ب. عينة عشوائية مقصودة تكونت من (15) من الخبراء والمختصين في مجال التصميم المجوهرات وتصنيعها؛ و(45) المستهلكين.

**منهج البحث وأدواته**

اعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي والمنهج التطبيقي، وفق المراحل الآتية:

1. **جمع البيانات:** مراجعة الدراسات السابقة المتعلقة بالنسيج المعدني وزخارف السدو السعودي وتقنيات تصميم وصياغة المجوهرات الرقمية.
2. **التحليل المورفولوجي:** دراسة الخصائص الشكلية والبنائية للنسيج المعدني وزخارف السدو السعودي لاستخلاص مفردات تصميمية قابلة للتطبيق.
3. **التصميم التجريبي:** توظيف النتائج في تطوير عشرة نماذج تصميمية أولية لمجوهرات باستخدام برامج التصميم الرقمي.
4. **التنفيذ والتقييم:** صياغة أربعة نماذج مختارة بالذهب عيار 21 باستخدام أجهزة التصنيع الرقمي (CAD/CAM)، ثم تقييمها جمالياً وتقنياً لقياس مدى نجاح الدمج بين التراث والتقنيات المعاصرة.
5. **أداة الدراسة**: صممت الباحثة أداة الملاحظة (استمارة استطلاع رأي لتقييم التجارب التطبيقية للدراسة) حيث شملت أربعة محاور تقيس الجوانب الجمالية بـ(4) عبارات. والجوانب الوظيفية بـ(3) عبارات، والجوانب التقنية بـ(3) عبارات، والجوانب الثقافية والتسويقيةة بـ(4) عبارات، وتخضع الإجابات على عباراتها لمقياس ليكرت للتدرج الثلاثي.
6. **الأساليب الإحصائية المستخدمة:** تم استخدام المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والنسبة المئوية للإجابة على تساؤلات الدراسة.

**مصطلحات البحث**

**المورفولوجيا (Morphological):** ورد معنى المورفولوجي في (al-Mu jam al-falsafī, 1982) بأنه: العلم الذي يبحث في صور الأشياء أو أشكالها. وذكر (Ritchey, 2009) أن مصطلح مورفولوجي اشتق من الكلمة اليونانية القديمة (morphê)، والتي تعني: الشكل أو البُنية، وأضاف تعريفًا عامًا للبُنية المورفولوجية بأنها: دراسة الشكل أو النمط، بمعنى: دراسة الشكل والترتيب الخاص بأجزاء الأشكال في البُنية الكلية، وكيفية مطابقة تلك الأجزاء لعمل أشكال وتكوينات جديدة.

**النَّسيج المعدني: النسيج لغةً:** هو اسم الإبداع من نَسَجَ، والجمع: نُسُجٌ وأَنْسِجَة، والمؤنث: نَسِيجٌ ونَسَائِجُ. والمعَادِنُ لغةً: (اسم)، جمع مَعدِن. مَعدَنِيّ: (اسم) (مَنْسُوبٌ إِلَى الْمَعْدِنِ)، مَاءٌ مَعْدِنِيٌّ: مَاءٌ مُشْبَعٌ بِالأَمْلاَح مِيَاهٌ مَعْدِنِيَّةٌ، ويُقصَد بالمعادن: الجواهر المستخرَجة من باطن الأرض، كالحديد والرصاص ونحوهما. والمعادن النفيسة: (مصطلحات لأسماء المعادن)، كالذهب والفضَّة والبلاتين والبلاديوم (Mu jam al-ma ānī al-Jāmi , 2010). وتعرِّف الباحثة الإمكانيات المورفولوجية للنسيج المعدني إجرائيًا بأنها: القدرة الفائقة للمعادن على تشكيل أدقِّ التفاصيل للنسيج المعدني، دقة مشابهة لتشكُّل الخيوط النسيجية (اللحمة والسدا) بتوظيف زخارف السدو السعودي في صياغة مجوهرات معاصرة، بمساعدة التقنيات الإلكترونية الحديثة في تصنيع المجوهرات.

**تصميم مجوهرات معاصِرة:** التصميم في اللغة: جمع تَصميمات. صَمَّمَ: (فعل)، وهو مصدر صَمَّم. وصمَّمَ على وصمَّمَ في يُصمِّم تصميمًا، فهو مُصمِّم، والمفعول مُصَمَّم (Mu jam al-ma ānī al-Jāmi , 2010)، وعرَّف (Shawqī, 2002) التصميم هو ابتكار شكل جديد يجمع بين الوظيفة والشكل الجمالي في آنٍ واحدٍ، فالشيء المبتكَر ينبغي أن يحقِّق الغرض منه، ويخدم الوظيفة الخاصة التي صمم لأجلها، وهذه الوظيفة هي الأساس التي تبدأ منها عملية التصميم، والتصميم تنظيم

وتنسيق يجمع بين الجانبين الجمالي والوظيفي.

**والحُلْي** في اللغة هي كلمة (مفرد): جمعها حُلِيّ، ما يُتزيَّن به من المصوغات والمعادن أو الأحجار الثَّمينة، {يحلَّوْنَ فِيهَا مِنْ أَسَاوِرَ مِنْ ذَهَبٍ} (Sūrat al-Kahf, Āyat, 31) ومعناه: الشيء الجميل، وكلمة حُلي هي كلمة بدأ استخدامها من قديم، وهي كلمة عربية فصيحة، ويُعبَّر عن الحُلي بكلمتَيْ: (مجوهرات: وهي المشكَّلة بالمعادن الثمينة المطعمة بالأحجار الكريمة)، و(إكسِسْوارات: وهي المشكَّلة بالمعادن الأخرى).

وتعرِّف الباحثة تصميم مجوهرات معاصِرة إجرائيًّا بأنها مجموعة المحاولات التصميمية المبتكَرة والمستوحاة من زخارف السدو السعودي؛ لعمل تخطيطات أوَّلية وتصاميم متعدِّدة بالطرائق التقليدية (الرسم اليدوي)، ثمَّ رسْم التصميم بطريقة رقمية باستخدام برامج التصميم ثلاثية الأبعاد (3D)، ثم باستخدام برنامج الماتريكس (Matrix).

**زخارف السدو**: الزخرفة لغةً جمعها زُخْرُف زخارف، ومعنى (تَزَخْرَفَ): تزيَّن. وهي الزِّينة وكمال حُسْن الشيء. والزُّخْرُفُ: الذهب، وزُخْرُف الأَرض: ألوان نباتها، وزُخْرُف البيت: متاعه. و(الزَّخْرَفَة): فنُّ تزيين الأَشياء بالنقش أَو التطريز أَو التطعيم، وغير ذلك (Mu jam al-Wasīṭ, 2004)، والزخرفة اصطلاحًا: هي النقوش التي يُجمَّل بها البناء، سواء كانت في الجص أو الحجر أو الخشب أو الرخام أو المعادن أو غيره (Rizq, 2000)، كما عرفتْها (Jān, 2043) بأنه كل نقشٍ على السطح بقصد تزيينه وزيادة جماله. والسَدْو لغةً: (اسم)، سَدْو: مصدر سَدا، وهو (فعل) سَدَا سَدْوًا: أي مَدَّ يَدَهُ نحو الشيء (Mu jam al-ma ānī, 2010)، والسدو اصطلاحًا: كل ما هو منسوج على طراز أُفقي وهو النسيج البدوي التقليدي، ويُطلَق اللفظ أيضًا على عملية حياكة الصوف. وأضافت (Qurbān, 2019) أنه يُقصَد بالسدو في اللهجة السعودية: عملية نسْج الصوف باستخدام النول؛ لنسْج البُسُط والسجَّاد والخروج (وهي التي تُوضَع على ظهور الدواب لحمْل الأمتعة)، والفلجان (وهي الأجزاء التي يتكوَّن منها بيت الشعر)، والبجاد (وهي قواطع تُقسِّم بيت الشعر إلى أماكن لكلٍّ منها وظيفتها الخاصة)، والخيمة (رمز الملاذ والحِمَى والأمن في الثقافة البدوية)، وأنه يغلب على منسوجات السدو الألوان البيضاء والسوداء ودرجات مختلفة من الأحمر، والبرتقالي والبُنِّي.

ويُقصَد بزخارف السدو إجرائيًّا أنها: الزخارف البدوية التي تُعدُّ سمة مميَّزة من هُوِيَّة التراث الشعبي السعودي ويتمُّ نسْجها من الصوف الطبيعي من شَعْر الغنم أو الماعز أو الإبل، واشتهرت باللون الأبيض والأسود والبُنِّي بدرجاته، ويتمُّ صباغتها بالألوان الطبيعية، كما اشتهر السدو بزخارف مميَّزة يغلب عليها الطابع الهندسي، وفي هذا البحث تمَّت دراستها وتحليل بنيتها الشكلية، كما تمَّ من خلالها استيحاء مجموعة تصميمية لمجوهرات معاصِرة تحمل الهُوِيَّة السعودية.

**الإطار النظري والدراسات المرتبطة بالبحث**

يدور الإطار النظري والدراسات المرتبطة بهذا البحث حول محورين أساسيين، هما الخصائص المورفولوجية (للنسيج المعدني وزخارف السدو)، والثاني هو مورفولوجيا تصميم وصياغة المجوهرات بتقنية (CAD/CAM) والتي سيتم عرضها في هذا البحث كالآتي:

**المحور الأول: الخصائص المورفولوجية (للنسيج المعدني وزخارف السدو)**

**أولا: مورفولوجيا البُنية التشكُلية والتركيبية للنسيج المعدني:**

شهد النسيج المعدني عبر العصور تطوراً ملحوظًا في طرق تصنيعه واستخدامه، حيث استُخدمت خيوط الذهب والفضة في تطريز الأزياء الملكية وصياغة الحلي ذات الطابع الفخم، مما أضفى على القطع قيمة رمزية واجتماعية عالية. ومع التقدم الصناعي في القرن العشرين، ظهرت محاولات لدمج الأسلاك المعدنية الرقيقة مع الألياف النسيجية الصناعية لتقليل التكلفة وزيادة المتانة دون فقدان القيم الجمالية التقليدية. وقد هيأت

التقنيات الحديثة مثل الطباعة ثلاثية الأبعاد وآلات (CNC) فرصًا جديدة لإنشاء نسيج معدني معقد وخفيف الوزن يلائم متطلبات التصميم المعاصر.

**أ. الخصائص المورفولوجية للبنية التشكُّلية (Formative Morphology) للنسيج المعدني:**

1. الوحدات الشكلية الأساسية: تتكون من أسلاك معدنية متباينة السماكة وأشكال هندسية متكررة يمكن تطويعها في تصميم المجوهرات الدقيقة.
2. النمط البصري والإيقاع: يتيح تكرار العناصر وانتظامها تكوين إيقاعات جمالية تضيف بعداً بصرياً مميزًا للقطعة.
3. التأثيرات الضوئية: يعكس النسيج المعدني الضوء بزوايا مختلفة، مما يعزز لمعان السطح ويُظهر التباين بين الكتل والفراغات.
4. البعد الفراغي: توفر التراكيب الشبكية للنسيج إحساسًا بالعمق والشفافية الجزئية، مما يضفي خفة على تصميم المجوهرات.

**ب. الخصائص المورفولوجية للبنية التركيبية (Structural Morphology) للنسيج المعدني:**

1. المتانة والمرونة: تسمح بنية الأسلاك المعدنية بتحمل الضغوط مع الحفاظ على القابلية للانحناء دون تشوه.
2. الهياكل الداخلية الدقيقة: تمكّن الشبكات المعدنية الدقيقة من إنشاء تصاميم قوية وخفيفة الوزن في الوقت ذاته.
3. إمكانية الدمج المادي: يسهل دمج المعادن الثمينة مع الألياف الصناعية للحصول على نسيج هجين متين وذي قيمة جمالية عالية.
4. التوافق مع تقنيات التصنيع الحديثة: تدعم هذه البنية استخدام برامج (CAD) وتقنيات (CAM) في صياغة تصاميم معقدة قابلة للتنفيذ بدقة عالية.

**التطبيقات العلمية والدراسات التي تناولت النسيج المعدني بأشكال وتوظيفات متعدِّدة منها:**

دراسة (Springer, 2025) التي هدفت إلى (الكشف عن البنية المورفولوجية والتركيبية للخيوط المعدنية المستخدمة في المنسوجات التاريخية (الدانتيل المعدني) من القرنين السابع عشر إلى التاسع عشر) من أجل فهم أساليب التصنيع التقليدية لهذه المواد. مستخدماً المنهج التحليلي متعدد الأدوات يشمل الفحص البصري المجهري، والتحليل الطيفي لعينة منسوجات معدنية أصلية محفوظة في متاحف أوروبية. وتوصلت النتائج إلى تحديد الطبقات المكوِّنة للخيوط المعدنية وكشف طرق تشكيلها (مثل الطلاء بالذهب أو الفضة وتطبيق طبقات واقية عضوية)، كما أوضحت الدراسة التغيرات الفيزيائية والكيميائية الناتجة عن التقادم والاستخدام. أوصت الدراسة بأهمية دمج تقنيات التحليل العلمي مع الدراسات التراثية لفهم الخصائص المورفولوجية والتكوينية للخيوط المعدنية، بما يعزز حفظها واستلهامها في التصاميم المعاصرة.

دراسة (al-Thaqafī, 2023) التي هدفت إلى التعرُّف إلى (الإمكانيات التشكيليَّة للأسلاك المعدنية لتحقيق الحركة التفاعليَّة في الرقصات الشعبية وإنتاج أعمال فنية تشكيلية تُحقِّق الحركة التفاعلية في الرقصات الشعبية باستخدام الأسلاك المعدنية). وقد طبَّقت الدراسة المنهج الوصفي، إلى جانب التجربة العملية. والتي نتج عنها أن استخدام النسيج المعدني المتمثِّل في الأسلاك المعدنية يعدُّ عملية سهلة التشكيل، وتسمح بالتنوُّع الشكلي. ومن ناحيةٍ أخرى؛ أثبتت الدراسة أن جميع تقنيات التشكيل بالأسلاك المعدنية تُحدِث إيقاعات خطِّيَّة جمالية متعدِّدة، كما أنها أدَّت دوراً مهمًّا في تحقيق أبعاد فنية وتشكيلية وتعبيرية جديدة وغير مألوفة. وأوصت بأهمية الاستلهام من الفنون الشعبية في الفنون لتنمية روح الانتماء المجتمعي.

كما هدفت دراسة (Barakāt, 2021) إلى (الكشف عن صياغات جديدة في إنتاج حُلي نسيجية تُحقِّق

قيمة نفعية وجمالية ووظيفية من خلال التأمُّل في الكائنات البحرية). واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، والمنهج التجريبي. وتوصلت النتائج إلى إيجاد مداخل مهمةً وجديدة لتحقيق الملاءمة الوظيفية للحُلي النسيجية مع إثراء القيمة الفنية والجمالية لها، كما أثبتت أن الكائنات البحرية تُعدُّ مصدراً مهماً لاستلهام حُلي معاصرة. وبناءً عليه أوصت الدراسة بالمزج بين المجالات الفنية المختلفة لاستثمار الرؤية التكاملية للأعمال الفنية.

وهدفت دراسة (Ayyād, 2017 ) إلى التعرُّف على (الإمكانيات التشكيلية المتنوِّعة للنسيج المعدني والاستفادة منها كأساسٍ بنائيٍّ لاستحداث حُلي نسيجية قائمة على الطرائق المتنوِّعة لتشكيل الشرائط النسيجية). وللوصول لنتائج الدراسة؛ تمَّ استخدام المنهج التاريخي، والمنهج التجريبي، من أجل الوصول إلى إمكانية استحداث حُلي مُبتكَرة. وأوصت الدراسة بأهمية تقديم أبعاد فكرية جديدة لتصميم الحُلي.

كما هدفت دراسة (Abū al-Nūr, 2016) إلى (استخدام تقنيات النسيج المتنوِّعة بالأسلاك المعدنية في تنفيذ حُلي بالأسلاك المعدنية). وقد استخدمت المنهج الوصفي في وصْف وإبراز إمكانيات النسيج المعدني في تنفيذ حُلي بتقنيات متنوعة. وأظهرت نتائج الدراسة إمكانيات المعدن في الخروج بتفاصيل النسيج بالخيوط، مع إبراز جماليات التعبير الفنِّي، وإثراء الجانب الملمسي في المشغولات المعنيَّة. وأوصت الدراسة بالاهتمام بالحِرَف اليدوية، ومنها: التشكيل بالأسلاك المعدنية، إلى جانب حاجة السوق لاستخدام الحِرَف اليدوية في المشاريع الصغيرة.

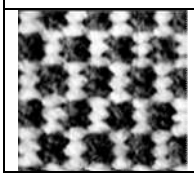
**ثانيًا: مورفولوجيا زخارف السدو السعودي كمصدر لإلهام تصميم المجوهرات المعاصرة**

تُعد زخارف السدو السعودي إحدى أبرز الحرف اليدوية التقليدية التي تجسِّد الهوية الثقافية (Cultural Identity) للمملكة العربية السعودية، وتعكس البيئة البدوية وقيمها الاجتماعية الجمالية والرمزية. وقد تعزز هذا الاهتمام على المستوى الوطني مع اعتماد عام 2025م عاماً للحرف اليدوية، إضافةً إلى إدراج السدو ضمن القائمة التمثيلية للتراث الثقافي غير المادي لدى منظمة اليونسكو (2020)، واستخدام زخارفه شعاراً وطنياً في مناسبات عالمية مثل رئاسة المملكة لقمة مجموعة العشرين (2020)، (شكل 1).

***(شكل 1): شعار قمة مجموعة العشرين في السعودية ويظهر عليها نقوش السدو***

من منظور مورفولوجي (Morphological Perspective)، تتسم زخارف السدو بخصائص تركيبية وشكلية تجمع بين البساطة الهندسية والإيقاعات البصرية المتوازنة، من خلال وحدات زخرفية متكررة، وخطوط مستقيمة ومائلة، ومساحات لونية تعكس ألوان الصحراء ومفرداتها الطبيعية، هذه الخصائص تمنح زخارف السدو قدرة فريدة على التجريد (Abstraction) وإعادة التشكيل في سياقات تصميمية جديدة لتصاميم المجوهرات، مع الحفاظ على بعدها الرمزي المرتبط بالقيم البدوية الأصيلة التي تجسد قيم الأصالة والانتماء والثراء الثقافي.

**التحليل المورفولوجي لزخارف السدو:**

| الزخرفة | التحليل البنائي (Formative Analysis) | التحليل الإنشائي (Structural Analysis) | التحليل الفلسفي (Philosophical Analysis) | شكل الزخرفة |
|---|---|---|---|---|
| عين الغدير | بنيتها قائمة على شكل مربع مركزي يتميز بتوزيع لوني متباين غالبًا بين لونين فقط، مما يمنحها وضوحًا بصريًا وإيقاعًا منتظمًا. الأشكال بسيطة وتجنح نحو التجريد مما يجعلها قابلة للتكرار وإعادة التشكيل بسهولة. | البنية تعتمد على التنظيم الشبكي المتماثل، مع التوازن في توزيع الكتل والمساحات الفارغة، ما يحقق استقرارًا بصريًا وانسيابية في الانتقال بين وحدات النسيج. | فلسفيًا، تشير الزخرفة إلى رمزية الماء كمصدر للحياة والاستقرار في البيئة الصحراوية وتعبر عن التوازن بين البساطة والعمق، وهو انعكاس لفلسفة العيش في الصحراء القاسية. |  |

| الزخرفة | التحليل البنائي (Formative Analysis) | التحليل الإنشائي (Structural Analysis) | التحليل الفلسفي (Philosophical Analysis) | شكل الزخرفة |
|---|---|---|---|---|
| المشط | تتكون من مصفوفتين متقابلتين من المثلثات المتساوية التي تتوسطها خطوط أفقية بارزة، مما يخلق تكوينًا بصريًا يوحي بالقوة والنظام. | يظهر انتظام هندسي واضح في تكرار المثلثات والخطوط، مما يحقق وحدة بنائية قوية متوازنة، مع اعتماد الشكل على التوازي والتناظر الهندسي. | تمثل دلالة على الانضباط والتنظيم في الحياة البدوية وتعكس قيم التعاون والتكامل بين عناصر المجتمع، ما يمنحها بعدًا فلسفيًا مرتبطًا بالبنية الاجتماعية. | |
| المضيلعة | تعتمد بنيتها على صفوف متجاورة من المستطيلات الطولية المتلاحمة تفصلها خطوط دقيقة بألوان متباينة لإبراز الفواصل الإيقاعية. | الإنشاء يتسم بالقوة الخطية والتتابع المستمر الذي يمنح الوحدة إحساسًا بالتماسك، مع توزيع متساوٍ للكتل يحقق الإيقاع البصري المطلوب. | فلسفيًا، ترمز إلى الثبات والصمود أمام التحديات، حيث تجسد التضامن والتكامل البنيوي في الحياة البدوية وهو ما يعكس جماليات القوة في بساطة التكوين. | |
| الحبوب | تتكون من وحدات مستطيلة متعددة الألوان تتوزع في نسق تتابعي، مما يخلق تنوعًا بصريًا وحركة إيقاعية غنية. | التركيب يعتمد على نظام هندسي متدرج الألوان يمنح السطح عمقًا بصريًا ويكسر الجمود، مع تحقيق التوازن بين التنوع والوحدة. | ترمز إلى العطاء والخصوبة والثراء في ثقافة البادية، حيث يُنظر إليها كإشارة للتنوع الحيوي والاجتماعي في الصحراء. | |
| درب الحية | بنيتها تعتمد على خط منكسر متموج يتكرر في إيقاع ديناميكي ليعكس حركة الحياة المتجددة ويمنح الشكل انسيابية وحيوية. | يعتمد التكوين على خطوط متكسرة متتابعة تتقاطع مع مساحات ملونة مما يحقق إيقاعًا ديناميكيًا بارزًا. | فلسفيًا، تشير إلى المرونة والتكيف مع تغيرات البيئة الصحراوية وتعكس فكرة الاستمرارية رغم العقبات وهو رمز للحركة والديمومة. | |
| المزخر | بنيتها تقوم على تكرار منتظم لوحدات المعين مما يحقق وحدة بنائية بسيطة ومتناغمة، مع ميل إلى التجريد الهندسي. | الهيكل الإنشائي يتسم بالتكرار الموديولي الذي يمنح النسيج استقرارًا بصريًا مع ضبط دقيق للمحاور لتحقيق الاتساق الشكلي. | ترمز إلى التكامل والتناغم في العلاقات الاجتماعية وتعكس فكرة التوازن الجمالي بين التكرار والتنظيم في الفلسفة البدوية. | |
| العويرجان | تتألف من مصفوفة هندسية من مثلثات متقابلة تتوسطها مساحات لونية فارغة، مما يخلق تنوعًا بصريًا وإيقاعًا متوازنًا. | تعتمد بنيتها على مبدأ التكرار والتناظر مما يحقق اتساقًا إنشائيًا قويًا، مع إبراز التباين بين الكتل والفراغات. | فلسفيًا، ترمز إلى التلاقي والتواصل بين الأفراد والجماعات في المجتمع البدوي، حيث يجسد التصميم قيم التشارك والوحدة. | |
| الحنبلية | بنيتها غنية بالتنوع الزخرفي، حيث تتداخل الأشكال المربعة والخطوط المنكسرة مع ألوان متعددة تمنحها ثراءً بصريًا واضحًا. | التركيب الإنشائي يتسم بالتعقيد النسبي، إذ يجمع بين التكرار والتباين لإحداث إيقاع زخرفي متكامل يحقق التوازن رغم كثافة العناصر. | فلسفيًا، تعكس الوفرة والتعدد الثقافي في بيئة البادية وتشير إلى التنوع الاجتماعي والحضاري الذي يغني الهوية الثقافية. | |
| تراجي | تقوم بنيتها على أربعة مثلثات متقابلة بحجمين مختلفين يعلوها شكل المعين في نسق متكرر يمنح التصميم اتزانًا بصريًا. | الإنشاء يعتمد على التماثل والتوازن بين الوحدات، مما يخلق وحدة زخرفية متجانسة ومترابطة تتيح مرونة في الاستخدام. | ترمز إلى التماسك والدقة الهندسية، وتعكس فلسفة النسبة والتناسب باعتبارها قيمة جمالية أساسية في الفنون البدوية. | |
| المقص | بنيتها بسيطة تقوم على شكل رمزي يحاكي هيئة المقص، في وحدة زخرفية متكررة تعكس الدقة والوضوح. | التركيب يعتمد على محاور طولية وقُطرية لتحقيق اتساق في الهيكل، مع إبراز الخطوط المستقيمة بوضوح. | فلسفيًا، تشير إلى العمل والإنتاجية، وترمز إلى الصنعة والحرفية كقيم متأصلة في ثقافة المجتمع البدوي. | |
| ضرس الخيل | بنيتها قائمة على تتابع مثلثات متوازية في صفين متقابلين، مما يمنحها قوة بصرية وإيقاعًا صارمًا. | الهيكل الإنشائي يتميز بالتكرار والتماثل الواضح، مع إبراز الزوايا الحادة والخطوط المائلة لتحقيق طابع ديناميكي. | ترمز إلى القوة والتحمل وتحاكي في فلسفتها قيم الصمود والشجاعة المرتبطة بحياة الصحراء. | |
| نكاكيح | تقوم بنيتها على المثلث مع خط منكسر يحاكي أسنان المشط مما يحقق إيقاعًا بصريًا متنوعًا. | الإنشاء يعتمد على خطوط متوازية ومنكسرة، مما يمنح التصميم حيوية واستمرارية بصرية. | فلسفيًا، تشير إلى الترابط الاجتماعي والانسجام بين الأفراد، وترمز إلى الوحدة في التنوع. | |
| ثريا | بنيتها تجمع بين أشكال المثلثات والمعينات في نسق هرمي يعلوه تفاصيل بيضاوية، مما يحقق ثراءً زخرفيًا متدرجًا. | التركيب الإنشائي يقوم على مبدأ التدرج في الأحجام وتوازن الأشكال الهندسية، مما يمنحها قوة تكوينية واضحة. | ترمز إلى السمو والارتقاء، وتعكس فلسفة الطموح والعلو في التصورات الرمزية للبيئة البدوية. | |

| الزخرفة | التحليل البنائي (Formative Analysis) | التحليل الإنشائي (Structural Analysis) | التحليل الفلسفي (Philosophical Analysis) | شكل الزخرفة |
|---|---|---|---|---|
| عشرجة | بنيتها تقوم على مثلثين متقابلين في القاعدة يحتضنان شكل المعين في مركزهما، مما يمنحها ترابطًا بنائيًا قويًا. | التركيب يعتمد على التكرار في نسق خطي، مع إبراز الكسرات الحادة في المثلثات لتحقيق ديناميكية حركية. | فلسفيًا، ترمز إلى المرونة والقوة في مواجهة التغيرات، وتدل على التوازن بين الثبات والحركة. | |
| الشجرة | بنيتها معقدة تتألف من مستطيل ممتد يحتوي مصفوفات متنوعة من الوحدات الزخرفية مثل (وسم) و(بكيرات) و(علايق بيضاء) و(جوزية) وغيرها. | الإنشاء يعتمد على التنظيم الموديولي المتكرر للوحدات داخل المستطيل، مما يمنح التصميم وحدة كلية متكاملة رغم التنوع. | فلسفيًا، تشير إلى الامتداد والاستمرارية والتجذر في الأرض، وتعكس رمزية الحياة والنماء في الثقافة الصحراوية. | |
| الدلة | بنيتها رمزية تمثل شكل الدلة التقليدية بأسلوب تجريدي، مما يمنحها حضورًا دلاليًا قويًا في التصميم. | التركيب الإنشائي يتسم بالمحورية والتناظر لتحقيق وضوح الشكل ورسوخه في البنية الزخرفية. | فلسفيًا، ترمز إلى الكرم والضيافة كقيمة جوهرية في الثقافة العربية وتجسد الهوية الاجتماعية للمجتمع البدوي. | |
| الماعز | بنيتها تستلهم شكل الماعز بأسلوب تجريدي، مع إبراز العلاقة بين الخط والمساحة. | التركيب يعتمد على التوازن بين الكتل والخطوط لخلق انسجام بصري يجسد رمزية الحيوان. | فلسفيًا، تعكس قيم الاكتفاء والصبر المرتبطة بحياة البادية وترمز إلى الارتباط الوثيق بالطبيعة. | |
| الجمل | بنيتها تحاكي شكل الجمل في خطوطها الخارجية، مع المحافظة على الإيقاع الهندسي في التكوين الداخلي. | التركيب الإنشائي يعتمد على محاور متوازنة لإبراز رمزية الحيوان وتأكيد حضوره البصري. | فلسفيًا، ترمز إلى الصبر والقوة، وتدل على الأصالة والشهامة في الثقافة العربية. | |
| النخلة | بنيتها تقوم على تكرار الوحدات المثلثية في اتجاهات شعاعية، مما يمنحها طابعًا حركيًا متصاعدًا. | التركيب يعتمد على مبدأ التكرار الإشعاعي مع التدرج الحجمي لتحقيق الاتساق البصري والرمزية العضوية. | فلسفيًا، ترمز إلى الخصوبة والعطاء والحياة وتُعد رمزًا للهوية السعودية المرتبطة بالجذور. | |

**التطبيقات العلمية والدراسات التي ارتبطت بهذا البحث من جانب تحليل زخارف السدو وتوظيفها في مجال الفنون**

دراسة (al- Alī, 2024) التي هدفت إلى (التأكيد على دور التراث وأهميته في إنتاج لوحات فنيةً لفنِّ السدو في قالب الحداثة، والكشف عن الإمكانيات التصميمية لفنِّ السدو وتنفيذها في أعمال فنيةً حديثة ثنائية الأبعاد عن طريق استخدام الكمبيوتر). والتي تغرس الإبداع الفنِّي لدى الدارسين في خلْق تصاميم حديثة ومن خلال المنهج التطبيقي؛ توصلت النتائج إلى أنه من خلال استخدام الموروث الشعبي المتمثِّل في السدو؛ تمَّ دعْم الدارسين ومتذوِّقي الفنون بالشعور بالانتماء والهُوِيَّة الوطنية، ورفْع قيم احترام الذات والإبداع الفني، ومن هنا؛ أوصى الباحث بضرورة الاهتمام بحرفْة السدو للمحافظة على الهُوِيَّة، ولكي يستفيد منها الأجيال ليكونوا على تواصل مع تاريخ آبائهم وأجدادهم.

كما هدفت دراسة (al-Ghāmidī, 2023) إلى (إيجاد رؤية تشكيلية معاصِرة للوحدات الزخرفية للسدو السعودي بالاستفادة من الوحدات الزخرفية للسدو السعودي واستحداث أعمال نسيجية معاصرة). وتمَّ استخدام المنهج الوصفي والمنهج والتجريبي. وتمَّ التوصُّل إلى عدَّة نتائج، أهمها: تمتُّع زخارف السدو بإمكانيات تشكيلية متعدِّدة؛ نتيجة لبساطة تكوينها واشتراكها في السِّمات الشكلية الهندسية مما يجعل إعادة تكوينها منبعًا ثريًّا للتصميم المعاصِر. من ناحيةٍ أخرى؛ أظهرت النتائج أنه بالرغم من بساطة الأسلوب النسيجي غير الممتد؛ إلا أنه يظل الأسلوب الأمثل في تحقيق تصميمات زخرفية ذات دلالات تعبيرية. وأوصت الباحثة بالعمل على دراسة فنون المملكة التاريخية والتراثية لما فيها من قيم فنيَّة وتشكيلية كبيرة لم تأخذ حقَّها الكافي من الدراسة، كما أوصت بتوجيه الطالبات بالاهتمام بالتراث المحلي للمملكة؛ للحفاظ على قيم الهُوِيَّة الثقافية وتعزيز الانتماء لدى طالب ومتذوِّق الفنون.

كما هدفت دراسة (mujallad, 2023) إلى (إثراء التجربة الثقافية لضيوف الرحمن من خلال توظيف زخارف السدو في تصميم معلَّقات نسيجية طباعية معاصِرة تحمل الأصالة وطابعها الحديث). واتَّبعت الباحثة

المنهج الوصفي التحليلي من خلال تقديم (5) تصميماتٍ استخدمت فيها الوحدات الزخرفية على المنسوجات المعلّقة. وتوصلت النتائج إلى نجاح التصاميم في توظيف وحدات السدو، وقدرتها على إثراء التجربة الثقافية لضيوف الرحمن. وأوصت بإيجاد حلول تصميمية فنيّة جديدة تساعد على إثراء التجربة الثقافية لحجاج بيت الله الحرام.

ومن ناحيةٍ أخرى؛ هدفت دراسة (al-Ḥadīthī wdḥām, 2023) إلى (توظيف فنّ السدو كمدخل لإنتاج أعمال رقمية باستخدام برنامج البروكريت). ولتحقيق ذلك؛ طُبِّق المنهج التجريبي؛ لإنتاج أعمال رقمية تحتوي على زخارف فنّ السدو. وأظهرت النتائج جماليات الوحدات الزخرفية لفنّ السدو بتطبيق التقنيات الرقمية، وأظهرت التراث بشكلٍ معاصِر. وأوصت بإجراء المزيد من الدراسات حول إظهار جماليات فنّ السدو بتقنيات معاصِرة، من أجل ربْط الماضي بالحاضر، والخروج عن الأساليب التقليدية في إنتاج الفنّ التشكيلي.

كما هدفت دراسة (al-Barrāk, 2021) إلى (تصميم أعمال فنية طباعية معاصِرة مُستلهَمة من مفردات وعناصر وأشكال السدو التراثي السعودي، وتوضيح بنائية أشكال السدو وأثرها على التصميمات الطباعية)، باعتبار زخارف السدو تُشكِّل وحدةً واحدةً وكلا متكاملا. واعتمدت الدراسة على المنهج التجريبي، في دراسة وتحديد تأثير بنائية أشكال السدو السعودي على استلهام تصاميم طباعية معاصِرة. وتوصلت إلى أن زخارف السدو تضم عدداً كبيراً من الوحدات الزخرفية التي يمكن تطويعها واستلهامها وإعادة صياغتها لإنتاج أعمال فنيّة تحمل روح الأصالة التراثية والمعاصرة في التصميم والتنفيذ.

وهدفت دراسة (Aḥmad wa- Alī, 2020) إلى (دراسة الإمكانيات الجمالية لأسلوب السدو وتوظيفها في إعداد مقترحات تصميمية على المانيكان برؤية معاصرة). استخدمت المنهج الوصفي التحليلي. وتوصلت إلى إمكانيات توظيف جماليات السدو في التصميم على المانيكان للحفاظ على التراث الشعبي والهُوِيَّة الوطنية. وأوصت بالاهتمام بدراسة التراث لما له من أهمية كبيرة في كلِّ العصور والتأكيد على هُوِيَّة وثقافة الشعوب المختلفة باستخدام الفنون التراثية والحديثة.

كما هدفت دراسة (Qurbān, 2019) إلى (تصميم مشغولات معدنية معاصِرة مُستوحاة من فنّ السدو السعودي). واستخدمت المنهج الوصفي التحليلي؛ لتحليل مختارات من زخارف السدو. وبناءً على الدراسة التحليلية؛ تمّ تصميم خمسة مشغولاتٍ معدنية. وتوصلت نتائج الدراسة التطبيقية إلى إمكانية الاستلهام من الوحدات الزخرفية لفنّ السدو وتطويعها لخدمة التصميمات الفنية للمشغولة المعدنية في التربية الفنية، كما أثبتت الدراسة أن فنّ السدو يُشكِّل مصدراً تربوياً وعلمياً وفنياً وثقافياً واجتماعياً يتطلّب الحفاظ عليه؛ لأنه يجمع العديد من خصائص الشخصية السعودية، وأوصت بالتنقيب في روافد التراث الحضاري للمملكة العربية السعودية، واختيار ما يصلح منه وإعادة تمثيله وصياغته تشكيلياً وجمالياً بأسلوب يتّسم بالأصالة والمعاصرة.

وهدفت دراسة (Ṭbāzh, 2014) إلى (توثيق الحلي والمجوهرات العربية التراثية، من خلال جمع المعلومات التاريخية والثقافية للحلي ومصادر الاستلهام، إلى جانب بيان الرموز والأشكال والألوان والخامات والتقنيات والتصاميم المستخدمة). واستخدمت المنهج الميداني لجمع وتوثيق المعلومات، والتي توصل من خلالها إلى أهمية دراسة الحلي العربية التراثية لأنها تمثل جانباً مادياً هاما من تاريخ وتراث هذه الأُمة، فهي تمثل الكثير من المعتقدات الاجتماعية والفكرية العقائدية. كما أوصت بضرورة الإكثار من الدراسات العلمية وجمع هذا التراث وعرضه من خلال المتاحف وتوثيقه ونشره محلياً وعالمياً.

ومما سبق ترى الباحثة أن توظيف زخارف السدو في تصميم المجوهرات المعاصرة يمثل مقاربة تجمع بين الأصالة والابتكار (Authenticity & Innovation)؛ إذ لا يقتصر دورها على إضافة البعد الجمالي للتصميم (Aesthetics)، بل يمتد إلى الحفاظ على التراث الوطني وإعادة إنتاجه بصيغة معاصرة تدعم الصناعات الإبداعية المحلية وتعزز حضور الهوية السعودية في أسواق التصميم العالمية، كما أن الخصائص

المورفولوجية للسدو المتمثلة في انتظام الوحدات والتماثل النسبي والإيقاع اللوني تتيح لمصممي المجوهرات صياغة قطع تحقق توازناً بين الوظيفة العصرية والرمزية الثقافية، بما يتماشى مع تطلعات رؤية المملكة 2030 في تحويل الحرف التقليدية إلى مصادر إلهام مبتكرة، وهذا ما تسعى هذه الدراسة لتحقيقه.

**المحور الثاني: مورفولوجيا تصميم وصياغة المجوهرات بتقنية (CAD/CAM)**

أسهمت التطبيقات الرقمية والتقنيات الإلكترونية الحديثة في إحداث نقلة نوعية في مجال تصميم وصياغة المجوهرات، حيث مكّنت المصممين من ابتكار تصاميم أكثر مرونة ودقة باستخدام برامج التصميم والتصنيع بمساعدة الحاسوب (CAD/CAM)، وقد شهدت عمليات إنتاج المجوهرات تطوراً متسارعًا يتماشى مع التقدم التقني، إذ أتاحت هذه التقنيات حلولاً مبتكرة تسهّل مراحل التصميم والتنفيذ، وتعزّز قدرات المصممين على استكشاف إمكانات إبداعية جديدة. ويبرز هذا التطور بوضوح عند توظيف مورفولوجيا النسيج المعدني في صياغة المجوهرات، إذ تسمح هذه التقنيات بدراسة البُنى المورفولوجية الدقيقة وتحويلها إلى نماذج ثلاثية الأبعاد قابلة للتنفيذ بدقة متناهية، مما يفتح آفاقًا أوسع لتطوير تصاميم معاصرة تمزج بين الأصالة المستوحاة من التراث والابتكار التقني عالي الجودة؛ ومن هذه التقنيات:

**أولا: تصميم المجوهرات بمساعدة الكمبيوتر (Computer-Aided Design)، (CAD):**

لتصميم الحُلي والمجوهرات بطريقة حديثة؛ تُستخدَم برامج التصميم ثلاثي الأبعاد (CAD Jewelry 3D)، مثل: برنامج (Rhino Jewelry Design)، وبرنامج (Matrix Jewelry Design)، حيث تمكّن هذه البرامج المصمِّمين من إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد دقيقة ومعقّدة للحُلي والمجوهرات، كما تسمح بإجراء تعديلات سريعة على التصاميم الرقمية (CAD) وتُصوِّر القِطَع النهائية قَبل البدء في التصنيع (CAM).

**ثانياً: تصنيع المجوهرات بمساعدة الكمبيوتر (Computer-Aided Manufacturing)، (CAM):**

لتصنيع المجوهرات؛ تُستخدَم تقنية التحكُّم الرقمي بالكمبيوتر؛ لتحديد الطرائق والأدوات ومسارات التصنيع الآلي لصياغة المجوهرات التي يتمُّ توجيهها بواسطة برامج (CAM)؛ لتنفيذ التصاميم الثلاثية الأبعاد بتقنيات متعدِّدة تتميَّز بالدقَّة من حيث تقليل الأخطاء البشرية، وتحسين جودة المنتجات والسُّرعة في عملية التصنيع، وزيادة الإنتاجية والمرونة وسهولة تطبيق التغييرات على التصميم ومعاينة التصميم وتعديله قَبل صياغة الذهب، وتتمُّ تقنية (CAM) باستخدام إحدى الطرائق الآتية:

أ. استخدام أجهزة (Computer Numerical Control) واختصارها (CNC): تُعد من أهم تقنيات التصنيع بمساعدة الحاسوب (CAM)، إذ تُستخدم ماكينات القطع والحفر والنقش بالليزر (CNC, 3D Laser cutting, shearing and drilling and Engraving Router)، (شكل2)، لتنفيذ تعليمات التصميم الرقمي المستخلصة من نماذج (CAD) بدقة متناهية، وتتيح هذه التقنية إعادة إنتاج البُنى المورفولوجية المعقدة للنسيج المعدني في تصاميم المجوهرات، حيث يمكن تنفيذ تفاصيل دقيقة جداً، وأشكال هندسية متشابكة، ونقوش مخصصة يصعب تحقيقها بالطرق التقليدية. كما تسمح تقنية (CNC) بالنقش على المعادن والأحجار الكريمة بعد عملية التشكيل، إضافةً إلى استخدام ماكينات اللحام بالليزر لربط الأجزاء المعقدة للتصميم دون التأثير على سلامة باقي القطعة. وتنتج هذه العمليات أسطحاً فائقة الدقة والنظافة، مما يرفع من مستوى جودة التشطيب النهائي ويتيح صياغة مجوهرات تحمل سمات تركيبية دقيقة وخفيفة الوزن مع الحفاظ على قوتها ومتانتها.

ب. استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد (3D printing): تُعد إحدى أبرز تقنيات التصنيع بمساعدة الحاسوب (CAM)، حيث تتيح تحويل النموذج الرقمي المصمم باستخدام (CAD) إلى نموذج مادي عبر إضافة المواد طبقة فوق طبقة، ومن خلال طابعات متقدمة مثل (DMLS Direct Metal Laser Sintering)، (شكل3)، و(SLM Selective Laser Melting)، (شكل4)، يمكن إنتاج نماذج أولية دقيقة من الشمع

أو الراتنج لاختبار التصاميم قبل الصياغة النهائية، مما يقلل فاقد المعدن الخام ويخفض التكاليف الناتجة عن تكرار عمليات التصنيع. وتتميز هذه التقنية بقدرتها على إعادة إنتاج البنى المورفولوجية المعقدة للنسيج المعدني بدقة متناهية؛ إذ تتيح إنشاء تصاميم مجوهرات رقيقة وخفيفة الوزن لكنها قوية ومتينة في الوقت نفسه، كما تسمح الطباعة ثلاثية الأبعاد بإنتاج قطع فريدة أو كميات صغيرة بكفاءة عالية وزمن أقل ما يوفر إمكانية صياغة مجوهرات تحمل تفاصيل تركيبية مبتكرة لا يمكن تحقيقها بالطرائق التقليدية.

***(شكل 2): يوضح أجهاز متنوعة Computer Numerical Control (CNC) D Laser cutting, shearing and drilling and Engraving Router3، خاصة بالمجوهرات. طريقة تشغيل الجهاز***
***https://www.youtube.com/watch?v=De4wqFvihCg***

***(شكل 3): يوضح جهاز (Metal 3D Printing) خاصة بالمجوهرات، DMLS (Direct Metal Laser Sintering)، طريقة تشغيل الجهاز***
***https://www.youtube.com/watch?v=FxzFzbi0wF4***

***(شكل 4): يوضح جهاز (Metal 3D Printing) خاصة بالمجوهرات، SLM (Selective Laser Melting) طريقة تشغيل الجهاز***
***https://www.youtube.com/watch?v=jTUp810yOiQ***

**آلية التصنيع وإنهاء وتهذيب قطعة المجوهرات**

1. تحضير النموذج للتصنيع: بَعد الانتهاء من تصميم النموذج ثلاثي الأبعاد بتقنية (CAM)؛ يتمُّ تحويله إلى صيغة يمكن لبرامج (CAM) قراءتها، وتقوم هذه البرامج بتحليل التصميم، وتحديد كيفية تنفيذ عمليات التصنيع.
2. تصنيع النموذج (Machining): يستخدم برنامج (CAM) البيانات المعطاة من نموذج CAD للتحكُّم في آلات التصنيع، مثل: ماكينات CNC (Computer Numerical Control) أو الطابعات ثلاثية الأبعاد(3D printing)، وتقوم هذه الآلات بنحْت أو طباعة النموذج المادي بدقَّة عالية.
3. التشطيب والتلميع (Finishing and Polishing): بَعد تصنيع النموذج الأساسي يتمُّ تنظيف القطعة وتلميعها لإزالة أيَّة زوائد، وتحقيق اللمعان النهائي، ويمكن أيضًا إضافة أحجار كريمة أو تفاصيل إضافية في هذه المرحلة.
4. اختبار جودة المنتج (Product quality testing): يتمُّ فحْص القطعة النهائية لضمان مطابقتها للمواصفات المطلوبة، وللتأكد من جودتها.

وبتطبيق جميع هذه التقنيات؛ يتمكَّن مصمِّمو الحُلي والمجوهرات من تحقيق مستويات غير مسبوقة من الدقَّة والإبداع والابتكار، مما يُحسِّن من جودة المنتج النهائي، ويزيد من رضا العملاء.

التطبيقات العلمية والدراسات المرتبطة بهذا البحث، من جانب تطبيق التقنيات الإلكترونية الحديثة لتصميم وصياغة المجوهرات، كدراسة (aldḥym, 2024) التي هدفت إلى الكشف عن (إمكانيات استخدام برامج التصميم بالحاسب الآلي لتصميم حُلي معاصِرة مُستوحاة من أعمال الفنانة المعمارية زها حديد)،

وباستخدام المنهج الوصفي التحليلي، والتجربة التطبيقية؛ تمَّ تنفيذ خمسة تصاميم لحُلي معاصِرة باستخدام برنامج الماتريكس، وأثبتت النتائج أن التصاميم حقَّقت الابتكار الفني والجمالي إلى جانب الوظيفة النفعية، وأوصت الدراسة بأهمية تدريب طلبة الفنون على تصميم الحُلي المعدنية باستخدام برامج الحاسب الآلي.

كما طبَّقت دراسة (al-Jāwī, 2023) استخدام برنامج البروكريت في تصميم حُلي معاصرة مُستلهَمة من التراث السعودي لإثراء النشاط الحِرَفي في المملكة العربية السعودية، باستخدام المنهج الوصفي التحليلي، والتجربة الذاتية. وأثبتت النتائج أن استخدام البرامج الرقمية في مجال تصميم الحُلي يقدِّم تصوُّرات حقيقية في تصميم الحُلي. وأوصت الدراسة بضرورة المواءمة بين الماضي والحاضر من خلال توظيف الزخارف التراثية في تصميم حُلي معاصِرة.

وهدفت دراسة (Jān, 2016) إلى (استخدام التقنيات الإلكترونية المعاصرة بتقنية (CAD & CAM) لإنتاج مجموعة من التصميمات المعدنية للمجوهرات ومجسَّمات نحتيَّة ثلاثية الأبعاد)، باستخدام التحليل المورفولوجي لبُنية الظواهر الطبيعية للكشف عن جمالياتها وباستخدام المنهج الوصفي التحليلي، والتجربة التطبيقية. تمَّ استخدام برنامج الثري دي (3D) ماكس لتصميم المجسَّمات النَّحتية وبرنامج الراينو والماتريكس لتصميم المجوهرات وتنفيذه بالبرامج الإلكترونية (3D printing & Computer Numerical Control. CNC). أثبتت النتائج فاعليَّة استخدام التقنيات الرقمية المعاصرة المبنيَّة على نُظم بُنية الدلالات الشكلية للظواهر الطبيعية، من خلال طرْح مفاهيم ورؤى جديدة؛ لاستحداث تصميمات مبنيَّة على دراسة علمية وفلسفة فكرية في مجال تصميم المشغولات المعدنية باستخدام التقنيات الإلكترونية المعاصرة للتصميم والتصنيع بجهاز التحكم الرقمي المبرمج (3D printing & Computer Numerical Control. CNC)، وأوصت الدراسة بالبحث عن مزيدٍ من البرامج الرقمية المعاصرة، التي تخدم مجال تصميم وتشكيل المشغولات المعدنية حيث توفِّر هذه الإمكانيات هدْر الخامات المعدنية، من خلال رؤية التصميم بشكله الافتراضي قَبل التنفيذ. كما أوصت بإجراء المزيد من الدراسات باستخدام التقنيات الرقمية والإلكترونية المعاصرة لتشكيل المشغولات المعدنية وفْق أنظمة (CAD & CAM).

وهدفت دراسة (aldhym, 2011) إلى (استخدام تقنيات التصميم بالحاسب الآلي للكشف عن نُظم الإيقاع الحركي للبناء التصميمي في مجال أشغال المعادن)، وباستخدام المنهج الوصفي التحليلي. تمكَّنت الدراسة من الكشف عن نُظم الإيقاع في البناء التصميمي للمشغولات المعدنية، واستحداث مداخل تصميمية متنوِّعة باستخدام برامج الحاسب الآلي. وهي دراسة مقارنة قائمة على فاعليَّة استخدام كلٍّ من التقنية الرقمية والطريقة التقليدية في تحقيق القيم الفنية في إنتاج الفنون، مستخدمةً المنهج شبه التجريبي وتوصلت النتائج إلى أن استخدام التقنية الرقمية في التصميم والإنتاج باستخدام أجهزة (CNC) حقَّق مراحل ابتكارية أعلَى من التصميم والإنتاج بالطرائق التقليدية من عدَّة نواحي، أهمها: التأكيد على عناصر التصميم، وتوفير القيمة الفنية، وتحقيق مراحل العملية الابتكارية، وملاءمة المنتج للوظيفة والدرجة الكلية للقيم الفنية، وأوصت الدراسة بإجراء المزيد من التطبيقات باستخدام التقنيات الرقمية.

وما يميِّز هذا البحث عن غيره من الدراسات السابقة ذات الارتباط أن هذا البحث اختصَّ بدارسة مورفولوجيات النَّسيج المعدني بتطبيق المنهج الوصفي، في التعرُّف على خصائص النسيج المعدني من النواحي الفيزيائية والميكانيكية التي ساعدته في تشكُّل البناء التصميمي؛ لصياغة مجوهرات مُستوحاة من زخارف السدو السعودي التي تميَّزت بتفاصيلها الدقيقة والمعقَّدة، المكوَّنة من تراكيبات هندسية وشبكية دقيقة، ومن ناحيةٍ أخرى؛ اختلف هذا البحث عن الدراسات السابقة من حيث الجمع بين ثلاثية الإبداع الفكري، والتصميم الهندسي، والتقنيات الإلكترونية الحديثة، في تطبيق بعضٍ من التصاميم بتقنيات (CAD & CAM)، من خلال التجربة التطبيقية للبحث تصميم مجوهرات معاصِرة مُستوحاة من زخارف السدو السعودي.

**الإطار التطبيقي ونتائج البحث**

اعتماداً على ما تمَّ استعراضه في الإطار النظري والدراسات السابقة المرتبطة بهذا البحث؛ تمَّ عرْض الإطار التطبيقي للتجربة الذاتية، من خلال الإجابة عن تساؤلات البحث وعرْض النتائج كالآتي:

**إجابة السؤال الأول: ما الخصائص المورفولوجية الأساسية للنسيج المعدني التي يمكن توظيفها في تصميم المجوهرات؟**

تمَّت الإجابة عن هذا السؤال من خلال الطرح العلمي في المحور الأول من الإطار النظري بعنوان: (الخصائص المورفولوجية للنسيج المعدني وزخارف السدو).

حيث تم تحقيق هدف البحث من خلال نقطتين: الأولى تمثلت في تحليل الخصائص المورفولوجية للنسيج المعدني، والثانية تمثلت في تحليل الخصائص المورفولوجية لزخارف السدو، والتي مكّنت الباحثة من الاستفادة من إمكانياتها لصياغة مجوهرات معقّدة التفاصيل.

وقد أثبتت نتائج التحليل التطبيقي التي قامت بها الباحثة أن إمكانيات مورفولوجيا النسيج المعدني ساعدت في تصميم حُلي ومجوهرات معاصِرة مُستلهمة من زخارف السدو السعودي باستخدام تقنيات (CAD/CAM)، التي سهّلت تقدُّم مجموعة واسعة من التصاميم الإبداعية بتقنية عالية، مما أضاف قيمًا جمالية وتقنية فريدة لكلِّ قطعة منسوجة ومُصاغة من المعادن الثمينة. فمن خلال مورفولوجيا النسيج المعدني؛ مكّنت من الجمع بين المرونة المعدنية والجمالية التصميمية والتكنولوجيا الحديثة؛ لتحقيق تصاميم مُبتكَرة ومعاصِرة مُستلهمة من زخارف السدو السعود كالآتي:

1. التصميمات المعقّدة والمتعدِّدة الأبعاد: أتاحت الإمكانيات المورفولوجية للنسيج المعدني تنفيذ الأشكال الهندسية الدقيقة والتفاصيل المعقّدة من الذهب أو الفضة بفضل الإمكانيات الإلكترونية لأجهزة (CNC)، والطباعة ثلاثية الأبعاد.
2. التراكيب الشبكية: مكّنت مورفولوجيا النسيج المعدني تصميم تراكبات شبكية نسيجية للخيوط المعدنية المعقّدة، وتتميّز بأنها خفيفة الوزن، وذات قوة ترابطية في نفس الوقت، مما يضيف جمالا وفردية للقِطَع.
3. المرونة والتكيُّف: يمكن تشكيل النسيج المعدني والتصميمات القابلة للتشكيل بطرائق متعددة مما يسمح بتصميم قِطَع مجوهرات قابلة للتكيُّف مع حركة الجسم، مثل: الأساور المرنة، والخواتم القابلة للتوسيع.
4. التصميمات القابلة للتخصيص: يمكن تصنيع قِطَع مخصَّصة وفقًا لتفضيلات العملاء الشخصية، مما يسمح بإنشاء مجوهرات فريدة تُلبِّي احتياجات وتفضيلات الأفراد.
5. الجمع بين المواد المختلفة (دمْج المواد): يمكن دمج النسيج المعدني مع مواد أخرى مثل: الأحجار الكريمة والخشب والزجاج لإنشاء تصاميم متعدِّدة المواد، تُعزِّز من جمالية وتعقيد القطعة.
6. التأثيرات البصرية: استخدام تقنيات مثل الطلاء الكهربائي أو الطلاء المعدني يمكن أن يضيف تأثيرات بصرية مميِّزة، مثل الألوان المتغيِّرة، أو اللمعان الفريد.
7. الإنتاج الفعَّال: تقنيات التصنيع الحديثة مثل (CNC) تُقلِّل من الهدْر، وتزيد من كفاءة استخدام المواد.
8. التطورات التكنولوجية (التقنيات الرقمية): استخدام برامج التصميم بمساعدة الكمبيوتر (CAD) والتقنيات الرقمية يتيح تصميمات معقّدة ودقيقة، يمكن تنفيذها باستخدام النسيج المعدني.
9. الواقع المعزِّز (AR) والواقع الافتراضي (VR): يمكن استخدام تقنيات الواقع المعزِّز والواقع الافتراضي للسماح للعملاء بمعاينة القِطَع قَبل الشراء، مما يُعزِّز تجربة الشراء، ويضمن رضا العميل.
10. القوة والمتانة (المتانة العالية): النسيج المعدني يوفِّر متانة وقوة عالية، مما يجعله مناسِبًا للاستخدام في قطع المجوهرات التي تتعرَّض للاستخدام اليومي.
11. مقاومة التآكل: العديد من أنواع المعادن المستخدَمة في النسيج المعدني مقاومة للتآكل، مما يضمن

طول عمرْ القِطَع، والحفاظ على مظهرها الجمالي.

12. الإبداع الفنِّي للتصاميم الفنيَّة: استخدام النسيج المعدني يتيح للمصمِّمين التعبير عن إبداعهم الفنِّي بطرائق جديدة، مثل إنشاء قِطَع مستوحاة من الطبيعة، أو الفن التجريدي.
13. التخصيص الفنِّي: إمكانية إضافة لمسات شخصية، مثل: النقوش أو الأشكال الخاصة، مما يُعزِّز من قيمة القطعة كعمل فنِّي فريد.

**أمثلة على التطبيقات العملية:**

1. الخواتم والأساور: تصميم خواتم وأساور معقَّدة بتفاصيل دقيقة وأشكال هندسية مُبتكَرة.
2. الأقراط والقلائد: إنشاء أقراط وقلائد بوزن خفيف وتفاصيل معقَّدة باستخدام التراكيب الشبكية.
3. الأحجار الكريمة المدمجة: تصميم إعدادات فريدة لتثبيت الأحجار الكريمة بشكلٍ يُبرِز جمالها ويُعزِّز من جمالية القطعة.

**إجابة السؤال الثاني: كيف يمكن استلهام زخارف السدو السعودي في تطوير تصاميم معاصرة باستخدام تقنيات (CAD/CAM)؟**

للإجابة عن هذا السؤال وتحقيقًا لهدف الدراسة: توظيف الخصائص المورفولوجيا للنسيج المعدني في تطوير نماذج تصميمية لمجوهرات معاصرة مستلهمة من زخارف السدو السعودي باستخدام تقنيات (CAD/CAM)، تمَّت وفق ثلاثة مراحل كالآتي:

**المرحلة الأولى:**

تحقيق الاستلهام التصميمي بوصف وتحليل (المقوِّمات البنائية؛ والإنشائية والفلسفية) لزخارف السدو، والتي سبق عرضها بالتحليل في المحور الأول من الإطار النظري في ثانياً. وملخص نتائج التحليل كالآتي:

**أ. المقوِّمات البنائية لتصميم قطع المجوهرات المستلهمة من زخارف السدو السعودي**

1. الوحدات الزخرفية الأساسية: استلهام الأشكال الهندسية التقليدية مثل المثلثات والمعينات والخطوط المتوازية لما تحمله من رموز ثقافية تعبِّر عن الأصالة والهوية البدوية.
2. العلاقات البصرية والتراكب: توظيف التكرار والتناظر والتدرج اللوني لإعادة إنتاج إيقاع زخارف السدو بشكل يعكس الإيقاعات الصحراوية ويبرز التوازن البصري.
3. الملمس (Texture): محاكاة الطابع النسيجي الدقيق عبر التأثيرات المعدنية الدقيقة أو استخدام بنى شبكية (Metal Mesh) لإبراز الحرفية العالية والملامس الأصيلة.
4. التوازن الجمالي: تحقيق الانسجام بين رمزية الزخارف ومتطلبات التصميم المعاصر مع مراعاة النسب الهندسية والفراغات بما يتوافق مع مبادئ التصميم الحديثة.

**ب. المقوِّمات الإنشائية لتصميم قطع المجوهرات المستلهمة من زخارف السدو السعودي**

1. اختيار المواد: استخدام الذهب عيار (21) والمعادن المساندة ذات المتانة العالية للحفاظ على تفاصيل الزخارف الدقيقة.
2. البنية الداعمة: اعتماد هياكل دقيقة بتقنيات (Metal Mesh)، وخطوط إنشائية متينة تمنح التصميم خفة الوزن وقوة التحمل بما يتوافق مع تقنيات (CAD/CAM).
3. الترابط بين الأجزاء: استخدام تقنية لحام الليزر في نقاط الوصل لضمان الثبات ومنع التشوهات أثناء عملية التصنيع.
4. الملاءمة الوظيفية: ضمان راحة الارتداء وخلو التصميم من الحواف الحادة مع المحافظة على سلامة التصميم البنيوي.

5. إدارة الوزن: تحقيق توازن دقيق بين الحجم وخفة الوزن عبر استخدام البنى المجوفة أو الشبكات المعدنية الدقيقة دون الإخلال بالقيمة الجمالية.

**ج. المقوِّمات الفلسفية لتصميم قطع المجوهرات المستلهمة من زخارف السدو السعودي**

1. الهوية الثقافية (Cultural Identity): إبراز رموز الصحراء وقيم البادية مثل الكرم والصبر والانتماء من خلال إعادة توظيف الزخارف التقليدية بأسلوب معاصر.
2. الجماليات (Aesthetics): الدمج بين بساطة الأشكال الهندسية وزخم الرمزية الثقافية لإنتاج تصميمات راقية تُرضي الذائقة المحلية والعالمية.
3. البعد الرمزي: استثمار الدلالات التجريدية في زخارف السدو لابتكار قطع تعبر عن مفاهيم الترابط الاجتماعي والقوة والمرونة في مواجهة تحديات الحياة الصحراوية.
4. الفلسفة التصميمية: تأكيد العلاقة بين الشكل والوظيفة، بحيث تكون كل قطعة مجوهرات بمثابة سرد بصري يحافظ على التراث ويترجمه إلى لغة تصميم معاصرة.
5. القيمة الثقافية المضافة: تحويل الزخارف التراثية إلى منتجات فاخرة ذات رسالة ثقافية تعزز الانتماء وتؤكد حضور الهوية السعودية في السوق العالمية.

أثبتت نتائج التحليل التطبيقي التي قامت بها الباحثة أن زخارف السدو تحمل بنية تصميمية غنية يمكن ترجمتها إلى مجوهرات معاصرة باستخدام تقنيات (CAD/CAM) دون فقدان بعدها الرمزي والثقافي؛ فقد تبيّن أن لكل قطعة حُلي مورفولوجيا متكاملة تقوم على ترابط المقومات البنائية والإنشائية والفلسفية، ما أتاح صياغة نماذج تحقق التوازن بين الأصالة والابتكار. وتؤكد هذه النتائج أن استلهام الزخارف التراثية السعودية لا يقتصر على الجماليات فحسب، بل يمثل وسيلة فعّالة للحفاظ على الهوية الثقافية، ودعم الصناعة المحلية، وإنتاج تصاميم قادرة على المنافسة في الأسواق العالمية.

**المرحلة الثانية:**

بناءً على ما تم عرضه في المحور الثاني من الإطار النظري بعنوان: (مورفولوجيا تصميم وصياغة المجوهرات بتقنية (CAD/CAM))، صمّمت الباحثة خمسة عشر نموذجاً متنوعاً من المجوهرات (قلادة وأقراط وسوار وبنجرة وخاتم) مستلهمة من زخارف السدو. باستخدام تقنية (CAD) (التصميم بمساعدة الحاسوب بالبرامج الرقمية لتصميم المجوهرات). للتصاميم الأولية استخدمت برنامج (Adobe Illustrator) وبرنامج (Procreate)، واستخدم برنامج (Gem Vision Matrix) للتصنيع بتقنية (CAM)، مما أتاح فرصة للباحثة بمعاينة التصميم قبل التنفيذ ومعالجة أخطاء التصميم قبل التصنيع والحد من هدر المعدن، إذ تتيح تقنية (CAD/CAM) فتح خطوط تطويرية مستقبلية لهذه التصاميم وقابليتها للتجديد. كما بيّنت التجربة التطبيقية أنّ المقومات الإنشائية ليست وظيفية فحسب، بل تساهم في تحقيق القيم الجمالية والإنشائية مثل الوحدة والتوازن والإيقاع والنسبة والانسجام والتناغم والتباين.

وفيما يأتي عرْض بعضٍ من نماذج التجربة التطبيقية -من تصميم الباحثة- لمجوهرات معاصِرة مُستوحاة من زخارف السدو السعودي، تمَّ رسْمها إلكترونيًا باستخدام برنامج أدوبي إليستريتور (Adobe Illustrator) وبرنامج بروكريت (Procreate).

التصميم الأول

التصميم الثاني

التصميم الثالث

التصميم الرابع

التصميم الخامس

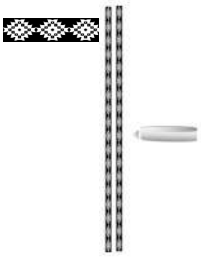
التصميم السادس

التصميم السابع

التصميم الثامن

التصميم التاسع

التصميم العاشر



**المرحلة الثالثة:**

تم اختيار أربعة تصاميم من مجموعة التصاميم السابقة وتم تصنيعها بتقنية (CAD/CAM)، وفيما يأتي عرْض خطوات التصنيع لجميع قطع المجوهرات (الأربعة التي تم تنفيذها):

1. إنشاء نموذج الشمع (Wax Model):

أ. إنتاج التصاميم رقميًا باستخدام برنامج (CAD)، (Rhino أو MatrixGold).

ب. تحويل التصميم إلى نموذج ثلاثي الأبعاد من الشمع باستخدام آلة (CNC) أو طابعة ثلاثية الأبعاد (3D Printer) بدقة ميكرونية. أو بطريقة حقن الشمع داخل قالب مطاطي.

ج. يمكن أن يكون النموذج قطعة واحدة أو للتصنيع الكمي، إنتاج مجموعة نسخ صغيرة مرتبطة بقناة تغذية (Sprue) لتسهيل عملية الصب.

2. تغطية النموذج بمادة سيراميكية (Investment):

أ. يُثبَّت نموذج الشمع داخل قالب معدني (Flask).

ب. يُصب خليط من المادة الاستثمارية (Investment Powder) وهي مادة سيراميكية حرارية مقاومة حول نموذج الشمع لتغليفه بالكامل وتسمى (الدليك).

ج. بعد تصلب المادة الاستثمارية، تتكون قشرة قوية تحيط بالنموذج الشمعي، وهي القالب الذي سيُصب فيه المعدن لاحقًا.

3. حرق الشمع وتفريغ القالب (Wax Burnout):

أ. يُسخَّن القالب تدريجيًا داخل فرن خاص إلى درجات حرارة مرتفعة (عادة بين 730 – 870 °م).

ب. يؤدي هذا إلى إذابة الشمع وخروجه بالكامل من القالب عبر القنوات، تاركًا فراغًا مطابقًا تمامًا لشكل التصميم.

ج. تُواصل عملية التسخين لإزالة أي بقايا عضوية ولتجهيز القالب السيراميكي لاستقبال المعدن المنصهر.

4. صب المعدن المنصهر (Metal Casting):

أ. يُذاب معدن الذهب في بوتقة خاصة حتى يصل إلى درجة الانصهار.

ب. يُصب المعدن المنصهر داخل القالب السيراميكي باستخدام آلة طرد مركزي (Centrifugal Casting) أو آلة تفريغ وضغط (Vacuum Casting) لضمان تدفق المعدن إلى أدق التفاصيل دون فقاعات هواء.

ج. يُترك القالب ليبرد تدريجيًا حتى يتصلب المعدن ويأخذ شكل التصميم المطلوب.

د. إزالة القالب والتنظيف (Divesting & Finishing).

ه. يُكسر القالب السيراميكي بعناية، عملية تسمى (Divesting) لاستخراج القطعة المعدنية الخام.

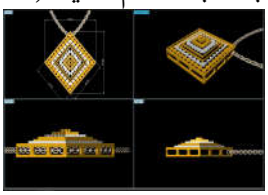
و. تُقص قنوات التغذية، وتُنظف القطعة من بقايا السيراميك.

ي. تُجرى عمليات التشطيب (Finishing) مثل الصقل والسنفرة الدقيقة وإضافة الأحجار الكريمة والطلاء النهائي (Plating) إن لزم.

**التجربة التطبيقية الأولى:** تعليقة مُستوحاة من زخارف السدو السعودي (زخرفة الحنبلية)

تم تنفيذها بنفس خطوات التصنيع السابق شرحها تفصيلاً؛ التصميم، والطباعة، وصب الذهب عيار 21 ثم التنظيف والصقل والتلميع والتطعيم.

أولاً: رسْم التصميم ثلاثي الأبعاد باستخدام تقنية (CAD) ببرنامج الماتريكس ( Gem vision Matrix).



ثانيًا: طباعة النموذج الشمعي للتصميم بتقنية (CAM)، باستخدام آلة الطباعة ثلاثية الأبعاد (3D printing) بجهاز (DMLS) (Direct Metal Laser Sintering) وتوضح الصورة الآتية النموذج الشمعي والمصبات الخاصة لصب الذهب.

ثالثًا: بعد أن تُغطى النسخة الشمعية بطبقات متتابعة من مادة الدليك (Investment) (خليط من الجص عالي النقاوة والسيليكا)، وجفاف القالب وتماسكة، تم تسخين القالب في فرن خاص لإذابة الشمع بالكامل، وترك تجويف مطابق للتصميم داخل القالب، وهي الخطوة التي تسمى حرق الشمع (Wax Burnout)، بعد تجهيز التجويف تم صب الذهب المنصهر (عيار 21) داخل القالب تحت تأثير الجاذبية أو باستخدام الضغط، أو التفريغ الهوائي (Vacuum Casting) لضمان ملء جميع التفاصيل الدقيقة للتصميم بعد التبريد، تم كسر القالب لاستخراج قطعة المجوهرات، ثم تم تنظيفها من بقايا مادة الديليك، وأجريت عليها عمليات التلميع والصقل والتشطيبات النهائية، وتظهر الصورة قطعة المجوهرات بالذهب عيار (21)، مشغولة بزخارف السدو ومطعمه بثلاثة ألوان (الذهبي والأبيض والروز) لتظهر التفاصيل الزخرفية بشكل واضح، كالآتي:

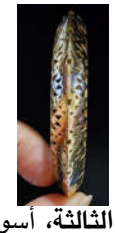
**التجربة التطبيقية الثانية،** بنجرة مُستوحاة من زخارف السدو السعودي (زخرفة الشجرة)

تم تنفيذها بنفس خطوات التصنيع السابق شرحها تفصيلاً؛ التصميم والطباعة وصب الذهب عيار 21 ثم التنظيف والتلميع والتطعيم.

أولاً: رسْم التصميم ثلاثي الأبعاد باستخدام تقنية (CAD) ببرنامج الماتريكس ( Gem vision Matrix).

ثانيًا: طباعة النموذج الشمعي للتصميم بتقنية (CAM)، باستخدام آلة الطباعة ثلاثية الأبعاد (3D printing)، وتوضح الصورة الآتية النموذج الشمعي والمصبات الخاصة لصب الذهب.

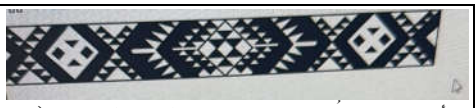
ثالثًا: تمت نفس الخطوات التي تم عرضها سابقاً في التجربة التطبيقية الأولى، وتظهر الصورة قطعة المجوهرات بالذهب عيار (21)، مشغولة بزخارف السدو ومطعمه بثلاثة ألوان (الذهبي والأبيض والروز) لتظهر التفاصيل الزخرفية بشكل واضح. كالآتي:



**التجربة التطبيقية الثالثة،** أسورتان سيال مُستوحاة من زخارف السدو السعودي، إحداهما زخرفة عشرجة، والأخرى زخرفة الحية. وتم تنفيذها بنفس خطوات التصنيع السابق شرحها تفصيلاً؛ التصميم والطباعة وصب الذهب عيار 21، ثم التنظيف والتلميع والتطعيم.

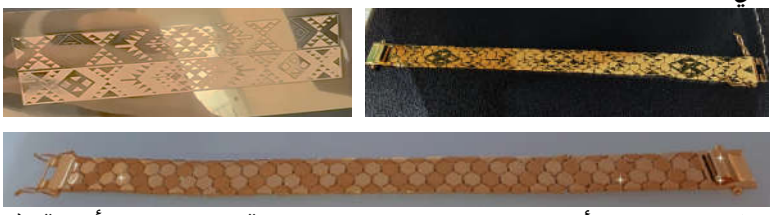
أولا: رسْم التصميم ثلاثي الأبعاد باستخدام تقنية (CAD) ببرنامج الماتريكس (Gem vision Matrix).

أسورة سيال مُستوحاة من زخارف السدو السعودي (زخرفة عشرجة).



أسورة سيال مُستوحاة من زخارف السدو السعودي (زخرفة الحية).

ثانياً: تمَّت صياغة الأسورة السيال بتقنية (CNC)، حيث تمَّت على شريحة من الذهب عيار (21)، من خلال قصِّ التصميم مصفوفة متتالية من الشكل الهندسي السداسي مستوحية الفكرة لبنائية الأسورة من زخارف السدو السعودي، التي تتمثَّل في استخدام الأشكال الهندسية وتجريدها، ثمَّ تمَّت طباعة التصميم بشكلٍ متكاملٍ على شريحة الذهب ونقْشها بالحفر بتقنية الليزر؛ لتظهر تفاصيل الزخرفة بالتبادل بين الغائر والبارز، كالآتي.



**إجابة السؤال الثالث: إلى أي مدى تحقق التصاميم الناتجة الدمج بين الأصالة (الهوية الثقافية السعودية) والابتكار التقني؟**

للإجابة عن هذا السؤال وتحقيقاً لهدف الدراسة: إبراز ملاءمة استلهام زخارف السدو في التصاميم المعاصرة. باستخدام معايير فنية وتقنية واضحة، قامت الباحثة بتصميم أداة الملاحظة (استمارة استطلاع رأي لتقييم التجارب التطبيقية للدراسة) حيث شملت أربعة محاور: المحور الأول هو (الجوانب الجمالية) وتتضمن (4) عبارات، والمحور الثاني هو (الجوانب الوظيفية) وتضمن (3) عبارات. المحور الثالث هو (الجوانب التقنية) وتتضمن (3) عبارات، والمحور الرابعهو (الجوانب الثقافية والتسويقية) وتتضمن (4) عبارات. تخضع خيارات الإجابة على محاور أداة الدراسة لمقياس ليكرت للتدرج الثلاثي بالخيارات (1=منخفض، 2=متوسط، 3=مرتفع). وقد تم التحقق من صدق وثبات الأداة بعرضها على مجموعة من المحكمين من ذوي الاختصاص والخبرة في الفنون البصرية وهم خمسة محكمين. من أعضاء هيئة التدريس على درجة أستاذ من كليات وتخصصات مختلفة، وتم الأخذ بملاحظاتهم وتعديل عبارات أداة الدراسة. وقد استهدفت أداة الدراسة عينة عشوائية مقصودة من الخبراء والمختصين والمستهلكين. ومن ثم تم توزيع الأداة على عينة الدراسة. تم الحصول على اجمالي (60) استجابة، (15) منها من الخبراء والمختصين في مجال التصميم المجوهرات وتصنيعها؛ و(45) من المستهلكين، وفيما يأتي عرض لنتائج أداة الدراسة:

**مناقشة وتحليل النتائج**

**أولا: نتائج الإجابة على عبارات المحور الأول الخاصة بإبراز (الجوانب الجمالية):**

**الجدول رقم (1) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية ونسب الموافقة لاستجابات أفراد العينة حول إبراز الجوانب الجمالية في تصميم وإنتاج المجوهرات المستلهمة من زخارف السدو:**

| م | العبارات | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | نسبة الموافقة | الترتيب |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | وضوح الهوية الثقافية السعودية في التصميم | 2.97 | 0.18 | %96.7 | 3 |
| 2 | التوازن بين الأصالة والابتكار | 2.97 | 0.18 | %96.7 | 4 |
| 3 | انسجام الألوان والخطوط في التصميم | 2.98 | 0.13 | %98.3 | 2 |
| 4 | جودة التفاصيل ودقة الصياغة | 3.00 | 0.00 | %100.0 | 1 |
| | المتوسط الحسابي المرجح العام | 2.98 | — | %98.0 | |

يظهر الجدول (1) وضوح الهوية الثقافية والتوازن بين الأصالة والابتكار بمستويات مرتفعة. فقد حازت عبارة (جودة التفاصيل ودقة الصياغة) على المرتبة الأولى بمتوسط (3.00) ونسبة موافقة (100%)، ما

يعكس إجماع المشاركين على تفوق الحرفية في التصميم. تلتها عبارة (انسجام الألوان والخطوط في التصميم) بمتوسط (2.98)، مما يدل على التوازن البصري. وحققت العبارتين (وضوح الهوية الثقافية السعودية في التصميم) و(التوازن بين الأصالة والابتكار) نفس المستوى بمتوسط حسابي(2.97)، (96.7%) مما يعكس نجاح المصمم في عكس الموروث المحلي، ويؤكد دمج الطابع التقليدي مع الحداثة. بالتالي فإن أفراد عينة الدراسة يوافقون وبنسبة إجمالية بلغت (98.0%) على تحقيق الجوانب الجمالية في قطع المجوهرات المُستلهمة من زخارف السدو، كما أكد الخبراء أن النقوش والخطوط مُستلهمة بدقة من التراث السعودي، مما منح القطعة قيمة ثقافية مضافة. أشار المستهلكون إلى الانسجام اللوني وجاذبية التصميم البصرية كعامل مؤثر في قرار الشراء. كما أن المزج بين الأصالة والابتكار عزز تميز التصميم عن القطع التقليدية في السوق المحلي.

### ثانيًا: نتائج الإجابة على عبارات المحور الأول الخاصة بإبراز (الجوانب الوظيفية):

**الجدول رقم (2) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية ونسب الموافقة لاستجابات أفراد العينة حول إبراز الجوانب الوظيفية في تصميم وانتاج المجوهرات المستلهمة من زخارف السدو:**

| م | العبارات | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | نسبة الموافقة | الترتيب |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | راحة الارتداء وخلو التصميم من الحواف الحادة. | 3.00 | 0.00 | %100.0 | 1 |
| 2 | ملاءمة حجم ووزن القطعة للاستخدام اليومي. | 3.00 | 0.00 | %100.0 | 1 |
| 3 | متانة التصميم ومقاومته للتشوه أو الكسر. | 3.00 | 0.00 | %100.0 | 1 |
| | المتوسط الحسابي المرجح العام. | 2.98 | ـــــ | %100.0 | |

تشير نتائج الجدول (2) إلى توافق كامل مع المعايير الوظيفية مثل الراحة والمتانة والوزن المناسب. حيث أن جميع البنود سجلت متوسط (3.00) مع موافقة كاملة (100%) دون أي انحراف معياري، مما يعكس كمال الجانب الوظيفي للتصاميم في إبراز (الجوانب التقنية) (100.0%)، كما اثبتت النتائج أن التصميم مريح وآمن للاستخدام اليومي حتى مع الحركة المستمرة، حيث أن الوزن المدروس والمتانة العالية يمنحان المستهلك ثقة في طول عمر القطعة وجودتها. كما أنه لم تُسجل أي ملاحظات سلبية من حيث الحواف أو الوزن، مما يؤكد توافق التصميم مع معايير (ergonomics).

### ثالثًا: نتائج الإجابة على عبارات المحور الأول الخاصة بإبراز (الجوانب التقنية):

**الجدول رقم (3) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية ونسب الموافقة لاستجابات أفراد العينة حول إبراز الجوانب التقنية في تصميم وانتاج المجوهرات المستلهمة من زخارف السدو:**

| م | العبارات | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | نسبة الموافقة | الترتيب |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | دقة التنفيذ باستخدام تقنيات (CAD/CAM) | 3.00 | 0.00 | %100.0 | 1 |
| 2 | جودة التشطيب النهائي (الصقل، اللمعان، الإغلاق) | 2.98 | 0.13 | %98.3 | 2 |
| 3 | توافق التصميم مع معايير تصنيع المجوهرات العالمية | 2.98 | 0.13 | %98.3 | 2 |
| | المتوسط الحسابي المرجح العام | 2.98 | ـــــ | %98.9 | |

تعكس نتائج الجدول (3) دقة عالية في التنفيذ باستخدام تقنيات (CAD/CAM) وجودة تشطيب ممتازة. فعبارة (دقة التنفيذ باستخدام تقنيات (CAD/CAM) حصلت على أعلى تقييم بنسبة (3.00)، وسجلت عبارتا (جودة التشطيب النهائي) و(توافق التصميم مع المعايير العالمية) متوسط (2.98) مع موافقة كاملة، وهذا يظهر أن التصاميم أبرزت (الجوانب التقنية) بنسبة مرتفعة (98.9%)، وهذا يشير أن الخبراء أكدوا أن استخدام التقنيات الرقمية عزز دقة التفاصيل والتناسق الهندسي. وأن التشطيب النهائي المتقن أعطى القطعة مظهراً احترافياً يوازي العلامات العالمية. كما أنه يعزى إلى التوافق مع معايير الجودة الدولية وهذا يدعم قدرة التصميم على دخول الأسواق الخارجية بثقة.

### رابعًا: نتائج الإجابة على عبارات المحور الأول الخاصة بإبراز (الجوانب الثقافية والتسويقية):

**الجدول رقم (4) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية ونسب الموافقة لاستجابات أفراد العينة حول إبراز الجوانب الثقافية والتسويقية في تصميم وانتاج المجوهرات المستلهمة من زخارف السدو:**

| م | العبارات | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | نسبة الموافقة | الترتيب |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | تعبير التصميم عن رموز زخارف السدو بوضوح. | 2.91 | 0.29 | %95.0 | 3 |
| 2 | مدى جاذبية التصميم للسوق المحلي. | 2.93 | 0.25 | %96.7 | 2 |
| 3 | مدى قدرته على المنافسة في الأسواق العالمية. | 2.96 | 0.20 | %98.3 | 1 |
| | المتوسط الحسابي المرجح العام | 2.93 | ـــــ | %96.7 | |

تؤكد بيانات الجدول (4) حضور الهوية الثقافية السعودية وقابلية التصاميم للمنافسة في الأسواق. فعبارة (مدى جاذبية التصميم للسوق المحلي) حازت على المرتبة الأولى بمتوسط (2.96)، وجاءت في المرتبة الثانية عبارة (مدى قدرته على المنافسة في الأسواق العالمية) بمتوسط (2.93)، وعبارة (تعبير التصميم عن رموز زخارف السدو) في المرتبة الثالثة بمتوسط (2.91)، رغم أنها لا تزال مرتفعة وهذا يظهر أن التصاميم أبرزت (الجوانب الثقافية والتسويقية) بنسبة إجمالية مرتفعة (96.7%)، وتؤكد النتائج أن التصاميم تعكس الهوية السعودية بوضوح، مما يعزز جاذبيته محلياً. كما أظهرت النتائج هناك توافق على أن القطعة مناسبة للتسويق الخارجي لكنها تحتاج إلى هوية بصرية أقوى لتعزيز تميزها عالمياً. وأكد المستهلكون أن التصميم يجمع بين الأصالة والقيمة الجمالية العالية، مما يعزز قرار الشراء.

وتشير النتائج الكمية والكيفية إلى أن التصاميم المستوحاة من زخارف السدو السعودي قد حققت دمجًا عاليًا بين الأصالة والابتكار التقني، فقد عكست البنود المرتبطة بالهوية الثقافية والانسجام الجمالي مستويات تقويم مرتفعة من الخبراء والمستهلكين، مما يؤكد فعالية تحويل الرمز الثقافي إلى بنية تصميمية معاصرة قابلة للتداول، وفي المقابل أظهرت البنود التقنية -وخاصة دقة التنفيذ باستخدام (CAD/CAM) وجودة التشطيبات وتوافق المعايير- أداءً قويًا يعكس نضج الممارسة الرقمية في الصياغة ويعزز مصداقية المنتج في سياقات العرض والتسويق الاحترافية، كما جاءت المؤشرات الوظيفية (راحة الارتداء، وملاءمة الوزن والحجم) في حدود ممتازة، ما يدعم صلاحية الاستخدام واستدامة المنتج. ورغم ارتفاع المتوسطات عمومًا، فقد برزت (القدرة على المنافسة عالميًا) كمجال تحسين رئيس، مع تباين نسبي في آراء المستهلكين، ما يستدعي توسيع استراتيجية التكييف اللوني واللغوي والاتصالي للأسواق المختلفة، وتدعيم السرد القصصي المرتبط بالهوية. إجمالا، تؤكد هذه النتائج أن توظيف زخارف السدو ضمن إطار منهجي مورفولوجي مسنود بتقنيات (CAD/CAM)، يتيح إنتاج مجوهرات معاصرة تجمع بين القيم الثقافية السعودية والجودة التقنية، وتدعم فرص التميز محليًا مع قابلية أكبر للتوسع التنافسي عالميًا.

**مُلخَّص النتائج**

أثبتت نتائج البحث والدراسة التحليلية والتطبيقية ما يأتي:

1. أظهرت الدراسة أن مورفولوجيا النسيج المعدني توفر خصائص ميكانيكية وجمالية تسهّل تصميم مجوهرات معقّدة وخفيفة الوزن باستخدام تقنيات (CAD/CAM).
2. بيّن التحليل المورفولوجي لزخارف السدو السعودي أنها تحمل مقوّمات تصميمية وبنائية وفلسفية قابلة للاستلهام في المجوهرات المعاصرة دون فقدان بعدها الثقافي.
3. أثبتت التجربة التطبيقية إمكانية دمج زخارف السدو مع النسيج المعدني لإنتاج تصاميم متوازنة بين الأصالة والابتكار، مما يعزز الهوية الثقافية السعودية.
4. وفّرت تقنيات (CAD/CAM) دقة عالية في التصميم والتنفيذ، وأسهمت في تقليل هدر المواد وتخصيص القطع وفق احتياجات العملاء.
5. أظهرت نماذج المجوهرات المنفّذة استحسان الخبراء والمستهلكين من حيث الجوانب الجمالية والوظيفية والتقنية والثقافية.

**توصيات البحث**

في ضوء نتائج البحث؛ أوصت الباحثة بما يأتي:

1. تعزيز دمج التراث المحلي في تصميم وصياغة المجوهرات باستخدام التقنيات الرقمية المتقدمة.
2. تطوير برامج تدريبية في كليات التصميم والفنون لتأهيل المصممين على استخدام تقنيات (CAD/CAM) في تصميم المجوهرات.

3. تشجيع التعاون بين المؤسسات الأكاديمية والصناعية لنقل نتائج الأبحاث إلى خطوط الإنتاج الفعلي.
4. إجراء مزيد من الدراسات التطبيقية لاستكشاف زخارف تراثية سعودية أخرى وتوظيفها في تصميم منتجات إبداعية معاصرة.
5. إطلاق مبادرات لدعم العلامات المحلية التي توظف الهوية السعودية في منتجات المجوهرات لتنافس في الأسواق العالمية.

**الإضافة العلمية للبحث**

يتميز هذا البحث بدمجه المنهجي بين مورفولوجيا النسيج المعدني وزخارف السدو السعودي في تصميم المجوهرات باستخدام تقنيات (CAD/CAM)، وهو ما لم تتناوله الدراسات السابقة بهذا الشمول والعمق، فقد قدّم إطاراً تصميمياً وتطبيقياً يوضح خطوات تحويل الزخارف التراثية إلى نماذج مجوهرات معاصرة تحمل الهوية الثقافية السعودية، وتلبي في الوقت ذاته متطلبات التقنية الحديثة وسوق المستهلك، كما أسهم البحث في تقديم نموذج تطبيقي واقعي يمكن للمصممين والجهات الصناعية الاستفادة منه، مما يعزز القيمة العلمية والعملية للدراسة، ويفتح آفاقاً لأبحاث مستقبلية في مجال دمج التراث بالتقنيات الرقمية المتقدمة.

## قائمة المصادر والمراجع — Sources & Referenc


1. Abū al-Nūr, Abīr Muḥammad Afīfī. (2016). *Al-istifādah min tiqniyāt al-nasīj fī tashkīl mashghūlāt fannīyah Bāl slāk al-Ma dinīyah*. *Al-Majallah al- Ilmīyah li-Kullīyat al-Tarbiyah al-Naw īyah,* 6(1), 277–296.
2. Abū Sulaymān, Abd al-Wahhāb Ibrāhīm. (2005). *Kitābat al-baḥth al- ilmī: Ṣiyāghat jadīdah* (Ṭ. 9). Maktabat al-Rushd.
3. Aḥmad, Du ā Muḥammad Abbūd, & Alī, Saḥar Alī Zaghlūl. (2020). *Al-tanāwul al-fikrī wa-al-jamālī li-uslūb al-Sadw fī taṣmīmāt azyā al-nisā* . *Majallat al- Imārah wa-al-Funūn wa-al-Ulūm al-Insānīyah*, 5(21), 200–221.
4. al- Alī, Nabīl Sa īd Abd Allāh. (2024). *Istikhdām al-kumbiyūtar fī al-taṣmīmāt al-ḥadīthah li-fann al-Sadw*. Majallat Jāmi at al-Minyā, Kullīyat al-Funūn al-jamīlah, 1(13), 352–361.
5. al-Balūshī, Nūrā Naṣīb. (2016). *Al-Sadw*. Al-Ittiḥād al-Nisā ī al- Āmm, Abū Ẓaby, al-Imārāt al-Arabīyah al-Muttaḥidah.
6. al-Barrāk, Fātin Muḥammad Ṣāliḥ. (2021). *Athar binā īyah ashkāl al-Sadw al-Sa ūdī alá istilhām taṣmīmāt Ṭabā īyah mu āṣirah*. *Majallat al-Tarbiyah al-Naw īyah wa-al-Tiknūlūjiyā* (Buḥūth Ilmīyah wa-Taṭbīqīyah), 1(2), 531–553.
7. Aldḥym, Bandar Sa ūd. (2024). *Al-istilḥām min a māl al-fanān al-mi mārīyah Ḥadīd fī ibtikār taṣāmīm raqmīyah li-ḥuly ma dinīyah mu āṣirah*. *Majallat al-Funūn wa-al-Adab wa- Ulūm al-Insānīyāt wa-al-Ijtimā* , 1(103), 330–353.
8. Aldhym, Ghādah Abd al- Azīz Nāṣir. (2011). *Naẓm al-ḥarakah fī al-binā al-taṣmīmī bi-istikhdām al-ḥāsib al-ālī li-istiḥdāth mashghūlāt ma dinīyah* [Risālat duktūrāh ghayr manshūrah]. Kullīyat al-Iqtiṣād al-Manzilī, Qism al-Tarbiyah al-Fannīyah, Jāmi at al-Amīrah Nūrah bint Abd al-Raḥmān al-Mamlakah al- Arabīyah al-Sa ūdīyah, al-Riyāḍ.
9. al-Ghāmidī, Abīr Sa īd. (2023). *Ru yah mu āṣirah li-lwaḥdāt al-zukhrufīyah li-l-Sadw li-ithrā al-nasīj al-yadawī bi-al-Mamlakah al- Arabīyah al-Sa ūdīyah*. 10.*Majallat al-Funūn wa-al-Adab wa- Ulūm al-Insānīyāt wa-al-Ijtimā* , 1(98), 301–317.
10. al-Ḥadīthī, Hayfā bint Alī ibn Ibrāhīm, & Daḥḥām, Saḥar Salmān Kuraydī. (2023). *Fann al-Sadw al-Sa ūdī ka-madkhal li-intāj a māl raqmīyah bi-istikhdām Barnāmaj al-Barwkryt Procreate*. *Majallat al-Funūn wa-al-Adab wa- Ulūm al-Insānīyāt wa-al-Ijtimā* , (98), 274–287.
11. al-Jāwī, Dīnā Muḥammad Riḍā Wārs. (2023). *Taṣmīm ḥuly mu āṣirah mustalhamah min Zakhārif al-Turāth al-Sa ūdī li-ithrā al-nashāṭ al-ḥirafy bi-al-Mamlakah al- Arabīyah al-Sa ūdīyah* [Risālat mājistīr ghayr manshūrah]. Qism al-Tarbiyah al-Fannīyah, Kullīyat al-Tarbiyah, Jāmi at Umm al-Qurá, Makkah al-Mukarramah.
12. al-Maḥmūdī, Muḥammad Sarḥān. (2019). *Manāhij al-Baḥth al- Ilmī* (Ṭ. 3). Maktabat al-Wasīṭah lil-Nashr wa-al-Tawzī .

13. al-Mu jam al-Wasīṭ. (2004). Maktabat al-Shurūq al-Dawlīyah, Jumhūrīyat Miṣr al- Arabīyah – Majma al-Lughah al- Arabīyah (al-Idārah al- Āmmah lil-Mu jamāt wa-Iḥyā al-Turāth) (Ṭ. 4).
14. al-Shā ir, Abd Allāh Musharraf. (2010). *Fa lyyah istikhdām al-Tiqniyah al-Raqmīyah fī taḥqīq al-Qayyim al-Fannīyah bi-muqarrar ashghāl al-khashab ladá Ṭullāb Qism al-Tarbiyah al-Fannīyah bi-Jāmi at Umm al-Qurá* [Risālat duktūrāh ghayr manshūrah]. Qism al-Manāhij wa-Ṭuruq al-Tadrīs, Kullīyat al-Tarbiyah, Jāmi at Umm al-Qurá, Makkah al-Mukarramah.
15. al-Thaqafī, Rawābī Muḥsin Ḥāmid. (2023). *Al-tashkīl bāl slāk al-Ma dinīyah li-taḥqīq al-ḥarakah al-tafā ulīyah fī a māl fannīyah mustalhamah min al-raqaṣāt al-sha bīyah bi-Minṭaqat Makkah al-Mukarramah* [Risālat mājistīr ghayr manshūrah]. Qism al-Tarbiyah al-Fannīyah, Kullīyat al-Tarbiyah, Jāmi at Umm al-Qurá, Makkah al-Mukarramah.
16. Ayyād, Rīhām Ādil. (2017) . *Istḥdāth ḥuly qā imah alá tashkīl al-sharā iṭ al-nasījīyah ka-manṭalq li-fikrat mashrū intājī ṣaghīr*. Majallat Amsyā, 1(2), 45–76.
17. Barakāt, Mirfat Muḥammad Abd al-Raḥīm. (2021). *Al-īqā al-shaklī li-l-tarākīb al-nasījīyah ka-dāf ibdā ī li-taṣmīm ḥuly nasījīyah*. *Majallat al-Tiknūlūjiyā wa-al-Taṣāmīm*, 1(2), 317–365.
18. Ibrāhīm, Abd Allāh. (2008). *Al-Baḥth al- Ilmī fī al- Ulūm al-Ijtimā īyah*. Al-Markaz al-Thaqāfī al- Arabī.
19. Jalāl, Hibat Āṭif. (2018). *Al-ru á al-ta bīrīyah fī al-ḥuly al-mu āṣirah*. *Majallat Amsyā*, 4(13), 389–413.
20. Jān, Ghādah Ghāzī Tāj. (2016). *Al-taḥlīl al-murfuwwlūjī li-bunyah al-dalālāt al-shaklīyah li-l-ẓawāhr al-ṭabī īyah ka-madkhal li-taṣmīm al-mashghūlāt al-22. Ma dinīyah al-mu āṣirah* [Risālat duktūrāh ghayr manshūrah]. Qism al-Tarbiyah al-Fannīyah, Kullīyat al-Tarbiyah, Jāmi at al-Malik Sa ūd, al-Riyāḍ.
21. Jān, Ghādah Ghāzī Tāj. (2024). *Taṣmīm ḥuly mu āṣirah mustawḥāh min Zakhārif al-mashghūlāt al-Ma dinīyah fī al-Ḥaram al-Makkī*. *Majallat al- Imārah wa-al-Funūn wa-al-Ulūm al-Insānīyah*, 9(46), 543–561.
22. Mujallad, Rashā Samīr Muḥammad. (2023). *Ithrā al-tajribah al-thaqāfīyah li-ḍuyūf al-Raḥmān bi-tawẓīf al-Sadw fī taṣmīm mu allaqāt nasījīyah maṭbū ah mu āṣirah*. *Majallat al-Taṣmīm al-Dawlīyah*, 13(5), 423–437.
23. Mu jam al-Ma ānī. (2010). Tamma al-āstrjā bi-tārīkh 22 Dīsimbir 2024 min al-mawqi : https://2u.pw/w5LX8Wr3
24. Qurbān, Mas ūdah Ālam. (2019). *Jamālīyāt Zakhārif al-Sadw al-Sa ūdī ka-maṣdar li-istilḥām mashghūlāt ma dinīyah mu āṣirah fī al-Tarbiyah al-Fannīyah*. *Al-Majallah al-Urdunīyah lil-Funūn*, 12(2), 124–129.
25. Ritchey, Tom. (2009). *Futures Studies using General Morphological Analysis*. Adapted from an article for the Millennium Project: Futures Research Methodology Series, Version 3.0. Swedish Morphological Society. Retrieved March 31, 2023, from https://www.swemorph.com/pdf/futures.pdf
26. Rizq, Āṣim Muḥammad. (2000). *Mu jam muṣṭalaḥāt al- Imārah wa-al-Funūn*. Dār al-Matbūlī lil-Nashr wa-al-Tawzī .
27. Ṣalībā, Jamīl. (1982). *Al-Mu jam al-falsafī*. Dār al-Kitāb al-Lubnānī, Bayrūt, Lubnān.
28. Shawqī, Ismā īl. (2000). *Madkhal ilá al-Tarbiyah al-Fannīyah* (Ṭ. 2). Dār al-Rif ah lil-Nashr wa-al-Tawzī , al-Riyāḍ.
29. Springer. (2025). Metallic thread lace: Unveiling manufacturing techniques via scientific analysis of historic textiles. *The European Physical Journal Plus*, 140(6), Article 541. https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-025-06341-w
30. Ṭbāzh, Khalīl Nimr. (2024). Al-mujawharāt wa-al-ḥulīy al- Arabīyah al-Turāthīyah: Dirāsah tawthīqīyah. *Al-Majallah al-Urdunīyah lil-Funūn*, 7(2), 133–150. Retrieved August 20, 2025, from https://jja.yu.edu.jo/index.php/jja/article/view/179.