



د/ خلود عسيري

مخطط فورونوي كمدخل لإثراء التراث السعودي في الفن...

Humanities and Educational
Sciences Journal

ISSN: 2617-5908 (print)



مجلة العلوم التربوية
والدراسات الإنسانية

ISSN: 2709-0302 (online)

مخطط فورونوي كمدخل لإثراء التراث السعودي في الفن المعاصر (*)

د/ خلود علي عسيري

أستاذ الرسم والتصوير المساعد
قسم الفنون البصرية، كلية التصميم والفنون
جامعة الأميرة نورة بنت عبد الرحمن
الرياض - السعودية

kaseri@pnu.edu.sa

تاريخ قبوله للنشر 21/8/2025

<http://hesj.org/ojs/index.php/hesj/index>

(*) تاريخ تسليم البحث 10/7/2025

(*) موقع المجلة:

العدد (50)، شهر نوفمبر 2025م

180

مجلة العلوم التربوية والدراسات الإنسانية

مخطط فورونوي كمدخل لإثراء التراث السعودي في الفن المعاصر

د/ خلود علي عسيري

أستاذ الرسم والتصوير المساعد
قسم الفنون البصرية، كلية التصميم والفنون
جامعة الأميرة نورة بنت عبد الرحمن
الرياض - السعودية

الملخص

في ضوء تطورات العلم الحديثة وعصر الثورة المعلوماتية والتكنولوجية فقد ظهرت العديد من النظريات الهندسية والرياضية التي ارتبطت بالفنون التشكيلية، وبعد مخطط فورونوي أحد تلك التطبيقات الهندسية التي استخدمت في العديد من المجالات العلمية والتقنية والطبية والمجالات الفنية التطبيقية كالعمارة والفنون لما تتسم به من هياكل ونظم بنائية وجمالية، وعليه يهدف البحث إلى تسليط الضوء على مخطط فورونوي والكشف عن إمكانياته التشكيلية ونظمه البنائية في إنتاج أعمال فنية معاصرة واستحداث مداخل تجريبية جديدة وحلول فنية مبتكرة بالاستفادة من جماليات الزخارف التراثية للأبواب الشعبية في المملكة وإعادة صياغتها وتشكيلها فنيا بأسلوب فورونوي باستخدام أحد البرامج الحاسوبية الحديثة (HalftonePal)، كما استخدم البحث المنهج الوصفي في الإطار النظري والمنهج التجريبي في الإطار التطبيقي، وتوصلت أهم نتائج البحث إلى أن النظم الهندسية والبنائية للفورونوي تعد من المداخل التجريبية الجديدة التي تسهم في إنتاج أعمال فنية معاصرة، وأن تسليط الضوء على التراث والاستفادة من جماليات زخارف الأبواب الشعبية وصياغتها بأسلوب فورونوي يعد أحد الحلول الإبداعية المبتكرة في مجال الفن التشكيلي والتي تسهم في المحافظة على الموروث وتأصيل الهوية، وعليه توصي الباحثة بتعميق دراسة مخطط فورونوي وتطبيقاته وربطه بمجال التصوير المعاصر، والبحث عن كل ما هو جديد ومستحدث في مجال العلوم والتكنولوجيا والهندسة الرياضية وربطه بالفنون والاستفادة منه في توثيق التراث وجمالياته وعناصره بأسلوب فني مبتكر ومعاصر.

الكلمات المفتاحية: مخطط فورونوي، التراث، الزخارف التراثية، المعاصرة، الفن المعاصر.

Voronoi diagram as an introduction to enriching Saudi heritage in contemporary art

Dr. Khulud Ali Asiri

Assistant professor in Painting and drawing, College of Art
and Design, Princess Nourah bint Abdulrahman University
Riyadh, Kingdom of Saudi Arabia

Abstract

In the light of recent scientific developments and the era of the information and technology revolution, many engineering and mathematical theories have emerged in connection with fine arts. Voronoi diagram is one of those engineering applications used in many scientific, technical and medical fields, and also in applied arts such as architecture and arts featured with constructional and aesthetic structures and systems. Therefore, this study aims to shedding light on Voronoi diagram and revealing its potentials and structural systems in producing modern artistic works and introducing new experimental approaches and innovative technical solutions, benefitting from aesthetics of heritage decorations of popular doors in the Kingdom, and re-formulate and forming them artistically based on Voronoi diagram using a new software "HalftonePal". The study used a descriptive approach within theoretical framework, and an empirical approach in the applied frame. The study has concluded that Voronoi's engineering and structural systems are deemed new empirical approaches that contribute to producing modern artworks. It is also concluded that focusing on heritage and benefitting from the aesthetics of popular doors' decorations, and re-forming them using Voronoi diagram are one of the innovative solutions in fine arts, which helps maintaining the heritage and establishing the identity. Hence, the researcher recommends deepening the study of Voronoi diagram and its applications, connecting it to contemporary photography, searching for every new and modern things in science, technology and mathematical engineering fields, linking the same with arts, and benefitting from them to authenticate the heritage, its aesthetics and elements inan innovative and contemporary artistic style.

Keywords: Voronoi diagram, Heritage, Heritage Motifs Contemporary, Contemporary Art.

مقدمة البحث:

في ظل التطورات التكنولوجية الحديثة وعصر الثورة المعلوماتية ظهرت مجموعة من المفاهيم الفلسفية والنظريات الهندسية والرياضية التي ساهمت في تحقيق الكثير من المنجزات العلمية، ويعد مخطط فورونوي Voronoi Digram أحد تلك التطبيقات التي سميت نسبة إلى العالم الروسي جيورجي فورونوي Georgiy Voronoi والذي يقوم على مبدأ رياضي هندسي يعتمد على تقسيم المساحة في الفضاء المتري إلى عدة أقسام صغيرة وفق نطاق محدد (فاروق، 2021، 1901).

وقد استخدم في مختلف العلوم كالهندسة الحاسوبية وعلم الأنثروبولوجيا والفلك وعلم الآثار والأحياء، وعلم الخرائط والجغرافيا المكانية (Nanna, 2008, 1992) ومع تمازج العلوم والمعارف وتطور الفنون المعاصرة أصبح مخطط فورونوي Voronoi Digram مصدر لاستلهام العديد من الفنانين في مختلف الفنون كالنحت والتصوير التشكيلي والعمارة والفن الرقمي (عبد العزيز، 2017، 4).

وفي ضوء تلك التغيرات أستطاع الفنان السعودي مواكبة كل ما هو جديد ومستحدث، فتعددت مصادر الرؤية لديه واستطاع أن يقدم موضوعات فنية متنوعة تعكس واقع المجتمع بجميع جوانبه الثقافية والسياسية والاجتماعية والاقتصادية مع الحفاظ على هويته، ويعد تراث المملكة جزء من هذا الكيان وأحد مصادر الاستلهام فهو إرث حضاري وثقافي وتاريخي وله دور في الحضارة الإنسانية باعتباره مصدرًا رئيسيًا لحفظ التاريخ ومرجع لأصالة الشعوب، والمحافظة على ضرورة وطنية وحضارية، لذا فقد تناول العديد من الفنانين في أعمالهم الفنية عناصر التراث من مباني وزخارف وحلي بأساليب وتقنيات متعددة (الدعجاني، 2021، 182).

وعلى الرغم من تعدد الدراسات التي تناولت موضوع التراث إلا أن هناك أهمية وضرورة للبحث عن حلول فنية مبتكرة ومداخل تجريبية جديدة تعكس موضوعاته، ونظرًا لأهمية تكتيف الدراسات في هذا المجال فإن البحث الحالي جاء لإلقاء الضوء على المزج بينه وبين العلوم من خلال استخدام مخطط فورونوي كأحد التطبيقات الرياضية والهندسية والذي يتم من خلاله إعادة صياغة التراث وفق رؤى تشكيلية متنوعة تساهم في إنتاج أعمال فنية بحلول غير تقليدية.

ومن هنا تتلخص مشكلة البحث في التساؤل التالي:

- ما إمكانية الاستفادة من مخطط فورونوي في استحداث صياغات تشكيلية مبتكرة للتراث في الفن المعاصر؟

فروض البحث:

- إن مخطط فورونوي يساهم في استحداث صياغات تشكيلية مبتكرة للتراث في الفن المعاصر.
- إن المزج بين التراث والرياضيات وعلوم الحاسب يساهم في ابتكار حلول فنية في اللوحة التشكيلية.

أهداف البحث:

- دراسة النظم البنائية لمخطط فوريونوي لإثراء التراث في اللوحات التشكيلية.
- الاستفادة من القيم الجمالية والشكلية للزخارف التراثية في إنتاج لوحات فنية مبتكرة.
- توظيف برامج الحاسب وعلوم الهندسة الرياضية في الفن التشكيلي.
- إنتاج لوحات فنية معاصرة بالدمج بين مخطط فوريونوي وزخارف الأبواب الشعبية بالمملكة.

أهمية البحث:

- دعم الحركة التشكيلية من خلال مواكبة كل جديد ومستحدث في الفن.
- تعزيز تراث المملكة من خلال توظيفه في لوحات فنية بطرق مبتكرة وصياغات تشكيلية جديدة.
- التمازج بين العلوم الهندسية والرياضية والفنون في اللوحات التشكيلية.
- مواكبة التطورات التكنولوجية ودمجها بالفن المعاصر.
- إلقاء الضوء على زخارف الأبواب الشعبية وجمالياتها وتوظيفها بأسلوب فني معاصر.

حدود البحث:

حدود مكانية: الرياض - المملكة العربية السعودية.

حدود زمانية: الوقت الحالي (2025).

حدود موضوعية: نماذج من الزخارف التراثية للأبواب الشعبية في المملكة.

مصطلحات البحث:

مخطط فوريونوي Voronoi diagram:

هو مبدأ رياضي هندسي يعتمد على تقسيم المساحة في الفضاء إلى مجموعة من المناطق (الخلايا) القريبة من بعضها والمتجاورة، حيث ترتبط كل منطقة بنقطة داخلها يطلق عليها المركز، وهي تمثل مخططات تشبه التغطية بالفسيفساء، كما أنه أداة تستخدم في عدة مجالات كالعلوم والهندسة لشرح العمليات التي تقوم على التقسيم المكاني فهو أسلوب خاص في تقسيم المساحات الثنائية أو الثلاثية الأبعاد إلى مناطق بعدد محدد من العناصر أو النقاط المرتبطة ببعضها والتابعة للمجال الذي يتم تطبيق المخطط عليه حيث يطلق على مناطق التقسيم مساحات أو خلايا فوريونوي (عبد العزيز، 2019، 3).

التراث Heritage:

تطلق كلمة التراث على العناصر الثقافية التي تنتقل من جيل إلى آخر وهو مصطلح يعني بالإنجليزية (Legacy) وقد ظلت كلمة (التراث) محدودة الاستعمال حيث تنوب عنها كلمة (الموروث) التي شاع استخدامها مقابل كلمة تراث باللغة الإنجليزية بمعنى (Tradition) وتعني انتقال العادات أو المعتقدات

من جيل إلى آخر أي توريث القديم، كما يتوقف مدلول كلمة تراث على السياق الذي تستخدم فيه (بوكر، 2024، 394).

الزخارف التراثية Heritage Decorations:

هي عبارة عن أنماط زخرفية تشكيلية يتم استخدامها في الفنون والحرف التقليدية، حيث تعكس التراث الشعبي وثقافة شعوب معينة، وتهدف الزخارف التراثية إلى التعبير عن الهوية التاريخية والثقافية، وتحمل معاني ورموز عميقة تعكس القيم والعادات والتقاليد المحلية (الحارثي، سالم، 2024، 147).

المعاصرة Contemporary:

المعاصرة في اللغة هي مصدر للفعل (عاصر) ويعني المعيشة في عصر واحد والعصر يقصد به الزمن، وتنسب لكل ماله صلة بعصر ما بتطوراته المختلفة في جميع النواحي الاجتماعية والثقافية والاقتصادية والعلمية والفنية.

و"يرى هربرت ريد Herbert Read أن المعاصرة هي انعكاس الثقافة الحديثة على الإبداع فإذا أصبح الفنان متوافقاً معها في الرؤية الحضارية وفي طريقة إدراكه وتفكيره وفي أسلوبه الإبداعي بما يتوافق مع الظروف المستحدثة فقد اتسم بالمعاصرة، حيث أن أهم سمات المعاصرة في القرن العشرين هي طبيعة العلاقة ما بين الفنان والواقع المرئي" (القربي، 2023، 43).

الفن المعاصر Contemporary Art:

ويقصد بالتصوير المعاصر هو ابتكار واستخدام أساليب فنية تصويرية لم تكن موجودة من قبل في القرون السابقة للقرن العشرين وذلك من خلال المحاولات الإبداعية التي اتخذت طرق فنية متنوعة تبعاً لنظريات الفن المعاصر، والفن المعاصر يعبر عن الفن الذي ينتج في الوقت الحالي مستفيداً من كل التقدم الحضاري والمعرفي في شتى مجالات العلم والتكنولوجيا والتنوع في الخامات والأساليب والأفكار الجديدة، كما يعبر عن نمط الحياة السريعة حيث أن الفن اليوم يرتبط ارتباطاً زمنياً وثيقاً بكل المتغيرات الاقتصادية والاجتماعية والثقافية والعلمية، والفنان المعاصر استطاع أن يعبر عن ثقافته وهويته مستفيداً من مختلف الإمكانيات الفنية والتشكيلية الحديثة والوسائط المتنوعة كالأدوات الرقمية والكمبيوتر والتكنولوجيا وفق منظومة متكاملة تعكس قضايا عصره وتعبر عن أفكاره والمتغيرات الحديثة مع كل ما يمر به الإنسان في العصر الحالي من مشكلات وكل ما يشغله من قضايا تتسم بالعالمية، فالفن المعاصر يعتمد على التوظيف الأمثل للإمكانيات المتقدمة بشكل يعبر عن ذاتية الفنان (يوسف، 2018، 170).

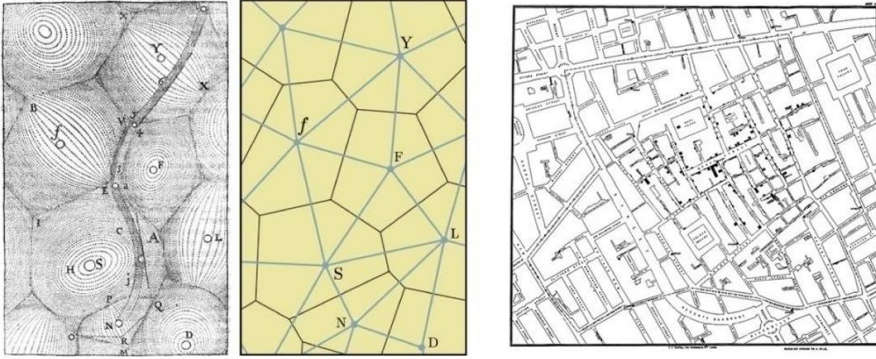
الدراسات السابقة المرتبطة بموضوع البحث:

- 1- دراسة أحمد عبد العزيز الشخص (أثر استخدام مخطط فورونوي في التصميم الداخلي المعاصر)، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، 5(19) (2020).
 - وجه الاتفاق مع تلك الدراسة: إلقاء الضوء على مخطط فورونوي كأحد التطبيقات الرياضية الهندسية والاستفادة منها في استحداث حلول إبداعية للتصميمات المتنوعة.
 - وجه الاختلاف: الهدف من تلك الدراسة هو استخدام مخطط فورونوي وتطبيقاته في معالجة الأسطح والفراغات لابتكار تصميمات متنوعة في مجال العمارة والتصميم الداخلي والديكور، بينما الدراسة الحالية تناولت مخطط فورونوي وأساسه البنائية في إعادة صياغة الزخارف التراثية للأبواب الشعبية بالمملكة والاستفادة منها في إنتاج أعمال فنية مبتكرة.
 - الاستفادة منها: أن مخطط فورونوي له استخدامات وتطبيقات تصميمية متنوعة وإمكانيات في شتى المجالات وأن كل مصمم له أساليبه وطرقه المبتكرة في توظيفه واستخدامه بحسب احتياجه والغرض منه
- 2- دراسة فاطمة فاروق درويش، (صياغة تصميمات جرافيكية معاصرة لفنون الحروفية باستخدام مخطط فورونوي)، المجلة العلمية لجمعية إمسيا التربية عن طريق الفن، (7)27، (2021).
 - وجه الاتفاق مع تلك الدراسة: تطبيق مخطط فورونوي والاستفادة منه في استحداث صياغات تشكيلية وحلول إبداعية مبتكرة ومتنوعة في إنتاج أعمال فنية معاصرة.
 - وجه الاختلاف: الهدف من تلك الدراسة هو تسليط الضوء على الحروفية ونشأتها وتاريخها وفنانيها ورمزياتها وإنشاء تصميمات فنية مستلهمة من مخطط فورونوي باستخدام فن الجرافيك
 - الاستفادة منها: استفادت الدراسة الحالية من النظم البنائية لمخطط فورونوي وتشكيلاته في الطبيعة التي تعد مصدر استلهام الفنان والمتمثلة في التشكيلات المنتظمة والغير منتظمة والتي انعكست على التجربة التطبيقية.
- 3- دراسة فتون فؤاد فيومي، منال عيد أبو جبل (سيمائية التراث السعودي في ضوء التكنولوجيا المعاصرة)، المجلة العربية للعلوم ونشر الأبحاث، 9(4)، (2023).
 - وجه الاتفاق مع تلك الدراسة: تناول الزخارف التراثية في المملكة والكشف عن أهميتها من خلال توظيف جمالياتها وقيمها الرمزية والفنية والزخرفية.
 - وجه الاختلاف: الهدف من تلك الدراسة هو تسليط الضوء على سيمائية الزخارف التراثية لمنطقة نجد من خلال الاستفادة من التكنولوجيا الرقمية والتعرف على أنماطها ودلالاتها الرمزية، والدراسة الحالية تناولت نماذج من زخارف الأبواب الشعبية في المملكة وإعادة صياغتها باستخدام مخطط فورونوي في إنتاج أعمال فنية معاصرة.
 - الاستفادة منها: استفادت الدراسة الحالية في التعرف على المؤثرات البيئية التي أثرت على نمط وشكل الزخارف التراثية في المملكة ودلالاتها الرمزية حيث تعد الطبيعة أحد مصادر الاستلهام في تشكيل الزخارف.

المحور الأول: مخطط فورونوي

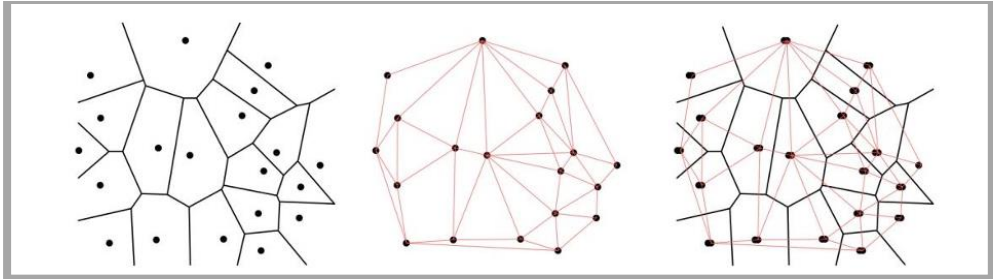
نشأة مخطط فورونوي:

كانت بداية ظهوره بشكل غير رسمي ولأول مرة من خلال ديكارت (Rene Descartes) عام (1644م) أثناء وصفه تجزئة الفضاء عن طريق النجوم، وإلى يوهان بيتر غوستاف (Gustav Peter) عام (1850م) أثناء دراسته المعادلات الرياضية التربيعية، كما استخدمه الطبيب جون سنو (Snow John) في عام (1854م) لتوضيح كيفية ظهور وتفشي وباء الكوليرا في لندن. وقد سُمي رسمياً بمخطط فورونوي عام (1908م) نسبةً إلى جيورجي فورونوي (Georgy Voronoi) عالم الرياضيات الروسي، وحين يتم ذكر مخطط فورونوي فلا بد من ذكر تثليث ديلوناي (Triangulation Delaunay) الذي سمي بذلك نسبة إلى بوريس ديلوناي (Delaunay Boris) عام (1934م) الذي ربط فورونوي بالأشكال المتعددة السطوح، فيتم رسمه من خلال توصيل مراكز فورونوي بعضها البعض ولا بد أن تكون الخلايا متجاورة حتى يتم وصل المراكز فيما بينها (محمود، 2017، 3).



شكل (1) إلى اليسار رسم رينيه ديكارت لكيفية تقسيم الفضاء وإلى اليمين رسم جون سنو خريطة لندن عام (1854) عند تفشي داء الكوليرا

<https://images.app.goo.gl/MhjQra4YG23k78wX7>



مخطط فورونوي

تثليث ديلوناي

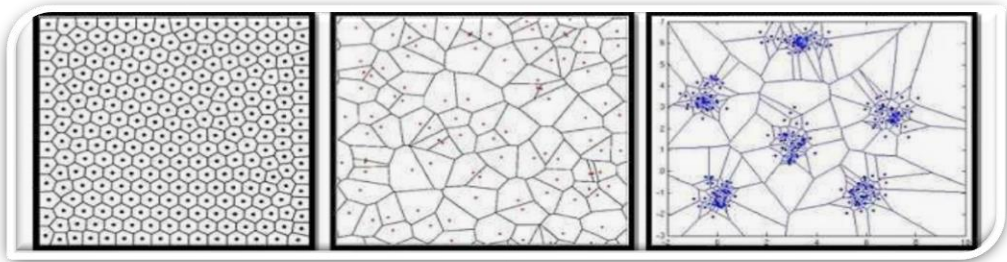
مخطط فورونوي + تثليث ديلوناي

وضح الشكل (2) كيفية رسم تثليث ديلوناي من خلال مخطط فورونوي

<https://images.app.goo.gl/vfafjYzLTX5t2xY9>

أنواع مخطط فوريونوي:

- يختلف مخطط فوريونوي في تشكيله تبعًا لشبكة النقاط المولدة وكيفية توزيعها، حيث يمكن تقسيمه إلى ثلاثة أنواع:
- 1- مخطط فوريونوي المنتظم (Regular voronoi) وهذا النوع تتوزع فيه النقاط بشكل منتظم من خلال شبكة حلزونية أو مربعة أو سداسية (Marta, 2020, 345).
 - 2- مخطط فوريونوي العشوائي (voronoi Random) وتتوزع النقاط في هذا النوع بشكل عشوائي (JOHN,1989,345).
 - 3- مخطط فوريونوي التجميعي (Clustered voronoi) وتكون النقاط به مجمعة على هيئة مجموعات (محمود، 2017، 171).



مخطط فوريونوي منتظم

مخطط فوريونوي عشوائي

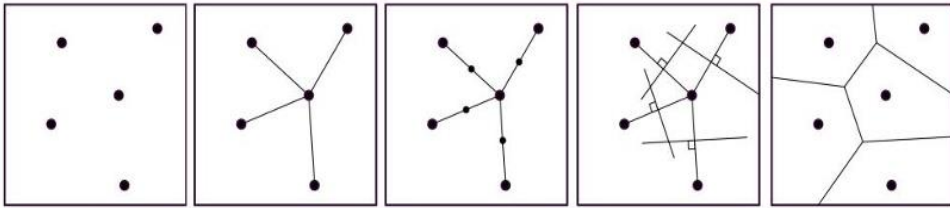
مخطط فوريونوي تجميعي

الشكل (3) أنواع مخطط فوريونوي

<https://images.app.goo.gl/AsFUZw9KibVdrndMA>

خطوات رسم مخطط فوريونوي:

- تحديد مجموعة من النقاط على مساحة سطح معين.
- رسم خط يصل بين كل نقطتين متجاورتين.
- رسم خط عامودي في منتصف الخطوط الواصلة ما بين النقاط.
- تقاطع الخطوط العامودية يولد تشكيل مخطط فوريونوي (فدعق، طاشكندي، 2017، 6).

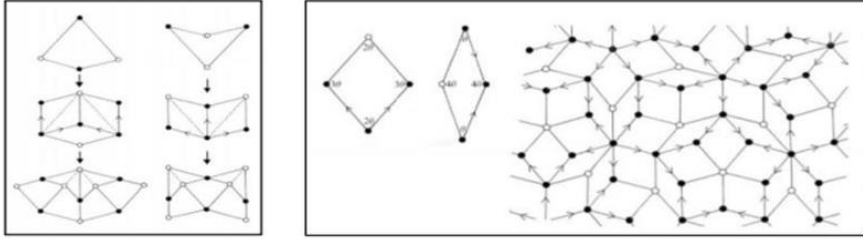


الشكل (4) خطوات رسم مخطط فوريونوي

<https://images.app.goo.gl/qmJSqTj4PajLMTUG7>

النظم البنائية لمخطط فورونوي:

تختلف الحدود الخارجية لبنائية مخطط فورونوي باختلاف تكوين الخط واختلاف اتجاهه ونظم تحركه حيث تستدل من خلالها على وجود كتله أو انبساط السطح كما يمكن الاستدلال منها على المظهر العام لطبيعة تغيرات منطقة عن الأخرى وكيفية الانتقال من جزء لآخر، وهذا النظام البنائي لتفسير الظواهر الطبيعية والأنماط يؤدي إلى إدراك الشكل ونظام فعال يوجه الإدراك إلى طبيعة الحركة وإلى طبيعة التغيير للقوى العاملة في نموه وتكوينه والتي توحى بعلاقته مع القوى المحيطة به، وتمحور النظم البنائية لخلايا فورونوي في كيفية البناء الهندسي للعناصر المترابطة والمكونة له، حيث تبدأ بشكل هندسي بسيط ثم تتداخل الزوايا والخطوط تدريجياً للوصول إلى صيغ متوالدة ومتكررة مكونة العديد من الخلايا اللانهائية كما في شكل (5) (يسرى، 2021، 1904).



شكل (5)

<https://images.app.goo.gl/S3WzzWqCs7Tx6jAY9>

تطبيقات مخططات فورونوي:

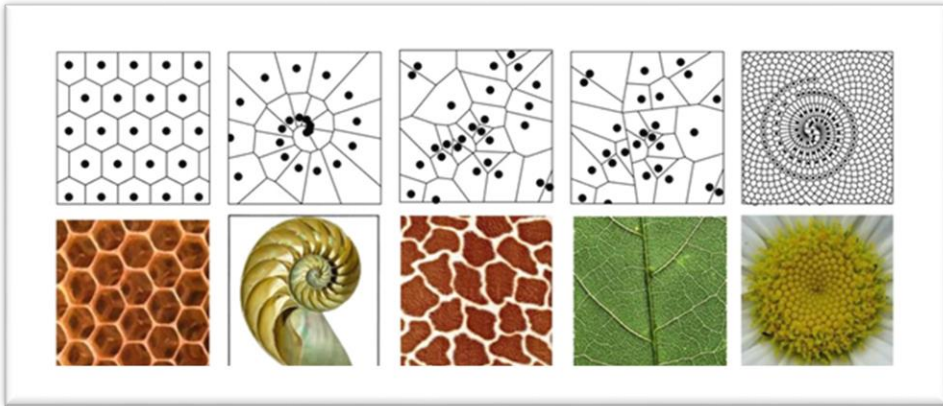
تستخدم مخططات فورونوي على نطاق واسع في العديد من المجالات مثل الأنتروبولوجيا وعلم الفلك وعلم الآثار وعلم الأحياء، علم الخرائط، الكيمياء، الهندسة الحاسوبية، علم البلورات، علم البيئة، الغابات، الجغرافيا، الجيولوجيا، التسويق، علم المعادن، الأرصاد الجوية، بحوث العمليات، الفيزياء، علم وظائف الأعضاء، الاستشعار عن بعد، الإحصاء، ففي العلوم الطبيعية استخدم مخطط فورونوي في تصميم نماذج لعدد من الهياكل البيولوجية المختلفة كأنسجة الخلايا والنظام البنائي للعظام، وفي علم البيئة أستخدم لدراسة أنماط نمو الغابات، وفي التخطيط الحضري والعمارة حيث استخدم مخططات فورونوي لفهم بنية الكون في علم الفلك، وتقدير عملية هطول الأمطار في الأرصاد الجوية، وتحديد مواقع المدارس العامة في التخطيط الحضري (Jan, 2008, 47)، وفي الطبيعة تعرف هندسة فورونوي على أنها ظاهرة نظامية تقوم على أسس هندسية ومفاهيم ذات منطق رياضي حيث يمثل النتائج الشكلية لمخطط فورونوي في هيئته العديد من الظواهر المحاكية للطبيعية العضوية والغير عضوية والتي نتجت من خلال عمليات التنظيم الذاتي

والتطور للعناصر وفق تشكيلات ثنائية وثلاثية الأبعاد ذات النمط التكراري مرئية وغير مرئية، مثل أوراق الشجر وأجنحة اليعسوب وهيكل الشمع، ودرع السلحفاة وجلد الزرافة، وتشققات الأرض الجافة كما في شكل (6) وشكل (7) (Marina, 2008, 23).



شكل (6) إنشاء مخطط فورونوي المتمثل في الطبيعة

<https://images.app.goo.gl/FCu4vsDR7GWQLwrF8>

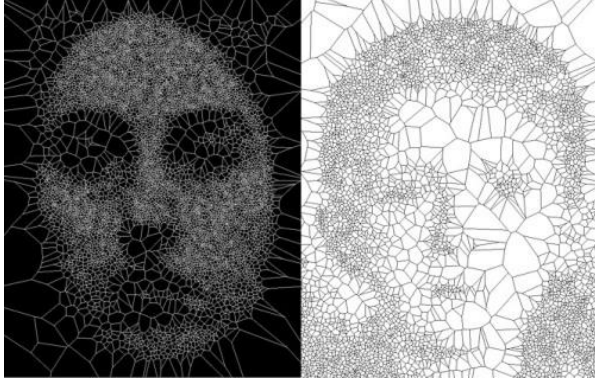


شكل (7) عناصر من الطبيعة تمثل مخطط فورونوي

<https://images.app.goo.gl/zUgtcNXtxbE9pjE76>

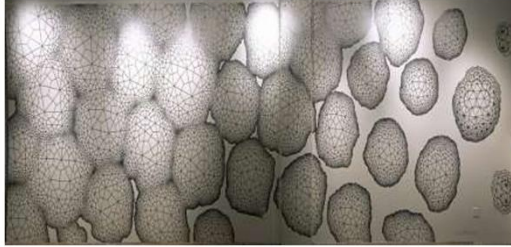
أما في مجال الفنون البصرية فقد استخدم بعض الفنانين مخططات فورونوي في أعمالهم الفنية من خلال توليد عدة خوارزميات من خلال برنامج الجافا أو الريفيت واستحداث مجموعة من النقاط العشوائية وتطبيقها بصورة فنية حيث قدم الفنان جولان ليفين Golan Levin عمله الفني "تقسيم وعلامة" في شكل (8) حيث تناول صور حقيقية لأشخاص مشردين وقام بتعديلها ومحاكاة أشكالهم وتسجيل انفعالاتهم عن طريق تطبيق برامج الجرافيك، ثم قام بمعالجة الصور ووضع آلاف من النقاط المبنية على مخطط فورونوي وتم تنفيذ المشروع في تطبيق الجافا وقد انتجت هذه الأعمال لمجلة الحديقة البريطانية التي يتم إصدارها كل ثلاثة أشهر، كما قدم الفنان كلينت فولكيرسون Clint Fulkerson مجموعة من

الأعمال الفنية التي تحتوي على أشكال وأنماط بنائية لمخطط فورونوي والمبنية على طريقة تثليث ديلاوني في شكل (9) من خلال استخدام مجموعة كبيرة من التأثيرات التي يدمجها مع بعضها لتقديم تكوينات فنية متنوعة مبنية على أسس فيزيائية ورياضية وعلوم ما وراء الطبيعة (الميتافيزيقيا) (Jesper, 1994, 83).



شكل (8)

<https://images.app.goo.gl/JK3TvkY8MniqzLpQA>



شكل (9)



<https://images.app.goo.gl/QXbWTpupntE2Ugkp7>




المحور الثاني: الزخارف التراثية للأبواب الشعبية في المملكة

شهدت المملكة العربية السعودية نهضة عمرانية وحضارية متنوعة ومتسارعة في جميع المجالات وما أثمر عنها من انفتاح ومواكبة للتطور العالمي والتمدن السريع حيث جاءت رؤية 2030 في ضوء محور (مجتمع حيوي) لتؤكد على أن الاعتزاز بهويتنا الوطنية والإرث الثقافي أصبح ضرورة مجتمعية، من خلال المحافظة على التراث الوطني المجيد الذي يمثل لبنة أساسية في تشكيل الهوية الثقافية، كما يمثل التراث العمراني مكوناً أساسياً لهويتنا الوطنية وداعماً مادياً لها، وتعد الأبواب الشعبية في المملكة بما تحمله من زخارف تراثية جزء لا يتجزأ من هذا التراث العمراني الذي يزخر بمضامين وقيم جمالية وفنية عظيمة تعد مصدرًا هامًا لاستلهام العديد من الفنانين والباحثين ومتذوقي الفنون، ونظرًا لما تتمتع به المملكة من مساحات شاسعة ممتدة وتنوع في مختلف مناطقها وتضاريسها وإمكانياتها البيئية التي أدت إلى اختلاف في المظاهر الاجتماعية والقيم والعادات والتقاليد والذي انعكس على مختلف أنواع الفنون والعمارة، فقد جاءت زخارف الأبواب الشعبية لكل منطقة من مناطق المملكة انعكاسًا للبيئة المحلية من حيث الهوية وثقافة المجتمع وتراثه الشعبي، واشتركت في العديد من الخصائص والسمات فتميزت بالبساطة والهندسية والتجريد والإيقاع التكراري الخالي من التعقيد والمتمثل في الخطوط والأشكال الهندسية والبنائية المتنوعة كالمثلث والمربع والدائرة والخطوط المستقيمة والمتقاطعة، فجاء بعضها محاكيًا لعناصر الطبيعة كالزهور وأوراق الشجر وسعف النخل والبعض يمثل الوحدات الزخرفية المتوارثة من الآباء والأجداد مثل (الوسم) وهو خاص بعلامات الإبل، وتكمن أهمية هذه الزخارف في حفاظها على الموروث الشعبي الذي يمثل البعد التاريخي ويؤكد على تأصيل الهوية الوطنية (السندي، 2021، 442).

جدول (1)

نماذج من الأبواب الشعبية لمناطق المملكة

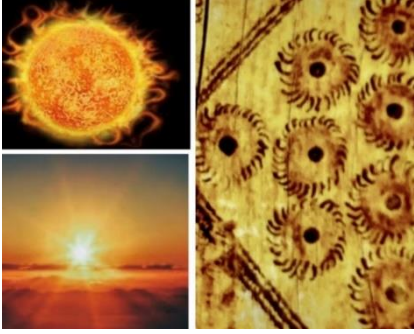
المنطقة الوسطى	المنطقة الشمالية
	

المنطقة الغربية	المنطقة الشرقية
	
المنطقة الجنوبية	
	

<https://x.com/abbasaleissa/status/1339178843723210752/photo/1>

الزخارف التراثية وعلاقتها بالطبيعة:

تزخر الزخارف التراثية للأبواب الشعبية في المملكة بقيمة فنية وجمالية واثراء فكري لما تحمله من موروث يمثل قيم وعادات وتقاليد المجتمع ويعكس هويته وأصالته، وتعد الطبيعة بما فيها من كنوز وجماليات أحد مصادر الإلهام للمعماريين والحرفيين في العصر القديم حيث استلهموا منها تشكيلات زخرفية متنوعة من خلال إعادة صياغتها بأسلوب تجريدي مبسط يحمل رموز ومعاني فلسفية وفنية، فيظهر في الشكل رقم (10) و(11) و(12) و(13) زخارف لأحد الأبواب الشعبية مستوحاه من الاشكال في الطبيعة تم تحويلها وتجريدها وتكرارها كعنصر زخرفي مثل خوص النخل وشكل الجبال والشمس والقمر وقد وجدت أيضاً على الحوائط ونقشت على الجص والمعادن والحجر والجلد وزينت بها المنسوجات.



شكل (11)



شكل (10)

<https://x.com/abbasaleissa/status/1339178843723210752/photo/1>



شكل (13)



شكل (12)

<https://x.com/abbasaleissa/status/1339178843723210752/photo/1>

وبظهر أيضًا في الشكل رقم (14) و(15) والشكل رقم (16) و(17) الزخرفة النباتية، فن التوريق، أحد العناصر الأساسية في الزخرفة الإسلامية، وجدت في بعض الأعمال الزخرفية التراثية في العديد من الأبواب الشعبية في مناطق المملكة كعنصر أساسي زخرفي نباتي على بعض الأخشاب والجص وورق الكتب والحوائط، تمثلت في ورق سعف النخل المجرد عن الواقع.

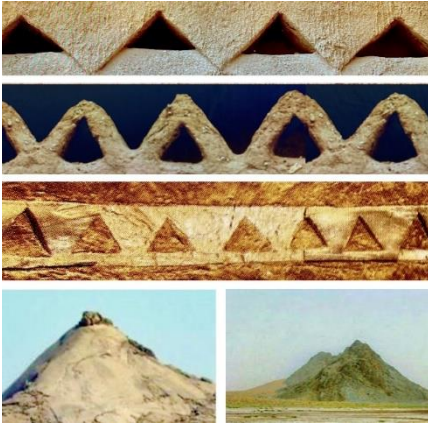


شكل (15)



شكل (14)

<https://x.com/abbasaleissa/status/1339178843723210752/photo/1>



شكل (17)



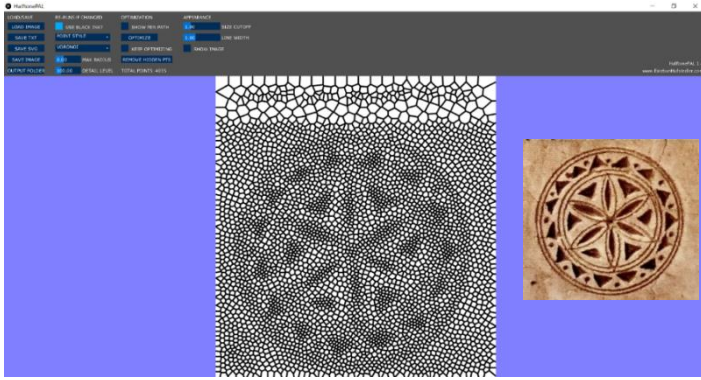
شكل (16) تصوير الباحثة

<https://x.com/abbasaleissa/status/1339178843723210752/photo/1>

المحور الثالث: التجربة العملية

يعد التراث إرث عظيم ومصدر إلهام للعديد من الفنانين لما يحمله من مخزون حضاري وثقافي واجتماعي، وتعد الأبواب الشعبية جزء لا يتجزأ من تراثنا بما تزخر به من ثراء فكري فني وقيم جمالية شكلية زخرفية وفنية تعكس هوية وثقافة المجتمع وتقاليد بصيغة رمزية وتجريدية مما جعلها مدخلاً لاستحداث لوحات فنية تشكيلية، ومع ظهور التكنولوجيا والابتكارات الحديثة والدمج فيما بينها وبين العلوم الرياضية والهندسية فقد أصبحت أحد الحلول الإبداعية والتجريبية للأعمال الفنية المعاصرة.

وتهدف التجربة التطبيقية في البحث على تأصيل الهوية والتراث الفني القديم بأسلوب معاصر حيث تعتمد على إنتاج أعمال فنية وإيجاد مداخل تجريبية وحلول إبداعية لنماذج من الوحدات الزخرفية للأبواب التراثية في المملكة وإثراء القيمة الفنية والجمالية لها وإعادة تشكيلها وصياغتها فنياً بأسلوب معاصر باستخدام مخطط فورونوي مع الحفاظ على الموروث الثقافي والهوية التراثية للزخارف الشعبية، كما تم تنفيذها من خلال تطبيق برنامج (HalftonePal) الذي يعتمد على تغيير الصورة وفق مجموعة متنوعة من الأنماط من بينها نظم فورونوي، ويظهر في الشكل رقم (18) زخرفة تراثية لأحد الأبواب الشعبية التراثية في المملكة التي تم تحميلها في برنامج (HalftonePal) وإعادة صياغتها بأسلوب فورونوي، وقد اعتمدت الباحثة في الممارسة التطبيقية لتجربة البحث على منطلقين أساسيين الأول دراسة جماليات الأبواب التراثية وزخارفها ومعالجتها يدوياً باستخدام الوسائط المتنوعة كالأكريليك والباستيل والأحبار، والمنطلق الثاني هو الاستفادة من التكنولوجيا والوسائط الرقمية كبرنامج الفوتوشوب في إنتاج أعمال التجربة العملية من خلال إعادة صياغة الزخارف في اللوحة التي تم معالجتها من خلال برنامج (HalftonePal) بأسلوب مخطط فورونوي وتشكيلها فنياً في لوحات معاصرة.



شكل (18) نافذة لبرنامج HalftonePal

جدول (2)

نماذج من الزخارف التراثية للأبواب الشعبية في المملكة بعد معالجتها بأسلوب فورونوي والتي تم استخدامها في التجربة العملية

الزخرفة بأسلوب فورونوي	الزخرفة قبل المعالجة
	
	
	
	

التجربة العملية الأولى:

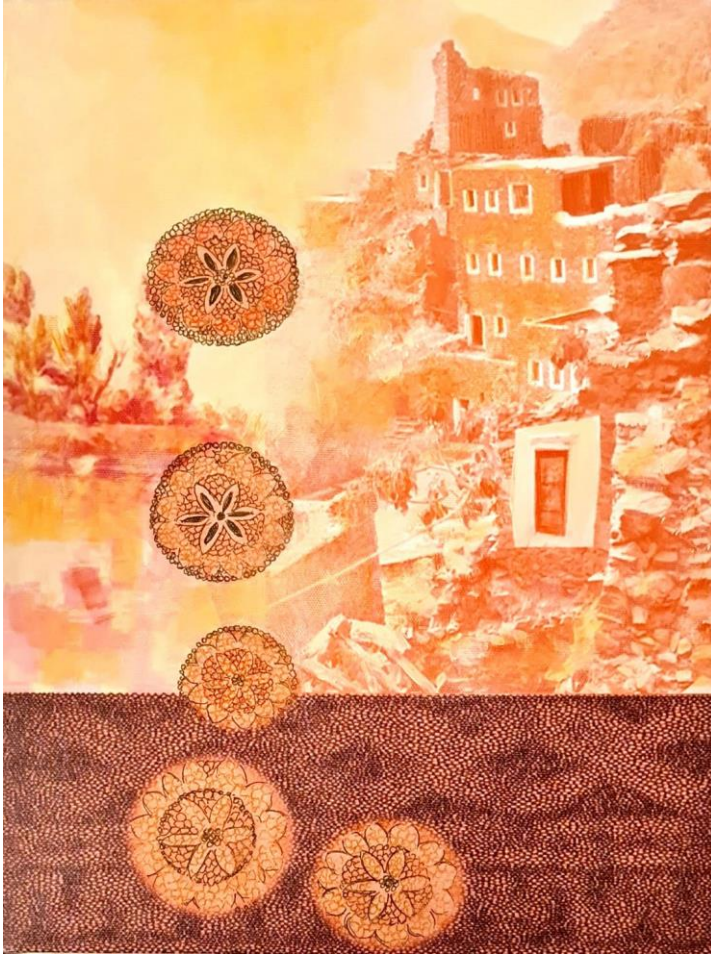
العمل الفني عبارة عن تقديم بصري مستوحى من تمثيلات الطبيعة في الأشكال الدائرية والحلزونية التي تمثل اللاهائية كأحد مصادر الإلهام التي تعتمد على التقاطعات بين الخطوط المنحنية والمقوسة والدائرية، لتشكل شبكة تمثل مخطط فورونوي في إطار دائري متضمن مجموعة من زخارف الأبواب الشعبية تشكل تكرار شبكي منتظم يحيط بمنظر داخلي لمنزل شعبي، يزخر بالقيم الزخرفية في الباب والحائط والأرضية والسجاد، إلى جانب الثراء الفني والقيم الزخرفية بين مختلف أنواع الزخارف والخطوط ذات التشكيلات المتنوعة وينبثق من الداخل للخارج زخارف دائرية بأسلوب فورونوي تتقاطع في التكوين لتحقيق التوازن بين جوانب التصميم وفق ثراء لوني متكامل بين الألوان الحارة والباردة ليؤكد النسيج البصري والفكري لمكونات التراث الأصيل والمحافظة على الهوية.



شكل (19)

التجربة العملية الثانية:

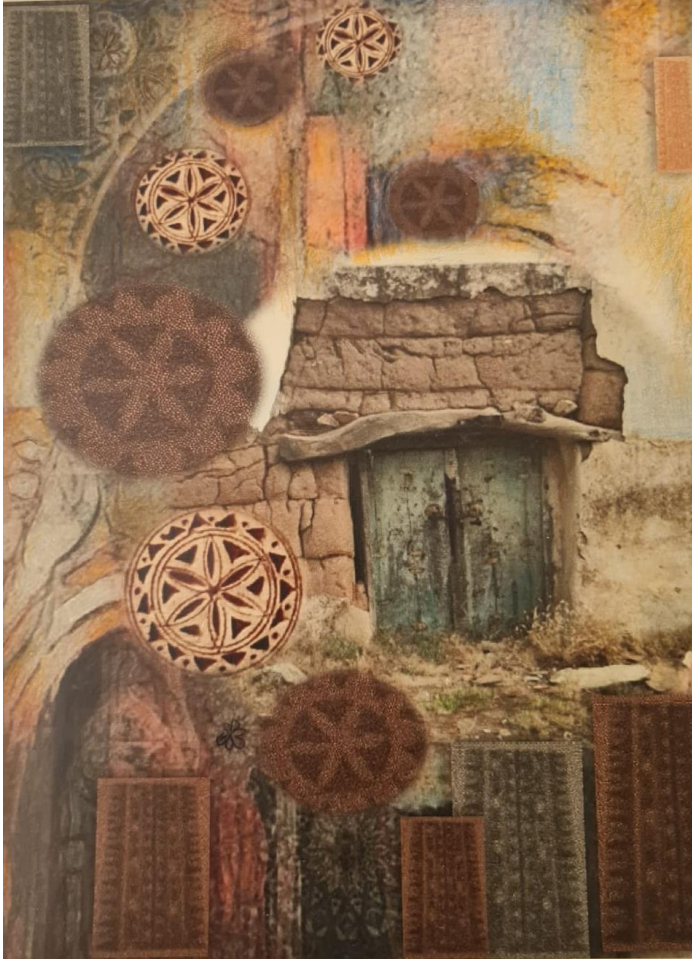
العمل الفني عبارة عن تمثيل زخرفي وهندسي لمجموعة من الأبواب الشعبية المتراكبة في إطار فني فلسفي يجمع بين الهوية والأصالة يتخلله مجموعة من الزخارف التراثية في صيغة مخطط فورونوي، في علاقات وإيقاعات وتكرارات متنوعة في الحجم والشكل لتمثل مضامين تعود بنا إلى التراث القديم وما يحمله من ثراء فكري ثقافي اجتماعي بأسلوب تعبيرى تتداخل فيه الألوان الدافئة التي تجمع بين ترابية الأرض وزرقة السماء ولون العشب الداكن ثلاثية تتكامل فيها الحنين للماضي وإشراقه الحاضر والمستقبل.



شكل (20)

التجربة العملية الثالثة:

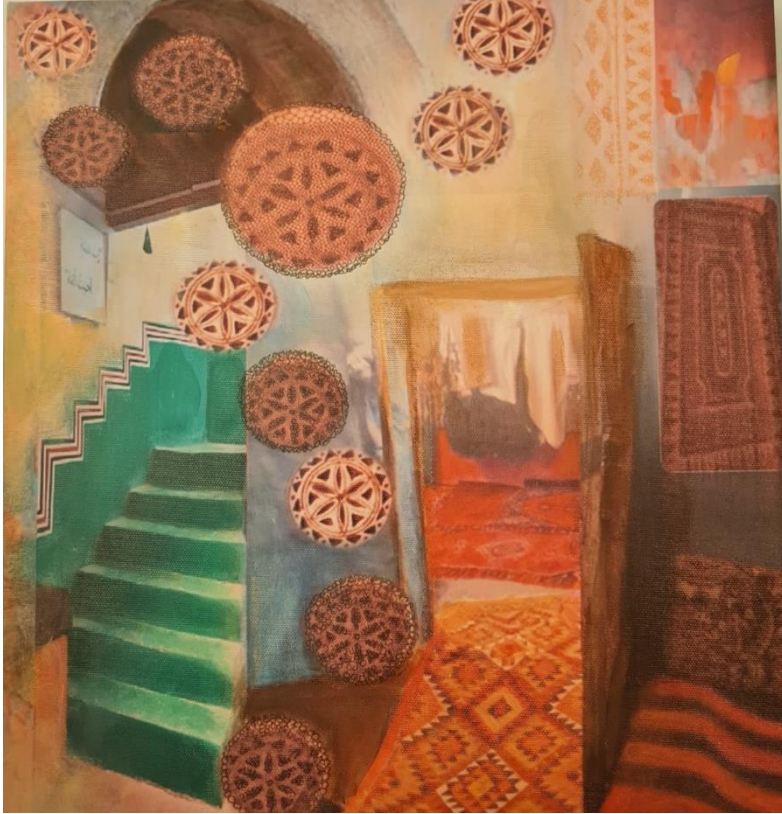
أعتمد العمل الثاني على تنظيم بصري لمنظر طبيعي لبيوت شعبية تراثية بأبوابها ونوافذها مع تراكب وتداخل الزخارف الشعبية للأبواب بأسلوب فورونوي في تكرار وإيقاع متنوع في الحجم والشكل بلون أحادي متدرج يضيف عليها طابع القدم ليكون العمل مزيج الماضي والحاضر.



شكل (21)

التجربة العملية الرابعة:

أعتمد العمل الفني على تشكيل بصري ومنظور داخلي لبيت شعبي في تراكب بنائي فني تشكيلي يدمج بين جماليات الزخارف المتمثلة في الأبواب الشعبية والمعاد صياغتها بأسلوب مخطط فورونوي والزخارف المتمثلة في السجاد الشعبي والنزل في تناغم لوني متبادل بين الألوان الحارة والباردة يعكس عبق وعمق الماضي وتأصيل التراث الفني الشعبي.



شكل (22)

نتائج البحث:

- 1- الربط بين التطورات العلمية بنظرياتها الحديثة والفنون المختلفة يعد مصدر جديد للاستلهام في التراث مما يحقق نتائج مبتكرة في التصوير التشكيلي.
- 2- النظم البنائية والهندسية لمخطط فورونوي من المداخل التجريبية الحديثة التي تحفز على الإبداع في الفن المعاصر.
- 3- الزخارف التراثية للأبواب الشعبية في المملكة وتوظيفها باستخدام مخطط فورونوي في اللوحة التشكيلية يسهم في إنتاج العديد من التكوينات اللانهائية والغير تقليدية المعاصرة.
- 4- تساعد التكنولوجيا الرقمية وبرامج الحاسب الآلي الحديثة على توفير معالجات تشكيلية بأداء تقني عال في مجال التصوير التشكيلي.
- 5- إلقاء الضوء على الزخارف التراثية للأبواب الشعبية بالمملكة برؤية فنية معاصرة يسهم في المحافظة على تأصيل الهوية وتوثيقها بصورة مبتكرة.
- 6- تعزيز القيم الجمالية والشكلية للزخارف التراثية أحد المجالات الهامة في الفن التشكيلي في ضوء تطبيقات مخطط فورونوي.
- 7- وجود علاقة دائمة بين النظريات العلمية والاكتشافات وبين الفنون وذلك لارتباط التقنيات الحديثة بنظم وقوانين الهندسة الرياضية.

توصيات البحث:

- 1- إن النظم البنائية للفورونوي وتطبيقاته الهندسية مجال واسع بحاجة للمزيد من الدراسة للاستفادة منه في مجال الفن التشكيلي المعاصر.
- 2- ضرورة الربط بين العلم والفن والتكنولوجيا الحديثة والرقمية للكشف عن حلول إبداعية ومداخل تجريبية جديدة.
- 3- تعميق دراسة الزخارف التراثية للأبواب الشعبية والربط بينها وبين العلوم الرياضية والهندسية في مجال الفنون.
- 4- المحافظة على الموروث والتراث الشعبي وتسلط الضوء على جمالياته بصورة فنية مبتكرة من خلال البحث عن الامكانيات الجديدة في مجال الهندسة والرياضيات.
- 5- الاتجاه لمختلف مجالات العلوم بالدراسة والبحث للاستفادة منها في مجال الرسم والتصوير.
- 6- تعميق دراسة نظم فورونوي الرياضية والهندسية والربط بينها وبين التصوير التشكيلي.
- 7- الاهتمام بالدراسات الفنية في مجال الهندسة الحاسوبية وتطبيقاتها وبرامجها الحديثة والاستفادة منها في مجال التصوير التشكيلي.
- 8- البحث عن آفاق جديدة للتطور العلمي والتكنولوجي للكشف عن كل جديد ومستحدث يثري الفنون التشكيلية.

مناقشة النتائج:

- 1- أكدت نتائج البحث صحة الفروض والتي تؤكد على أهمية الاستفادة من تطبيقات مخطط فورونوي في إثراء الفن المعاصر من خلال ما يلي:
 - 1- تسليط الضوء على القيم الجمالية للزخارف التراثية للأبواب الشعبية في المملكة وتوظيفها باستخدام البرامج التكنولوجية الحديثة والذي تم تحقيقه من خلال التجربة التطبيقية.
 - 2- توجيه الدراسات والأبحاث في مجال الهندسة الرياضية وتطبيقاتها والكشف عن إمكانياتها والاستفادة منها في مجال الفن التشكيلي يعزز ربط ودمج الفن بالعلم.
 - 3- تعزيز الهوية الوطنية والتراث وتوثيقه في أعمال فنية معاصرة بصياغة مبتكرة يساهم في حفظه.
 - 4- أهمية الكشف عن آفاق جديدة في مجال الفنون تساهم في حفظ الموروث وتعميق البحث والدراسة عن جماليات تراث المملكة بجميع مناطقها.
 - 5- البحث عن حلول إبداعية مستحدثة في تطبيق مخطط فورونوي وبنائته وإمكانياته التشكيلية.

المصادر والمراجع:

- الشخص، أحمد. (2020). أثر استخدام مخطط فورونوي في التصميم الداخلي المعاصر. مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، العدد(19)، 52-56.
- السندي، أمل. (2021). المضامين الجمالية للأبواب في المنطقة الجنوبية في المملكة العربية السعودية والاستفادة منها في إثراء التصاميم الطباعية. المجلة العلمية لكلية التربية النوعية، العدد(28)، ص442.
- بوكر، وديعة عبدالله. (2024). الفنون التراثية السعودية وارتباطها بالهوية الذاتية (الصفات والسمات) في التصوير التشكيلي السعودي. (12)9، ص394.
- الحارثي، دعاء معيض؛ سالم، أسماء عبد الله. (2024). الاستفادة من القيم الجمالية للزخارف التراثية بالمنطقة الغربية في المملكة العربية السعودية لاستحداث تصاميم لمكملات الأزياء. المجلة الدولية للعلوم الإنسانية والاجتماعية، العدد(61)، ص147.
- الدعجاني، نورة محسن. (2021). إبراز هوية زخارف التراث السعودي بالتصميم والتطريز الآلي على مكملات الملابس. المجلة الدولية للعلوم الإنسانية والاجتماعية، العدد(28)، ص182.
- راشد، أحمد. (2019). التصميم البارامتري كمصدر لاستلهام الطبيعة في تصميم المنتجات. مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، العدد(14)، ص33.
- عبد العزيز، داليا. (2017). أثر مخططات فورونوي في بناء الشكل الخزفي، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، العدد(8)، ص3-4.

فدعق، عبد الله؛ وطاشكنددي، رنا محمد. (2017). النظم البنائية للفوريونوي كمدخل فني في الرسم والتصوير. مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، العدد(7)، ص 6.

فيومي، فتون فؤاد. (2023). سيميائية التراث السعودي في ضوء التكنولوجيا المعاصرة. 9(4)، ص32.

القرني، منى سعد. (2023). إستلهام الثقافة السعودية في أعمال الفنان عبد الحليم رضوي. مجلة العلوم التربوية والدراسات الإنسانية، المجلد(29)، ص43.

محمود، سلمان. (2017). تطبيقات نخطط فوريونوي على الواجهات. مجلة جامعة البعث، العدد(7)، ص161.

يسرى، فاطمة فاروق. (2021). صياغات تصميمات جرافيكية معاصرة لفنون الحروفية باستخدام مخطط فوريونوي. المجلة العلمية لجمعية إمسيا التربوية عن طريق الفن، 7(27)، 1904-1901، (1899).

يوسف، ثريا حامد. (2018). التراث كمدخل لتحقيق الهوية الذاتية في الفن المعاصر. مجلة العمارة والفنون، العدد(10)، ص170.

Jesper .M (1994). Lectures On Randollll Voronoi Tessellations, 83.

Jan. O. V (2008). Hierarchical Voronoi Graphs. 47-46.

John. W. S (1989). Spatial Tessellations Concepts and Applications of Voronoi Diagrams, 354.

Marina. L. G (2008). Generalized Voronoi Diagram:A Geometry-Based Approach to Computational Intelligence ,23.

Marta. F. Andrea. G (2020). Calibration of Gamma Ray Impacts in Monolithic-Based Detectors Using Voronoi Diagrams, Journal of Plasma Medical Sciences, 4(3), 345.

Nanna. S (2008). Voronoi diagram with fuzzy number and sensor data in an indoor navigation, Journal of Telecommun Comput El Control, 18(4),1992.

<https://images.app.goo.gl/MhjQra4YG23k78wX7>

<https://images.app.goo.gl/vfafjYzLTXX5t2xY9>

<https://images.app.goo.gl/AsFUZw9KibVdrndMA>

<https://images.app.goo.gl/qmJSqTj4PajLMTUG7>

<https://images.app.goo.gl/S3WzzWqCs7Tx6jAY9>

<https://static.righto.com/fractals/vor.html?m=1>

<https://images.app.goo.gl/FCu4vsDR7GWQLwrF8>

<https://images.app.goo.gl/zUgtcNXtxbE9pjE76>

<https://images.app.goo.gl/JK3TvkY8MniqzLpQA>

<https://x.com/abbasaleissa/status/1339178843723210752/photo/1>

<https://images.app.goo.gl/QXbWTpupntE2Ugkp7>