بعض الإتجاهات الحديثة الناتجة من تكامل علوم الرياضيات والهندسة والتصميم الداخلي (الإلجورزم، الأورناماتكس)

Some trends in modern mathematics resulting from the integration of science, engineering and interior design (Algorithm, Ornamatics)

أ. د/ سعيد حسن

أستاذ التصميم الاداري – كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان

Prof.dr. said hassan

Professor of administrative design - Faculty of Applied Arts - Helwan University

dr.saidhassan49@gmail.com

أ. د/ نها فخري عبد السلام

أستاذ بالمعهد العالي للفنون التطبيقية – التجمع الخامس

Assist.prof. dr. noha fakhry

Professor at the Higher Institute of Applied Arts - Fifth Settlement

royalscale2021@gmail.com

م. م/ رنا إبراهيم محمد صالح عرفة

مدرس مساعد بالمعهد العالي للفنون التطبيقية – التجمع الخامس

Assist.dr. rana Ibrahim

Assistant Lecturer at the Higher Institute of Applied Arts - Fifth Settlement

ransarafa2@gmail.com

ملخص البحث:

لقد إهتم الغرب فى أبحاثهم بإيجاد التكامل بين علوم الهندسة والرياضيات وأساسيات التصميمات الهندسية بالعمارة الإسلامية. وتظهر مشكلة البحث في إفتقار الوطن العربى لهذا النوع من الأبحاث التى تسعى لإيجاد الربط والتكامل بين علوم الهندسة والرياضيات وأساسيات التصميمات الهندسية بالعمارة الإسلامية. ويهدف البحث لعرض أثر التكامل بين تلك العلوم فى إيجاد إتجاهات حديثة فى التفكير فى التصميم وكذلك طرق لخطوات التصميم للتوصل لتشكيلات هندسية إسلاميةجديدة ومبتكرة. ويفترض البحث أن التكامل بين تلك العلوم ينتج إتجاهات حديثة فى التفكير وفى خطوات تصميم تشكيلات هندسية إسلامية جديدة. وتبرز أهمية البحث أثر التكامل بين تلك العلوم وما ينتجه من إتجاهات حديثة تخدم التصميم الداخلى و يعرض البحث: أثر علوم الهندسة والرياضيات على تطور فكر التصميم للزخارف الهندسية الإسلامية ، ثم تحليل لبعض العلماء الرياضيين للزخارف الهندسية الإسلامية ، ثم مناقشةً إتجاه الألجوريزم و إسلوب هانكن على النظام النجمي ، ثم عرض لتطبيق بونر على الأشكال الهندسية الأسلامية ثم خطوات تصميم الوحدات الزخرفية الهندسية الإسلامية بالبرمجة بالحاسب الآلي ، مثل برنامج تابرت والجيريه، PATGENM,TAPRET,GIRIH, GRASSHOPPER وأختتم البحث بدراسة مستوفية لإتجاه الأورناماتكس وآليات تحقيقه وأتت أهم النتائج أن الألجورزم أحد أهم طرق التفكير الحديثة المستمدة من علوم الرياضيات و الهندسة كمدخلا لطرق جديدة لحل مشكلات التصميم ، و أن إتجاه الأورناماتكس هو إتجاه علمي متكامل يجمع بين الهندسة و الرياضيات والتصميم على الحاسوب فى مجال التصميم الداخلى . و من أهم التوصيات: تعميم إستخدام الألجورزم لحل مشكلات التصميم إلى جانب إستخدام إتجاه الأورناماتكس في التعليم الرقمي في مجال التصميم الداخلي . و كما إتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي والتاريخي.

الكلمات الدالة:

علم الهندسة والرياضيات ، الألجورزم , الأورناماتكس

Abstract:

In their research, the West was interested in finding integration between engineering sciences, mathematics and the fundamentals of engineering designs in Islamic architecture. The research problem appears in the Arab world's lack of this type of research that seeks to establish a link and integration between engineering sciences, mathematics and the fundamentals of engineering designs in Islamic architecture. The research aims to display the effect of integration between these sciences in finding modern trends in design thinking as well as design steps to arrive at new engineering formations.

The research assumes that the integration of these sciences produces new trends in thinking and in designing new engineering formations. The importance of the research highlights the effect of integration between these sciences and the modern trends that it produces that serve the interior design. The research presents: the effect of engineering and mathematics sciences on the development of design thinking for Islamic geometric motifs, then an analysis of some mathematical scientists of geometric motifs, then a discussion of algorithmic direction and Hanken's style on the star system. Then he presented the application of Bonner on geometric shapes, then the steps of designing Islamic engineering decorative units by computer programming, such as the program of Tabart and Alkerah, PATGENM, GRASSHOPPER, and the research was concluded with a complete study of the direction of aromatics and mechanisms to achieve it

The most important results came that algorithm is one of the most important modern ways of thinking derived from mathematics and engineering as an entry point for new ways to solve design problems, and that the direction of auromatics is an integrated scientific direction that combines engineering and mathematics.

And computer design in the field of interior design. Among the most important recommendations: the generalization of the use of algorithms to solve design problems, as well as the use of the orientation of aromatics in digital education in the field of interior design. The research followed the descriptive, analytical and historical approach.

Key words:

Geometry, mathematics, Algorithm, Ornamatics

مقدمة :

يعتبر علم الهندسة نظام منطقى تابع لعلم الرياضيات فهو أول لغة منظمة فى منطق الرياضيات ويسمى هذا النظام بالهندسة الإقليدية أو أحيانا Parabolic Geometry ، ويختص علم الهندسة بأشياء مثل النقاط والخطوط كما إنه وثيق الصلة بالتفسيرات الكونية أما الهندسة الإقليدية فما هى إلا ترجمة للنقاط والخطوط المجردة إلى مجموعات معرفة تعريفا جيدا وكذلك ترجمة العديد من العلاقات مثل التطابق والتماثل والتشابه إلى علاقات معرفة على تلك المجموعات (9 - ص٩٠). أما علم الرياضيات فهو العلم التجريدى للعدد، الكم، الفراغ ، يمكن دراسة الرياضيات لذاتها (هندسة بحتة) أو تطبيقها على أحد التخصصات مثل الفيزياء والهندسة (الرياضيات التطبيقية) (21 - ص١) ، فقد ظهرت **فى الحقبة الإسلامية** المخطوطات فى علم الرياضيات التى استخدمها المصمم فى أعماله كما تعكس أعمال المعمارى سنان الخلفية الرياضية للمعمارى المسلم .

1- أثر علوم الهندسة والرياضيات على تطور فكر التصميم للزخارف الهندسية الإسلامية (6 ص١١):

يقول **بن خلدون** أن (الهندسة تنير الفكر وتضبط عقل المرء) ، وقد إعتبر الفنان المسلم أن الهندسة هي منطق الله سبحانه وتعالى في الخلق وأن النسب الهندسية هي مصدر الإنسجام في الكون، فإستخدموها في العمارة وفي حساب نسب الفراغات في المباني لتحقق الإستمرارية لمبدأ الهندسة المقدسة، والتي أكد **فيثاغورس** أنها تطلق الموسيقى في النموذج المتزن .

كلمة **الهندسة geometry** تنقسم الكلمة إلى نصفين يشكل كل منهما كلمة إغريقية **geo** تعني الأرض، و**metry** تعني القياس، لذا فهي تعني حرفياً الأرض القابلة للقياس أو القياسات الأرضية، وخلال العصر الذهبي للإسلام نشطت التراجم الخاصة بعلم الرياضيات الإغريقي والهللينستي، وكذلك الرياضيات الهندية . وكان الغرض الأساسي منها الإستفادة في حل مشكلات إستقبال القبلة ومواقيت الصلاة والصوم . مما أدى إلى إهتمام خاص بعلوم الهندسة فكان له أبلغ الأثر على توظيف تلك العلوم في مجال الفن التشكيلي والزخرفة. و لقد نظر الفنان المسلم إلى النماذج الهندسية على أنها فن وعلم في نفس الوقت ، حيث إنها تمتاز بالدقة الرياضية والمتعة الجمالية والمعنى الرمزي .

و رأى الفنان المسلم في **الهندسة النسبية** proportional geometry شكلا مقدساً من أشكال الفن، كنتيجة لإرتباطها الجوهري بالقوانين الأساسية للخلق، حيث يتم التعبير البصري عن نظام تلك القوانين من خلال التنظيمات الهندسية. فللهندسة وجهان في الطبيعة هما الكم والكيف أو النوعية، فالبعد الكمي ينسق النظام و يبني الأشكال التصميمية، أما البعد الكيفي فيضع النسب للتصميم، و الذي يمثل تعبيراً عن نظام الكون كتمثيل بصري للحقيقة . إن كل شكل من الأشكال الهندسية عندما يرى من المنظور الرمزي فأنه يقدم انعكاساً للوحدة الكونية والقيم والمبادئ خلفها ، وهو ما عبر عنه **سيد حسين نصر**[١] بقوله :إن الهندسة والإيقاع يعلنان عن إقتناع بالوحدة والتي تعد مركزية في الإسلام، وحول هذا الأساس تطور الفن الإسلامي على أساس النسب الرياضية التي تقدم جوهر العقيدة في الإسلام (٣٢).

في الفن الإسلامي تكتسب الأشكال الهندسية صفة رمزية فيتحول العدد إلى رمز من الاشكال الهندسية ، و يتحول الفن إلى تصميم عددي مجرد له صفاته و مميزاته الخاصة به ، فالرموز العددية إيحاء أصطلح عليه لوجود علاقة بين الدال المدلول أي العلاقة بين العدد و التصميم الهندسي .

١/ ١ علاقة المنطق الرياضي بالنسبة الهندسية للتصميم:

تنشأ لغة التصميم الإسلامي أساساً من التجريد، حيث تحمل الهندسة النسبية أهمية كبيرة في عملية التصميم، وعلى هذا الأساس فقد قدمتالهندسة النسبية الأشكال العضوية والهندسية والكتابات وحكمت بقوانينها الهندسية، وترجع الرياضيات المرتبطة بالنسبة الذهبية إلى **متوالية فيبوناتشي**[٢] وهي السلسلة العددية التي تتكرر رؤيتها في الطبيعة، حيث يمثل كل عدد فيها مجموع العددين السابقين عليه كالتالي(٢ /٣ ، ٣/٥ ، ٥/٨ ، ٨/١٣ ،...) وتأتي النتيجة عند قسمة كل رقم على سابقه ١,٦١٨٠٣وهي قيمة النسبة الذهبية، وقدم الفنان المسلم هو الآخر نسبته الذهبية الخاصة به، والتي أطلق عليها **النسبة الفاضلة أو الأفضل**، وهي المثل والمثل، والمثل والنصف، والمثل والثلث، والمثل والربع، والمثل والثمن ، حيث استخدمها في تصميماته (١:١ ، ١: ½ ١ ،١: ١/٣ ١ ، ١: ١/٨ ١) (6 - ص١٤)

٢/١ عملية تصميم الزخارف الهندسية في الفن الإسلامي : -

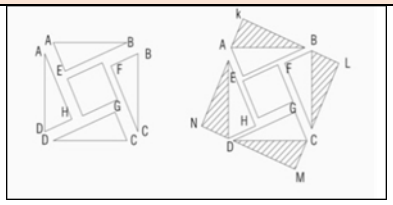
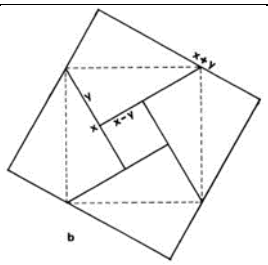
التصميم الهندسي في فن الزخرفة الإسلامية هو نتاج التفكير العقلي الرياضي المبني على الأسس الهندسية المدروسة و المحسوبة بدقة و النسب الرياضية ذات المنطق الدقيق ، و ينفي **ثروت عكاشة ما يشيعه الغرب من أن** الفن الإسلامي هو فن زخرفي بحت دون الإلتفات لفلسفته الحقيقية وتفاصيله الدقيقة المتنوعة،و الدليل على ذلك كونه فناً متعدد القوالب بعيداً عن الجمود و يستدل عكاشة على رأيه بمقولة **هنري فوسيون**[٣] "ما أخال شيئاً يمكنه أن يجرد الحياة من ثوبها الظاهر وينقلنا إلى مضمونها الدفين مثل التشكيلات الهندسية للزخارف الإسلامية، فليست تلك التشكيلات سوى ثمرة لتفكير رياضي

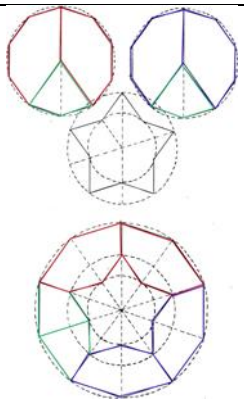
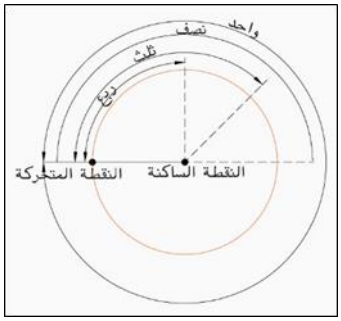
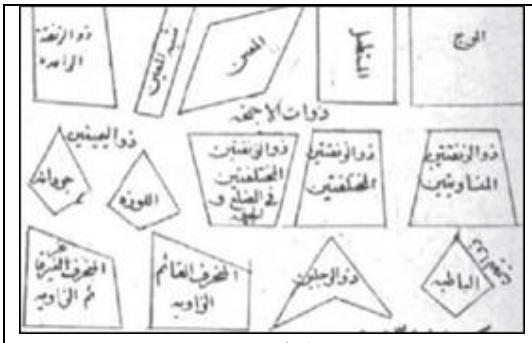
قائم على حساب دقيق قد يتحول إلى نوع من الرسوم البيانية لأفكار فلسفية ومعاني روحية . غير أنه ينبغي ألا يفوتنا أنه من خلال هذا الإطار التجريدي تنطلق حياة متدفقة عبر الخطوط مؤلف بينها تكوينات تتكاثر وتتزايد مفترقة مرة ومجتمعة مرات، وكأن هناك روحاً هائمة هي التي تمزج تلك التكوينات وتباعد بينها ثم تجمعها من جديد " (5 ص ٤٦) .

2- تحليل لبعض علماء الرياضيات للزخارف الهندسية في تاريخ الفن الإسلامي :

منذ سنوات عدة ركز الكثير من علماء الرياضيات والباحثين فى تاريخ الفن إهتمامهم بكشف غموض كيفية إنشاء الزخارف الاسلامية، **ويوضح جدول (١) الدور الواضح لعلماء الرياضيات المسلمين في النهوض بالعمارة الإسلامية .**

جدول رقم (١) يوضح الدور الواضح لعلماء الرياضيات المسلمين في النهوض بالعمارة الإسلامية

إسم العالم	المساهمات	الرسومات التوضيحية
أبو الوفا البوزجاني	يربط البوزجانى بين الهندسة النظرية (وهى علم الرياضيات) والهندسة التطبيقية (وهو ما يقوم به المصمم من تنفيذ لعناصر زخرفية ومعمارية) (23 - ص ٢٨٣). حيث قام أبو الوفا بإستحداث لأشكال زخرفية مبنية على شكل اللوزة كما هو بالشكل (١). (١٢ – ص ٥٧). وتحتوي بعض أشكال البوزجانى على أربع مثلثات تدور حول مربع فى الوسط وينم هذا الشكل عن العديد من التصميمات فى العمارة الإسلامية كما فى شكل (٢). ولقد قدم أبو الوفا برهان جديد لنظرية فيثاغورث، فقام بتشريح المربع الى أربعة مثلثات متطابقة قائمة الزاوية تدور حول مربع مركزى (٢٢ – ص ٤٦٤). ويمثل شكل أبو الوفا الزخرفي شكل (٢) نظرية عامة يمكن تطبيقها على أى نسبة بين ضلعين غير متساويي الشكل اللوزى ، وينتج عن تلك النظرية توليد تركيبات عديدة من الأشكال المتشابكة. إن مخطوط الأشكال المتوافقة والمتشابكة لأبو الوفا يقدم بحث الأشكال المتشابهة أو المتوافقة للعديد من التصميمات الهندسية الزخرفية الإسلامية (27 – ص ٢٨٤) ويمكن الحصول على شكل ذو ١٠ أضلاع كبير من وحدتين ذات عشر أضلاع متساوية ونجمة خماسية:"فعند رسم شكلين ذوى ١٠ أضلاع	 **شكل (١) :إستحداث لاشكال زخرفية جديدة مبنية على شكل اللوزة أثبت إنCF2 = FB2 + BC2**
		 **شكل(٢): وحدة أبو الوفا الزخرفية اذا كان الضلع الأطول للشكل اللوزى يسمىX والضلع الأصغر يسمىY اذن فان ضلع المربع الكبير الخارجى يسمى X+Y"**

	منطبقين فالمسافة بينهما يملأها خاتم المخمس حيث تتناظر أضلاعه مع أضلاع الشكل العشارى . ويكون القطر الخارجى له مساويا القطر الخارجى لشكل العشارى وتلك الأشكال الثلاث يمكن تقسيمها وتجميعها ثانية فى شكل ذو عشر أضلاع واحد كما فى شكل (٣)(٣٣) .	 **شكل (٣) تكوين وحدة المعشر الكبير من وحدتى المعشر و نجمة خماسية** **نقلا عن:http://hardingfineart.com**
إخوان الصفا	قام إخوان الصفا بتقديم عدد ٥٢ رسالة فلسفية ونختص الرسالة الثانية بالذكر فى علم الهندسة حيث عرفوا علم الهندسة وأشاروا الى أهميتهما كما قدموا أنواعا مختلفة من الأشكال الهندسية حيث تم تصنيف علم الهندسة فى الرسالة الثانية الى هندسة عقلية وهندسة حسية (4 – ص٤٤). الهندسة الحسية:هى الأشكال والمجسمات الملموسة ذوات الأبعاد من خط وسطح وجسم. الهندسة العقلية:هي النظر في الأبعاد الثلاثة : الطول والعرض والعمق خلواً من الأجسام الطبيعية كما فى شكل (٤) (4- ص ٥٤).	 **شكل (٤): شكل توضيحى لما يحدث فى العقل لتحويل من فكرة النقطة الى الخط المستقيم الى الشكل الدائرى ومنه الى الشكل الثلاثى الأبعاد الشكل الكروى**
الكاشي	ولقد قُدم التعريف ببعض الأشكال الهندسية التى أثرت فى الوحدة الزخرفية الإسلامية. (3 – ص ٩٦) . فقد قدم وصفاً مفصلاً لجميع انواع الأشكال الهندسية وأعطى وصفاً كاملاً لتعريفاتها وخواصها وكيفية إنشاءها وحساب مساحاتها. كما قام بتعريف أشكالاً وجد بعد ذلك أنها مكون	 **شكل (٥):** **ذو أربعة أضلاع وأنواعه** **نقلاعن/https://www.sciencedirect.com**

أساسى من الأشكال الزخرفية الإسلامية مثل الشكل اللوزي و ذات الرجلين و المطبل كما يوضح شكل رقم (٥) و (٦) . فهو يعتبر المؤسس النظرى لمكونات الأشكال الذى رسم كروكيات لها ولم يتم دراستها من قبل لدى علماء الرياضيات فى العالم الإسلامى " (٢٣).

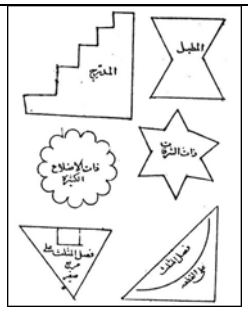
لقد قدم الكاشي في مقالته قسماً آخر يحتوى على عناصر معمارية تعتمد على الأشكال الهندسية و تطبيقاتها فى مساحة الأبنية والعمارات ويشتمل على ٣ فصول :

الأول فى مساحة العقد والقبو "لقد شرح الكاشى العناصر المختلفة بالعقد وكيفية تركيبها وكيفية إختفاء جزء منها بداخل الحائط وقد أعطى خمس طرق لإنشاءه (13 – ص ٢٩٦) كما هو بالشكل (٧). والثانى فى مساحة القبة ،حيث يتم تقسيم القبة إلى شرائح متوازية عن طريق رسم دوائر من المحور إلى السطح ، بحيث تكون المسافة بين الخطوط المنحنية الواقعة بين كل إثنين منهما تساوى الوتر المتناظر معها المقدارc كما موضح بالشكل (٨). والثالث فى مساحة سطوح المقرنصات ، يتكون المقرنص من خلايا،عناصر وسطى تصل بين أسطح اى خليتين متجاورتين" (30 – ص ٧١٢) يذكر الكاشى ثلاثة أنواع من المقرنص وهى: (18 – ص ٧٧،٧٨)

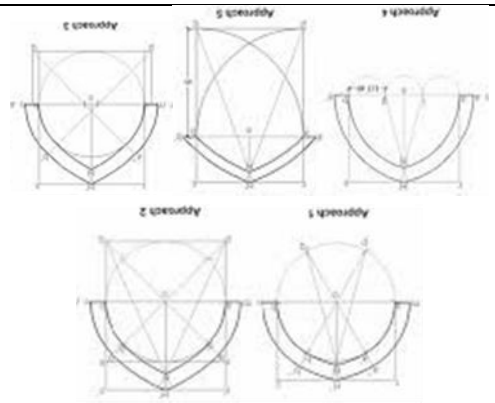
البسيط (الساذج):ويتكون جميعه من أسطح مسطحة لا تحتوى على منحنيات.

المطين : أى الطينى وهو لا يختلف عن الساذج الا ان إرتفاع طبقاته قد تختلف.

مقرنص القوس: وفيه يظهر بداية إستخدام الأسطح المقوسة . كما قام بتصميم وإنشاء وإدارة المرصد الفلكي بسمرقند. وتصميم طريقة هندسية لتحديد وقت صلاة العشاء

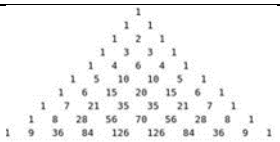
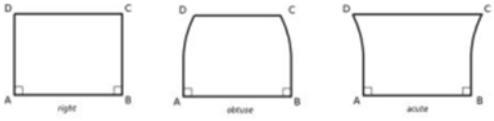


شكل (٦): اشكال المطبل وذوات الشرفات وذات الأضلاع الكثيرة



شكل (٧) نقلا عن:
https://link.springer.com

شكل (٨):
توضيح القيمة c
على سطح القبة

عمر الخيام	إستخدم مثلث باسكال في المصفوفات الزخرفية كما بالشكل (٩). كانت أعماله فى مجال الرياضيات والهندسة هى: -رسالة فى تقسيم ربع الدائرة . -رسالة فى البراهين على مسائل الجبر والمقابلة. -مشكلة الحساب. -مقال بدون عنوان"(٣٨)	 **شكل (٩) مثلث باسكال** **نقلا عن:** **http://arabicfoss.blogspot.com/**  **شكل (١٠) استخدم رباعيات أضلاع بحيث يكون الضلعين المتجاورين عموديين على القاعدةفي محاولة إثبات التوازي** **نقلا عن:www.syr-res.com/**

٣- دراسة تطور تصميم الزخارف في الفن الاسلامي (العملية التصميمية) وتعزيز قيمة التراث والزخرفة الإسلامية في التصميم الداخلي من منظور علم الهندسة الخوارزمية: -

١/٣ مفهوم الألجورزم Algorithm وعلاقته بعلم الرياضيات والتصميم:

المقصود بمصطلح **الألجورزم Algorithmهو** المنهجية Methodology أو وجود صيغة لإيجاد حلول للمشكلات (٣٩) ، أما تعريف المصطلح من مفهوم الحاسوب فهو صيغة تأخذ بعض القيم كمدخلات وتنتج بعض القيم كمخرجات لذا فهى تعد عبارة عن خطوات متتابعة تقوم بتحويل المدخلات إلى مخرجات (٣١ – ص١٠). على الرغم من أن العديد من الناس يظنون أن هذا المصطلح ينتمى فقط لعصر البرمجيات إلا أنه يرجع إلى القرن التاسع ويعود إلى عالم الرياضيات "الخوارزمى" ، فقد كان يستخدم هذا المصطلح للإشارة إلى العمليات الرياضية داخل الترقيم العربى

أما اليوم فإنه يستخدم للآتى :-

- تحديد الأساليب المنهجية التى لديها مدخلات ومخرجات واضحة.
- تحديد خطوات واضحة لحل المشكلات .
- إتمام المهام المعقدة.

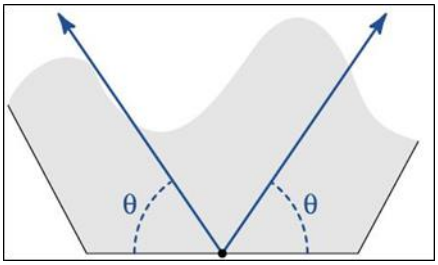
"وبالتالى فإن الفكر الألجورزمى: هو طريقة تفكير رياضية تعرف على أنها القدرة العقلية لتطوير الألجورزم لحل المشكلات. لذا فإنه يمكن القول: أن المصطلح لا ينتمى إلى علم البرمجيات فحسب ولكنه يمكن توظيف الألجورزم والفكر الألجورزمى فى أى مجال لتحديد المشاكل والمحددات والخطوات اللازمة لإيجاد حلول بطريقة مثلى ومحكمة" (26 ص ٦١١) , (26 ص ٦١٠)

٢/٣ طريقة هانكن وبداية إتجاه الألجورزم:

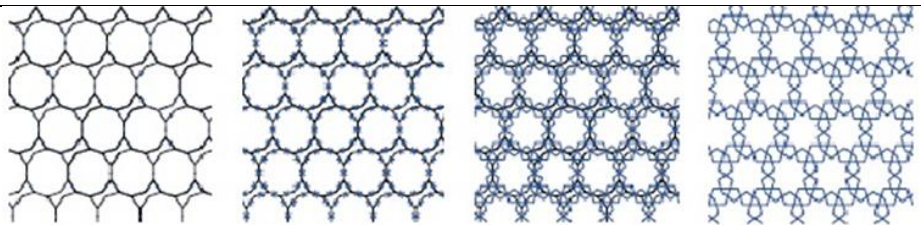
أ- **إهتم هانكن Hankin Hanbury ١٨٦٥-١٩٣٩** بطرق رسم الأشكال الهندسية الإسلامية وسافر إلى العديد من البلدان الإسلامية بحثاً عن طريقة منهجية ترشده إلى أصول رسم الاشكال الهندسية الأكثر تعقيداً (١٦- ص٣).

ب-طريقة هانكن لإنشاء شكل هندسي إسلامى بطريقة منهجية تعتمد على المضلعات المتجاورة:

لإنشاء تلك الأشكال :أولاً تغطية المسطح المراد زخرفته بشبكة مكونة من مضلعات متجاورة contact in polygon ويتم رسم خطين من نقطة منتصف كل ضلع من الأضلاع وتتقاطع تلك الخطوط مع بعضها البعض فى شكل حرف X شكل(١١) وتستمر إلى أن تقابل الخطوط الأخرى المنبعثة من نقطة أصل مماثلة مما يؤدى إلى إستكمال الشكل ثم يتم إزالة خطوط العمل الأصلية ونحصل على الشكل دون أن يترك أى دليل للطريقة التى رسم بها" (١٦ – ص٤) وهذا الوصف لهانكن Hankin يعتمد على الأضلاع المتنامية من نقطة منتصف ضلع الوحدة الزخرفية إلى أن تتقاطع تلك المضلعات المتنامية مع بعضها البعض (28 – ص ٤) شكل(١٢) **و لكن ما جاء في بحث هانكن ينقصه مقدار الزاوية التي سينطلق منها الخط و هي تسمى بزاوية التلاقي .**



شكل(١١) يوضح إلتقاء شعاعان مرتبطان بجميع مواضع الإلتقاء بين المضلعات فى شكل حرف x
نقلا عن: http://dx.doi.org



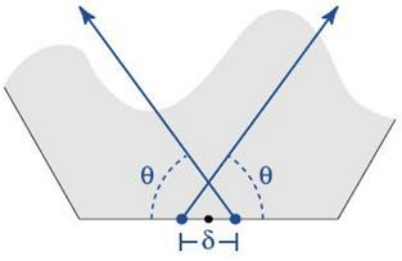
شكل (١٢ منهجية هانكن :الهيكل من جهة الشمال يشير إلى التصميم الأصلي ثم تنطلق الأشعة من كل زاوية إلتقاء وتستمر إلى أن تلتقى بالأشعة الأخرى وعند إزالة التصميم الأساسي يظهر الشكل الإسلامى النجمى جهة اليمين نقلا عن
www.semanticscholar.org

٣/٣ تطبيق بونرBonner المستمد من أسلوب هانكن Hankinعلى النظام النجمى ١٤/٧: -

٣/٣/أ-إسلوب المضلعات Polygonal Technique (9 – ص ١٦٤) :

يقول بونر إنه "من أبرز الأساليب التاريخية لإنشاء الأشكال الإسلامية الهندسية هو إستخدام شبكة خلفية Sub-Grid من المضلعات توقع عليها خطوط الشكل ثم تزال تلك الشبكة بعد تكوين الشكل المراد بحيث لا يوجد أى أثر لهذا التكوين الذى تم إنبعاث التصميم منه" (19 – ص ١٤٢) ويطلق بونر Bonner على هذا الأسلوب polygonal Technique.

ويعد هذا الإسلوب مماثل لما تناوله هانكن مسبقا وأطلق عليه المضلعات المتجاورة Polygon in contact وقد أدى إستخدام هذا الإسلوب التصميمى إلى ذلك التنوع والتشعب فى تصميم الوحدات الزخرفية الإسلامية، وتحديداً فإن إسلوب المضلعات ينتمى إلى فئة من الأشكال التى تستخدم إتجاه نمطى بحيث تصنع عناصر الشبكة الخلفية من مجموعة محدودة من المضلعات المتكررة.

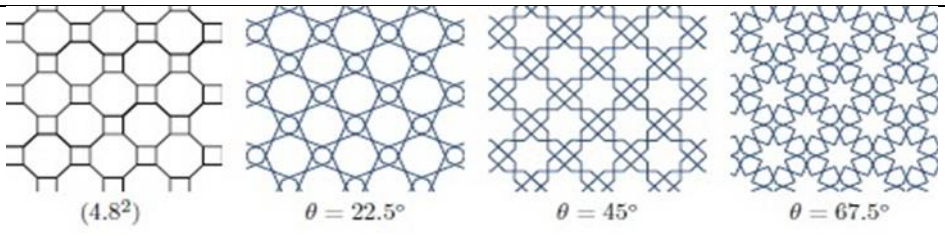


شكل (١٣): نقطة الإلتقاء المنقسمة الى نقطتين منطلق منهما شعاعين نقلا عن:
http://dx.doi.org

٣/٣/ب- تصنيف الأشكال الهندسية الإسلامية عند بونر Bonner

صنف بونر Bonner الأشكال الهندسية الإسلامية الى ٤عائلات أول ثلاث منها هى الحادة، المنفرجة، الوسط وهى تعتمد على مقدار زاوية الوحدة المتكررة التى تصنع شكل المضلع أما العائلة الرابعة فهى تلك التى تصنع خطوط الإلتقاء على نقطتين فى كل ضلع شكل(١٣) ويحدد بونر الزوايا التى تصنع الأشكال الحادة "إن الأشكال الحادة فى النظام ٨/٤

(المربع-المثمن) زواياها ٤٥ درجة، وفى النظام ١٠/٥(المخمس –المعشر) زواياها ٣٦ درجة، النظام ١٢/٦(المسدس-المضلع المنتظم ذو الإثنى عشر ضلعاً) زواياها ٣٠ درجة، إن الأشكال الحادة الناتجة من النظام ١٤/٧ (المسبع-المضلع المنتظم ذو الأربعة عشر ضلعا) فإن خطوطها المتقاطعة لها ٥١،٤٢٨٦ درجة.

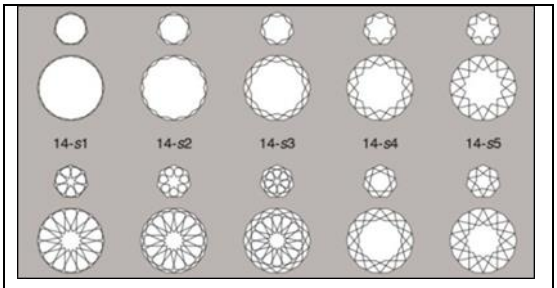


شكل (١٤): مثال على أحد الأشكال النجمية المنشأة بطريقة هانكن يحتوى الصف على تصميم زخرفي مختلف ومعها ثلاث تصميمات مستمدة منها باستخدام ثلاث قيم مختلفة من زاوية الإلتقاء تبعا لنظام بونر contact angle نقلا عن:.http://dx.doi.org

٣/٣/ج-ترميز الشكل النجمى ١٤/٧ عند بونرBonner

هذا النظام الذى يعتمد على المضلع ذو الـ ١٤ ضلعا "

ويقدم هذا النظام ٦ أشكال طبيعية للزوايا وهناك مصطلح يقوم بتعريف كل من زوايا الإلتقاء والمضلعات النجمية الناتجة فالعدد الأول (هنا ١٤) يشير إلى عدد أضلاع المضلع ، S يشير إلى الخطوط التى تصل بين نقاط منتصف أضلاع المضلع ، أما الرقم الصحيح الذى يتبع s هوعدد المقاطع بين اضلاع المضلع وتحسب قبل التوصيل بين نقاط المنتصف" (19 – ص ١٤٣، ١٤٤) شكل (١٥)

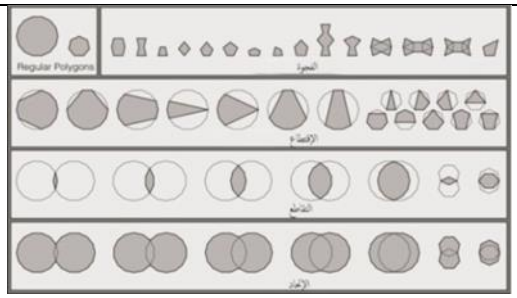


شكل (١٥) تحديد زوايا الخطوط المتقاطعة داخل المضلع ذو الـ ١٤ ضلعا
نقلا عن http:// bridgesmathart.org

٣/٣/د-أسباب وجود مضلعات إضافية تابعة لنظام ١٤/٧

تنشأ العديد من المضلعات الإضافية داخل النظام ١٤/٧ نتيجة احد الحالات التالية:

- **فجوة:** فراغ ينتج عند وضع مضلعات الشبكة الخلفية فى شكل تبليطى
- **الإقتطاع:** إقتطاع جزء من الشكل ذو الـ ١٤ ضلعاً المنتظم أو المسبع.
- **التقاطع:**بين مضلعات المسبع أو ذوالـ ١٤ ضلعاً المنتظم.
- **الإتحاد:**الإتحاد بين أشكال المسبع أو أشكال المضلعات ذات ال١٤ ضلعا المنتظمة شكل (١٦)



شكل(١٦) يشير الى انواع المضلعات التابعة لنظام ١٤/٧
http:// Krgh uk bridgesmathart.org

٤/٣ تصميم الوحدات الزخرفية الإسلامية الهندسية بالبرمجة إعتماداً على الألجورزم الإستدلالى:

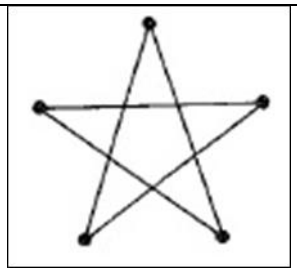
بعد أن تم وضع منهجية وخطوات واضحة لتصميم الشكل الهندسي الإسلامى (من منظور هانكن) فالخطوة التالية ستكون صياغة تلك الخطوات فى برنامج يقوم بإخراج تلك المدخلات إلى مخرجات ولكن قبل ذلك فلابد من وضع رموز للوحدة الزخرفية لعمل معادلات داخل برامج الحاسب الآلى.

٤/٣/أ- تصميم الوحدة الزخرفية النجمية الشكل

توجد الأشكال النجمية فى الفن الإسلامى و"تشتهر بنقاطها المتعددة التى قد تصل إلى ٩٦ نقطة " (14 – ص ٢٢٠) وتعتبرالأشكال النجمية هى التشكيل الأكثر جمالاً فى الأشكال الإسلامية وتحتوى على محاور تماثل دورانية عددها n وتتراوح n من ٣ الى ١٠٠" (10 – ص ١٨٢، ١٨٣) .

أ- **الترميز عند جرانبون و شيفردGrunbaun&Shephard**

أعطى كل من جرانبون وشيفرد **Grunbaun&Shephard** ترميز للمضلع النجمى وهو{n/d} "أن النجم الخماسى Pentgram عادة مايشار اليه بـ {5,2} أى خمسة أركان وخمسة أضلاع وبشكل عام فإن n,d هما أعداد صحيحة موجبة بحيث 1<d<n إذن فإن المضلع النجمى {n/d}يتم الحصول عليه من n هو عدد أضلاع المضلع، d هو طريقة الإتصال بين رؤوس الزوايا (٣،٣-٢،٢،الخ) كما بالشكل(١٧)

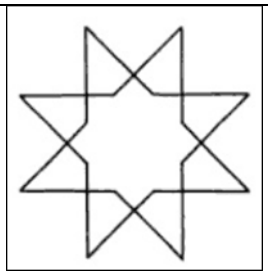


نقلا عن:https://www.marefa.org/

شكل (١٧) :يوضح الترميز النجمى {5/2}

ب- **الترميز عند لى-Lee**

أضاف لى**Lee** المعيارS لترميز الشكل النجمى ليصل إلى الترميزs{n/d} "يمكن تمييز الوحدات الزخرفية النجمية لتلك الأنواع بتصميمات موجزة بإعطاء معلومات كمية ثلاث :عدد رؤوس الزوايا الأولية، طريقة الإتصال بين الرؤوس لإنشاء المضلع النجمى الأصلى، عدد المقاطع segments النهائية المتبقية عند كل طرف من أضلاع المضلع النجمى وتلك الكميات يمكن الإشارة اليها بـ n,d,s وبذلك يكون الرمز النهائى للنجم الإسلامى الأصلى هوs{n/d}" (10 – ص ١٨٤) كما هو موضح بالشكل (١٨) .



نقلا عن:https://www.marefa.org/

شكل (١٨) :يوضح الترميز النجمى ٢{٨/٣}

ج- **التصميم عند كابلان-Kaplan**

يرى كابلان**Kaplan** ضرورة إضافة معيار آخر للتصميم النجمى وهو زاوية التقاء θ"عوضا عن الإعتماد على التصميم s{n/d} فإنه من الأفضل تحديد معيارية النجم بإعطاء زاوية الإلتقاء θ مباشرة"(15 – ص ٦٢).

1-التصميم الحسابي و دراسة لأهم البرامج و التطبيقات المستخدمة :

يعد التصميم الحسابي أحد المراحل التي ساهمت في التطور الكبير لدور الحاسب الآلي في عملية التصميم. فنجد أن العديد من المصطلحات الجديدة كالتصميم التوليدي (generative design)التصميم الحيوي المخلق (bio design morphogenetic)التصميم البارامتري أو الخوارزمي (algorithmic/parametric design) كلها مرادفات ومجالات فرعية تقع تحت المظلة الواسعة للتصميم الحسابي، الذي بدوره يسعي إلي إستغلال إمكانات الذكاء الإصطناعي ورقمنة الرياضيات المتقدمة في الوصول إلى تشكيلات معمارية شديدة التعقيد .

إن التصميم الحسابي(Computational Design): هو مصطلح يختلف عن التصميم المساعد بواسطة الحاسب (CAD) ورغم ذلك كثيراً ما يتم الخلط بين المصطلحين بشكل عام، فإن المصطلح الثاني يتعلق أكثر بإستخدام الحاسب كآداة رسم

رقمية، لإتمامه بعض الإجراءات الروتينية في عملية التصميم، فإن الحاسب في هذه الحالة لا يتدخل في عملية التفكير أثناء التصميم. وعلى النقيض فإن التصميم الحسابي يتعلق بإستخدام إمكانات الخوارزميات –عن طريق البرمجة والتكويد-في إستعراض بدائل لا متناهية من التشكيلات الهندسية، وحل المشكلات الهندسية شديدة التعقيد، وتبسيطها للمصمم .

ومنافع إستخدام هذه التقنية لا تكمن فقط في توفير وقت التصميم، وإنما أيضا توفر للمصمم الإختيارات النهائية للتصميم وتزيل جميع القيود الفنية التي تعيق إبداعه عبر التقنيات التقليدية. وكذلك تساعد علي دمج جميع مراحل التصميم في نموذج موحد ذكي، يسهل تحليل أجزاؤه وتصنيعها بدقة شديدة بأقل جهد بشري ممكن(7 – ص ٣) .

١/٤ دراسة برنامج Taprat لتصميم نماذج الأشكال الإسلامية:

نبذة على البرنامج

- هو برنامج أعده كابلان Kaplan يحتوى على مجموعة من عناصر التصميم المأخوذة من أبرز الوحدات الزخرفية الإسلامية التاريخية آخذا بذلك لقطة تاريخية لجزء من الشكل الذى تم تجريده من كل مايحيط به وإرتبط فقط ببعض المحددات المعيارية .

- يعتمد على فكر هانكن-Hankin فى التصميم والإلجورزم الإستدلالى وعناصر التصميم المعيارية كما سيتم تقديمها ويعد هذا البرنامج برنامجاً تفاعلياً يقوم بإنشاء وزخرفة وإظهار الأشكال الإسلامية. ويستطيع نظامه أن يقوم بتشغيل أى من التصميمات الدورية وبداخلها عدد من الزخارف الإسلامية المستمدة من المصادر التاريخية التى تم فحصها .

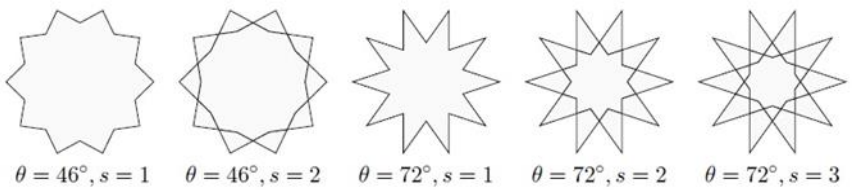
- يستطيع المستخدم أن يختار بين أشكال الزهور والأطباق النجمية وإدخال ما يناسبه من محددات داخل عناصر التصميم.

• تصميم الوحدة الزخرفية الإسلامية داخل تطبيق برنامج Taprat

أ- ترميز الشكل النجمى/Star

وصف كابلان Kaplan طريقة إنشاء الشكل النجمى داخل برنامجه Taprat كالآتى "ينشأ الشكل النجمى من مسار يتكون من خط مستقيم فردى يبدأ عند النقطة M وطوله يساوى 2r ويحدد معياريا بدرجة حرة واحدة ألا وهى زاوية الإلتقاءθ والمعيارية التى تعتمد على الترميز ، (n,r,s,θ) تلخص التصميم المشار إلى النجم الأصلى بشكل أكثر تحديداً....ويمكن إعادة تحليل النجم للرموز التالية (n,r,s,π/d)" (15 – ص ٦٢).

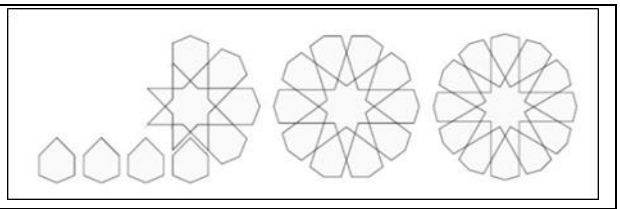
اذن فإنه لكل مضلع منتظم ضلعه n ونصف قطره r وزاوية إلتقاءه θ فإن الألجورزم الإستدلالى المستخدم لتطبيق إسلوب هانكن ينتج الترميز (n,r,1,θ) ويشير شكل(١٩) إلى بعض التغييرات فى قيم θ،S .



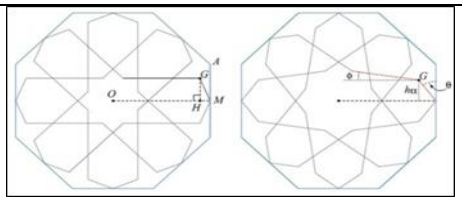
شكل (١٩) :يوضح امثلة على الاشكال النجمية المنشأة بترميز(10, 1, s, θ) باختلاف قيم S,θ نقلا عن:
https://grail.cs.washington.edu/

ب- تصميم الشكل الزهرى-Rosette (٢٤ – ص ١٦٧) :

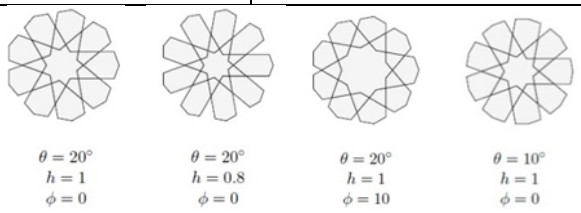
يوجد الشكل الزهرى بداخل الفن الإسلامى وهو من اهم العناصر المميزة له ويعد الشكل الزهرى حالة خاصة من الشكل النجمى فهو يتكون من نجمة ملاصق لها شكل سداسى كما موضح بشكل(٢٠) ويمكن التعبير عنها كمسارين شكل(٢١) اول خط هو MG الذى يمثل الضلع الخارجى للشكل السداسى ، ينحنى المسار عند النقطة G ويستمر فى خط مستقيم ليلاقى النقطة C وتتكون النجمة الداخلية وجناح الشكل السداسى والمراد هنا هو اعطاء ترميز يقوم بتعريف محددات الشكل الزهرى (20 – ص ١٠٦، ١٠٧) .



شكل (٢٠) يوضح امثلة على الاشكال الزهرية ذات ٨،١٠،١٢ نقطة -الشكل الزهرى على اليسار تم تحليله الى شكل نجمى 2{8/3} وثمان اشكال سداسية www.ijtsrd.com



شكل (٢١) يوضح طريقة انشاء الشكل الزهرى عند كابلان https://grail.cs.washington.edu



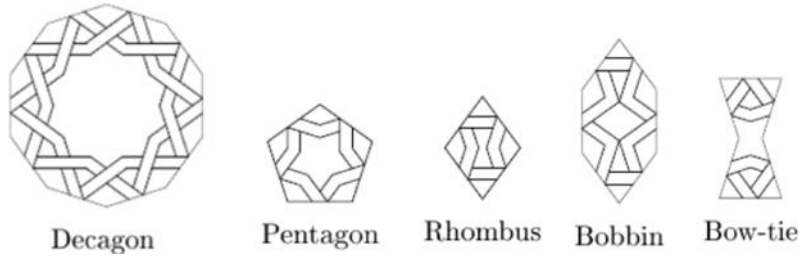
شكل (٢٢) :امثلة توضح اثر تراوح قيم كل من Ø،θ، h على شكل الشكل الزهرى ذو n=9، r=1، s=3 www.ijtsrd.com

ويشير شكل(٢٢) الى بعض الأمثلة التى توضح تأثير قيم Ø،h،θ على شكل الشكل الزهري

٢/٤ دراسة تطبيق جيريه (Girih Designer):

قبل البدء في شرح التطبيق لابد أن نبحث عن **مضلعات جيريه**. أولاً، فهي إحدى الطرق الهندسية المتقدمة في تكوين الزخارف، وأثبتت الدراسات الحديثة إستخدامها في الزخارف الإسلامية المعقدة للوصول إلي الدقة. تقوم تصميمات **جيريه** على خمس أشكال هندسية بدائية لها نفس طول الضلع، ويتم تكوين مالا نهاية من الأشكال الهندسية عبر تجميعها سوياً على زوايا مختلفة. تمتاز **مضلعات جيريه** بالخصائص الفريدة لأنماط التبلور الرباعي ،التي لم تعرف إلا عن طريق العالم (Penrose Roger) فى القرن العشرين (25 – ص ٤) ، مما يجعل تلك التقنيات الإسلامية تسبق عصرها بعدة قرون، مبرهنة على التقدم المذهل للرياضيات الهندسية في العصر الإسلامي الذهبي. تقوم مضلعات **جيريه** الخمس على زاويا ٣٦ درجة ومضاعفاتها وجميعها- ما عدا الخماسي-لها خاصية التماثل على محورين متعامدين. كما أن الشكل ذى العشر أضلاع (decagon)يظهر خصائص التناظر الدوراني ذو ١٠ أضعاف(tenfold symmetry rotational) أي بزاوية ٣٦ درجة، وللخماسي تناظر دوراني ذو ٥ أضعاف(symmetry rotational fivefold) أي بزاوية ٧٢ درجة، وهي جميعا خصائص رياضية متقدمة .

والاشكال الخمس الأساسية هي:



شكل رقم (٢٣) يوضح الخمس أشكال الهندسية الأساسية لمضلعات جيريه
http://psdg.pbworks.com

– شكل ذو ١٠ أضلاع منتظم مع عشر زوايا داخلية كل منها ١٤٤ درجة .

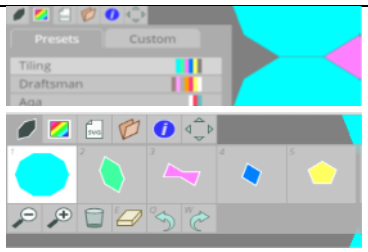
– سداسي الأضلاع ممدود (محدب غير نظامي) مع الزوايا الداخلية ٧٢ درجة، ١٤٤ درجة، ١٤٤ درجة، ٧٢ درجة، ١٤٤ درجة، ١٤٤ درجة .

– القوس المتعادل (مسدس غير محدب) الزوايا الداخلية من ٧٢ درجة، ٧٢ درجة، ٢١٦ درجة، ٧٢ درجة، ٧٢ درجة، ٢١٦ درجة .

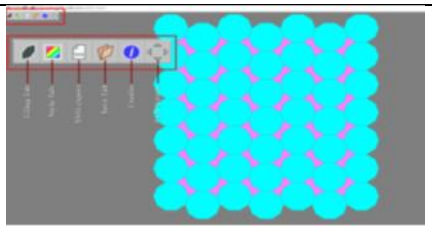
– المعين مع الزوايا الداخلية ٧٢ درجة، ١٠٨ درجة، ٧٢ درجة ١٠٨ درجة .

– خماسي الأضلاع منتظم مع خمسة الزوايا الداخلية من ١٠٨ درجة. (٣٤)

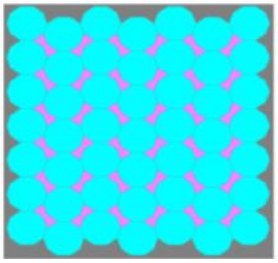
تطبيق تصميم جيريه (Girih Designer) وهو برنامج ويب ، يتيح إظهار رسومات ثنائية وثلاثية الأبعاد ، حيث يستخدم التطبيق الخمس أشكال الأساسية التي سبق ذكرها (عشاري الاضلاع، المعين، السداسي المطول، الخماسي، والقوس المتعادل) ويعتمد على ثلاث متغيرات بسيطة على تلك الأشكال لربطها سوياً (تحريك، وضع، وتدوير بزاوية ٣٦ درجة) ، ويمتاز التطبيق ببساطته الشديدة وإمكانية عمله على أي متصفح، كما يوفر عدة طرق لإظهار التشكيلات المصممة وكذلك إمكانية إصدار التصميم بصيغ مختلفة لدمجها مع عمليات التصميم في البرامج الهندسية .



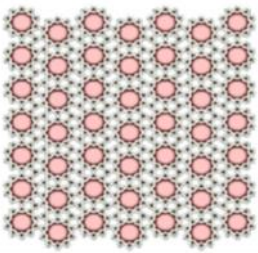
شكل(٢٤)يوضح مضلعات جيريه الأربعة طرق الاظهار المختلفة للتشكيلات



شكل(٢٥) يوضح الواجهة الرسومية للبرنامج



شكل (٢٦) إحدى التجارب في استخدام التطبيق

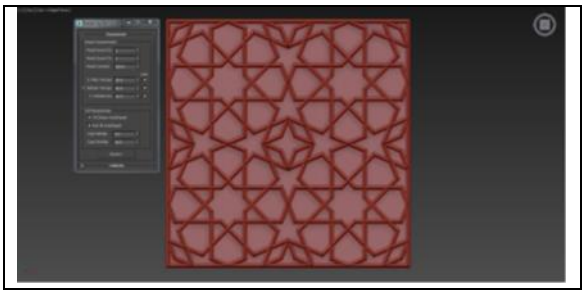


شكل (٢٧)يوضح الشكل النهائي بعد إزالة خطوط العمل

وفي المثال قامت الباحثة بإستخدام التطبيق لتصميم مجموعة من الزخارف الهندسية بإستخدام عنصرين فقط هما شكل ذو ١٠ أضلاع والقوس المتعادل. وبعد ترتيب العناصر تم إزالة خطوط البناء وإضافة الخطوط الداخلية للوحدات عبر أمر clearing style ثم تحويل التصميم الي صيغة SVG لإستخدامها في برامج الرسم الهندسي .

٣/٤ دراسة تطبيق (PATGEN) :-

يعتمد هذا المثال علي أعمال الباحثين (Uysal, & ٢٠٠٨ , Yazar, Çolakoğlu).وهو عبارة عن كود ملحق ببرنامج 3Ds MAX للتصميم ثلاثي الأبعاد، مخصص لتصميم زخارف هندسية إسلامية بطريقة بارامترية مرنة من خلال إستخدام أشكال ألجورزمية grammar algorithm shape ، تم إستخدام التصميم الحسابي في الوصول إلي التصميم المطلوب . أولا تم تعريف القواعد الرياضية والمتغيرات الخاصة بتلك التشكيلات في جميع حالاتها. ثم إستخدام أكواد (maxscript) لإنتاج تطبيق صغير يتيح رسم الزخارف عبر تغيير قيم المتغيرات الرياضية المختلفة. كما أن التشكيلات المنتجة تدعم في هيكلتها إمكانية التصنيع الرقمي(digital fabrication) ومن تجربة الباحثة للتطبيق يتضح إنه يعتمد على خطوات مختلفة حيث يتخذ النجمة الإسلامية الثمانية كوحدة بناء للمتغيرات وليس المضلعات الأساسية الخمس شكل (٢٨).



شكل رقم (٢٨) يوضح إحدى الزخارف المنتجة عبر تطبيق PATGEN

٤/٤ دراسة برنامج Grasshopper :

هو وسيلة مناسبة وقوية لتصميم أشكال معقدة ومتكررة. يسمح هذا البرنامج بمساعدة المصمم بتحقيق نماذج إبداعية حديثة في عالم التصميم دون الحاجة إلى تعلم البرمجة مثل Rhinoscript. فأصبح برنامج Grasshopper ، بجانب برنامج GC (المكونات التفضيلية) ، والذي يعد من بين برامج مولدات النماذج المتقدمة مشهورًا ، وتجاوزت Rhinoscript و GC بسبب الإجراءات السهلة ، ونجحت في جذب المصممين .

إن التصميم الألجورزمى المتكرر هو أحد الأساليب الشهيرة في الممارسة التصميمية ، وفي هذه المرحلة ، لا يمكن إنكار دور مكون Grasshoper في إعطاء السرعة لهذه العملية. ولقد تم تحسين قوة هذا البرنامج خلال هذه السنوات من خلال إدخال مكونات إضافية مختلفة في مجالات الهندسة المعمارية والتخطيط الحضري والنمذجة الديناميكية وتحليل الهيكل وتحليل الطاقة وأساليب التبسيط. فيمنح Grasshopper المصممين الفرصة لتحديد أشكال معقدة بشكل خاص. يتيح تغيير النماذج المعقدة مع المفردات الرئيسية للمهندسين المعماريين الوصول إلى النماذج التي يريدونها أسهل وأسرع ، إلى جانب العثور على النماذج المثلى بشكل أسهل.(11 – ص ١١) .

مما سبق نستنتج أن تطبيق أسس وأساليب علم الهندسة في التصميم الداخلي والعمارة في المنشآت الإستشفائية السياحية يوفر بدائل من الحلول التصميمة اللانهائية والتي ينتج عنها شبكيات إبتكارية تتسم بالتعقيد والتركيب وتتحقق فيها القيم الوظيفية والجمالية للتصميم ، حيث ترتبط عناصر بدائل الحلول التصميمية التي تعتمد على الهندسة الألجورزمية في صياغتها الشكلية بعلاقات رياضية دقيقة يمكن بإستخدامها إستحداث أشكال ديناميكية قابلة للتوظيف في تصميمات المنتجعات الاستشفائية. فإن تفعيل تلك أسس الهندسة في التصميم ينتج عنه نظم شبكية تصميمية قد تستخدم فيها العناصر التراثية كوحدة بنائية تكرارية من شأنها تأكيد الهوية الثقافية في التصميم الداخلي والعمارة بالمنشآت الاستشفائية السياحية .

فالتطور التكنولوجي في علوم البرمجة أدى إلى وجود علاقات تكاملية بين علوم الهندسة و الرياضيات والتصميم لمواكبة الإتجاهات الحديثة في الألفية الثالثة على مستوى الممارسة والتطبيق ، و من أهمها إتجاه الأورناماتكس و هو أحد الإتجاهات التصميمية الحديثة التى تعتمد على إعادة اكتشاف جماليات تراثنا الحضارى وتكوين لغة تصميمية جديدة قائمة على رؤية جديدة للزخارف الإسلامية الهندسية بإستخدام وسائل التقنية الحديثة(سواء في التصميم أو التنفيذ) .

٥- إتجاه الأورناماتكس (مفهومه ، نشأته ، و أليات تحقيقه) :

١/٥ مفهوم إتجاه الأورناماتكس " Ornamatics "(2 – ص ٢٧٠،٢٧١) :

هو إتجاه تصميمى مستحدث يعتمد على إستخدام الزخارف الإسلامية الهندسية فى التصميم بإسلوب معاصر عن طريق إخراجها من القوالب والأشكال الثابتة المتجمدة التى تعودنا أن نراها فيها، وإعادة تصورها و صياغتها مرة أخرى إنتقالاً بذلك من مرحلة التقليد إلى مرحلة الإبتكار، وبالتالى فهو يُعَد إتجاه فنى يستند إلى المنطق الهندسي و الرياضى، حيث ينتج الجمال فيه من تحفيز عين المشاهد على التأمل ومحاولة تتبع الترتيب الخفى للأشكال الهندسية و تحليلها وكشف العلاقات فيما بينها، والإسم مشتق من لفظ زخارف"Ornaments وزخرفة"Ornamentation و هو المفهوم القائم عليه هذا الإتجاه؛ بمعنى أنه يتعدى الدور التقليدى للزخارف كإسلوب لإثراء التصميم و تزيينه و تجميله إلى دور جديد يعتمد عليها كمفهوم"Concept" للتصميم فى حد ذاته .

ويعتمد هذا الإتجاه على برامج التصميم الحسابي ، و التصنيع الرقمي "CAM Computer Aided Manufacturing" أى التصميم والتصنيع بمساعدة الحاسب الآلى وذلك من خلال إستكشاف أساليب ونظم تصميمية حديثة بالإعتماد على البرمجة كما ذكرنا من قبل، والتى من خلالها يتم عمل تجارب خاصة بوضع أنظمة حسابية تصميمية لدراسة تلك الزخارف والتصميمات وسبل تطويرها .

٢/٥ نشأة إتجاه الأورناماتكِس(٣٦):

ظهر هذا الإتجاه لأول مرة من خلال مكتب إنكود "ENCODE" و هوإختصار لإسم المجموعة المصرية للتصميم التعاونى "Egyptian Node For Collaborative Design" و هو ستوديو تصميمى تأسس عام ٢٠١١ من قبِلَ مجموعة صغيرة من المهندسين المعماريين . وقد نشأ هذا الإتجاه إستجابة للتغيرات الإجتماعية العديدة التى تحدث فى مصر منذ إندلاع ثورة ٢٥ يناير، حيث أثرت فيهم بقوة . ودفعتهم إلى تقديم إبداعات مبتكرة راعوا فيها أن تكون منغمسة فى الثقافة المصرية و هادفة إلى الحفاظ على التراث الحضارى المصرى (المستوحى من تراث القاهرة الإسلامية) ، وإحياء هذا الإرث العظيم عن طريق تطوير الزخارف الإسلامية الهندسية بإستخدام أحدث أنظمة التصميم الرياضية الهندسية وتقنيات التصنيع الرقمية بهدف التواجد المصرى على الساحة العالمية .

٣/٥ آليات تحقيق إتجاه الأورناماتِكس :

يتحقق إتجاه الأورناماتِكس فى التصميم من خلال إيجاد مسطحات ذات تشكيلات وتكوينات زخرفية تنتج من التداخل بين العناصر الزخرفية ، و تنحصر فى إستخدام أحد الأساليب الآتية:

٣/٥ /١ التحول فى شكل العنصر الزخرفى (التحوير):

ويتم ذلك عن طريق إبتكار تصميمات زخرفية تنتج من التبسيط فى أشكال العناصر الزخرفية مع تحويلها تدريجيا للأشكال الهندسية الأساسية المشتقة منها، كتحويل النجمة السداسية- على سبيل المثال- إلى شكل المسدس، ثم تحويل المسدس إلى شكل الدائرة و هي الأصل فى رسمه أو الحركة بتكرارر شكل معين حول محور واحد أو الدوران حول نقطة محورية أو أكثر أو التنوع فى المقياس أثناء التكرار أو التكرار مع الإنعكاس حول محور كما بالصورة (٢٩).

صورة (٢٩) توضح تحول العنصر الزخرفي من مسدس إلى دائرة إلى نجمة:https://encodestudio.net

٣/٥ /٢ التنامى والتلاشى فى شكل العنصر الزخرفى :

ويتم ذلك عن طريق إبتكار تصميمات زخرفية تنتج من التكبير والتصغير التدريجى لأشكال العناصر الزخرفية؛ سواء بالتدرج فى أحجامها وصولا للنقط، أو بالتدرج فى خطوطها مع ثبات أحجامها مع إمكانية التأكيد على بعضها سواء بالخامة أو باللون كما هو موضح بالصورة رقم(٣٠).

صورة رقم (٣٠) توضح التنامي و التلاشي

٣/٥ /٣ تجميع شكل العنصر الزخرفى من وحدات زخرفية منفصلة:

ويتم عن طريق إبتكار تصميمات زخرفية تنتج من تجميع مكونات العناصر الزخرفية للوحدات الزخرفية البسيطة أو المركبة على شبكة تصميمية مستوحاة من أشكالها؛ بمعنى تجميع المثلثات أو المعينات مثلا على شبكة مائلة، وتجميع المربعات على شبكة متعامدة، وتجميع الأشكال النجمية على هيئة شكل سداسى كما بصورة(٣١)، مع إمكانية التنوع فى ألوان الوحدات.

صورة رقم (٣١) توضح تجميع العنصر الزخرفي على شبكة نقلا عن : https://encodestudio.net/

٣/٥ /٤ تفكيك شكل العنصر إلى وحدات زخرفية منفصلة :

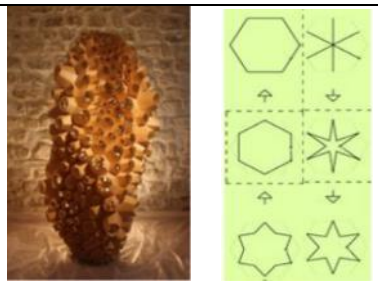
ويتم ذلك عن طريق إبتكار تصميمات زخرفية تنتج من تفكيك مكونات العناصر الزخرفية وتحليلها إلى وحدات زخرفية منفصلة ومتناثرة، مع تصغيرها وإختزال بعضها أو تحويره، ثم توزيعها بعشوائية وعدم إنتظام ولكن على شبكة تصميمية مستوحاة من أشكالها كما بالصورة (٣٢).

صورة رقم (٣٢) توضح تفكيك شكل العنصر لوحدات زخرفية نقلا عن :https://encodestudio.net/

٣/٥ /٥ التضاد- التناقض :

مفهوم يشير إلى العناصر المتضادة والمتآلفة التي تكوّن حقيقة الشيء أو الموضوع، ولا يقتصر مفهوم الجوانب المتضادة في الشيء على الربط أو العلاقة فيما بينها، و إنما يرتفع إلى مستوى الوحدة "وحدة متناقضات" (1 – ص٩٧) ، ويتم ذلك عن طريق إبتكار تصميمات زخرفية تنتج من التضاد بين المساحات الموجبة والسالبة كما هو موضح بالصورة رقم (٣٣) سواء عن طريق الحفر وتعدد المستويات لإيجاد وحدات مصمتة وأخرى مفرغة، أو عن طريق التشكيل باللون، مع التوزيع العشوائى للوحدات المتماثلة .

صورة رقم (٣٣) توضح التضاد بين المساحات في التصميم



صورة رقم (٣٤) توضح التنظيم الذاتي في التصميم

٣/٥ /٦ التنظيم الذاتى :

يرتبط التنظيم الذاتي بالظواهر اللاخطية الأكثر تعقيدا بدلا من العمليات البسيطة و قد يخلق أنماطا معقدة.

(8 – ص ٨١٤) ويوضح صورة (٣٤) وحدة إضاءة من قشرة خشب الكريز من تصميم ليدجا جروزدنيك LidijaGrozdanic يوضح التحول من الإتزان الى الفوضى نتيجة قوى الشد المختلفة على الشكل السداسى فى إتجاهات مختلفة من الأطراف والمركز ويتم تمثيل التشكيل من خلال برامج الكمبيوتر ثلاثية الأبعاد لمحاكاة الأنظمة الطبيعية (٣٧)

النتائج :

– الزخارف الهندسية المعقدة خير مثال على كون الهندسة و الرياضيات لا تنفصل عن العمارة الإسلامية ، فهي ثمرة لتفكير رياضي قائم على حساب دقيق قد يتحول إلى نوع من الرسوم البيانية لأفكار فلسفية وو معاني روحية .

– الألجورزم هو طريقة تفكير رياضية و إعطاء علاقات هندسية و تقديم طرق جديدة للتفكير لحل مشكلات التصميمات ، و ذلك من خلا ل وضع ترميز للوحدات الزخرفية لعمل معادلات داخل برنامج الحاسب الآلي .

– التصميم الحسابي يتعلق بإستخدام إمكانات الخوارزميات (عن طريق البرمجة و التكويد) في إستعراض بدائل لا نهائية من التشكيلات الهندسية و خلق أنماط جديدة من التصميمات و فتح أفاق غير محدودة للحفاظ على التراث الإسلامي .

– وجود علاقات دراسية تكاملية بين علوم الهندسة الرياضيات و التصميم مما يواكب الإتجاهات الحديثة و من أهم هذه الإتجاهات (إتجاه الأورناماتكس) و هو أحد الإتجاهات الحديثة التي تعتمد على إستخدام الزخارف الإسلامية الهندسية في التصميم بأسلوب معاصر عن طريق برامج التصميم الحسابي.

التوصيات :

– إدراك الصلة بين ماتركه علماء المسلمين من علوم بداخل المخطوطات وبين تطور الإسلوب الإسلامى الزخرفى قديما وحديثا.

– الإستفادة من علوم الرياضيات والهندسة لأثرهم على ظهور مفاهيم حديثة مرتبطة بالفن.

– دراسة أسس الرياضيات لمعرفة ترميزات الوحدات الزخرفية لأهمية ذلك لعلم البرمجيات فى إستحداث الوحدة الزخرفية المرادة.

– التنقيب وراء الأساليب والأكتشافات الحديثة فى علم الرياضيات لمعرفة مدى إمكانية استخدام تلك الأساليب فى تطور الوحدة الزخرفية الإسلامية.

– يجب على المصممين تبني مفاهيم التصميم الحسابي كمدخل تصميمي للحفاظ على الهوية الإسلامية مع إستيعاب اتجاهات العولمة المستقبلية.

– تعميم إستخدام الألجورزم لحل مشكلات التصميم إلى جانب إستخدام إتجاه الأورناماتكس في التعليم الرقمي في مجال التصميم الداخلي .

المراجع :

1-ابراهيم ،رنا محمد: الاعتبارات الإنسانية للتصميم الداخلي في الوحدات السكنية الصغيرة – رسالة ماجيستير – كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان – ٢٠١٧

ibrahem ,Rana: el eatbarat el ensanya lel tasmem el dakly fi el wahadat el sakanya el sagera – resale magester – kolyat el fnon el tatbeaya – gamet helwan – 2017.

2-أحمد ، نرمين صبري : اتجاه الاورناماتكس كمدخل لتحقيق هوية قومية معاصرة في التصميم الداخلي و الأثاث- مجلة التصميم الدولية – العدد ٧ – المجلد الأول - يناير ٢٠١٧ .

ahmed ,Nermen sabry : etgah el ornamatiks ka madkhal le tahkek hawya kawmya moasra fy el tasmem el dakly wel athath - megalat el omara wel fenon – el adad el 7 - 2017

3-جمشيد ،غياث الدين الكاشى مخطوط "مفتاح الحساب"

Gamshid , gayath el deen :maktot moftah el hesab.

4-الصفا ،اخوان الرسالة الثانية الموسوعة بجومطريا فى الهندسة وبيان ماهيتها فى الهندسة.

el safa ,Ekhwan el resala el Tanya el mawsoaa b jomtrya fy el handasa w byan mahyatha fy el handasa.

5-عكاشة ،ثروت :القيم الجمالية في العمارة الاسلامية (تاريخ الفن العين تسمع والأذن ترى)، دار الشروق، الفاهرة، ط١ – ١٩٩٤.

okasha ,Tharwat: el kyam el gamalya fy el omara el eslamya – dar el shorok – el kahera t1 1994

6-على ، مى محمد: الترميز في الزخارف الهندسية الإسلامية و أثره على تصميم الملصق الإعلاني المعاصر – مجلة العمارة و الفنون العدد الرابع – ٢٠١٦ .

ali ,Mai: el tarmyz fi el zakharef el handasya el eslamya w asaroh ala tasmym el molsak el aalany el moaser - megalat el omara wel fenon – el adad el rabea – 2016

7-فتحي ،أحمد أحمد- حجازي ،محمد علي :إمكانات التصميم الحسابي في الإرتقاء بالعمارة العربية المحلية - مجلة العمارة و الفنون – المجلد الاول – العدد الاول – ٢٠١٦ .

fathy ,Ahmed- hegazy ,Mohamed: emkanat el tasmim el hesay fy el ertkaa belomara el arbya el mahlya – megalat el omara wel fenon – el mogalad el aoal – 2016 .

8-نيازي ، أسماء طاهر ، بيمان فؤاد رحمن: " نظرية الفوضى و توليد الشكل المعماري " – مجلة الهندسة - المجلد ١٦ – العدد ١ – مارس ٢٠١٠.

nyazy ,Asmaa taher , byman foaad : nazaryat el fawda w tawleed el shakl el mammary- magalet el handasa – mogalad 16 – adad 1 mars 2010 .

9-يسرى ،شيرين كمال : فلسفة الفكر الرياضي في العمارة الإسلامية وتوظيفها في التصميم الداخلي للمراكز الثقافية المعاصرة – رسالة دكتوراه – كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان – ٢٠١٦ .

yosry ,Sherin: falsafet el fekr el ryady fy el omara el eslamya w tawzefha fy el tasmem el dakly lel marakez el sakafya el moasra – resale doctora – kolyat el fnon el tatbeaya – gamet helwan –2016.Ghayath el deen gamshid el kashy : makhtot "moftah el hesa "

10. A.J ,Lee, , "Islamic Star pattern", from "Muqarnas",Oleg Grabar,Leiden-E.Brill,1987.

11. Abdullah ,Mohammad Almandrawy1, Eman Sayed Badawy Ahmad: Islamic Art and the Identity of the Architecture Fundamental Design, International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD) Volume 4 Issue 2, February 2020.

12. Alpay ,Özdural - "Omar Khayyam, Mathematicians, and Conversazioni with Artisans" in " Journal of the Society of Architectural Historians", Vol. 54, No. 1 University of California Press ,1995.

13. Ashkan ,Maryam- Ahmad ,Yahaya: Discontinuous Double-shell Domes through Islamic eras in the Middle East and Central Asia: History, Morphology, Typologies, Geometry, and Construction, Nexus Network Journal – Vol.12, No. 2, 2010, published online 5 February 2010, Kim Williams Books, Turin.

14. Cast´era ,Jean-Marc, " Arabesques: Decorative Art in Morocco" ,ACR Edition, 999.

15. Craig ,kaplan S. " Computer Graphics and Computer Ornamental Design" Phd,University Of Washington, 2008.

16. Hankin,E,H, "The Drawing of Geometric Patterns in Saracenic Arts",Volume 15 of Memoirs of the Archaeological Soceity of India, Calcutta Govrnment of india, 1925

17. Hossein ,Memarian,G., ". Statics Of Arched Structures" ,Vol.1,Tehran:Iran University of Science and Technology Press, 1988.

18. Jafar ,Taheri, "Mathematical Knowledge of Architecture in the Works of Kashani" in Nexus Journal Vol. 11, No.1 , Kim Willium Books, Turin 2009.

19. Jay ,Bonner, &Pelletier,Marc, **"**A 7-Fold System for Creating Islamic Geometric Patterns Part 1" in Bridges2012 "Mathematics, Music, Art, Architecture, Culture",2012.

20. KAPLAN ,CRAIG S.- DAVID H. SALESIN: Islamic Star Patterns in Absolute Geometry ACM Transactions on Graphics, Vol. 23, No. 2, April 2004.

21. Michael ,Ostwald J. and Kim ,Williams, " Relationships Between Architecture and Mathematics in "Architecture and Mathematics from Antiquity to Future" Volume 1 p1,Springer International Publishing Switzerland,2015.

22. Nielsen ,Jennifer L.: The Heart is a Dust Board: Abu'l Wafa Al-Buzjani, Dissection, Construction, and the Dialog Between Art and Mathematics in Medieval Islamic Culture, University of Missouri – Kansas City, History of Mathematics - Math 464 WI Spring 2010.

23. Reza, Sarhangi,.&Jablan S. and Sazdanovic R, " *Modularity in Medieval Persian Mosaics: Textual, Empirical, Analytical, and Theoretical Considerations*" in "Visual Mathematics Journal" vol.7, No.1,2005

24. Rezaei ,Hassan- Rashed ,Parya- Scrutinizing the Role and Position of Parametric Design in Remodelling the Urban Public Spaces, 2nd International Conference on Urbanism and Spatial Mobility: Dynamics of Space; Mobility & RelationalityIran University of Science & Technology, Tehran, Iran, October 18-19, 2014.],.

25. Riether ,Gernot- Baerlecken ,Daniel: Digital Girih,A Digital Interpretation Of Islamic Architecture , international journal of architectural computing, issue 01, volume 10, Published March 1, 2012.
26. Sorguc ,Arzu Go¨nenc¸," The Role of Mathematics in the Design Process Under the Influence of computation & Information Technology" in" Architecture& Mathematics from Antiquity to the Future",Vol 2 Springer International Publishing, 2015.
27. Wasma ,Chorbachi, &Loeb,Arthur , "An Islamic Pentagonal Seal from Scientific Manuscripts of the Geometry of Design "Five Fold Symmetry", World Scientific,1992.
28. Young ,Jin- Lee, Sung-Wook Kim, and You-Chang Jeon : Study of the Control of Geometric Pattern Using Digital Algorithm (with Focus on Analysis and Application of the Islamic Star Pattern) Hindawi Publishing Corporation Advances in Materials Science and Engineering Volume 2015, Article ID 950232.
29. Yvone ,Samplorius, Dold "Calculations of Arches and Domes in Fifteenth Century Samarkand" in "Architecture and Mathematics from Antiquity to the Future" vol.1,Spinger International Publishing Switzerland, 2015.
30. Yvone ,Samplorius, Dold "Muqarnas Construction and Reconstruction" in "Architecture and Mathematics from Antiquity to the Future" vol.1,Springer International Publishing Switzerland, 2015.
31. Cormen ,Thomas H.," Introduction to Algorithms", MIT Press,1990
32. http://en.wikipedia.org
33. http://hardingfineart.com/
34. http://psdg.pbworks.com/
35. http://www.syr-res.com/article/11802.html
36. https://encodestudio.net/
37. https://www.behance.net/gallery/55909757/3D-Parametric-Pattern-Design-1
38. www.Muslimheritage.com
39. www.whatis.com

---

[١] سيد حسين نصر (١٩٣٣ م)ايراني، فيلسوف اسلامي معاصر وأستاذ في جامعة جورج واشنطن بالولايات المتحدة الأمريكية.

[٢] ليوناردو فيبوناتشي(Leonardo Fibonacci ١٢٥٠ - ١١٧٠ م)عالم رياضيات ايطالي من بيزا، عرف بفضل متوالية فيبوناتشي التي سميت باسمه رغم أنه لم يبتكرها بل ذكرها كمثال في كتابه(كتاب الحساب.) -

[٣] هنري فوسيون(Henri Faucillon ١٨٨١-١٩٤٣ م)فرنسي، مؤرخ لفنون العصور الوسطى وأستاذ تاريخ الفن في جامعة ليون.