

تطبيق الرياضيات في التصميم الزخرفية الإسلامية

Application des mathématiques dans les conceptions décoratives islamiques

Application of mathematics in Islamic decorative designs

ديفل سميحة¹*

تاريخ النشر: 2022/06/01

تاريخ القبول: 2020/12/21

تاريخ الإرسال: 2020/09/10

ملخص:

تدخل الرياضيات في تفاصيل كثيرة من حياتنا اليومية البسيطة منها أو المعقدة، وقد ساعدت الرياضيات الصناع والحرفيين وحتى الفنانين منذ القدم في التصميم والإبداع، فساهمت في تصميم العديد من المباني والمنشآت المعمارية، كما تم توظيفها أيضا في إنشاء التصميم الزخرفية التي تزين العمارة والفنون التطبيقية، ويأتي هذا الموضوع ليرز هذه الجوانب الفكرية والعملية التي تطبق فيها الرياضيات لتصميم الزخارف المنفذة على مختلف الفنون والعمائر، موضحين مفهومها الفني والجمالي وفي بعض الأحيان العقائدي في التصميم المتنوعة، معتمدين في ذلك على المنهج الوصفي التحليلي لبعض النماذج التي صممت بطريقة تعتمد فيها على المبادئ الرياضية والهندسية. الكلمات المفتاحية: الرياضيات؛ التصميم؛ الزخرفة؛ الفنون الإسلامية.

Abstract :

Mathematics enters many details of our daily life simple or complex, mathematics has helped industrialists, craftsmen and even artists since ancient times in design and creativity, contributed to the design of many buildings and architectural installations, and was also employed in the creation of decorative designs that adorn architecture and applied arts, and this topic comes to highlight these intellectual and practical aspects in which mathematics is applied to the design of decorations executed on various arts and buildings, explaining its artistic and aesthetic concept and sometimes ideological in various designs, relying on the curriculum The analytical description of some models that are designed in a way that is based on mathematical and engineering principles.

Keywords: Mathematics; Designs; Decoration; Islamic Arts.

Résumé :

Mathématiques entre dans de nombreux détails de notre vie quotidienne simple ou complexe, les mathématiques ont aidé les industriels, les artisans et même les artistes depuis les temps anciens dans la conception et la créativité, a contribué à la conception de nombreux bâtiments et installations architecturales, Et a été également utilisé dans la création de dessins décoratifs qui ornent l'architecture et les arts appliqués, et ce sujet vient à mettre en évidence ces aspects intellectuels et pratiques dans lesquels les mathématiques sont appliquées à la conception de décorations exécutées sur divers arts et bâtiments, expliquant son concept artistique et esthétique et parfois idéologique dans divers dessins, en s'appuyant sur le programme d'études La description

* المؤلف المراسل

¹Difel samiha, University Constantine 2, HIPASO ,ALGERIA : samiha.difel@univ-constantine2.dz

analytique de certains modèles qui sont conçus d'une manière qui est basée sur des principes mathématiques et d'ingénierie.

Mots clés : Mathématiques; Designs; Décoration; Arts islamiques.

مقدمة

تعتبر الرياضيات علم الأرقام والحساب والمخططات الهندسية، وهي من العلوم النظرية المهمة في حياة الإنسان، وقد حظيت باهتمام كبير من قبل العلماء والباحثين، وحتى يكون الأمر واضحاً فقد جاءت فكرة العنوان من تساؤلات بعض الطلبة النابعة من المعتقد السائد عندهم أن علم الرياضيات علم جاف لا يمكن تطبيقه في حياتنا العملية، فأردنا أن نوضح أن هذا العلم يمكن أن ندخله في الكثير من الجوانب المتعلقة بحياتنا، وبحكم التخصص فقد كنا ندرس بعض التصميم الزخرفية المنفذة على الفنون التطبيقية أو في مخططات العماثر، وهي تحتاج إلى فهم واسع بعلم الرياضيات، وكان الطلبة الذين درسوا في الشعب الأدبية يجدون صعوبة كبيرة في تحليل التصميم وفق المفهوم الرياضي، والتساؤل الذي يمكن أن نطرحه في ذلك هو: كيف استعمل الفنان المسلم علم الرياضيات في تصميماته الزخرفية خاصة الأشكال الهندسية؟ وكيف طبقوها في منتجاتهم التي زينت الفنون التطبيقية والمعمارية على حد سواء؟ وهل كان الحرفي والفنان المسلم على دراية بقواعد الرياضيات وكيفية تجسيدها؟ وما هي الأسس التحليلية التي نستطيع من خلالها قراءة التصميمات الزخرفية قراءة رياضية؟ وللإجابة على هذه التساؤلات اتبعنا في الدراسة المنهج الوصفي الذي يركز على وصف النماذج المدروسة، والمنهج التحليلي الذي يعتمد على ربط المعطيات والقواعد الرياضية بالأشكال والتصميم المدروسة.

وان من بين الأهداف المرجو تحقيقها في هذا البحث هو توضيح تأثير الرياضيات على التصميم الزخرفية الإسلامية، وإبراز كيفية استخدام الفنان المسلم للرياضيات بفروعها وتسخيرها في تكوين تصاميمه الزخرفية، كما أننا نهدف إلى تصويب الفكرة السائدة لدى بعض الطلاب أن الرياضيات علم مجرد لا فائدة منه في الحياة العملية.

فهم العلاقة بين الرياضيات والتصميم الزخرفية المجردة كلياً أو جزئياً، يحتم علينا بالضرورة تقصي دلالات القيم العددية والهندسية وتشكلها بتلك الكيفية التي أظهرها الفنان المسلم في تصاميمه، وهو في الحقيقة بحث معقد من ناحية الرؤى والتصورات التي تفضي إلى فتح آفاق جديدة لفهم البناء الرياضي للتصميم الزخرفية الإسلامية.

1-تعريف الرياضيات

يمكن تشبيه الرياضيات بلعبة فكرية تطبق وفق قواعد بسيطة مستخدمة في ذلك رموزاً أو مصطلحات دالة (زلاتكاشورير، 1978، صفحة 13)، فالرياضيات هي أساس المعرفة وأساس العلوم المختلفة طبيعية كانت، أو بيولوجية، أو اجتماعية، أو فنية (مناع، الناصر، و شاشة، 2016، صفحة 605) .

فالرياضيات لب الأرقام والأعداد وأم العلوم الدنيوية، وهي تدخل في كل جوانب الحياة فهي مهمة في معرفة المساحات والأحجام والمقادير والأبعاد وغيرها فهي علم لا يستغنى عنه في الحياة (دعيس، د.ت، الصفحات 1131-1132)

1-2 الرياضيات عند المسلمين

لقد حرص المسلمون الأوائل على التعمق في دراسة الرياضيات، ولم يقتصر هذا الأمر على التعلم فقط بل وصل إلى درجة النبوغ، حيث برز في هذا العلم الكثير من علماء المسلمين، ومنهم الخوارزمي الذي أبدع في علم الجبر الذي احتاجه الناس في معاملاتهم، ومن بين الأمثلة الدالة على ذلك معرفة المواريث المعروفة بعلم الفرائض، ولا يعرف حل مسائل المواريث إلا بالرياضيات (مناع، الناصر، و شاشة، 2016، صفحة 615).

فقد قام العلماء المسلمون بترجمة وحفظ أعمال قدامى الإغريق في الرياضيات بالإضافة إلى إسهاماتهم المبتكرة، فألف عالم الرياضيات الخوارزمي كتابا حوالي عام (210هـ / 825م)، وصف فيه نظام العد اللفظي المطور في الهند، وقد أستخدم هذا النظام العشري قيما للمنزلة وكذلك الصفر، وأصبح معروفا بالنظام العددي الهندي العربي، كما ألف الخوارزمي كذلك كتابا قيما في الجبر بعنوان كتاب الجبر والمقابلة، وفي منتصف القرن (6هـ / 12م) أدخل النظام العددي الهندي العربي إلى أوروبا نتيجة ترجمة كتاب الخوارزمي في الحساب إلى اللاتينية (كرش، 2015، صفحة 14).

واستطاع أبو كامل شجاع بن أسلم المصري (ت. 240هـ / 855م) أن يحل المعادلات ذات المجاهيل الخمسة، وكان من الرياضيين ثابت بن قرة الذي اشتغل في الهجوم المكعبة والأشكال المربعة، أما أبناء موسى بن شاكر فلقد وضعوا مصنفًا عرف باسم (كتاب معرفة مساحة الأشكال)، الذي ترجم إلى اللاتينية في كتاب (تعلم الغرب عن بني شاكر) (بهنسي، 2003، صفحة 19).

وقدم الفلكيون المسلمون في القرن (4هـ / 10م)، إسهامات رئيسية في حساب المثلثات، فاستخدم الفيزيائي المسلم الحسن بن الهيثم أبو علي خلال القرن (5هـ / 11م) الهندسة في دراسة الضوء، وفي بداية القرن (6هـ / 12م) ألف الشاعر والفلكي الفارسي عمر الخيام كتابا هاما في الجبر، ووضع عالم الرياضيات الفارسي نصير الدين الطوسي في القرن (7هـ / 13م) نموذجا رياضيا إبداعيا يستخدم في الفلك (كرش، 2015، صفحة 14).

وقد برزت مؤلفات كثيرة كانت تستخدم في دراسة العلوم العددية في بلاد المغرب الإسلامي في القرن السادس والسابع والثامن هجري مثل "أرجوزة ابن الياسمين" في الجبر، و"مختصر الجبر" لابن بدر الاشبيلي، و"تلخيص أعمال الحساب" لابن البناء، وفي حساب الفرائض "مختصر الحوفي"، و"القصيدة التلمسانية" (المنوني، 2000، صفحة 327).

وكان الأيبلي أحد تلامذة ابن البناء وراء ميلاد مدرسة هامة للرياضيات في تلمسان في القرن التاسع هجري يتصدرها العقباني (ت. 810هـ / 1408م)، وابن مرزوق الحفيد (ت. 842هـ / 1439م)، وابن زغو (ت. 848هـ / 1445م)، وأبو

علي أبركان (ت. 857هـ/1453م) (جميل و عمارة، 2008، صفحة 3)، ومن بين التواريخ المهمة في تاريخ الرياضيات عند المسلمين نذكر:

- 170هـ/787م: ظهرت الأرقام والصفير المرسوم على هيئة نقطة في مؤلفات عربية قبل أن تظهر في الكتب الهندية.
- 214هـ/830م: أطلق العرب على علم الجبر هذا الاسم لأول مرة، وألف عالم الرياضيات والفلكي جمشيد الكاشي كتاب "مفتاح الحساب"، يحتوي هذا الكتاب على ثروة من مباحث الرياضيات المتطورة بمقاييس زمانه، ومنها ابتكار الكاشي للكسور العشرية لأول مرة (عزب، 2017، صفحة 506).
- 219هـ/835م: استخدم الخوارزمي مصطلح الأَصم لأول مرة للإشارة للعدد الذي لا جذر له.
- 274هـ/888م: وضع الرياضيون العرب أولى لبنات الهندسة التحليلية بالاستعانة بالهندسة في حل المعادلات الجبرية.
- 299هـ/912م: استعمل البتاني الجيب بدلا من وتر ضعف القوس في قياس الزوايا لأول مرة (كرش، 2015، صفحة 12).

1-3-أهمية دراسة الرياضيات

تستوعب الرياضيات العلوم العددية والهندسة والموسيقى، ثم تتفرع الأولى إلى الحساب والجبر والمقابلة، وحساب الفرائض، وحساب المعاملات (المنوني، 2000، صفحة 327).

وينظر للرياضيات على أنها ابتكار إنساني يعتمد على الخيال، فالرياضي يتعامل مع كثير من المفاهيم الخالية التي ليس لها صلة مباشرة بالواقع مثل الأعداد المركبة واللانهائيات والفراغات التوبولوجية (الفضاء المكاني) (أنظر التعليق 01)، والهندسة الاسقاطية (مناع، الناصر، و شاشة، 2016، صفحة 607).

إلا أننا يمكن القول أنه عندما نفتقد الكلمات للتعبير تجد الأرقام بديلا عنها، هذه هي الرياضيات لب الأرقام والأعداد، وأم العلوم الدنيوية، كونها تدخل في كل جوانب العلوم الطبيعية والإنسانية (دعيس، د.ت، صفحة 1131).

ففي الهندسة تعتبر الرياضيات روح العمل الهندسي لدورها في وضع النماذج والرسومات الهندسية، ومحاكاة الواقع، ومن دونها لا وجود لا للهندسة ولا لتطبيقاتها (دعيس، د.ت، صفحة 1131).

كما أنها مهمة في معرفة المساحات والأحجام والمقادير والأبعاد وغيرها وبالتالي فالرياضيات علم لا يستغنى عنه في حياتنا (دعيس، د.ت، صفحة 1132).

كان لعلم الحساب في الحضارة الإسلامية أثر واضح على تجارة المسلمين اليومية وأحكامهم الشرعية، ومن ذلك عدم الزيادة والنقصان في كثير من المعاملات التي لا تعرف إلا بالحساب، ومن ذلك معرفة الربا ومقداره لأن كل زيادة على أصل المال من غير تباع فهي ربا (دعيس، د.ت، صفحة 1138).

والأمر لا يقف عند التجارة والربا والموارث، بل إن تحديد أوقات الصلاة التي تختلف حسب المواقع ومن يوم لآخر يحتاج إلى الحساب الذي يستدعي معرفة الموقع الجغرافي وحركة الشمس في البروج وغيرها، كل ذلك بالحساب فيمكن تحديد وقت الصلاة في كل بلد، كما أن معرفة جهة القبلة والأهلة وخاصة شهر رمضان فهو يحتاج إلى حسابات خاصة (دعيس، د.ت، صفحة 1138).

فالرياضيات هي لغة كل العلوم والصيغة المشتركة بينهما أنها لغة الدقة والقيس (فهى لا تترك مجالاً للخلاف)، وهي حاسمة في التفاهم، مما جعل العلوم الأخرى تشرب إلى القيس الرياضي، وتسعى للتعبير عن قوانينها في صيغ رياضية ومعادلات (مناع، الناصر، و شاشة، 2016، صفحة 610)، وتعبر عن جمالياتها في شكل زخارف تشتق مبادئها من النظام الهندسي أو العددي للرياضيات.

2-تعريف التصميم الزخرفي

التصميم هو عبارة عن ترتيب الفنان لدوافعه النفسية والعملية بشكل من الأشكال (طالو، 1982، صفحة 25)، عن طريق توزيع الخطوط والألوان بصورة معينة داخل شكل يتضمن درجة معينة من الانتظام والتوازن الدقيق، من أجل التعبير عن الأفكار جماليا ووظيفيا (الحسيني، 2003، صفحة 11).

أو هو عملية تنظيم العناصر الفنية من خطوط وأشكال وأحجام في شكل عمل فني تشكيلي (علي عبد الحميد، 2010، صفحة 8).

وعليه فالتصميم الزخرفي هو الابتكار والإبداع التشكيلي لإنتاج أعمال جميلة ممتعة ولها نفع، أو أنه عملية تكرار الوحدات والعناصر بحيث تحقق الإيقاع، والتوافق، والتوازن بين كافة العناصر وعلاقتها ببعض بطريقة إبداعية.

2-1- أهمية دراسة التصميم الزخرفي

بعدما استعملت المكتشفات الأثرية خاصة المصنوعات بمختلف أنواعها في عملية التأريخ الطبقي، توجه بعض الباحثين إلى الاهتمام بدراسة التصاميم الزخرفية المنفذة على مختلف المشغولات، بالتركيز على الأهمية المعرفية المرتبطة بتحليل الجانب الزخرفي المنفذ على المصنوعات، للوصول إلى نتائج تتعلق بالنظم الاجتماعية أو الفكرية وحتى التي ترتبط بالجانب السياسي، فالمعلومات المستمدة من دراسة التصاميم تزودنا بجوانب تتعلق بالبنية الاجتماعية للمجتمع، ويمكن أن يزودنا بالاثنية والاختلافات الطباقية ضمن المجتمع الواحد (عبد الرحمان علي، 2012، صفحة 130).

2-2- مكونات التصميم الزخرفي



3- التصميم الزخرفية وعلاقتها بالرياضيات

إن فهم العلاقة بين الرياضيات والتصاميم الزخرفية المجردة وتفسيرها كلياً أو جزئياً، يحتم علينا بالضرورة تقصي الدلالات القيمة العددية والهندسية لتشكيلها بتلك الكيفية والتي أظهرها الفنان المسلم بتلك الصورة، وهو في الحقيقة بحث معقد من الرؤى والتصورات التي تفضي إلى فتح آفاق جديدة لفهم البناء الرياضي للتصاميم الزخرفية الإسلامية (الأعرجي، 2016، صفحة 3).

فتدخل الرياضيات في تفاصيل حياتنا اليومية البسيطة منها والمعقدة، فتساعد الرياضيات الصناع والحرفيين وحتى الفنانين في التصميم والإبداع فهي تستخدم في تصميم العديد من المشاريع المعمارية والهندسية والتصاميم الزخرفية التي تدخل في تزيين العمارة والفن (بني كرش، 2015، صفحة 09).

وتبرز القيمة الدلالية للتصاميم الزخرفية الإسلامية باعتبارها تشكل تنظيماً جمالياً واضح المعالم، يتأسس بحسب طبيعة التقارب الشكلي للصورة، وتحديدًا فيما يتعلق بالخط الهندسي ذي الطابع الرياضي (العددي) فالأضلاع الهندسية والوحدات الداخلة في بنائية التكوين، ترتبط بما يقول إليه الشكل الزخرفي سواء كان مثلثاً أو مربعاً أو خماسياً أو دائرياً (الأعرجي، 2016، صفحة 02).

4- تطبيق الرياضيات في التصميم الزخرفية

إن من يسأل عن تطبيق الرياضيات في التصميم الزخرفية الإسلامية كمن يسأل عن أهمية الحروف الأبجدية في بداية تعلمها، فالرياضيات لها جوانب مختلفة وتطبيقات هامة في التصميم الزخرفي الإسلامي الذي يعتمد عليه الفنان المسلم في تزيين مصنوعاته أو تصميم عمارته (دعيس، د.ت، صفحة 1132).

لأن الفكرة الشائعة لدى البعض أن علم الرياضيات علم نظري جاف لا يمكن تطبيقه في حياتنا العملية، كما أنهم لا يعلمون أن العرب، والمسلمين سواء كانوا كتابا أو مهندسين، أو علماء أو بسطاء كالحرفيين، كانوا على دراية واسعة بعلم الرياضيات فطبقوه في منتجاتهم التي زينت الفنون التطبيقية والمعمارية على حد سواء.

وحتى نفند الفكرة السائدة لدى الطلاب أن الرياضيات علم مجرد لا فائدة منه في الحياة العملية، سنبرز من خلال هذه المقالة كيفية إدخال الرياضيات في التصميم الزخرفية.

فمن أجل تطبيق الرياضيات في التصميم الزخرفية لا بد من معرفة كيفية احتواء التطبيقات وفهم الرياضيات وعلاقتها القائمة بين العنصر والتصميم (دعيس، د.ت، صفحة 1152)، ومن بين العناصر الأساسية التي طبقها الفنان في تصاميمه الزخرفية نذكر مايلي:

➤ **العدد الجبري:** هو قيمة رياضية اعتمدها المذخر المسلم في إظهار جماليات القيمة العددية للوحدات البصرية التي تتشكل ضمن مساحات التكوينات الزخرفية الإسلامية، فقيمة العدد تعمل كبنية ظاهرية وكنية خفاء في التكوينات الزخرفية (الأعرجي، 2016، صفحة 01). لقوله تعالى: { وأحصى كل شيء، محددًا } سورة الجن الآية 28.

كما أن عدد الوحدات والأضلاع الداخلة في التصميم الزخرفي، أو الوحدة الزخرفية الجزئية ضمن محيطها الكلي، هو ناتج منطقي ودلالي لطبيعة التفسيرات الجمالية (التي تدخل ضمن قواعد التصميم الزخرفي والتي تسمى النسبة) التي تأخذ بالحسبان آلية البناء الزخرفي، وطريقة تكوينها، وتشكل وحداتها البصرية، وأسلوب ترابطها، ونواتج تكراريتها على المساحات الاشتغالية للتصميم (الأعرجي، 2016، صفحة 02).

كما أن الفنان المسلم لجأ إلى استخدام العدد باعتباره عنصرا رمزيا، فالفن بعمومه يشتغل وفق نظام (مبني على الرموز) مرمز، ويتضمن الفن الإسلامي العديد من الرموز التي استقاها الفنان المسلم من العقيدة الإسلامية، فاستخدم الأعداد لتقابل الأشياء الحسية لينصرف نحو الأشكال الهندسية والأعداد (الأعرجي، 2016، صفحة 04).

فمن خلال التصميم الزخرفية نلاحظ أن الفنان المسلم قد استخدم نوعا من الرياضيات، مرمزا أشكاله الزخرفية، ومنظما لإبداعاته التصميمية، فما قدمه من أعمال فنية في العمارة أو الصناعات خير مثال على تكيف قدراته في استخدام النظم الرياضية وسلاسل العدد المتكررة على الزخارف (الأعرجي، 2016، صفحة 04).

مثال:

العدد 1: في التصميم الزخرفي تقابله **النقطة**، وهي من مكونات التصميم الزخرفي، أو عدد حروف الكلمات أو الأشكال المطبقة في التصميم الزخرفي.

العدد 2: نطبقه في التصميم الزخرفي على شكل ثنائية والذي نسميه التناظر أو التماثل وهو من بين قواعد التصميم الزخرفي.

العدد 3: نطبقه في التصميم الزخرفي بالمثلث وهو ذو ثلاث أضلاع ولا يقبل القسمة إلى أقل من ذلك. فشكل المثلث أصله ثلاث خطوط، والخط مقترن بمجموعة من النقاط، والنقطة تمثل العدد واحد، أي أن جميع الأشكال فيما بعد تؤول إلى العدد واحد، وتتنوع المحمولات العددية الرياضية في التصميم الزخرفي على اختلافه بحسب فاعلية النسق التواصلية للوحدات الزخرفية من حيث العدد المرتبط بالشكل وبالحجم وبخاصية التكرار.

➤ **النسبة والتناسب:** تستخدم النسبة كأداة قوية جدا لتحقيق الوحدة في التصميم الزخرفية، والوحدة هي من عناصر التصميم في التكوين الزخرفي فنستخدم في التصميم، ويعتبر التناسب من أهم قواعد الجمال في التصميم الزخرفي، فجمال الطبيعة يتمثل بتناسب أجزاء أي عنصر فيها ونسبة كل جزء للآخر (طالو، 1982، صفحة 23)، فيستخدم الفنان:

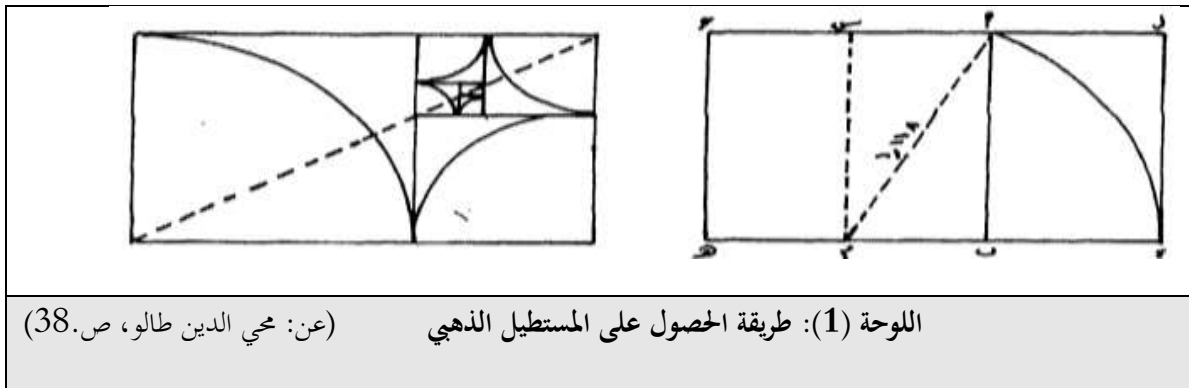
- نسبة الأبعاد الطولية وهي: (1:1)، (2:3)، (1:2)، (1:3)....
- نسبة الأبعاد المربعة أو نسب المساحات وهي: (1/ جذر 2)، (1/ جذر 3)، (1/ جذر 5)..... (طالو، 1982، صفحة 28) فقد شرح **إخوان الصفا** (إخوان الصفا، د.ت، صفحة 245) النسبة فقالوا: اعلم أن النسبة على ثلاثة أنواع إما بالكمية، وإما بالكيفية، وإما بمجموعا، فإلي بالكمية يقال لها نسبة عددية، والتي بالكيفية يقال لها نسبة هندسية.

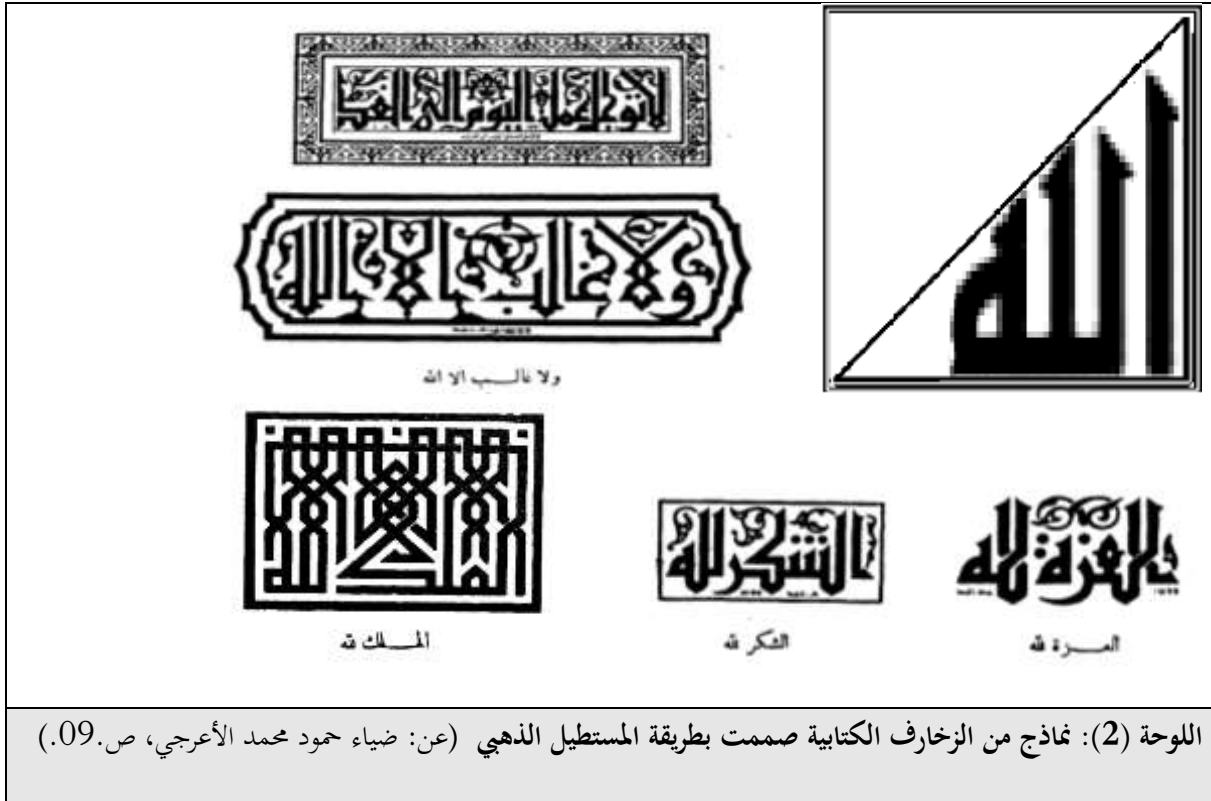
ومهما كانت الطريقة المستعملة فانه يجب أن تكون نتائجها مقبولة ومرضية للعين، وأن نكون قادرين على أن نرى بوضوح نسب التصميم بكامله.

ولذلك استعملت النسبة في تقسيم مساحات التصميم وهو ما يعرف بـ **المتوسط الذهبي**، وللحصول على المتوسط الذهبي للأشكال والمستقيمات يجب أن نتبع متتالية رياضية، ويمكن الحصول عليها بكتابتها بدءا بالرقم (1)، ثم جمع العددين التاليين لنحصل على العدد الذي يليهما فتكون بالشكل التالي: 1، 2، 3، 5، 8، 13، 21، 34، 55، (طالو، 1982، الصفحات 28-29).

1 •		2 •		3 •			
1	2	3	4	5			
1	2	3	4	5	6	8	8

➤ **المستطيل الذهبي:** يقال بأن المستطيل الذهبي هو أكثر الأشكال الهندسية بهجة للناظر، وهو يوجد في عدد كبير من الأمثلة، ويتكون هذا المستطيل من رسم مربع ثم تقسيمه إلى قسمين متساويين بمحوره العمودي **س م**، وتكون النقطة **م** مركز دائرة نصف قطرها المحور **م أ**، نرسم قوس الدائرة **أ د**، ونمدد ضلع القاعدة **ه ب** وحتى نقطع هذه القوس فيصبح الضلع **ه د** قاعدة المستطيل، نقيم من **د** الارتفاع **د ل**، ونمدد الضلع العلوي **ج أ**، فيقطعه في **ل**، وبذلك نحصل على المستطيل الذهبي **ل ج ه د**، ولو حذفنا الآن المربع **أ ج ه ب** لبقينا المستطيل الصغير **أ ب د ل** وهو أيضا مستطيل ذهبي (طالو، 1982، صفحة 29).





اللوحة (2): نماذج من الزخارف الكتابية صممت بطريقة المستطيل الذهبي (عن: ضياء حمود محمد الأعرجي، ص.09).

➤ **النهايات والالافائية:** إن مفهوم النهاية من أهم المفاهيم الأساسية في التحليل الرياضي وهو مفهوم يتعلق بسلوك دالة عندما يقترب متغيرها نحو عدد معين (بني كرش، 2015، صفحة 09). أو لامتداد الالافائية للتكرار فيدفع المتأمل إلى أبعاد أعمق من شكلها الظاهر فهي بحد ذاتها بأشكالها الجمالية ليست الهدف النهائي ولكن تأملها هو وسيلة في سبيل هدف أبعد وأعمق هو التأمل الالافائية في الوجود الكوني (رزقي، 2015، صفحة 170).

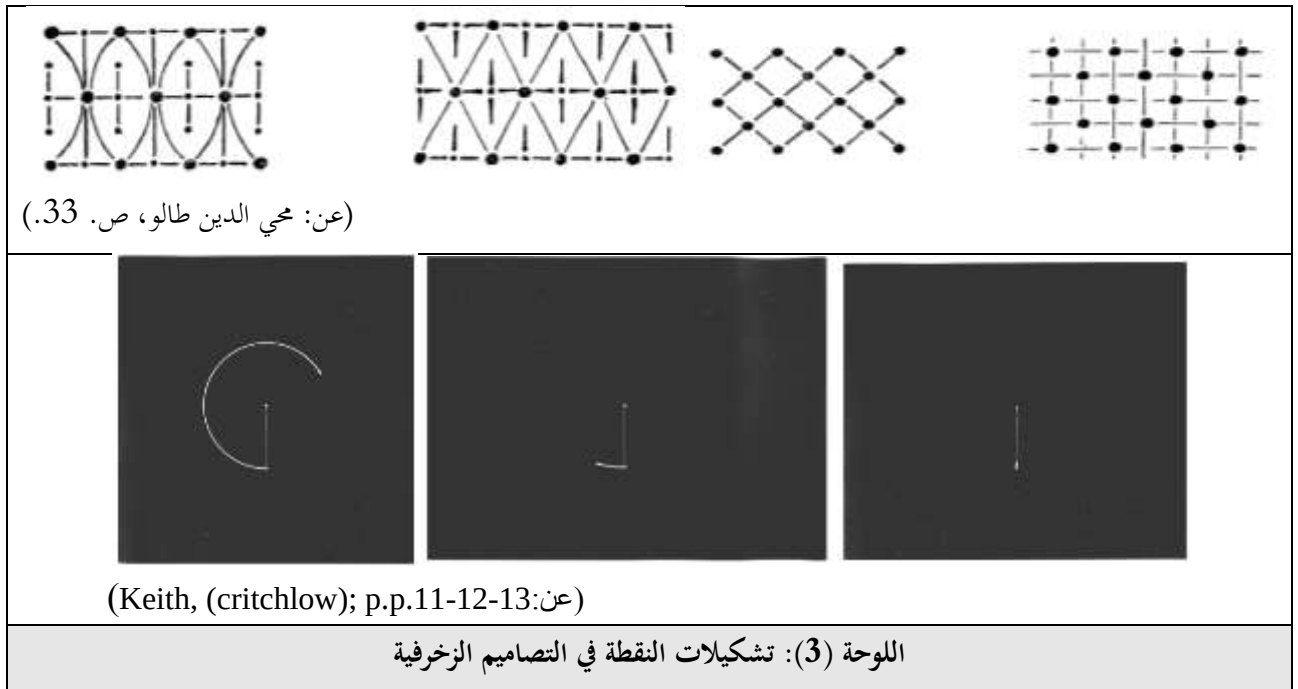
➤ **النظام الهندسي:** يعكس النظام الهندسي في الفن الإسلامي أشكالاً هندسية منظمة وفق منظور رياضي مدروس وموحد يعكس الاتزان والتناسب الجمالي (رزقي، 2015، صفحة 170)، فالأشكال الهندسية هي أساس الزخرفة الإسلامية، كجزء من العالم المطلق، وعالم التجريد، شكلتها عقول رياضية وأنشأت على أساس حسابي، فاستخدمت النقطة والمستقيمتان و المثلث بأنواعه (الأعرجي، 2016، صفحة 8).

وتحتفظ المكتبة الوطنية بباريس برسالة لمؤلف مجهول عنوانها "تداخل الأشكال المتشابهة أو المتوافقة"، ويرجع زمن تأليفها إلى ما بين القرنين (5-7هـ/11-13م)، تتكون هذه الرسالة من أربعين صفحة، تشمل على (68) تركيباً زخرفياً، منها (61) شكلاً مصحوباً بالشرح لتبين كيفية رسمها، وهي وحدات زخرفية يتم تكرارها لعمل تراكيب وأشكال هندسية، والأشكال المرسومة أشكال معقدة، ولكنها في الوقت نفسه أشكال صحيحة هندسياً، ومصحوبة بإرشادات بسيطة.

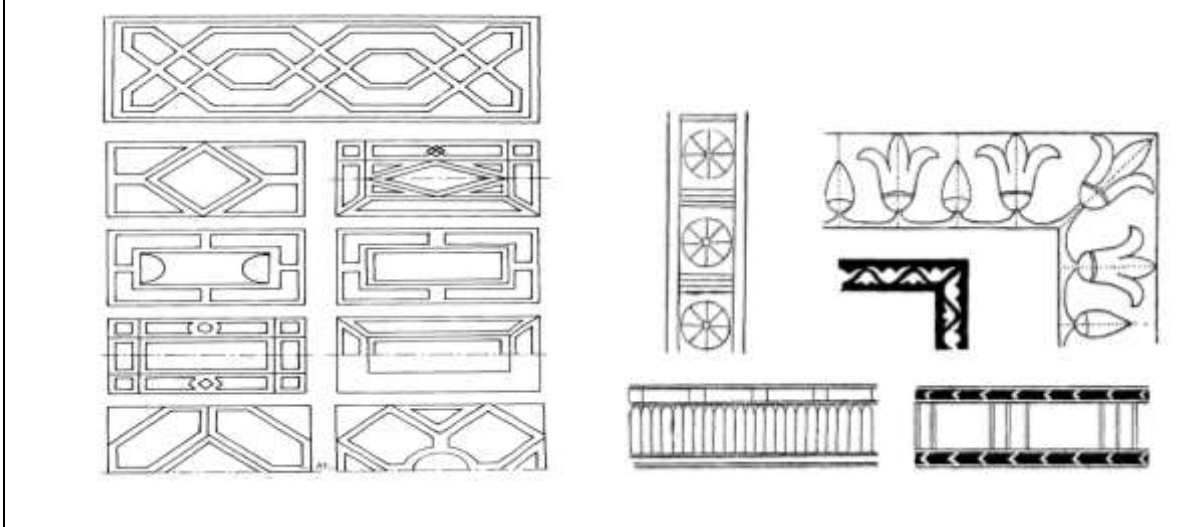
ويقدم مؤلف الرسالة حلولاً لمسائل طرحها معلمو البناء في لقاءات بين مهندسين وحرفيين، ويدل تعدد الأشكال وتنوعها على أن الرسالة تم تأليفها من أجل تقديم تجارب لمعلمي البناء، وبعض هذه الأشكال يمكن رسمها بمعادلات رياضية غير بسيطة، مثل المعادلات التكعيبية، إلا أن المؤلف يقدم طرقاً مبسطة لرسمها، وتدل الطريقة العشوائية التي يتبعها المؤلف لتجميع مادة الرسالة على أن المؤلف نفسه كان مشاركاً في ابتكار الطرق المبسطة لرسم الأشكال المعقدة، وأنه قام بكتابة الرسالة لتكون سجلاً آنياً يتزامن مع تجارب تجرى وقت التأليف، أي أن المؤلف كان يدون ملاحظاته حول تجارب كانت تجرى من حوله، ويدل عدم اكتمال الرسومات في الرسالة على أن تأليفها تم في وقت كانت فيه الوحدات الزخرفية في مرحلة الإعداد والتطوير، وتعد هذه الرسالة على درجة كبيرة من الأهمية لكونها تحتوي على شرح لكيفية رسم الوحدة الزخرفية المسطحة (عزب، 2017، صفحة 505)، وتبدأ الأشكال الهندسية دائماً بـ:

- **النقطة:** التي تعتبر أبسط عنصر من عناصر التصميم الزخرفي، وهي شكل هندسي يدخل في تكوين أي شيء في تحديد البداية والنهاية، وتدخل في تشكيل الدائرة والمثلث والمربع وأشكال مختلفة (الدراسة و عدلي محمد، 2009، الصفحات 30-31).

فالنقطة هي العنصر الأول في التصميم لأنه منها يتكون الخط، ومن الخط تتكون الوحدات ومنها يتشكل التصميم في النهاية (يوسف حسين و القاضي حسن، د.ت، صفحة 22)، وتمثل النقطة أبسط صورة للعنصر الزخرفي، واستخدمت في زخرفة المساحات والإطارات (طالو، 1982، صفحة 15)، ويكاد لا يخلو شكل من الأشكال الزخرفية من النقطة.

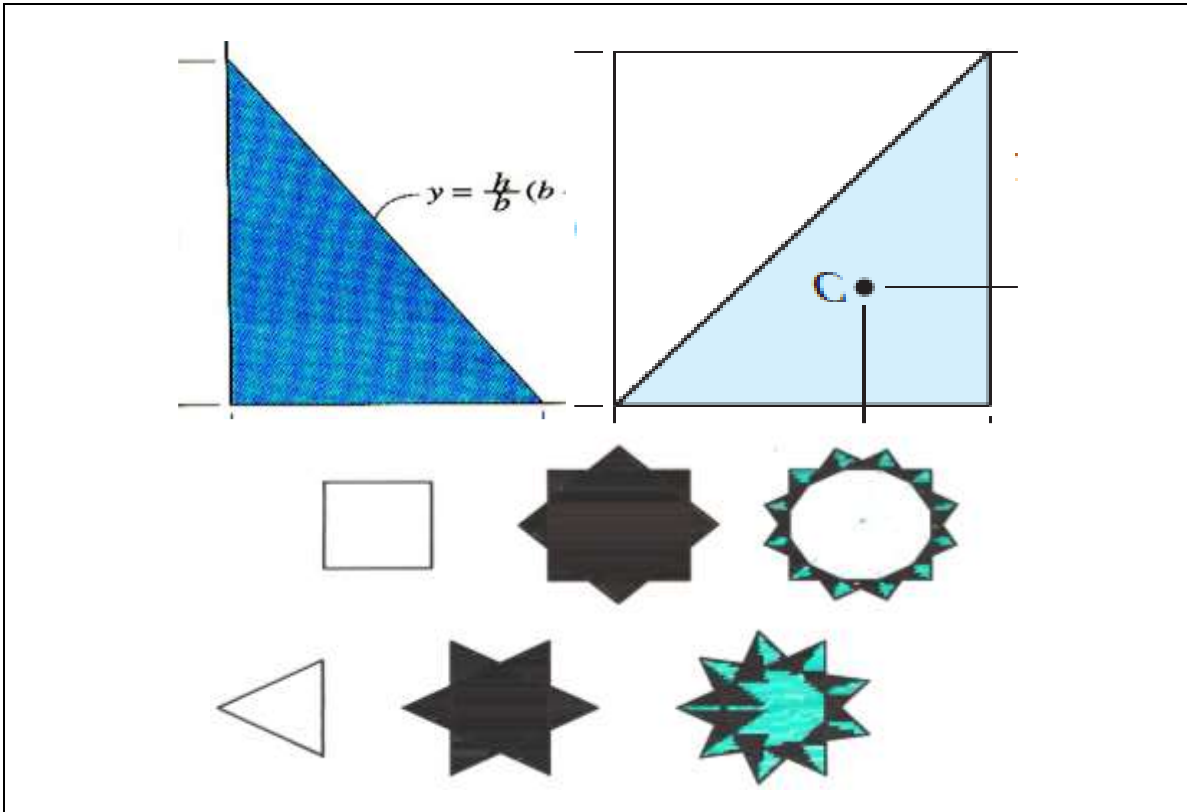


- **الخطوط:** الخط هو الأثر الناتج عن تحرك النقطة وهو عنصر من العناصر المهمة في التصميم الزخرفي، وله أنواع كالمستقيم الأفقي والعمودي والمنحني فلو نظرنا إلى الأزهار لوجدناها تتكون من عدد أكبر من الخطوط المنحنية (طالو، 1982، الصفحات 25-26).



اللوحة (4): تشكل الخطوط في التصميم الزخرفي (عن: محي الدين طالو، ص. 22)

- **المربع:** أصل المربع مثلثان قائما الزاوية متساويا الساقين قد تماسا من خلال أوتارهما (الأعرجي، 2016، صفحة 5).

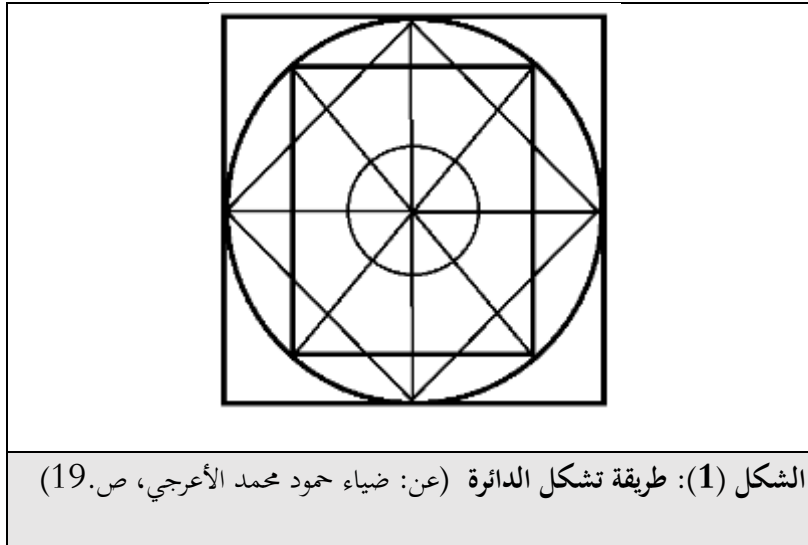


اللوحة (5): طرق تشكل المربع والأشكال المنبثقة منه (عن: Keith, (Critchlow); P. 75)

و يذكر خالد عزب نقلا عن البوزجاني "... أنه حضر بعض المجالس وفيه جماعة من الصناع والمهندسين وسئلوا عن عمل مربع من ثلاث مربعات... أما المهندس فإنه يستخرج خطأ يقوى على ثلاث مربعات بسهولة، ولم يرض أحد الصناع بما عمله... فإن الصناع يريد أن يقسم تلك المربعات بأقسام يؤلف منها مربعا واحدا كما عملنا مربعين وخمسة مربعات. وأما الصناع فإنهم أوردوا فيه عدة وجوه قام البرهان على البعض وبطل البعض، إلا أن ما لم يتم البرهان عليه كان مقاربا للصحة في المنظر فيخيل لمن ينظر إليه أنه صحيح".

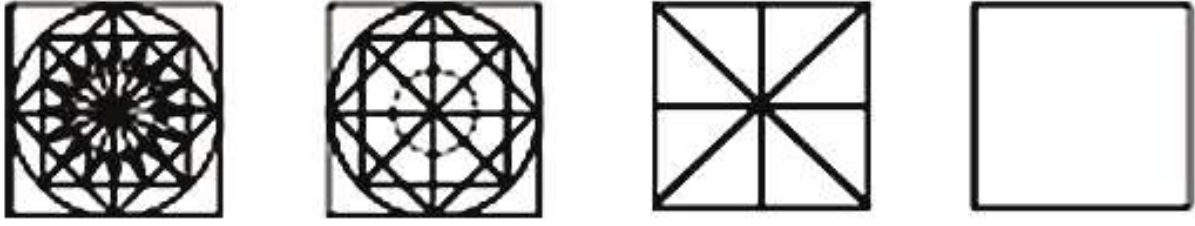
هذا الجدل العلمي الذي أورده البوزجاني بين صانع ومهندس يدل على الحياة العلمية في الحضارة الإسلامية، وعلى نزول العلم من المستوى النظري إلى التطبيق العملي، فضلا عن البراهين الهندسية التي تفيد المهندسين (عزب، 2017، صفحة 500).

- **الدائرة:** إن أصل الشكل الدائري هو الشكل المعيني المترحل من الشكل المربع، والمربع أصله مثلث وأصل المثلث النقطة المكونة للخط المستقيم (الأعرجي، 2016، صفحة 09).

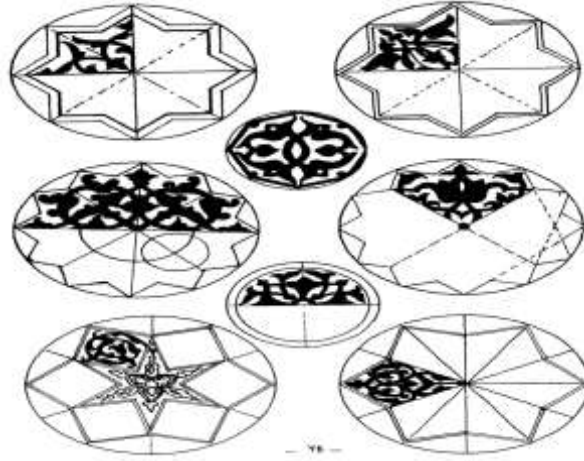


الشكل (1): طريقة تشكل الدائرة (عن: ضياء حمود محمد الأعرجي، ص. 19)

- **الشكل النجمي:** هو نتاج هندسي لتحويل الشكل المربع إلى شكل دائرة بمروره بعدد من مضاعفات أضلاعه، ثم استخدام المحور العمودي أو الأفقي للشكل بحيث ينقسم إلى قسمين متساويين، أو استخدام أحد القطرين، أو القطرين معا، وفي هذه الحالة يقسم الشكل إلى مساحات صغيرة يسهل إيجاد عنصر زخرفي مناسب لها (الأعرجي، 2016، صفحة 09).



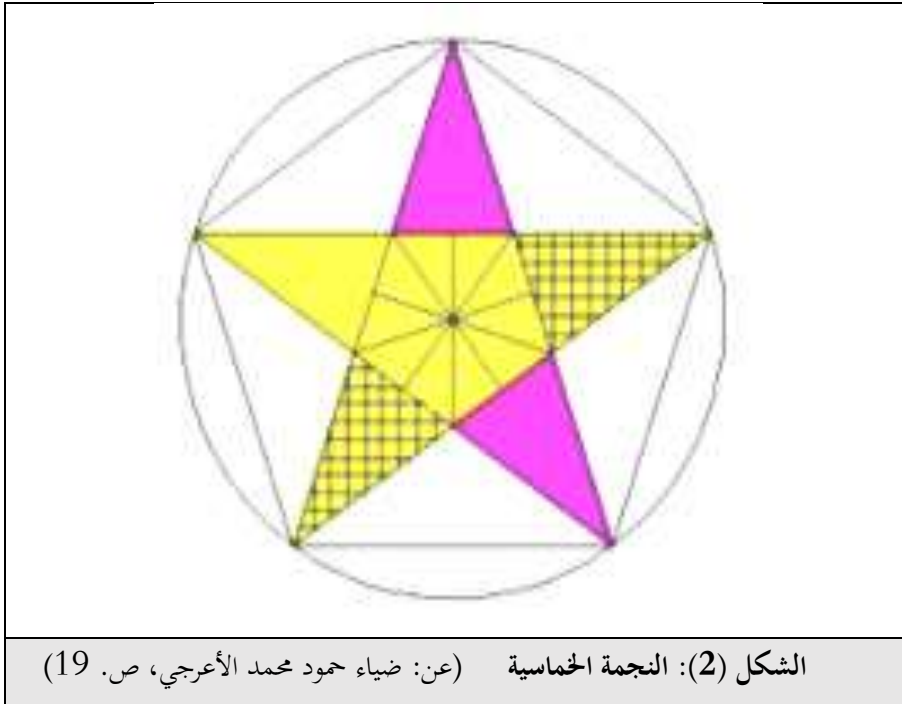
(عن: ضياء حمود محمود الأعرجي، ص. 19)



(عن: محي الدين طالو، ص. 74)

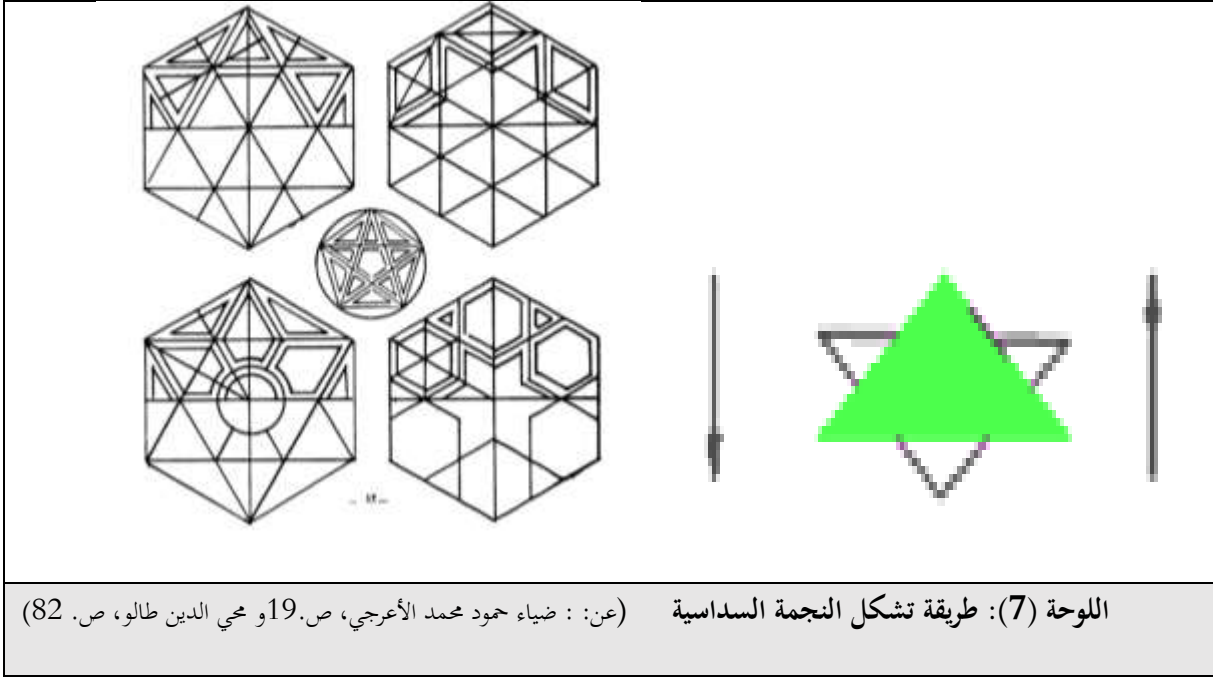
اللوحة (6): طريقة تصميم الشكل النجمي

الشكل النجمي الخماسي: مكون من ثلاث مثلثات متراكبة ومتداخلة ويتولد هذا الشكل بالحركة الدورانية (الأعرجي، 2016، صفحة 10).



الشكل (2): النجمة الخماسية (عن: ضياء حمود محمد الأعرجي، ص. 19)

- الشكل النجمي المسدس: أصله مثلثان متعاكسان ومتراكبان (الأعرجي، 2016، صفحة 10).

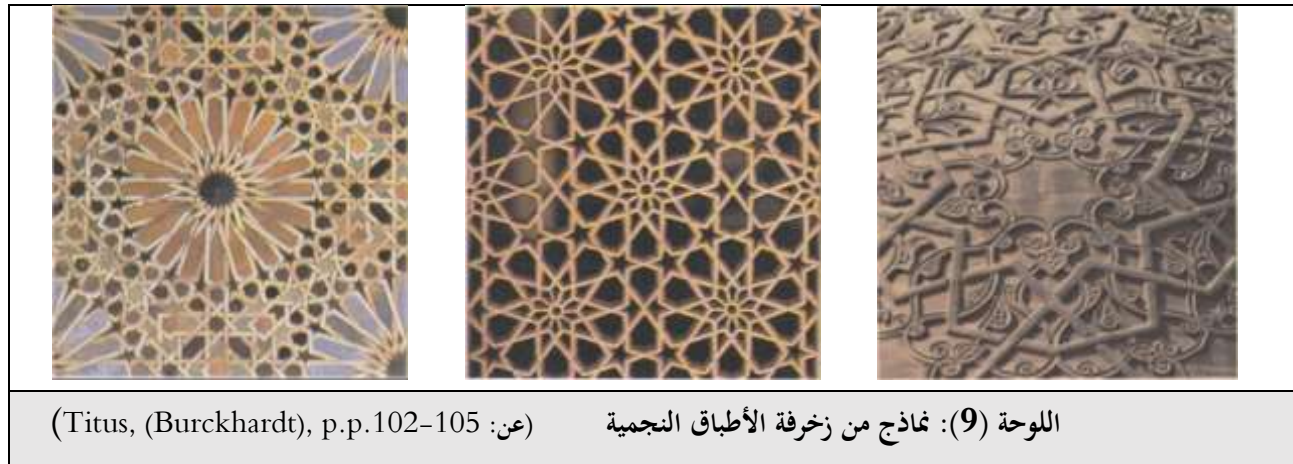
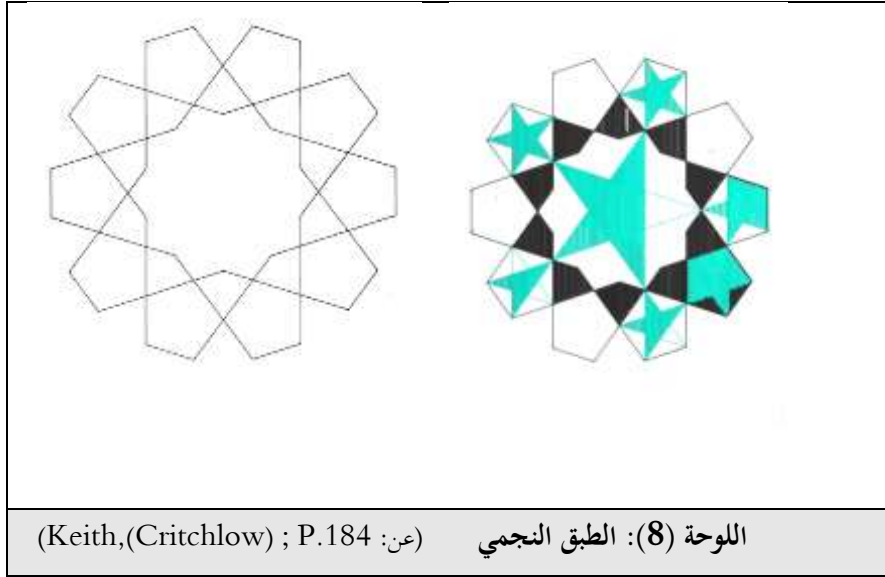


- الأطباق النجمية: كان ارتباط الإنسان بالنجوم مبكراً، والمسلم كان يؤمن أن لكل سبب مسبب، فكان ذلك تمهيداً لمتابعة حركة النجوم وسيرها فحاول معرفة أسرارها ولعلها كانت الخطوة الأولى لإدراك علوم الرياضيات والفلك والنظريات الهندسية والعلمية (عزب، 2017، صفحة 511)، كما لفت القرآن الكريم نظر الإنسان للنجوم في العديد من الآيات (النحل، 16- الأنعام، 97- الرحمن، 6- الصفات، 88- النجم، 1).

ويعد الطباق النجمي من أعقد الأشكال الزخرفية المستخدمة على جدران وأرضيات العمائر وفي التحف التطبيقية (عزب، 2017، صفحة 506)، وهي تنشأ من تحويل وانتقال من الشكل المربع إلى الشكل ي ومن ثم ترحيل الشكل الجديد إلى أشكال أخرى (الأعرجي، 2016، صفحة 09).

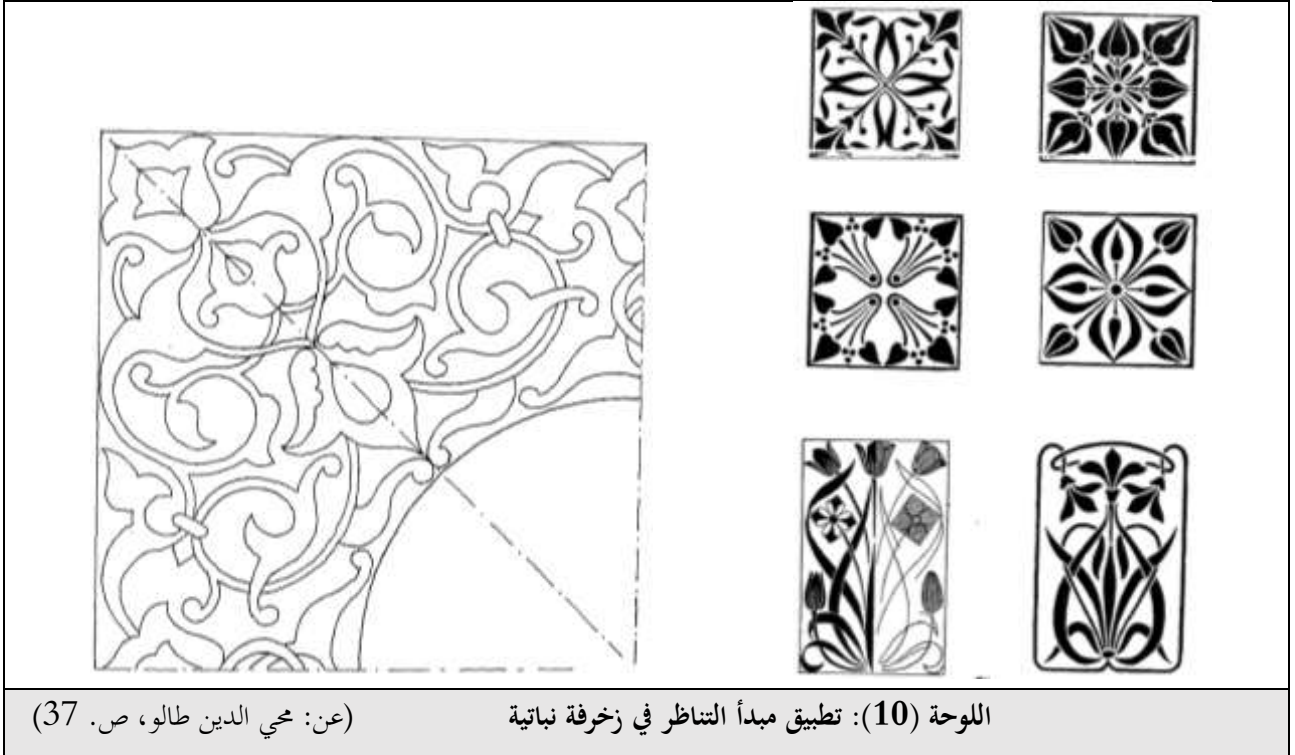
إن هذا الابتكار يدل على خصب خيال ودقة وتمكن الفنان المسلم من دراسة وتحليل الأصول الهندسية، حيث يتألف الطباق النجمي في مركزه من حشوة نجمية الشكل تسمى في لغة أهل الصنعة "توس" يعيش بأطرافها حشوات عبارة عن لوزات صغيرة مدببة من أربعة أضلاع تعرف باسم "سروة"، مؤلفة شكل نجمة متعددة الأطراف تحصر بينها بعدد أطرافها أشكالاً لوزية مدببة تتكون من ستة أضلاع تعرف باسم "كندة" مؤلفة شكلاً دائرياً كاملاً، أو نصف أو ربع (طبق نجمي) في تشكيلات توحى بالمهارة والإبداع، يتخلل الأرضية حشوات صغيرة معشقة تحيط بـ (الطبق النجمي) ذات أشكال هندسية مختلفة بمهيئة معينة أو شكل خماسي ونجمي ثلاثي، أو شكل لوزي، أو مدبب، عرفت في لغة أهل الصنعة بـ "بيت

الغراب" أو نرجسة، أو تاسومة، أو مخموس، أو سقط، أو غطاء السقط (عزب، 2017، صفحة 512)، ويرجع اهتمام الفنان المسلم بالنجوم لاهتمامه بعلم الفلك والهندسة.



ومن القواعد الرياضية التي يطبقها الفنان المسلم في تصاميمه الزخرفية نجد:

التناظر: وهو قاعدة هندسية يطبقها الفنان المسلم في التصميم الزخرفي بما يحقق له التوازن الذي يعتبر من قواعد التصميم الزخرفي، وينطبق مدلولها اللغوي مع التوصيف الفني لعدة مصطلحات منها التماثل، التناظم، والتكرار، وتطبق عن طريق التناظر بالنسبة لمحور أو نقطة (طالو، 1982، صفحة 130)، بحيث يتناوب العنصر التكراري مع عنصر آخر يتكرر معه، وأن كل من هذين العنصرين مماثل لنفسه دائما، ومغاير للعنصر المتناوب معه، إما في الحجم أو الشكل، أو اللون، ويتضح هذا الأسلوب الفني في الفنون الإسلامية في تكوينات الأرابيسك (الكحلاوي، د.ت، صفحة 158)



• مثال 1 عن طبق نجمي



(عن: ضياء حمود محمد الأعرجي، ص. 12)

تجميعية على شكل طبق نجمي محور ثنائي الرؤوس يظهر تطابق الشكل المعين على المربع، وتتوسطه دائرة تركز على حدودها الخارجية أوراق نباتية متتالية ومتماثلة (عددتها 16)، تعقبها تفرعات نباتية على شكل قلب مقلوب وسطها زهرة ثلاثية الرؤوس تشبه زهرة اللوتس (عددتها 8) وفي نهاية الشكل تفرع يخرق عقدة نباتية على شكل زهرة اللوتس محورة لتلتقي التفرعات بعنصر كأس الزهرة ثلاثي الفلق (عددتها 8) والتشكيل برمته ينجذب إلى الشكل الدائري.

• مثال 2



(عن: ضياء حمود محمد الأعرجي، ص. 13)

تصميم زخرفي مستطيل الشكل يحوي نجمة ثمانية الرؤوس وسطها وحدات زخرفية نباتية مركزها نقطة سوداء اللون تحيط بها أشكال مضلعة وتتخللها تفرعات نباتية متنوعة الأشكال محاطة بأشكال نجمية خماسية وهناك إطار زخرفي نباتي يحيط بالتكوين العام.

• مثال 3



(عن: ضياء حمود محمد الأعرجي، ص. 15)

تصميم زخرفي يعتمد في بنائه على الشكل النجمي الذي احتوى بداخله على تفرعات نباتية صغيرة الحجم ومتنوعة الأشكال ووفقاً لعدة اتجاهات محورية تنطلق إلى ما يحيط بها من مستويات زخرفية متداخلة، وأحييت هذه التشكيلات الزخرفية المحورية بتكوين نجمي كبير ظهرت هيئته بشكل واضح وتحيط به تشكيلات لتفرعات نباتية متنوعة ضمن النسق الزخرفي العام.

- **المقرنص:** إن من أشهر الزخارف المجسمة هو المقرنص، وهو مجموعة من البروزات مرتبة في عدة صفوف متتالية، على شكل منشورات كثيرة الأوجه، ذات حدود مسطحة منحنية، من تركيب الضوء والظل فينتج عن ذلك منظر بديع، وقد ساعد معلمو البناء الخبراء في عمل المقرنصات أو الوحدة الزخرفية، ويمكن استعمالها لعمل الزخارف المسطحة والمجسمة أيضاً، فهي تمثل مساقط للزخارف المجسمة، فالمقرنص كان محصلة ونتيجة لتجارب الزخارف

الهندسية التي بلغت ذروتها بابتكار الوحدة الزخرفية المسطحة، وهي الوحدة التي انطوت على مفاهيم جمالية ناتجة عن تناسب الأشكال الهندسية (عزب، 2017، صفحة 506).



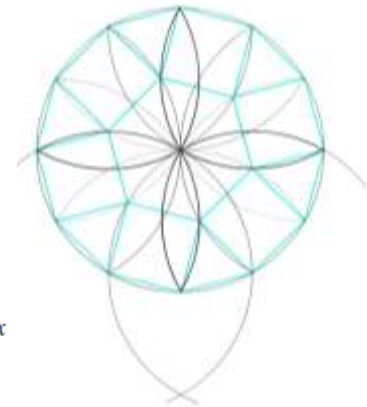
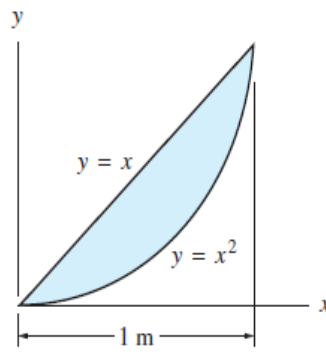
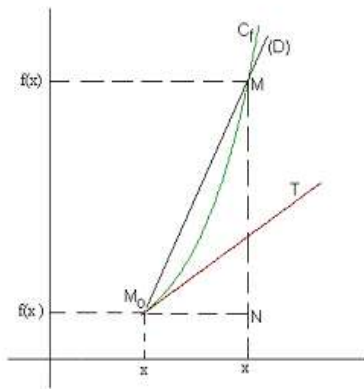
(عن: نبيلة رزقي، ص. 209)



(عن: Titus, (Burckhardt), p.107)

اللوحة (11): نماذج من زخرفة المقرنص

- **الهندسة التحليلية:** تربط الهندسة التحليلية بين الجبر والهندسة فهي تعطي تمثيلاً لمعادلة جبرية بخط مستقيم أو منحن (بني كرش، 2015، صفحة 10) ويعتبر عمر الخيام أول من أسس فرع الهندسة التحليلية في الرياضيات فكان سابقاً لديكارت (بلخيري، 2018، صفحة 113)
- مثال:** التفسير الهندسي للمشتقة وتطبيقاتها في التصميم الزخرفي نجدها خاصة في الأوراق النباتية بشكل متناظر ومتماثل.



المشتقة f' عند x_0 هو ميل المماس للمنحنى cf الممثل لـ f عند النقطة M_0 ذات الإحداثيات $(x, f(x))$ وعندما يؤول x إلى x_0 نلاحظ أن المستقيم (D) يؤول إلى M_0T المماس لـ cf عند M_0 .

خاتمة

إن الفضاء الزخرفي يتشكل بالخطوط الواصلة بين الأشكال النجمية أو المضلعة ذات الزوايا، لتولد أشكالاً أخرى تعطي إحساساً بالحركة والامتداد من خلال الكثرة والعدد وتكراراتهما، التي تشد المتلقي بتأمله إلى داخل الشكل الزخرفي. ومما تقدم نلتمس أن هذه الأشكال الهندسية المنفردة تشغل كأساس في بنية الزخارف ليتشكل منها التصميم الزخرفي قوامه التداخل بين العناصر والمفردات والوحدات التي تتألف منها البنية الزخرفية والتي أعطت طابعاً إسلامياً فعالاً في هذا المجال.

حيث أن إبداع العناصر الزخرفية وطرق بنائها وربطها خضعت إلى علاقات فكرية ورياضية تعمل كأنظمة داخلية غير محسوسة توجه العمل في الزخرفة إلى جانب التقنيات المتنوعة المستخدمة في التصميم الزخرفي بأنواعه (الهندسي، النباتي، الحيواني، الآدمي، ...).

فالنزعة الهندسية للتصاميم الزخرفية ترتبط بمعطيات رياضية، حيث إن الشكل النجمي يعود في أصوله إلى الشكل الدائري، وهو الصفة الغالبة في التصميمات الزخرفية من خلال الأسس التحليلية والنواتج الجمالية، ولأن أصل الشكل الدائري ينبثق من الشكل المربع، والشكل المربع ينبثق من خلال الشكل المثلث القائم الزاوية لذا يعد هو أصل الأشكال، والمثلث من الخط والخط من النقطة.

فالتصميم جزء أصيل في منظومة الزخرفة كما هو جزء أصيل من علم الرياضيات، فالتصاميم الزخرفية لا تشتت فهم كل قواعد الرياضيات في تطبيق نماذجها، بل تشتت أن تكون متوازنة مع ما تراه العين وتميل إليه، ومعرفة بسيطة بالمبادئ الأولية لعلم الرياضيات، فمثلاً الأعمى لا يحكم على الألوان، والجاهل لا يحكم على قيمة العالم، والأصم لا يحكم على الألحان، والكافر لا يحكم على الإيمان.

وعلى الرغم مما يبدو في الزخارف الإسلامية من تعقيد فإنها في حقيقتها بسيطة على أصول وقواعد، كان من بينها تقسيم المحيط إلى أجزاء متساوية، ثم توصيل النقاط بعضها ببعض للحصول على أشكال هندسية مختلفة، وهذا يدل على عناية المسلمين بعلم الهندسة من الناحيتين النظرية والتطبيقية.

- إن الحرفي والفنان المسلم كان له علم بالرياضيات حتى ولو كانت هذه المعرفة بسيطة تتعلق خاصة بالأشكال الهندسية، وهي مبادئ تعلمها أو اكتسبها، وهي تظهر جلياً في تطبيقاتها على التكوينات الزخرفية.

- فالزخرفة هي مجموعة من الأفكار التي يمكن أن نطبقها بالاعتماد على المبادئ الرياضية فعلية تنفيذ التصميم الزخرفية سلوك متعلم ينتقل من المعلم إلى الطالب، أو من السيد إلى الخادم، أو من الأم إلى ابنتها، أو من الأب إلى الابن.
- من الضروري جداً أن نراعي الأساسيات في الرياضيات لإعداد أي تصميم زخرفي، فإن تناثر الوحدات وبعثتها دون نظام أو ترتيب أثناء تكوين الموضوع الزخرفي يؤدي بنا إلى فشل في التصميم الزخرفي، فحسن توزيعها عن طريق النسبة والتناسب ووضع الوحدات في مكانها وارتباطها ببعضها البعض عن طريق التناظر، أو التقابل، أو التدابر لمن الأسباب الهامة التي تؤدي إلى نجاح الموضوع وتناسق عناصره الزخرفية.
- فالرياضيات كقيمة عددية، أو هندسية اعتمدها الفنان المزخرف في إظهار جماليات تصاميمه الزخرفية الإسلامية.

الملحق:

التعليق 01: يقصد بالتبولوجيا العلم الذي يدرس بنية رياضية تتألف من مجموعة خاضعة لفرضيات معينة، يطلق عليها فضاءً تبولوجياً، أو دراسة الفضاء المكاني وهو علم يدرس الهندسة التحليلية والتحليل الرياضي والتابعي (أنظر: محمد خير أحمد وبسام ضغيم، التبولوجيا، ج2، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة حلب، 2009م، ص.09).

قائمة المراجع باللغة العربية

- اخوان الصفا. (د.ت). رسائل اخوان الصفا وخلان الوفاء، قسم الرياضيات والفلسفيات.
- أحمد، محمد خير و ضغيم، بسام. (2009)، التبولوجيا، ج2، جامعة حلب، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية
- بلخيري، أكرم، (2018). "امتدادات نظرية اقليدس في الفكر العلمي العربي (نظرية المتوازيات لعمر الخيام أنموذجاً)". مجلة لوغوس، مخبر الفينومينولوجيا وتطبيقاته، جامعة تلمسان، ص.ص. 113-123.
- بهنسي، عفيف، (2003). فنون العمارة الإسلامية وخصائصها في مناهج التدريس. منشورات المنظمة الإسلامية للتربية والعلوم والثقافة، إيسيسكو.
- توما بني كرش، عماد، (2015). الرياضيات التطبيقية. موقع الفريد في الفيزياء.
- حمود محمد الأعرجي، ضياء، (2016). العدد واشتغالاته في التكوينات الزخرفية للعتبة العباسية المقدسة. تم الاسترداد من WWW.Researchgate.net/publication/311101727.

- الدرايسة محمود عبد الله ، و عدلي محمد عبد الهادي، (2009). الزخرفة الاسلامية، ط1. عمان، الأردن: مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع.
- رزقي، نبيلة، (2015). الزخرفة الجصية في عمائر المغرب الأوسط والأندلس. رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الآثار، جامعة تلمسان، الجزائر .
- زلاتكاشورير، (1978). الرياضيات في حياتنا. (فاطمة عبد القادر المما، المترجمون) ، الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب.
- شوكت ايليا دعبيس، ريم، (د.ت). التحديات التي تواجه علم الرياضيات كقوة محركة لتقدم المجتمع "دراسة تطبيقية".
- طالو، محي الدين، (1982). الفنون الزخرفية، ط1. دمشق، سوريا: دار دمشق للطباعة والنشر.
- عزب، خالد، (2017). فقه العمران. القاهرة، مصر: الدار المصرية اللبنانية.
- علي، نبيل عبد الرحمان. (2012). "الدراسات الفخارية في علم الآثار وتنوعها المعرفي". المجلة الأردنية للتاريخ والآثار، مج6(ع3)، ص.ص.124-138.
- محمد الكحلوي، محمد، (د.ت). "فكرة التماثل والاتزان في العمارة الاسلامية عرض للاتجاهات الحديثة في الثنائية في العمارة الاسلامية. المجلة العلمية لجمعية الآثاريين العرب، ص.ص. 151-173.
- محمد، المنوني، (2000). ورقات عن حضارة المرينيين، ط3. الدار البيضاء، المغرب: مطبعة النجاح الجديدة.
- محمد يوسف حسين، و محمود القاضي حسن، (د.ت). فن ابتكار الأشكال الزخرفية وتطبيقاتها العملية. القاهرة، مصر: مكتبة ابن سينا.
- مناع نور الدين ، والناصر عبد المجيد ، و شاشة محمد جمال. (2016). "تعليم مادة الرياضيات". مجلة العلوم الانسانية والاجتماعية، العدد 27، ص.ص.605-616.

قائمة المراجع باللغة الأجنبية

- Keith, (critchlow); Islamic patterns, Thames and Hudson, London.
- Titus, (Burckhardt); L'art de l'islam, langage et signification, sindbad.