الأساليب الحديثة في تصميم الزخرفه الهندسية الإسلامية باسلوب فورونوى

Modern methods of designing the Islamic geometric decoration in Voronoi style

ا.د/ عمر محمد عبد العزيز كامل

أستاذ ورئيس قسم الخزف سابقا - كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان

Prof. Dr. Omar Mohamed Kamel

Professor of ceramics Department - faculty of Applied Arts- Helwan University

omar_kamel@a-arts.helwan.edu.eg

أ.د/ أيمن علي جودة

أستاذ ورئيس قسم الخزف السابق - كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان

Prof. Dr. Ayman Ali Gouda

Professor of ceramics Department - faculty of Applied Arts- Helwan University

aymanalyalygouda@gmail.com

أ.م.د/ منى محمود شمس الدين

أستاذ مساعد بقسم الخزف - كلية الفنون التطبيقيه – جامعة حلوان

Assist. Prof. Dr. Mona Mahmoud Shams Elden

Associate Professor of ceramics Department - faculty of Applied Arts- Helwan University

mahmoudmona1978@gmail.com

م.م/ ايه نزيه محى ابوليله

مدرس مساعد بقسم الخزف – كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان

assist. Lect. Aya Nazeh Mohey Abo Lala

Assistant Lecturer of Ceramics Department –Applied Arts faculty- Helwan University

ayanazeh@a-arts.helwan.edu.eg

الملخص:

استخدمت الزخارف الهندسيه الإسلامية (Islamic geometric patterns) (IGPs)الأشكال الهندسية الدقيقة، والمجسمات المطعمة بالأحجار الكريمة مثل الفسيفساء والعقيق والرخام وغيرها في تزيين قصور خلفاء الدولة العباسية والدولة الأموية، وكذلك في تزيين المساجد مما جعل منها تحفًا معمارية حافلة بالإبداع. فيعتبرفن الزخرفة الإسلامية هو من أرقى الفنون التي عبرت عن الدين الإسلامي. فى عالم يَتزايد فيه الطابع الرقمى بشكل مُتزايد لتتشابك مع الحياه اليومية تم استخدام التقنيات البارامترية لتطوير حلول لمشاكل التصميم بإستخدام نماذج عددية ذات محددات متغيرة، مما يجعل التصميم سهل التعديل، وهو أحد السمات المهمة في التصميم الرقمي كما تتميز بمفهوم التوليد والتواصل الذي يهمنا في هذه الدراسة حيث أنها تشترك في هذه الخاصية مع الزخرفة الهندسية الإسلاميه. يهتم المصممين والمعماريين بالزخرفة الهندسيه الإسلامية ومن خلال التحليل والمقارنة لاحظوا وجود علاقة بين الأنماط الإسلامية والتصميم البارامترى .Parametric design حيث إنهم قادرون على تحليل وصنع الزخارف بطريقة معقدة للغاية ولكن سهلة التنفيذ بسبب هذه المتغيرات. يهدف البحث إلى تطوير الزخارف الهندسيه الإسلامية وإيجاد حلول تصميمية جديدة وحديثة للزخرفة الهندسيه الإسلامية باستخدام تصميم حدودي لتوفير الوقت والجهد. حاول الباحث إيجاد حلول جديدة للتصميم الهندسي على أحد البرامج البارامترية جراسهوبر(Grasshopper)، واعتمدت هذه الورقة البحثية على اربع محاور رئيسية

أولا: دراسة مفهوم التصميم البارامتري والتصميم التوليدى.

ثانيا: تتبع نشأة استخدام الفكر البارامتري والتوليدى في الاستلهام من الزخرفة الهندسيه الإسلامية.

ثالثا: أهمية البرمجة والتقنيات الرقمية البارامترية في إيجاد حلول تصميمية معاصرة مستمدة من الزخرفة الهندسيه الإسلامية

رابعا: عرض البحث لبعض التطبيقات الحديثه والمعاصرة للزخرفة البارامترية الإسلامية والمرتبطه باسلوب فورونوى (Voronoi) باستخدام برنامج رينو(Rhino) و جراسهوبر(Grasshopper).

الكلمات المفتاحية

الزخرفة الهندسية إلاسلامية، التصميم البارامتري، فسيفساء فورونوى، التصميم التوليدى.

Abstract

Islamic geometric patterns (IGPs) used precise geometric shapes, and figures inlaid with precious stones such as mosaics, agate, marble, and others in decorating the palaces of the Abbasid and Umayyad caliphs, as well as in decorating mosques, which made them architectural masterpieces full of creativity. The art of Islamic decoration is one of the finest Arts that expressed the Islamic religion. In a world in which the digital character is increasingly intertwined with daily life, parametric techniques have been used to develop solutions to design problems using numerical models with variable parameters, which makes the design easy to modify, which is one of the important features of digital design. It is also characterized by the concept of generation and communication which interests us in this study. Where it shares this feature with Islamic geometric decoration. Designers and architects are interested in Islamic engineering decoration, and through analysis and comparison, they noticed a relationship between Islamic patterns and Parametric design. They are able to analyze and make motifs in a very complex but easy-to-implement manner, because of these variables. The research aims to develop Islamic geometric motifs and find new and modern design solutions for Islamic geometric motifs using a parametric design to save time and effort. The researcher tried to find new solutions for the engineering design on one of the parametric programs (Grasshopper), and this research paper relied on four main axes;

First: Studying the concept of parametric design and generative design.

Second: tracing the origins of using parametric and generative thought in drawing inspiration from Islamic geometric ornamentation.

Third: The importance of parametric digital programming and techniques in finding contemporary design solutions derived from Islamic engineering decoration.

Fourth: The research presents some modern and contemporary applications of the Islamic parametric decoration related to the Voronoi style using the Rhino and Grasshopper programs.

key words

Islamic geometric decoration , parametric design , Voronoi mosaic , generative design .

المقدمة

يعتبر الفن الزخرفي الإسلامي من أكثر الفنون حضارة، يقوم على الشبكات الهندسية والعلاقات الرياضية، وبناء الوحدات الزخرفية وفق أساليب التوليديه في أعمال التصميم الخاصة بالفن الإسلامي. تتميز الوحدات أيضًا بتكوينات هندسية معقدة حاول العديد من المصممين والمهندسين المعماريين تكرارها رقميًا باستخدام تقنيات رقمية جديدة لتوفير الوقت والجهد والاستفادة من التصميم المعاصر. يعتبر النهج البارامتري من أهم هذه التقنيات الرقمية المعاصرة، كما يتميز أيضًا بالأنماط التوليدية والمعدلة في إنشاء التصاميم باستخدام وحداتها البارامترية، مما يجعلها واحدة من أكثر التقنيات الرقمية المرتبطة بالزخرفة الإسلامية. يسبق هذا التفكير البارامتيري الثورة الحديثة في العلوم الرقمية والبرمجة البارامترية، حيث يعود إلى وقت كان فيه حماس المستشرقين للفن الشرقي والإسلامي واضحًا، حيث تأثر بعض الفنانين بالفن الإسلامي.فظهر الاهتمام والاستلهام من الهياكل الزخرفية في أعمالهم الفنية، وإظهار درجة التوافق الفكري بينهم وقد بدأ هذا الاتجاه البارامتري الإسلامي في الإنتشار من خلال إقبال المصممين والمعماريين على التمسك بالتراث الحضاري مع الأخذ بالأساليب التصميمية المعاصرة، واستخدام تلك التقنيات في الوصول إلى صياغات تصميمية جديدة مستنتجة من تلك الوحدات الإسلامية، مما ساهم ذلك في إدخال هذا الاتجاه الجديد في المنشآت المعمارية الحديثة والمجالات التصميمية المختلفة.

مشكلة البحث

١ - هل يمكن للتصميم البارامترى تطوير الزخرفه الهندسيه الإسلامية والوصول الى اشكال جديدة؟

٢- هل من الممكن الحفاظ على هوية الطراز الإسلامي مع إستخدام برامج التصميم الرقمية ؟

أهمية البحث:

١ - تطوير العلاقات الهيكلية للهندسه الزخرفية باستخدام الخوارزميات البارامترية من حيث الإنشاء والتنفيذ.

٢ -إيجاد مجال لتطوير التصاميم الهندسية الإسلامية رقميا.

٣ -عمل تصميمات معقدة وسهلة الإنشاء والتنفيذ.

هدف البحث

١ -إنشاء هياكل تصميمية محدثة للزخرفة الهندسية الإسلامية من خلال خوارزميات التصميم البارامترية.

٢ -إنشاء عدة تصميمات مختلفة بنفس الشكل حسب المتغيرات المدخلة في البرنامج المستخدم للتصميم (الجراسهوبر)

منهجية البحث:

اتبعت الدراسة المنهج الوصفي والتحليلي لتعريف بعض المصطلحات وتحليل بنية بعض الزخارف الهندسية.

والمنهج التجريبى فى تصميم مستحدث باستخدام خوارزميات التصميم البارامترى.

١-التصميم البارامتري(PD)Parametric design

هو إنشاء نموذج رقمي يستند إلى سلسلة من القواعد أو الخوارزميات المبرمجة مسبقا والمعروفة باسم المحددات بمعنى، يتم إنشاء النموذج أو عناصر منه تلقائيًا بواسطة اسباب منطقية داخلية بدلاً من معالجته يدويًا.

هو أحد التصاميم التي ولدت مع النظام الرقمي وبرامجه التطبيقية لأجل إعادة التفكير في التصميم المعماري وفق نظام توليدي، حسابي، رقمي، يسمح للكمبيوتر التعامل مع نظام خوارزمي وتعبر عن مرحلة تطور الرسم الهندسي وتحولاته من النظام التناظري الى النظام الرقمي وتحويل التكرار والرتابة الى قيم جمالية [١]أي انها ولدت من رحم التصاميم المعمارية وتقوم على التفكير الرياضي لأجل التعبير عن أفكار وظيفة او جمالية سواء متصلة بالعمارة او منفصلة عنها مع التأكيد على القيمة الرمزية من خلال قصدية الفكر واستجابة الشكل لها وغالبا تتعامل مع بيئتها في إيجاد حلول جمالية في البيئة والمناخ والثقافة والوظيفة[٢] التصميم البارامتري الذي بات يُعتَمَد في برامج للحاسوب، يسمح للتعديلات في أيّ جزءٍ من أجزاء التصميم بأن تظهر آلياً في باقي الأجزاء، مختصراً الوقت والجهد الكبيرَين الذي يتطلّبهما تنفيذ وتجربة هذه التعديلات يدوياً. وبواسطته، يستطيع المصمم المعمارى أن يدرسوا العلاقات بين الجوانب الأساسية لبناءٍ فعليّ، بما في ذلك المواد المُراد استعمالها وتقنيات التصنيع والخصائص الهيكلية في عملية التصميم[٣]

٢-التصميم التوليدي Generative Design

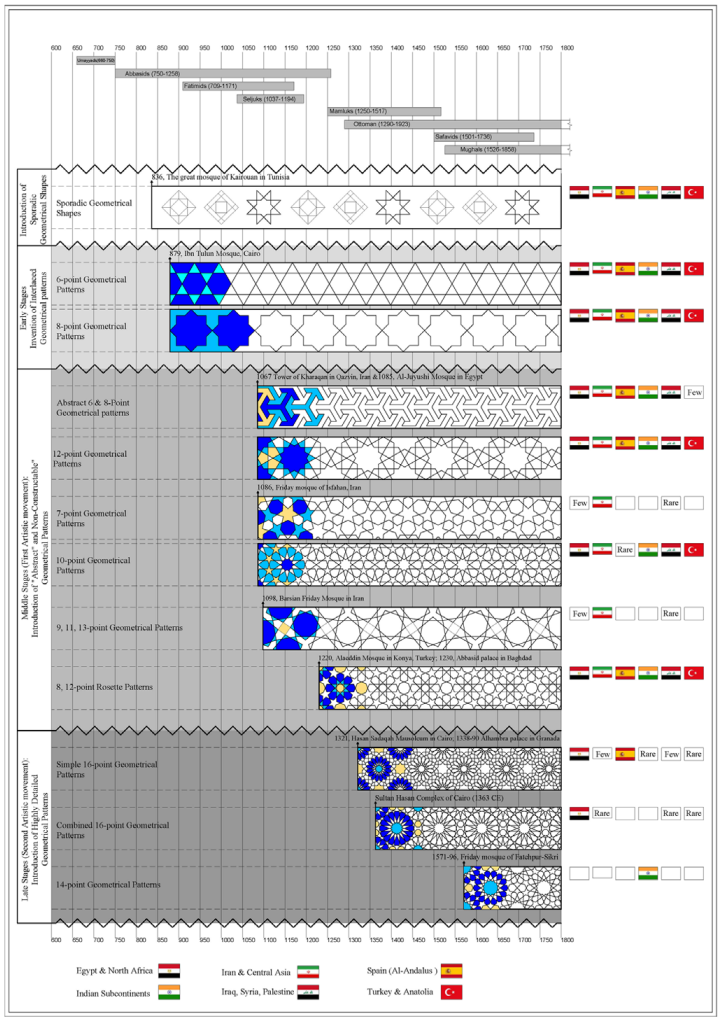
هو عملية يتم استخدام الخوارزميات للمساعدة في استكشاف متغيرات التصميم بما يتجاوز ما هو ممكن حاليًا باستخدام عملية التصميم التقليدية. بمحاكاة النهج التطوري للطبيعة، يستخدم التصميم التوليفيgenerative design المحددات والأهداف لاستكشاف الآلاف من متغيرات التصميم بسرعة للعثور على أفضل حل. مع كل تصميم إنشائي للتكرار، يختبر الهيكل من كل خطوة، ويطبق التغيير في كل مرحلة للمساعدة في إنتاج حل مُحسَّن optimizing يلبي أهداف التصميم ضمن المعايير الموضحة في إعداد الدراسة. غالبًا ما ينتج عن هذه العملية تصميمات لم يكن من الممكن إنشاؤها باستخدام عملية التصميم التقليدية. نظرًا لأن الأشكال النهائية مصممة لتناسب حاجة معينة، فإن الشكل فريد وغالبًا ما يشار إليه على أنه عضوي.يسمح التصميم التوليدي بسير عمل أكثر تكاملاً بين المصمم والكمبيوتر .في الواقع، أصبح كلاهما مشاركًا في إنشاء التصميم النهائي.

لذلك فى التصميم التوليدي هو عملية تصميم تكرارية تستخدم مدخلات محددة من قبل المستخدم لإنتاج مفاهيم تصميم متعددة تلبي أهدافًا محددة .المدخلات هي قواعد ومعلمات تحدد متطلبات التصميم، على غرار التصميم البارامترى .مع التصميم التوليدي، يقوم المستخدم أيضًا بإدخال مقاييس النجاح التي ستقيم النتائج .ينشئ الذكاء الاصطناعي Artificial intelligence (AI) والحوسبة السحابية عشرات أو حتى مئات من خيارات التصميم، مرتبة حسب هذه المقاييس.

٣-ارتباط الزخرفه الهندسيه الاسلاميه بالعماره.

Penetrated the Islamic engineering decoration of architecture.

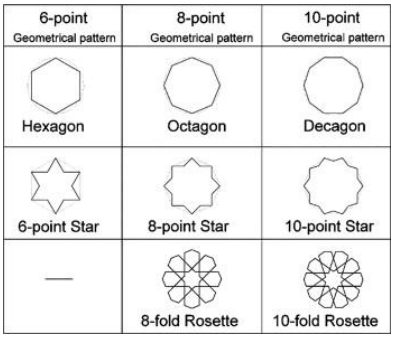
يمكن أن يرتبط توسع وتطوير الهندسة من خلال الفن الإسلامي والهندسة المعمارية بالنمو الكبير للعلوم والتكنولوجيا في الشرق الأوسط وإيران وآسيا الوسطى خلال القرنين الثامن والتاسع؛ كان هذا التقدم مدفوعًا بترجمات النصوص القديمة من لغات مثل اليونانية والسنسكريتية(Turner، ١٩٩٧°) بحلول القرن العاشر، أصبحت المساهمات الإسلامية الأصلية في العلوم مهمة. أقدم وثيقة مكتوبة عن الهندسة في التاريخ الإسلامي للعلوم هي تلك التي كتبها الخوارزمي في أوائل القرن التاسع. وهكذا، يتميز تاريخ الزخارف الهندسية الإسلامية بفجوة تقارب ثلاثة قرون - من ظهور الإسلام في أوائل القرن السابع إلى أواخر القرن التاسع، عندما يمكن تتبع أقدم مثال للزخارف الهندسية من المباني الباقية للمسلم [٦]



الجدول ١. مخطط زمني لتطور Islamic geometric patterns عبر التاريخ.

٣-١ أنواع الأنماط الهندسية الإسلامية Types of Islamic geometrical patterns

كانت البوصلة والحافة المستقيمة هي الأدوات الوحيدة المستخدمة لبناء المضلعات والزوايا المطلوبة. لذلك، تنشأ جميع (IGPs(Islamic Geometrical Patterns من التقسيمات الفرعية المتناغمة للدوائر وتستند إلى قوالب شبكات الدائرة. ذكر بعض الباحثين أن استخدام الدائرة هو وسيلة للتعبير عن وحدة الإسلام[٧] وفقًا لهذه العقيدة، فإن الدائرة ومركزها هي النقطة التي تبدأ عندها جميع الأنماط الإسلامية؛ الدائرة رمز لدين يؤكد الإله الواحد ودور مكة، التي هي مركز الإسلام الذي يواجهه جميع المسلمين في الصلاة.تعتمد معظم IGPs على المضلعات، مثل الشكل السداسي والثماني. يتم إنشاء المضلعات النجمية، وهي عناصر أساسية لـIGPs- Islamic Geometrical Patterns ، عن طريق توصيل رؤوس المضلعات. من هذه الفئة ظهر المستوى الأول من تصنيف IGP Islamic Geometrical Patterns على سبيل المثال، يتم تصنيف جميع الأنماط التي تكون عناصرها الرئيسية من الشكل السداسي على أنها أنماط هندسية من ٦ نقاط؛ النجم يسمى نجمة من ٦ نقاط (الشكل ١). وفقًا لذلك، يتم تصنيف الأنماط على أنها أنماط هندسية ٨، ١٠، ١٢... نقطة. رسم بياني ١يوضح أنه عند مستوى معين، تصبح جوانب الشعاعين المتجاورين للنجم ذي النقاط الست متوازية أو متباعدة، مما يؤدي إلى تكوين شكل سداسي مشوه (أي بتلات وردية). ومن المثير للاهتمام، أن تطور IGPs يتبع مسارًا صعبًا للبناء، حيث يتم بناء المضلعات من الشكل الأسهل تشكيلًا (أي السداسي) إلى الأشكال المضلعة والنجوم الأكثر تعقيدًا.

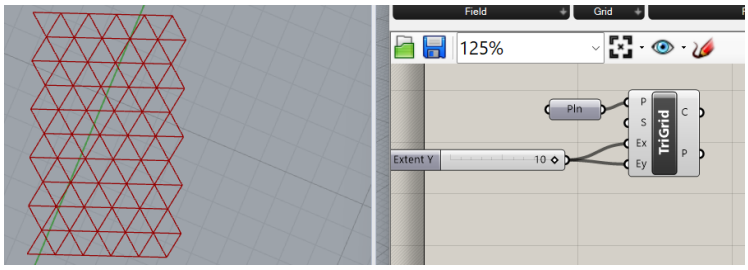


الشكل (١) تصنيف الزخرفه الاسلاميه[1] Islamic geometric patterns

تولد أنماط المثلث والمربع والسداسي نظاما من الأشكال المغلقة للأرقام اللانهائية أوتتطور من خلال تكملة الأشكال الحرة الأصلية، وتولد مجموعات من الاحتمالات الجديدة، ولكن مع نفس أصل البنية.تطمح البنيه النوعية لجميع الأشكال الهندسية الأساسية إلى هدف مركزي. إن النمو الخارجي للخطوط المتناغمة هو الذي يولد الأشكال الخاصة أن الأنماط المتباينة تتطور. نظرًالأن أنماط السطح تولد أنماطا لا نهائية، فإنها تجمع بين المكان والزمان في أنماط متكررة إلى ما لا نهاية

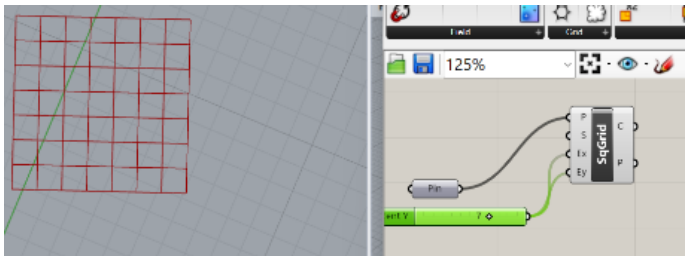
انواع الشبكيات الهندسية ما يلى :

- الشبكية المثلثة : تنشأ من تكرار المثلث المتساوى الاضلاع الشكل كما يمكن بناؤها من خلال تقسيم الخط الافقي إلى أبعاد متساوية، ومن كل نقطة يقام خطان أحدهما بزاوية (60º) وآلاخر بزاوية (120º) وفي نقاط تقاطع الخطوط تنشأ خطوط أفقية تكون موازية لبعضها البعض، وبالجمع بين ستة أشكال مثلثة ينشأ السداسي .



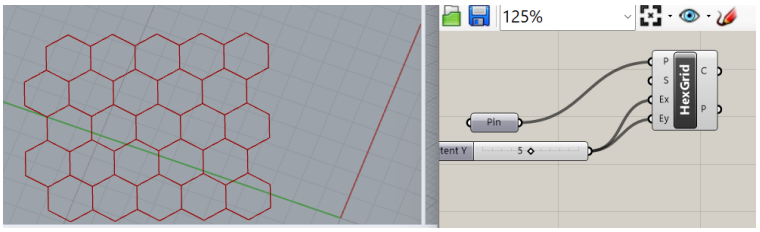
شكل (٢) تصميم الباحث الشبكه المثلثه

–الشبكية المربعة :تنشأ من تكرار المربع، وذلك بتكراره في المستوى الافقي أو الرأسي كما تنشأ الشبكية المربعة من خلال تقاطع مجموعة من الخطوط الافقية والرأسية بأبعاد متساوية بحيث تتقاطع مع بعضها بزاوية(90º) ويشتق منها الشبكية المربعة المائلة بزاوية (45º) و ذلك كالشبكية المثلثة والتى مقدار زواياها(90º،45º،45º)



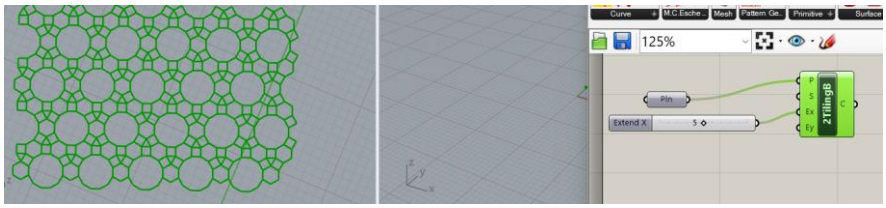
شكل (٣) تصميم الباحث الشبكه المربعة

-**الشبكية السداسية** :تنشأ من تكرار الشكل السداسي المنتظم وعند رسم خطوط مستقيمة من مراكزها نحصل على شبكية مثلثة متساوية الاضلاع، وهذا يؤكد العالقة التكاملية بين شكلي المثلث المتساوي الاضلاع والسداسي المنتظم والشبكيات الثالث السابقة "شبكيات منتظمة."



شكل (٤) تصميم الباحث الشبكه السداسيه

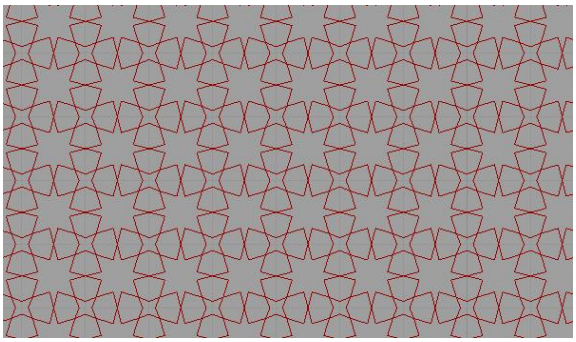
- **الشبكيات المركبة** :تنشأ من خلال الجمع بين شكلين هندسيين أو أكثر، كالجمع بين السداسي المنتظم والمعين، أو غيرهما من الاشكال الاخرى بشرط أن لا يزيد مجموع زو ايا الاشكال عند إلتقائها في نقطة واحدة عن(360º) ؛ وذلك من خالل التباديل والتوافيق بين الزوايا التي مقدارها
(60º ،90º، 120º، 150º).



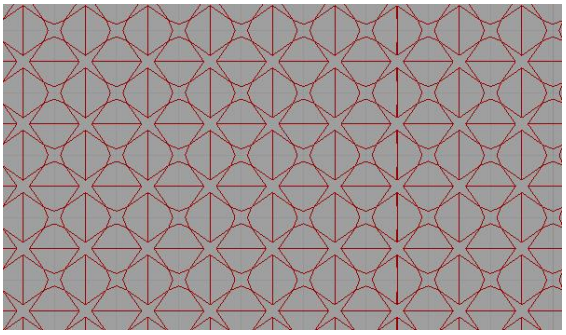
شكل (٥) تصميم الباحث الشبكه المركبة

تجربة الباحث: ستقوم الباحث بعمل عدة تصميمات للزخرفة الاسلامية الهندسية عن طريق التصميم البارامتري وتنقسم التجربة إلى تصميمات ناتجة عن تحسين هذا بإضافة فسيفساء شبه عادية. تم شرح هذا التصميم وغيره من تصميمات الأنماط الإسلامية. هذه المرة حاولت إنشاء فسيفساء شبه منتظمة، نحن نعلم أن المثلثات متساوية الأضلاع والأشكال السداسية هي أيضًا الأشكال الأساسية للفسيفساء، لكن المربعات تحدث فرقًا في معظم التركيبات.

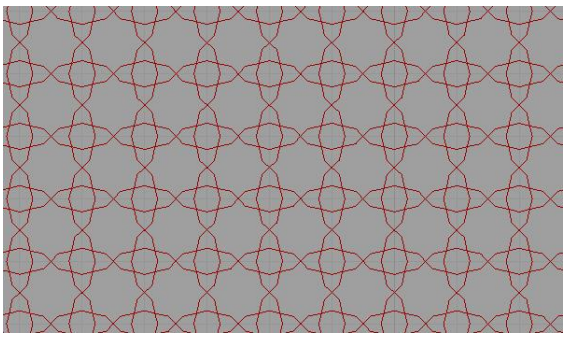
أولاً، ركزت على تطوير بلاطات مقطوعة بشكل مربع. من السهل تقسيم وإعادة بناء الخلايا الشبكية إلى مثمنات. ومع ذلك، من الضروري أيضًا إخبار الجراسهوبر أن مربعًا صغيرًا قد ظهر. للقيام بذلك، قمت ببناء الخطوط ووضعتها في مكون "خطاف" بحيث أدرك جراسهوبر أن المربعات كانت تظهر بين خلايا الشبكة. يقابل المربعات والمثمنات، ثم يعيد بناء معرفات الرأس المناسبة لإنشاء الشكل [١٠]



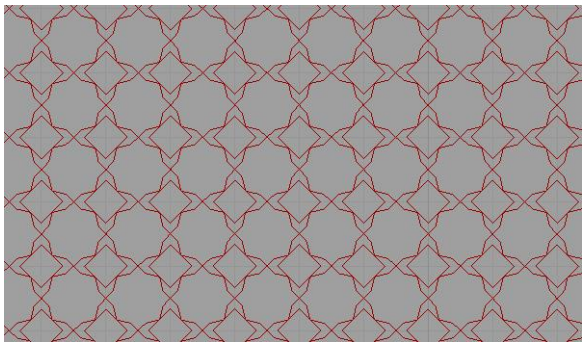
الشكل (٦-أ) الاختلاف فى الانماط باستخدام برنامج جراسهوبر



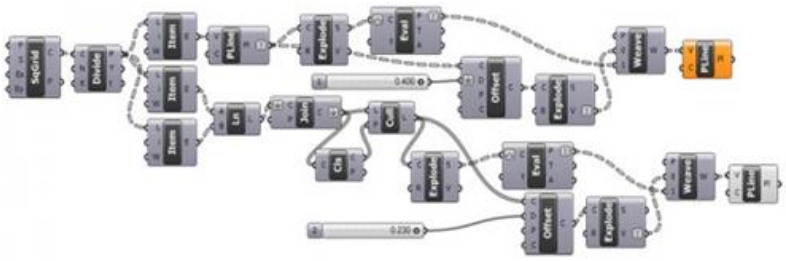
الشكل (٦-ب) التغيير فى الشكل نتيجه لتغير فى المربعات



الشكل (٦-ج) التغيير فى الشكل نتيجه للتغير فى الازاحه فى النجمه الثمانيه

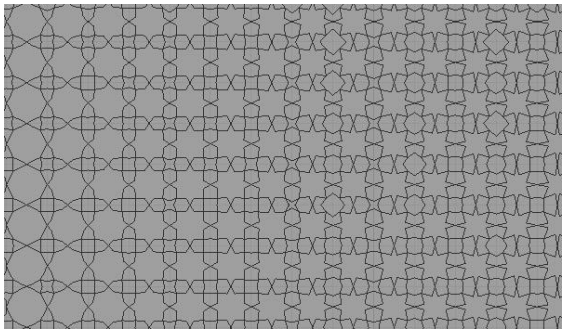


الشكل(٦-د) انشاء نمط جديد من التغير فى الازاحه



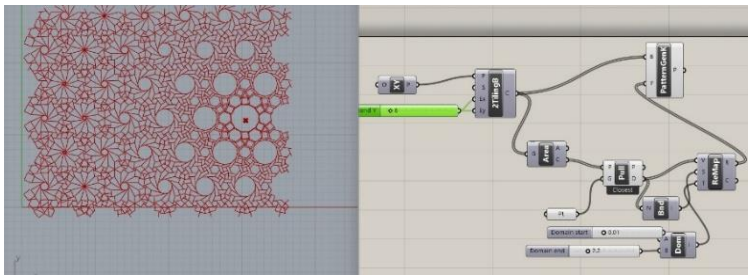
الشكل (٧) طريقه انشاء الشكل ببرنامج جراسهوبر

هناك نوعان من المحددات للتحكم في التبليط 1 .يتحكم في قيمة الإزاحة للنجوم المثمنة، و ٢ يتحكم في المربعات .من الممكن أيضًا حدوث تغير في الفسيفساء.

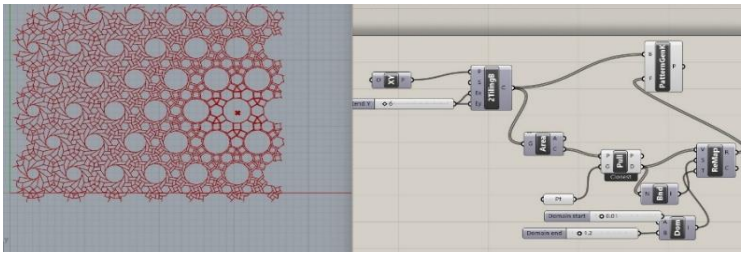


الشكل (٨) تصميم الباحث نسخة تغيرات الفسيفساء من نفس الأنماط الإسلامية.

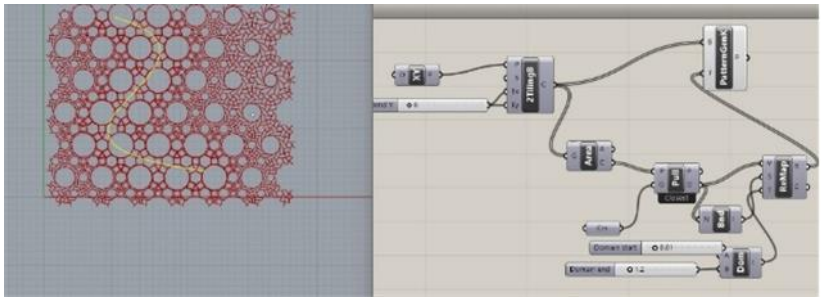
ثم قام الباحث بعمل تغير اخرعن طريق احداث تغير عن طريق وضع نقطه او خط فيحدث تغير عند هذه النقطه او الخط كما يلي:



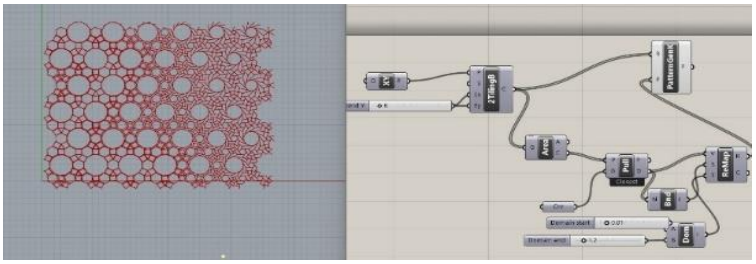
الشكل (٩) تصميم الباحث بعمل تغير بالنقطه



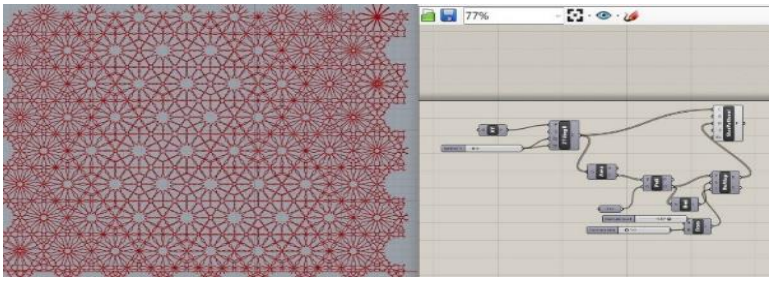
الشكل (١٠)تصميم الباحث تغير الشبكه بتغير موضع النقطه



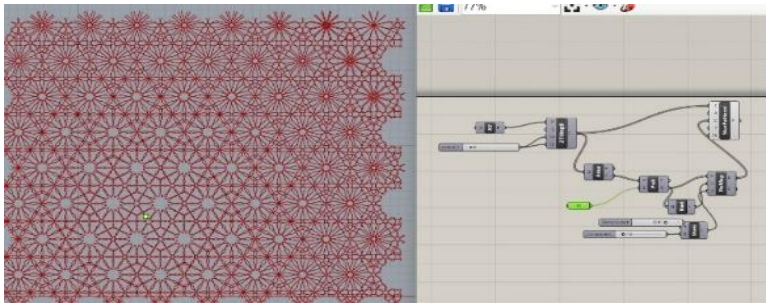
الشكل (١١) تصميم الباحث بعمل تغير بالخط



الشكل (١٢) تصميم الباحث بعمل تغير فى الشبكه بتغير مكان الخط



الشكل (١٣) تصميم الباحث بتغير نمط الشبكه الاسلاميه



الشكل (١٤) تصميم الباحث باحداث تغير بالنقطه مع النمط الجديد

الشكل (١٥) تصميم الباحث

٤-الفسيفساء:Mosaic

مصطلح أصله الالتيني بسيفوسيس psêphosis هي أحد أقدم الفنون التصويرية ويتم تشكيل اللوحة الفسيفسائية عادة من انتظام عدد كبير من القطع الصغيرة وعادة ماتكون ملونة التي تكون بمجملها صورة تمثل مناظر طبيعية أو أشكال هندسية أو لوحات بشرية أو حيوانية. وقد استخدام الفسيفساء قديم وقد تم تطوير في صناعة الفسيفساء لانهم ادخلوا في صناعته الزجاج والمعادن واستخدموا الفسيفساء بشكل كبير في القرن كما تعرف الفسيفساء بفن وحرفة صناعة المكعبات الصغيرة واستعمالها في زخرفة وتزيين الفراغات الارضية والجدارية عن طريق تثبيتها فوق الاسطح الناعمة وتشكيل التصاميم المتنوعة ذات الالوان المختلفة، ويمكن استخدام مواد متنوعة مثل الحجارة والمعادن والخزف و الزجاج وغيرها. وفي العادة يتم توزيع الحبيبات الملونة المصنوعة من تلك المواد بشكل فني ليعبر عن قيم دينية وحضارية وفنية بأسلوب فني مؤثر[١] .

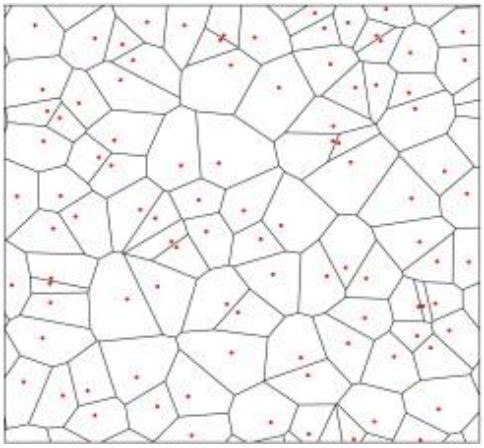
٤-١الفسيفساء الخزفية :Mosaic Ceramic

هي أحد تقنيات الفسيفساء ويستخدم في تنفيذها بلطات فخارية أو خزفية عبارة عن مساحات محددة هندسية من ١ إلي ٢سم تقريباً أو قد تتشكل من تكسير غير محدد الشكل. تاريخ الفسيفساء :يعتبر فن الخزف المصنوع باستخدام الفسيفساء من أقدم الفنون التى عرفتها البشرية ويزخر العالم بالعديد من النماذج التى أبدعها الفنانون عبر العصور، وقد كان للفنان العربى المسلم تأثير قوى على تطور فن الفسيسفاء. وقد عاد فن الفسيفساء اليوم للازدهار.أدت التغييرات المستمرة في الحياة العامة

إلى ظهور اتجاهات جديدة في الزخرفه يمكن أن يتحكم المصمم في نمط التصميم بشكل أكثر وعياً إذا كان يدرك ذلك طبيعة المادة الخام المستخدمة وعناصرها وأساسياتها.كان هذا ولا يزال واضحًا لدى المصممين الذين يطورون الأثاث والزخرفة وصنعها في العصر الحديث .مع وضعه بالحسبان،اتجه المصممون إلى ابتكار الزخارف عن طريق مزج الزخارف النباتية والهندسيه والإسلامية عن طريق تنفيذ البرامج والخوارزميات الحديثة التي أنتجت الكثير من الاتجاهات والنظريات البارامترية التي أدت إلى ظهور الزخارف الفنية المميزة.كانت هذه خطوة نحو البحث عن أنماط جديدة وإضافة أفكار حديثة إليها عن طريق تصميم زخارف اسلاميه باسلوب فورونوى مما يعني تغيير حديث لابتكار في مجال تصميم الفسيفساء الاسلاميّه.

٤-٢فورونوي بالفسيفساء Voronoi tessellation

التغطية بالفسيفساء أو التبليط على المستوى عبارة عن مجموعة من الأشكال المستوية التي تملأ المستوى بدون تداخل أو فجوات يتم تحديد مخطط Voronoi بالمسافات إلى مجموعة محددة من النقاط المنفصلة (انظر على سبيل المثال الشكل. يحتوي كل موقع على خلية Voronoi

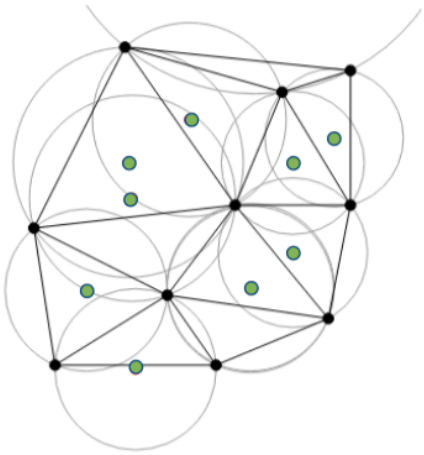


الشكل (١٦) مثال للفسيفساء Voronoi على مجموعة من النقاط.

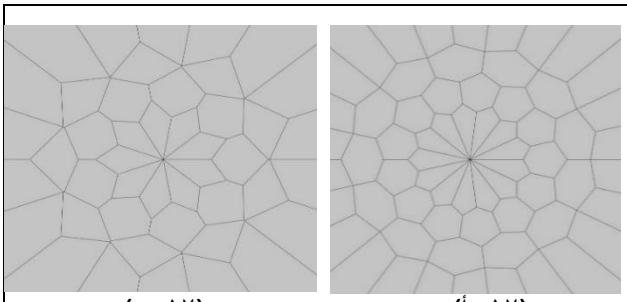
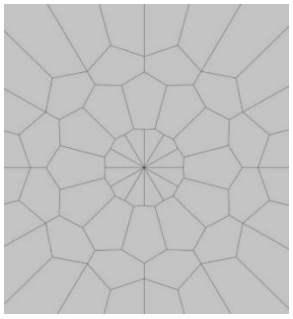
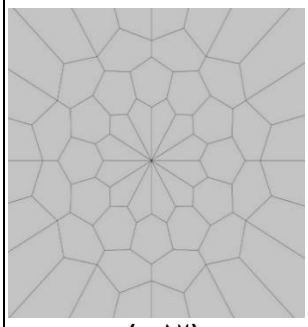
(تتكون من جميع النقاط الأقرب إلى س من أي موقع آخر. أجزاء مخطط فورونوي هي جميع النقاط الموجودة في المستوى والتي تكون على مسافة متساوية من أقرب موقعين. عقد Voronoi هي النقاط التي تقع على مسافة متساوية مع ثلاثة (أو أكثر) مواقع، فإن جميع عقد Voronoi بالفسيفساء لها درجة تساوي ثلاثة. يتوافق الرسم البياني المزدوج لمخطط فورونوي مع تثليث ديلوناي لنفس مجموعة النقاط.

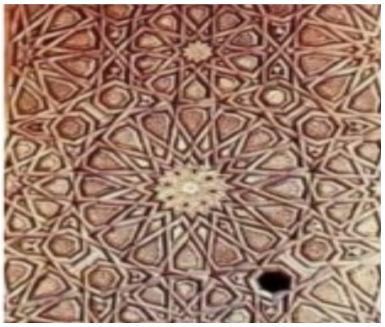
وفيما يلي الشكل يوضح المقارنة بين

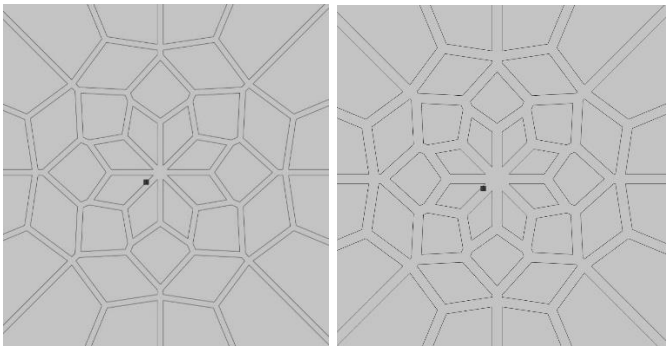
زخارف الاسلاميه	فورونوى
تنشأ جميع (Islamic Geometrical Patterns) IGPs من التقسيمات الفرعية المتناغمة للدوائر وتستند إلى قوالب شبكات الدائرة يتم إنشاء المضلعات النجمية، وهي عناصر أساسية لـIGPs ، عن طريق توصيل رؤوس المضلعات. من هذه الفئة ظهر المستوى الأول من تصنيف IGP على سبيل المثال، يتم تصنيف جميع	مخطط فورونوي لمجموعة محدودة من مواقع النقاط هو قسم من المستوى إلى مضلعات يكون فيها أحد المواقع أقرب من أي موقع آخر. تؤدي المواقع الموجودة على الهيكل المحدب للمدخلات إلى ظهور مضلعات Voronoi غير المحدودة، حيث يكون اثنان من جوانبها عبارة عن أشعة لانهائية بدلاً من مقاطع خطية محدود تثليث ديلوناي هو مجموعة من

الأنماط التي تكون عناصرها الرئيسية من الشكل السداسي على أنها أنماط هندسية من ٦ نقاط؛ النجم يسمى نجمة من ٦ نقاط. وفقًا لذلك، يتم تصنيف الأنماط على أنها أنماط هندسية ٨، ١٠، ١٢... نقطة.	المثلثات مبنية باستخدام مجموعتنا الأصلية من النقاط كرؤوس. بشرط لا ينبغي أن يقع رأس المثلث داخل دائرة المثلثات الأخرى في التكوين .على سبيل المثال، إليك رسم توضيحي لأحد هذه الهياكل: 

مقترحات الباحث لتطوير الزخارف الاسلامية بمخطط فورنوي

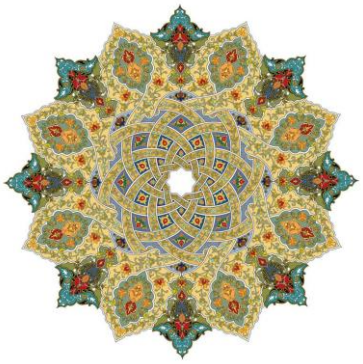
 ١٣	 (١٧– أ) (١٧- ب)  (١٧- ج)  (١٧- د) القدرة المتنوعة لبرامج الكمبيوتر بما يتماشى مع إرادة المصمم لاكتشاف تصميمات جديد تسرع من سرعة التصميم "اللامحدود "



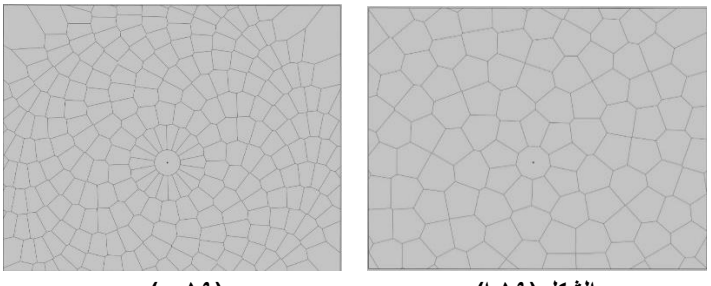


الشكل (١٨-ا) **(١٨-ب)**

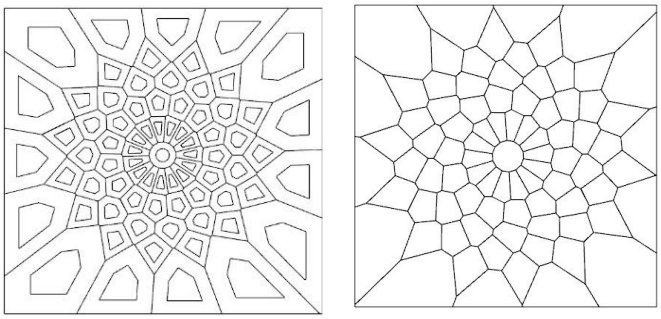
تطور النمط الاسلامى و لقد أتاح التطوير تكنولوجيا التصنيع أيضًا بناء أشكال تجريبية مختلفة



١٤



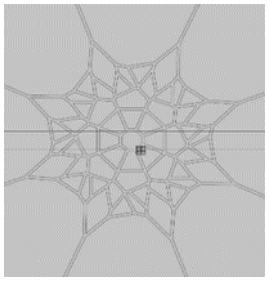
الشكل (١٩-ا) **(١٩-ب)**

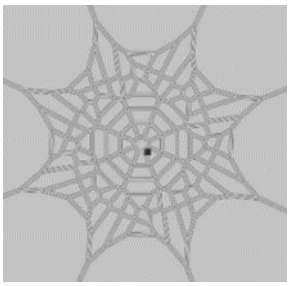


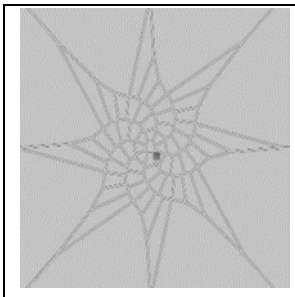
(١٩-ج) **(١٩-د)**

الاختلافات في الزخرفه الاسلاميه باستخدام جراسهوبر

١٥



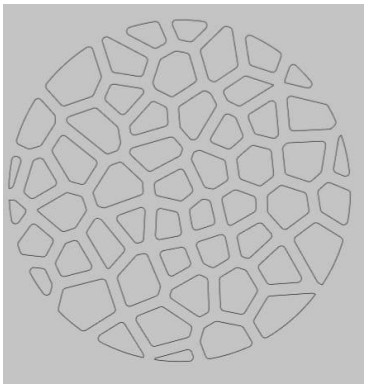




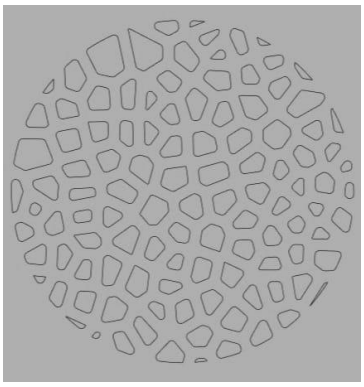
الشكل (٢٠-ا) **(٢٠-ب)** **(٢٠-ج)**

تتكون التغطية بالفسيفساء عادةً من أشكال مغلقة أو منحنيات مغلقة، وأبسط نوع من المنحنيات المغلقة هو المضلع.

١٦



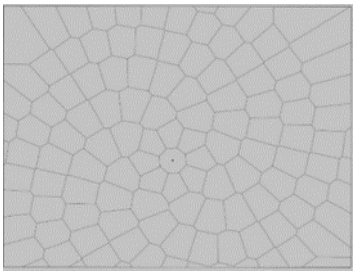
الشكل (٢١-ا)



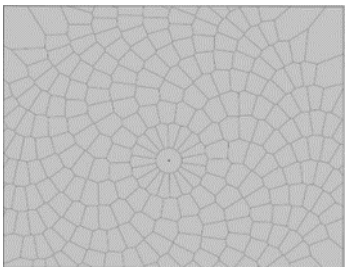
(٢١-ب)

الأنماط المختلفه باستخدام خوارزميات الكمبيوتر

١٧



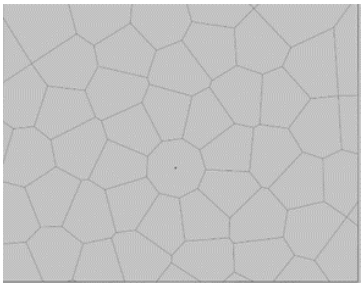
الشكل (٢٢-ا)



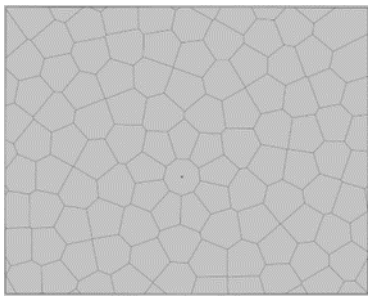
(٢٢-ب)

التشابه بين التصميم الهندسى الاسلامى والتصميم الرقمى

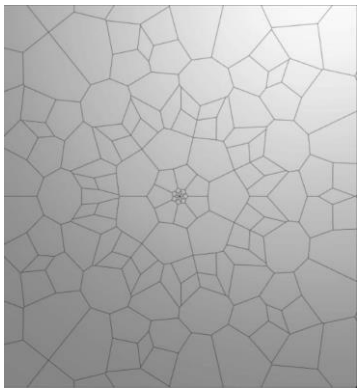
١٨



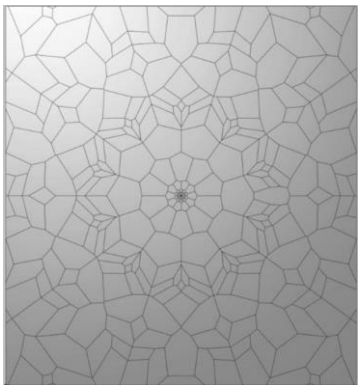
الشكل (٢٣-ا)



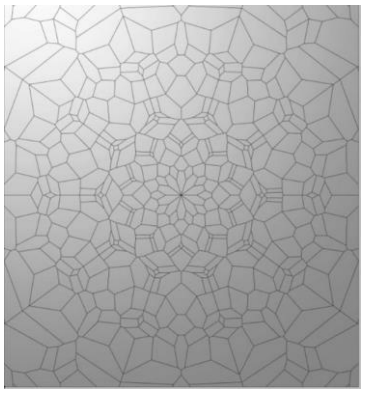
(٢٣-ب)



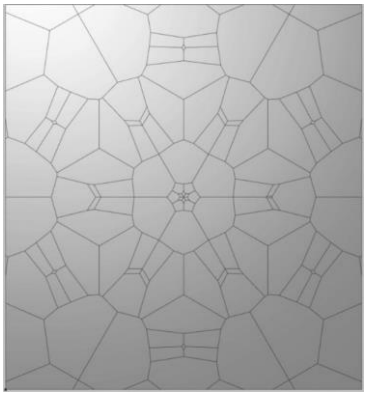
الشكل(٢٤-ا)



(٢٤-ب)



(٢٤-ج)



(٢٤-د)

التطور السريع لتكنولوجيا الكمبيوتر ادى إلى أداء لا يمكن التنبؤ به من تصميمات باستخدام الكمبيوتر

الخلاصه

توصل البحث الى أساليب لتطوير التحول في الشكل التقليدي للزخرفه الاسلاميه الى مجموعه من التصميمات لا حصر لها عن طريق عرض أنماط الزخرفه الهندسية الإسلامية وتحويلها باستخدام نموذج توليدى معتمد على اسلوب فورونوى ببرنامج الجراسهوبرحيث يقوم بتحليل الوحدات والخلايا الأساسية للنمط ويقدم عملية تحول تعتمد على الاختلافات البارامترية فى تصميم الزخارف الإسلامية وغيرتها إلى تصميمات رقميه حديثه.

النتائج:

1- في التصميم البارامترى، يتم إنشاء التفاصيل والإحداثيات الهندسية بالتوازي ومن خلال البرامج يمكن يمكن بإنشاء نموذج يتوافق مع المساحة والوظيفة، وبالتالي تقليل مراحل عملية التصميم.

2- التطور السريع للبرمجيات والترابط الذي يمكن أن يحدث فيما بينها يوفر إمكانيات لتطوير الانماط الهندسية الاسلامية مع الحفاظ على هوية التراث الاسلامي.

التوصيات

١- يوصي البحث بتوسيع المعرفة في مجال التصميم البارامتري وإمكاناته من خلال البرامج المتاحه مثل grasshopper فى المناهج الدراسيه المعماريه وتطبيقاتها. كما يوصي بإقامة الندوات والمؤتمرات العلمية المتخصصة، وتوسيع التفاعل مع الجهات الأكاديمية العلمية بهذا المجال.

٢-يوصي البحث باستخدام البرامج الرقمية والفكر الحديث في التصميم لتطوير الانماط الهندسية الاسلامية مع الحفاظ على السمات المميزة والهوية الخاصة بالتراث الاسلامي.

المراجع:

1- Blair, S., Bloom, JM ,The Art and Architecture of Islam. Yale University Press1995.

2- Broug , E., Islamic Geometric Patterns. Thames Hudson, Clévenot ,D.,DE George, G., Ornament and Decoration in Islamic Architecture ,Thames Hudson. 2000.

3- Wang, J., Li, J., & Chen, X. Parametric design based on building information modeling for sustainable buildings, presented at the IEEE International Conference on Challenges in Environmental Science and Computer Engineering, 2010, pp236-239.

4- https://knepublishing.com/index.php/KnE-Engineering/article/view/612/1903

5- Turner, H.R. Turner; Science in Medieval Islam: An Illustrated Introduction; University of Texas. 1997.

6- Mohamed; Great Muslim Mathematicians; University Technology Malaysia 2000.

7- Akkach, S.; Cosmology and Architecture in Premodern Islam: An Architectural Reading of Mystical Ideas; State University of New York Press 2005.

8https://pdfs.semanticscholar.org/9e21/c60386c8c354a7a7615ee4c497870a390eb9.pdf?_ga=2.221400477.468516077.1661519562-991649776.1661519562

9- https://www.pinterest.com/pin/430234570649238925/

10- A. Hauser, "Simulating Decorative Mosaics," Proc. SIGGRAPH 2001, pp. 573-580.

11- K. E. Hoff III, T. Culver, J. Keyser. Lin, D. Mancha, “Fast Computation of Generalized Voronoi Diagrams Us-Ing Graphics Hardware," Proc. SIGGRAPH’99. 1999, pp. 277-286

12- https://www.sciencedirect.com/topics/physics-and-astronomy/voronoi-diagrams

13- https://www.theartist.me/art-movement/islamic-art/

14-https://www.alamy.com/oriental-pattern-mosaic-of-tiles-in-a-mosque-in-morocco-forming-concentric-image62085674.html

15-https://www.istockphoto.com/photo/persian-architecture-fresco-at-ceiling-iran-gm899233898-248133143

16- https://imhussain.com/english/opinionsandanalyses/1119

17-https://www.istockphoto.com/photo/persian-architecture-and-decoration-art-iran-gm639774614-115506419?phrase=islamic%20art

18- https://www.istockphoto.com/photos/islamic-art

---

[1] Blair, S., Bloom, JM ,The Art and Architecture of Islam. Yale University Press1995.

[2] Broug , E., Islamic Geometric Patterns. Thames Hudson, Clévenot ,D.,DE George, G., Ornament and Decoration in Islamic Architecture ,Thames Hudson. 2000.

[3] Wang, J., Li, J., & Chen, X. Parametric design based on building information modeling for sustainable buildings, presented at the IEEE International Conference on Challenges in Environmental Science and Computer Engineering, 2010, pp236-239.

[4] https://knepublishing.com/index.php/KnE-Engineering/article/view/612/1903

[5] Turner, H.R. Turner; Science in Medieval Islam: An Illustrated Introduction; University of Texas. 1997.

[6] - Mohamed; Great Muslim Mathematicians; University Technology Malaysia 2000

[7] Akkach, S.; Cosmology and Architecture in Premodern Islam: An Architectural Reading of Mystical Ideas; State University of New York Press 2005.

[8]https://pdfs.semanticscholar.org/9e21/c60386c8c354a7a7615ee4c497870a390eb9.pdf?_ga=2.221400477.468516077.1661519562-991649776.1661519562

[9] https://www.pinterest.com/pin/430234570649238925/

[10] A. Hauser, "Simulating Decorative Mosaics," Proc. SIGGRAPH 2001, pp. 573-580.

[1] K. E. Hoff III, T. Culver, J. Keyser. Lin, D. Mancha, “Fast Computation of Generalized Voronoi Diagrams Us-Ing Graphics Hardware," Proc. SIGGRAPH’99. 1999, pp. 277-286

[2] https://www.sciencedirect.com/topics/physics-and-astronomy/voronoi-diagrams

[3] https://www.theartist.me/art-movement/islamic-art/

[4] https://www.alamy.com/oriental-pattern-mosaic-of-tiles-in-a-mosque-in-morocco-forming-concentric-image62085674.html

[5] https://www.istockphoto.com/photo/persian-architecture-fresco-at-ceiling-iran-gm899233898-248133143

[6] https://imhussain.com/english/opinionsandanalyses/1119

[7] https://www.istockphoto.com/photo/persian-architecture-and-decoration-art-iran-gm639774614-115506419?phrase=islamic%20art

[8] https://www.istockphoto.com/photos/islamic-art