الأساليب التصميمية في تطبيق علم الهندسة الكسرية "الفراكتال" في تصميم طباعة أقمشة السيدات

Design methods in the application of fractal geometry in design of women printed fabrics

م.د/ شيماء عبد العزيز حامد شاكر

مدرس بقسم طباعة المنسوجات و الصباغة و التجهيز , كلية الفنون التطبيقية , جامعة حلوان

Assist. Dr. Shaimaa Abdel Aziz Hamid Shaker

Lecturer, Textile Printing, Dyeing and Finishing Department, Faculty of Applied Arts, Helwan University

de_shaimaa@yahoo.com

ملخص البحث :

يعد التصميم من الأنشطة الهامة التى من أجلها يدرس المصمم الكثير من العلوم المتعددة والنظريات الفنية والفلسفية ، ومن اهم مراحل التصميم، مرحلة وضع تصور الشكل (form) ، فهو يعد من عناصر التصميم الهامة والمؤثرة فى بنائية التصميم، حيث من خلاله يتم تجسيد فكرة التصميم بما يحقق القيمة الوظيفية والجمالية و فى هذة المرحلة يتبنى المصمم صيغ خطية هندسية او عضوية او مركبة لما يحقق القيمة الوظيفية والجمالية. لقد كان لعلم الهندسة الجزئية Fractal Geometry الفضل في الوصف المنهجي للنظم الطبيعية التي تتكون من الأنظمة المعقدة Complex Systems ذات التفاصيل التي لا يمكن حصرها إلا من خلال تفهم ديناميكية العلاقة بينها في النظام الأكبر Larger System الذي يحتويها بالكامل وبفحص النظام الكلى بأكمله يمكن عندئذ التعرف على طبيعة الأنماط أو النسق Patterns, والهندسة الكسرية Fractal Geometry يمكن أن تلعب دورا كبيرا في تطوير أشكال جديدة تضاف لجماليات تصميم طباعة المنسوجات بوجه عام , و تصميم طباعة أقمشة السيدات بوجه خاص , حيث يقدم هذا البحث وصفا موجزا لنظرية الهندسة الكسرية و ارتباطها بالطبيعة و ملامس السطوح و علاقتها بالتصميم و التطبيق في مجال طباعة المنسوجات .

كلمات مفتاحية: الهندسة الكسرية - التشابه الذاتي - البعد الفراكتلي - قاعدة الإحلال

Abstract:

Design is one of the important activities for which the designer studies many different sciences, artistic and philosophical theories, and the most important stages of design. The stage of conceptualization is a form of design that is important and influential in the design building, Achieves functional and aesthetic value. At this stage, the designer adopts a structural, engineering or organic formula to achieve functional and aesthetic value. Fractal Geometry has been credited with the systematic description of natural systems consisting of complex systems that can only be quantified by understanding the dynamics of the relationship between them in the larger system and by examining the whole system, Patterns and Fractal Geometry can play a major role in the development of new forms for the beauty of textile printing design in general, and the design of the printing of ladies' fabrics in particular. This paper provides a brief description of fractional geometry theory and its relation to nature and surface textures and their relationship to design and application in the field of textile printing.

Keywords: fractal geometry , Self- Similarity Fracty Dimension , Replacement Rule

مقدمة : Introduction

يعد التصميم من الأنشطة الهامة التى من أجلها يدرس المصمم الكثير من العلوم المتعددة والنظريات الفنية والفلسفية ، ومن اهم مراحل التصميم، مرحلة وضع تصور الشكل (form) ، فهو يعد من عناصر التصميم الهامة والمؤثرة فى بنائية التصميم، حيث من خلاله يتم تجسيد فكرة التصميم بما يحقق القيمة الوظيفية والجمالية و فى هذة المرحلة يتبنى المصمم صيغ خطية هندسية او عضوية او مركبة لما يحقق القيمة الوظيفية والجمالية.

كما أشارت دراسات متقدمة حول الاستدامة الحالية والمستقبلية للملابس والمنسوجات في المملكة المتحدة إلي ضرورة الاهتمام بتحقيق الملائمة الوظيفية والجمالية للمنتج النسجى ، فهى من العوامل التى تساعد على جذب المستهلك وإشباع رغباته ورواج المنتج اقتصاديا ، هذا إلى جانب العوامل التكنولوجية ، ومتطلبات الموضة والرفاهية مما يساعد على رفع المستوى المعيشى للفرد والمجتمع .

ولقد كان لعلم الهندسة الجزئية Fractal Geometry الفضل في الوصف المنهجي للنظم الطبيعية التي تتكون من الأنظمة المعقدة Complex Systems ذات التفاصيل التي لا يمكن حصرها إلا من خلال تفهم ديناميكية العلاقة بينها في النظام الأكبرLarger System الذي يحتويها بالكامل وبفحص النظام الكلى بأكمله يمكن عندئذ التعرف على طبيعة الأنماط أو النسق Patterns , و يذكر نايلور (naylor,1999) أن هندسة الفراكتال تقدم أشكالا ذات قيمة جمالية كبيرة و هي ترتبط بشكل مباشر بكيفية تنظيم العالم من حولنا .

لذا فإن الهندسة الكسرية Fractal Geometry يمكن أن تلعب دورا كبيرا في تطوير أشكال جديدة تضاف لجماليات تصميم طباعة المنسوجات بوجه عام , و تصميم طباعة أقمشة السيدات بوجه خاص , حيث يقدم هذا البحث وصفا موجزا لنظرية الهندسة الكسرية و ارتباطها بالطبيعة و ملامس السطوح و علاقتها بالتصميم و التطبيق في مجال طباعة المنسوجات . كما يهدف البحث لتصميم طباعة أقمشة السيدات مستوحاة من العناصر الطبيعية و ملامس السطوح و تطبيقها وفقا لنظرية الهندسة الكسرية .

مشكلة البحث: Statement of the problem

تأتي إشكالية البحث في محاولة للرد علي التساؤلات التالية :

كيفية تطبيق الهندسة الكسرية " الفراكتال" في تصميم طباعة أقمشة السيدات؟

كيفية استحداث عناصر ومفردات من العناصر الطبيعية و ملامس السطوح من منظور الهندسة الكسرية في تصميم طباعة أقمشة السيدات.

أهداف البحث : Objectives

- دراسة الهندسة الكسرية " الفراكتال" من أجل الوصول إلى نظرة منهجية يمكن تفعيلها على مستوى التطبيق والممارسة في مجال تصميم طباعة المنسوجات بالاستعانة ببرامج الحاسب الألي " الفوتوشوب , و الإليستراتور".
- دراسة العناصر الطبيعية و ملامس السطوح من منظور علم الهندسة الكسرية" الفراكتال"
- استخدام التطبيقات العملية للهندسة الكسرية "الفراكتال" في تصميم طباعة أقمشة السيدات

فرض البحث Assumption :

- يفترض البحث أنه يمكن الإستفادة من التطبيقات العملية للهندسة الكسرية "الفراكتال" في الوصول الي صيغ ابتكارية جديدة في مجال تصميم طباعة أقمشة السيدات .

منهجية البحث : Methodology

يتبع البحث **المنهج الوصفى التحليلى** و **المنهج التجريبى**

الإطار النظري: Theoretical Framework

الهندسية والتصميم :

التصميم الهندسي يوصف العلاقة بين الهندسة والتصميم، فالهندسة هي العلم الأصلي لدراسة الأشكال وترتيبها .والأشكال الهندسية وتحولاتها هي التي تحقق التكوين الهندسي في التصميم. والقواعد الهندسية عبر التاريخ شكلت أدوات ثابتة للتصميم من خلال تكوينات للأشكال الهندسية ذات أبعاد وتماثلات مختلفة.

(Cornelie Leopold, Geometry Concept In Architectural, 2006, p. 34).

مفهوم الهندسة الكسرية"الفراكتال":

كانت نظريات واتجاهات التصميم الحديثة منذ بداية ظهورها مع الحركات الفنية في بداية القرن العشرين تعُتبَر جافة، كونها لا تستطيع التعامل مباشرة مع النماذج الطبيعية كالجبال أو الأشجار وغيرها من أشكال الطبيعة التي ترتكز على التفاصيل الدقيقة في تكويناتها .وهذا ما قاد الباحث الفرنسي الأمريكي (Benoit Mandelbrot) عام ١٩٧٥ م إلى وضع هندسة جديدة تختلف اختلافا جذريا عن الهندسة التقليدية ودعاها بهندسة Fractal . وهذا المصطلح مشتق من الأصل اللاتيني franger الذي يعني كسر أو" شرخ ، ومن الصفة fractious التي تحمل معنى اللاانتظام والتكسر والتجزيء .وأراد ماندلبور جمع هذين الشقين في كلمة"فراكتال"

١ .الشق الأول وهو الفراكتلات الطبيعية وهي الأشكال والأشياء المرتبطة بالطبيعة والمرتبطة بالعلوم والتي يمكن استلهامها وتفعيل قيمها الشكلية والجمالية في صياغة التصميم.

2 .الشق الثاني في الرياضيات والذي يهتم بدراسة مجموعة الجزيئيات التي غالبا يَكون لها جذور في نظرية الفوضى Chaos theory. وهي تصنف مجموعات غير عادية من الخطوط والنقط والتعرجات التي تثري المنظومة البصرية في التصميم.

وهكذا فإن هذا المعنى بالنسبة لماندلبور يشتمل على الشكل والصدفة والبعد، وهذا ما يؤكد أن مفهوم الهندسة الجزيئية يرتبط بمفهوم اللاانتظام وبالتجزئة معا . ولم يكن أحد يتوقع ما أثارته مبادئ الهندسة الكسرية fractal في تطبيقاتها الرياضية والفيزيائية والبيولوجية وأيضا الفلسفية. **(Benoit B. Mandelbrot , 2004 p19 – 35)**

فقد تبين أن لها أهمية فائقة في دراسة الظواهر الطبيعية بشكل خاص .وتميز رياضيا بين حجوم الهندسة الجزيئية التي تتراوح بين المتناهي في الكبر والمتناهي في الصغر.

تعريف هندسة "الفركتال" :

يعرف **(عبد العال ، 2010: 73)** الفراكتال بأنه "تلك التركيبات الهندسية المنتظمة، والتي تتكامل أبعادها نتيجة تقسيم الشكل الأساسي إلى أجزاء صغيرة وكل جزء هو صور مصغرة للجزء أو الشكل الأساسي " , و يعرفها "كلافام " بأنها مجموعة من النقاط لا تتكامل أبعادها المتجزئة أو أي مجموعة ذات تركيب مماثل؛ فتعتبر الهندسة الجزيئية مجموعة ذات تراكيب غير منتهاه التعقيد، وعادة ما تحتوي على بعض القياسات ذات التشابه ، فأي جزء توجد داخلها يعبر عن صورة مصغرة للمجموعة كلها **(Clapham ,1996 , p.103)** .

تعرف هندسة الفراكتال على أنها تلك التراكيب الهندسية في الأشياء الطبيعية وهذه التراكيب لها خصائص تميزها عن غيرها من الأبعاد الهندسية، وهي بذلك ترتبط ببحث الكسوريات الصغيرة بل المتناهية في الصغر المكونة لتلك الأشياء في الطبيعية . و تعرف الهندسة الجزيئية في القاموس الإلكتروني على أنه نمط هندسي يتكرر على مقاييس تتزايد في الصغر وتؤدي إلى أشكال وأسطح غير منتظمة لا يمكن تمثيلها من خلال خصائص الهندسة الإقليدية. بينما تمثل الهندسة الجزيئية هندسة الطبيعة نظرا لًارتباطها بالعناصر الطبيعية، والظواهر الطبيعية **(Randi, 1999 ,260)**

شكل رقم (1) يمثل نماذج من هندسة الفراكتال في العناصر الطبيعية المتنوعة .

http://webecoist.momtastic.com/2008/09/07/17nature/

و مما سبق يمكن وصف هندسة الفراكتال بأنها :

- هندسة عصرية اهتمت بدراسة الظواهر الطبيعية (تعاريج الشواطئ، السحب، البرق، أوراق الشجر، ....) كأشكال هندسية غير منتظمة تتكون من أجزاء غير منتهية ومتشابهة ذاتياً، وبالتكرار المرحلي لأصغر جزء من الشكل يتولد الفراكتال.فهي

- أشكال هندسية تظهر نتيجة تطبيق بعض القواعد الرياضية عليها، وهذه القواعد تأخذ الشكل الأساسي وتنقله من خطوة إلى خطوة إما بالإضافة إليه أو بتطويره، وهذه العمليات يمكن أن تكرر بعدد غير منتهي من المرات.

- أشكال هندسية غير منتظمة تتكون من أجزاء غير منتهية متداخلة بمختلف القياسات.

- تلك الصور التي تنتج من تكرار المعادلات اللاخطية، وهي تتكون من عدد قليل من العناصر الهندسية المتكررة . أشكال بسيطة مثل الدائرة، المربع، والخط المستقيم، وهذه العناصر يتم تنظيمها بطرق متعددة جنبا إلى جنب، تكرار، تشابك، ومرتبة في مجموعات معقدة **(Catherine Fukushima, 2004, p9)**

- أشكال هندسية نتجت أو نمت نتيجة تطبيق بعض القواعد الرياضية عليها، وهذه القواعد تأخذ الشكل الأساسي وتنقله من خطوة إلى خطوة إما بالإضافة إليه أو بتطويره، وهذه العمليات يمكن أن تكرر بعدد غير منتهي من المرات.

- أشكال هندسية تنتج من تقسيم الشكل الأساسي إلى أجزاء صغيرة، وكل جزء هو صورة مصغرة من الشكل الأساسي

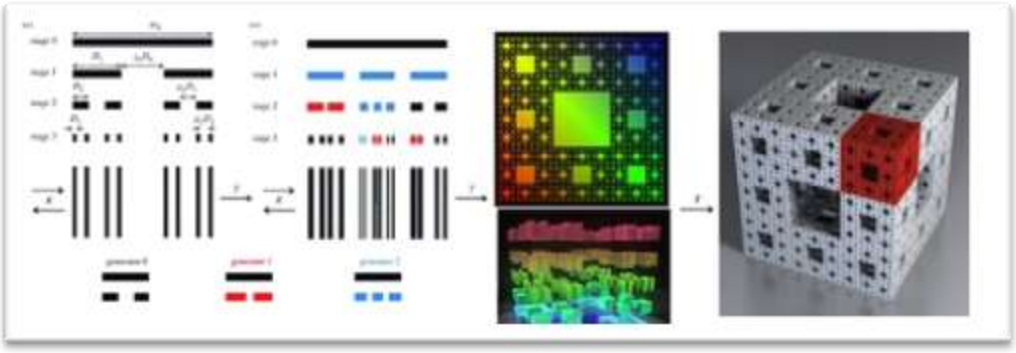
خصائص الهندسة الكسرية "الفراكتال" :

تتميز هندسة الفراكتال بخصائص أساسية و هي :

- **خاصية التشابه الذاتيSelf- Similarity**

التشابه بين الاجزاء المكونة للشكل , أي أن الجزء يشبه تماما الكل أو الشكل الأصلي ، فإذا أضفنا جزءاً متكاملاً من الأجزاء المتكونة للشكل الفراكتلي، ثم قمنا بتكبيره عدة مرات فإننا في النهاية سنحصل على الشكل الأصلي,

ومن إحدى الأمثلة البسيطة عن Fractal ما يسُمى بمجموعة كانتور (cantor set)حيث يمكننا أن نلاحظ في الشكل رقم (2) سلسلة عمليات الحذف من الخطوط المستقيمة , في كل مرحلة يتم حذف الثلث الأوسط من الخط ويتم تكرار هذا إلى ما لا نهاية. و شكل رقم (2) يوضح التشابه الذاتي(self-similarity) باختلاف المقياس، وتقسيم الشكل إلى أجزاء كل جزء نسخة مصغرة من الشكل الأصلي **(Didier Gonze, 2014, p.2)** وكلما تم تكرار هذه العملية كلما زاد الشكل تعقيدا. ويتم ذلك من خلال معادلات هندسية تتابعية وتراكمية.



شكل رقم (2)

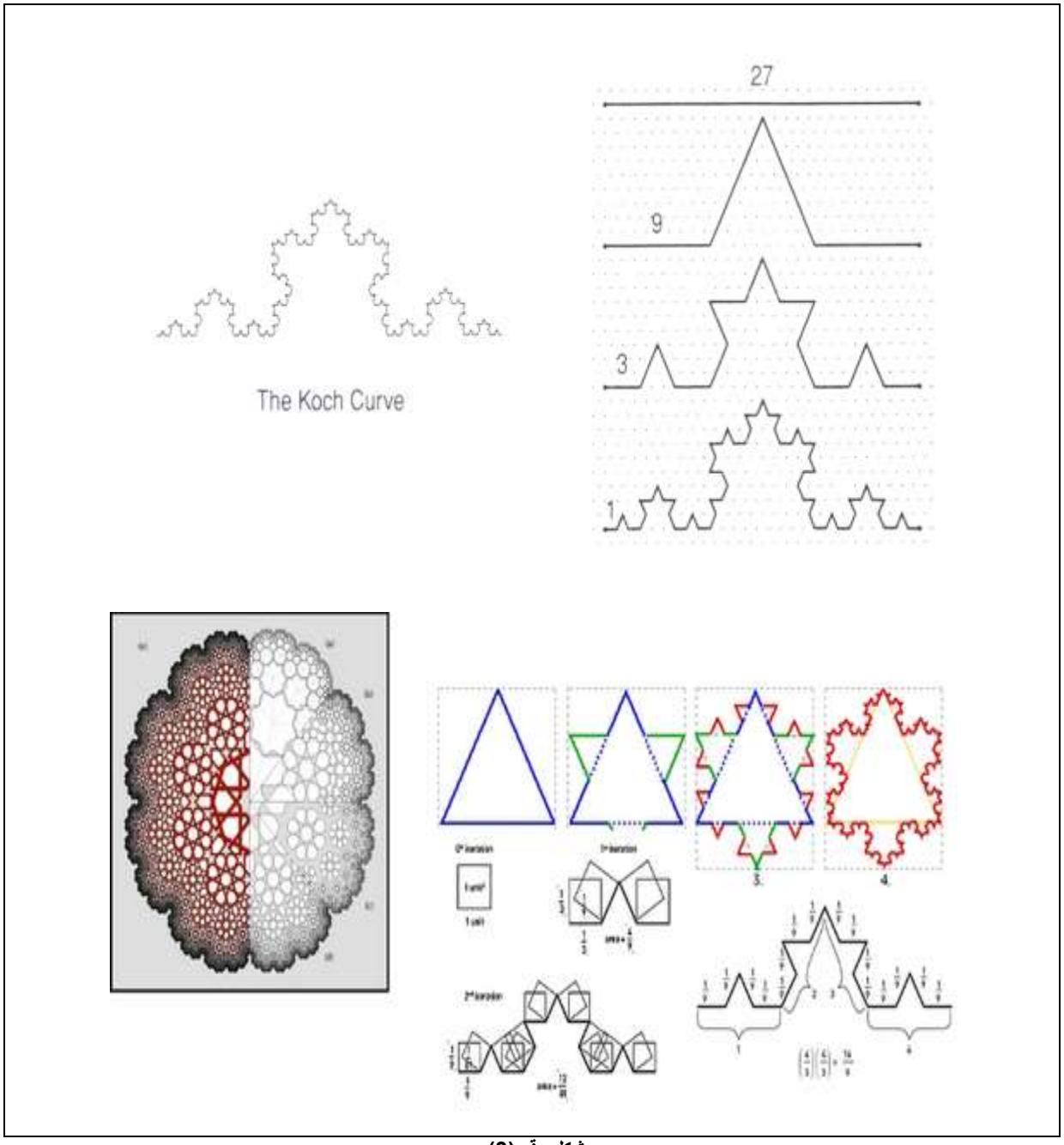
مثال يوضح خاصية التشابه الذاتي و مجموعة الكنتور

http://alcandoras.deviantart.com/gallery/

- **خاصية البعد الفراكتلي Fracty Dimension**

إذا علمنا أنه في الهندسة الإقليدية فإن النقطة ترسم في البعد الصفري، أي ليس لها بعد، وأن الخطوط المستقيمة لها بعد واحد، بينما ترسم المربعات والأشكال الهندسية المستوية الأخرى في بعدين، وكذلك نعرف أن المكعب والاسطوانة والكرة ترسم في ثلاثة أبعاد، فإن الأبعاد السابقة في الهندسة الإقليدية لا تعتبر مناسبة مع تركيب الشكل الفراكتلي، وقد تصور "هيلغ فون كوخ Helge von Koch " أحد الرياضيين الألمان فكرة التشعبات الدقيقة في عالم البنى الرياضية التي أطلق عليها اسم Koch curves **(Luiz Bevilacqual & Marcelo M. Barros, 2008)**

فمنحنى كوش Koch شكل رقم (3) مثلاً له أبعاد تقع تقريبا بين 1.26 أي بين 2.1 وهذا يعكس حقيقة أن مجموعة النقط كثيفة يمكن عدها لمنحنى، وكذلك رفيعة جداً لتحسبها كمساحة، ولذلك فإن البعد الفراكتلي أوجد العديد من التطبيقات العملية في تحليل العمليات الفوضوية Chaitic ولذلك فإن البعد الفراكتلي بشكل عام ليس عدد ولا قيمة عددية، ومنحنى الفراكتال يعتبر أحد الأبعاد للأشياء في المستوى الذي له بعدين ويقع بين 2.1 بالمثل كما السطح الفراكتلي Fractal Surfaceله بعدين ويقع بين 3.2 فالقيمة تعتمد على كيفية إنشاء الفراكتال .

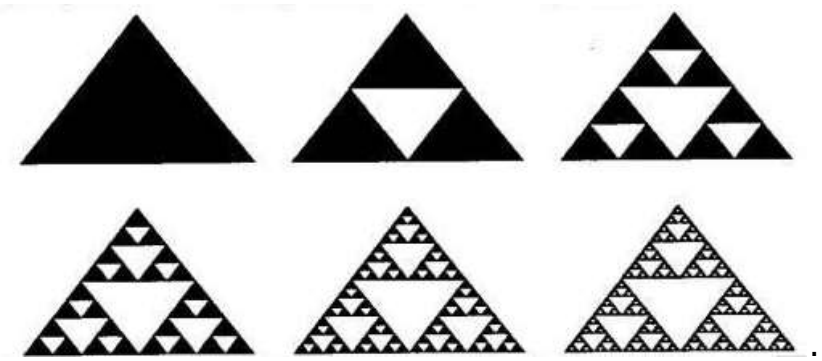


شكل رقم (3)

يوضح كيفية بناء التراكيب الهندسية في البعد الفراكتلي من خلال منحني كوش

- **قاعدة الإحلال Replacement Rule**

ترتبط هندسة الفراكتال بهندسة التكرارات، حيث يكرر الشكل الهندسي وفقاً لقاعدة رياضية محددة فيكون الشكل المكرر هو صورة من الشكل الأصلي وفقاً لخصائص القاعدة المطبقة ، فعند انشاء فراكتال محدد , فإنه من خلال الخطوات المتبعة لإنشاء فراكتال أخر , فإن الاشياء المرسومة يمكن ان تحل محل الأخر و التي ستكون اكثر تركيبا من سابقتها و لكنها تملاء نفس المكان ومنهج الهندسة الكسرية ليس الجمع بين شكلين، مثل استخدام المثلث لتكوين مربع، لكن نستخدم المثلث للحصول على مثلث آخر، وهذا هو مبدأ مثلث سيربنسكي Sierpinski كما في شكل رقم (4) حيث يوضح التشابه بين الأجزاء المكونة للشكل، أي أن الجزء من الكل يشبه تماما ذَلك الكل، فإذا أضفنا جزءا مًتكاملا مًن الأجزاء المتكونة للشكل الجزيئي، ثم قمنا بتكبيره عدة مرات فإننا في النهاية سنحصل على الشكل الأصلي **(Abo Shukur Bin Ja, 2005, p39)**



شكل رقم (4)

يمثل مثلث سيربنسكي sierpinski

http://users.math.yale.edu/public

الإطار العملي للبحث:Practical Framework

دراسة تحليلية لنماذج من العناصر الطبيعية و ملامس السطوح من منظور علم الهندسة الكسرية" الفراكتال"

الفراكتال مقاربة هندسية للطبيعة، فهي نماذج هندسية تتكرر في الطبيعة بصفة مستمرة، ويمكن محاكاتها على الحاسوب وفق صيغ رياضية إلى ما لا نهاية ., وأفضل طريقة لإدراك جمالية الفراكتال، هي النظر في بعض الأمثلة، كالغيوم والجبال والسواحل والأشجار وغيرها، فكلها فراكتالات طبيعية، وهي تشترك في تفاصيل ذات تعقيدات كثيرة ،فمن العبارات الشهيرة للعالم ماندبلبروت الذي حاول وصف الطبيعة باستعمال الفراكتال: "الغيوم ليست فِلكات، والجبال ليست مخاريط، والخطوط الساحلية ليست دائرية، ولحاء الشجر ليس أملس، ولا يشق البرق طريقه وفق خط مستقيم"، لذا يعتبر الفراكتال من الأشكال المعقدة وغير المنتظمة وبالتالي يصعب وضعه ضمن معادلات كباقي الأشكال المنتظمة مثل الدائرةhttp://scientific.ma .

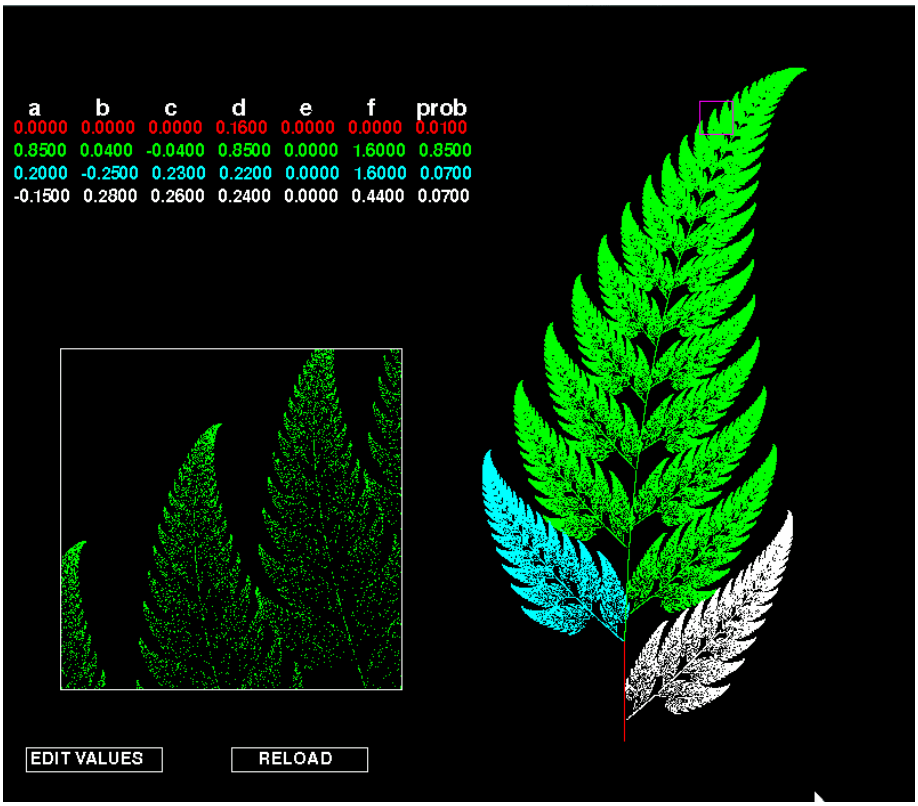
شكل رقم (5)
توضح البنية الفراكتالية لنبات القرنبيط

شكل رقم (6)
يوضح تكرار الدوائر بنمط معين على قوقعة الحلزون

الفراكتال هو شكل هندسي غير منتظم يمكن أن ينقسم إلى أجزاء وكل جزء منها، يعتبر نسخة مصغرة من النموذج الكامل هذه الخاصية تسمى التشابه الذاتي إنها أشبه بأعمال فنية متكررة تنتجها الطبيعة. فمثلا تتكون شجرة الصنوبر من فروع والتي بدورها تتألف من فروع أخرى شكل رقم (7)

شكل رقم (7)
توضح خاصية التشابه الذاتي "إذا أخذنا جزءًا من الصورة وكبَّرناه إلى مساحة الصورة الأصلية فسنحصل على صورة جديدة تشبه "تمامًا" الصورة الأصل."

وهذا هو الفراكتال ، فكل جزء منها يحتوي على البذور الأساسية لإعادة انتاج الكل لقد غيرت الفراكتلات نظرة علماء الرياضيات للكون، ولطريقة عمله مع كل مستوى من التضخيم تكون هناك اختلافات طفيفة عن النموذج الأصلي التغير المستمر والتحول يحدث بينما تنتقل من مستوى إلى آخر , و ظهرت العديد من المعادلات الرياضية لحساب البعد الفراكتلي للعناصر الطبيعية كما هو موضح في شكل رقم (8).



شكل رقم (8)

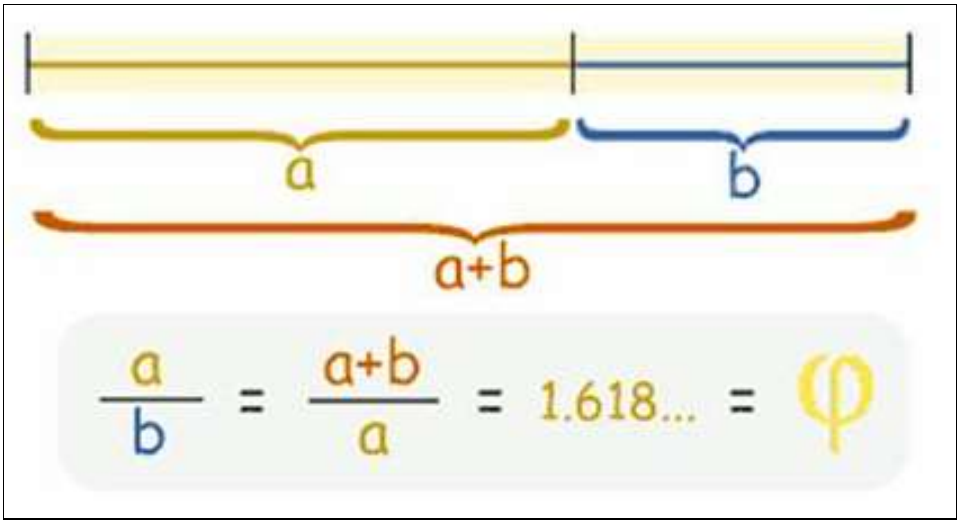
دراسة حاسوبية لفراكتالية هذه النبتة

http://www.mo7itona.com/2016/04/fractals.html

النسبة الذهبية و علاقتها بهندسة الفراكتال :

تُعتبر النسبة الذهبية مقياساً أساسياً متجسّداً في العديد من مظاهر الطبيعة. فهى موجودة في نسبة العرض والطول لحلزونات جزيئات DNA (الحمض النووي) وفي التصميم الخاص للكون وفي قواعد تصف الأوراق والأغصان على الأشجار وفي كريستال الجليد وفي البنية الحلزونية للكثير من المجرات وفي الكثير من الأماكن. وحتى الكائنات الحية في الطبيعه وفي مقدمتها الانسان كانت مبنية في تكوينها علي أساس ابداعي وتناسق أمكن التعبير عنه من خلال النسبة الذهبية (Max. Hailperin, 1998,19).

النسبة الذهبية في الرياضيات تتحقق عندما يتم قسم خط إلى قسمين كبير وصغير بحيث تكون حاصل قسمة الخط الكبير على الخط الصغير تعادل حاصل قسمة مجموع الخطين على الخط الكبير وتساوي 1.618

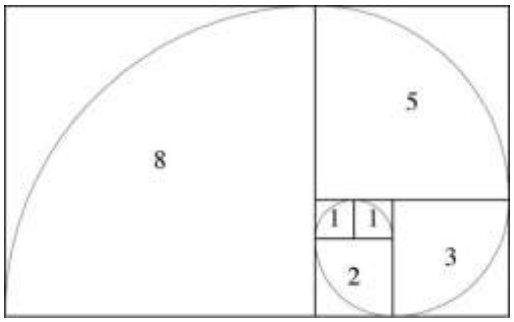


شكل رقم (9)

يوضح التقسيم الذهبي , بحيث يكون الطول الكلي *a+b* بالنسبة لطول القطعة الأطول *a* مساوياً للنسبة بين *a* إلى القطعة الأقصر *b*

https://academy.hsoub.com/questions/6572-ما-هي-النسبة-الذهبية-في-عالم-التصميم؟

و قد عبرت متتالية ليوناردو فيبوناتشي الشهيرة Fibonacci Series عن النسبة الذهبية خلال مجموعة من الارقام المتتالية علي النسق التالي : 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144,..... بحيث يصبح المعدل ثابت بين أعداد السلسلة علي التوالي و قيمته phi = 0.618034 كما في شكل رقم (10)

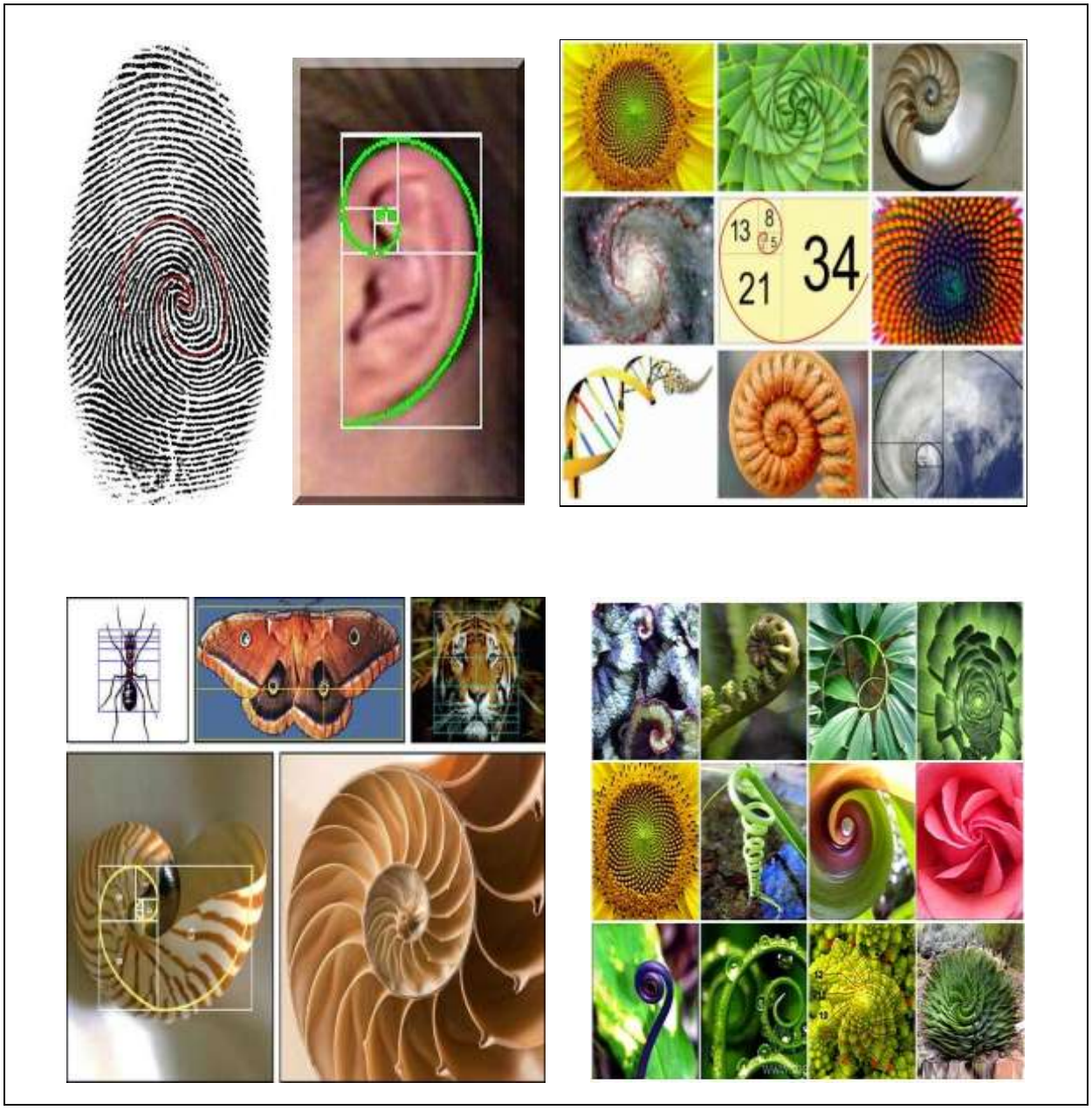


شكل رقم (10)

يوضح سلسة فيبوناتشي الرياضية لتفسيرالنسبة الذهبية و الفراكتالات في الطبيعة

https://www.linkedin.com/pulse/fibonacci-spiral-nature-utkarsh-gaikwad

و هذه السلسلة تمكنت من تفسير العديد من الترتيب و التنسيق بين العناصر و الظواهر الطبيعية المختلفة التي تتميز بالبعد الفراكتلي و التشابه الذاتي للأجزاء المكونة لها فيتجلي تأثيرها لتفسير الطبيعة بشتي صورها "النسبة الذهبية في جسم الانسان , الحيوان و النبات و الكائنات الدقيقة فضلا عن تفسيرها للظواهر الطبيعية و حركة السحب ...و غيرها



شكل رقم (10)

يمثل نماذج من فراكتالات العناصر الطبيعية المفسرة وفقا لسلسة فيبوناتشي

https://twitter.com/swaforini/status/299253684079034369

التصميمات المبتكرة :

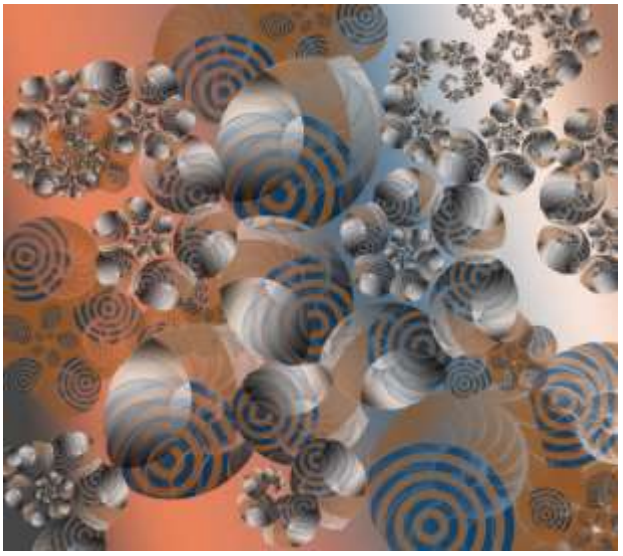
و في ضوء الدراسة التحليلية السابقة والتى استهدفت توفير معلومات توضح أهمية علم الهندسة الجزيئية Fractal Geometry في الوصف المنهجي لفوضى النظم الطبيعية التي كانت مصدرا خصبا يستلهم منه المصمم العديد من الحلول التصميمية على المستوى التشكيلي والجمالي .**قدمت الدراسة بهذا الصدد تصميمات مبتكرة و مستمدة من الدراسة التحليلية.**

تصميم رقم (1) :

تصميم مستمد من العناصر الطبيعية المتمثلة قي قوقعة الحلزون و التي تم تكرارها مع الاختلاف في الحجم و الزاوية و الإتجاه طبقا لنسق تنظيم العناصر في الهندسة الكسرية "الفراكتال" أى أنها لاتأخذ إتجاه معين فأعطى ذلك للتصميم صفة الحرية وعدم التقيد. وكذلك إختلاف توزيع العناصر داخل العمل أسهم في تحقيق الإيقاع الشكلى واللونى بما يخلق حالة ديناميكية ولقد أتاح الكمبيوتر إمكانية العمل مع الطبقات Layers ليعطى أكثر من بعداً للتصميم ويحقق التوازن بين مفرادات التكوين.

أما عن اللون فقد أستخدمت مجموعة لونية متوافقة، تتميز بالإنتقال من درجات سيمون، البنى ، البرتقالى ، الأزرق الفاتح والأبيض و الرمادي وقد تميز هذا العمل بإستخدام مؤثرات خاصة باللون من خلال إستخدام تقنيات color Balance, light effect لإحداث التدريجات اللونية تتضح من خلال **أنتقال الإضاءة لبعض الأماكن بالتصميم والتغير من القيم اللونية المستخدمة مما ساهم فى إثراء العمل.**

التوظيف المقترح



تصميم رقم (1)

تصميم رقم (2) :

قوام هذا التصميم تكرار للعنصر النباتي المتمثل في ورقة شجر في أحجام و أوضاع مختلفة لتحقيق التنوع مع الوحدة للعمل الفني ككل , كما جاءت الإضاءة حول العناصر مكونة تدرج لونى بين الأبيض والرمادى لتوحى بالليونة والرشاقة و استخدمت مجموعة من الخطوط الأفقية بخلفية العمل ساهمت في الربط بين أجزاء التصميم مما يفيد فى إثراء الشعور بالحركة ليتسقا معاً فى مظهر جمالى متعادل فى تناغم وتكامل مما ساهم فى إثراء قيمة التصميم.

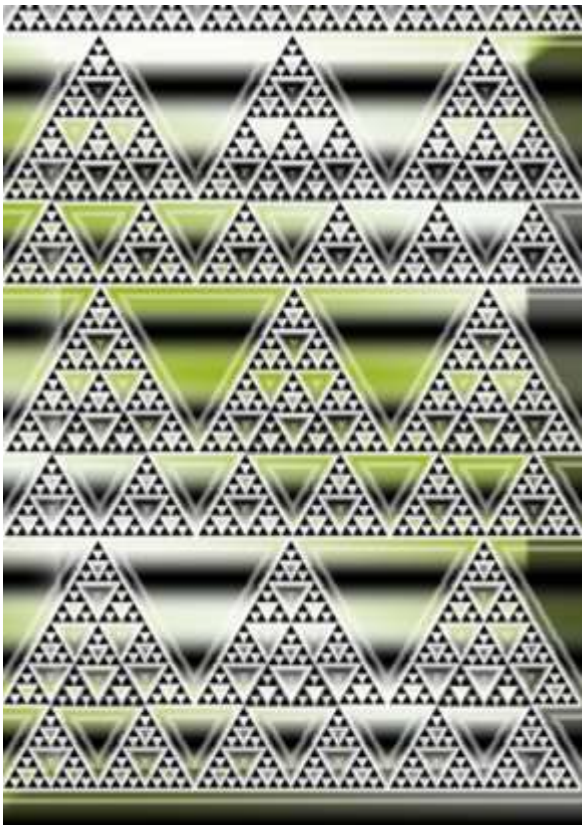
أما عن اللون فقد استخدمت مجموعة لونية متوافقة لتأكيد الانسجام و التناسق لأقمشة السيدات كما هو موضح في نموذج التوظيف المقترح , إن إستخدام إسلوب التدريجات اللونية فى هذا التصميم، عمل كأداة ربط بين الأشكال وبعضها البعض من جانب وبينها وبين الأرض من جانب أخر، مما أعطى للتصميم العمق والثراء الشكلي، كما ساعد على وجود مستويات للإضاءة لتأكيد الإحساس بالتراكب.

تصميم رقم (2)

التوظيف المقترح

تصميم رقم (3) :

تناول التصميم "مثلث سيربنسكي " كأحد العناصر التي شكلت مفهوم الإحلال و التشابه الذاتي بالهندسة الكسرية "الفراكتال" حيث إعتمد التصميم علي التكرار المنتظم للمثلث في هيئة صفوف أفقية متداخلة أحيانا , حيث أن أيضاً استخدام المثلثات المنتظمة و المتكافئة يعطى الإحساس بالإتزان علي الرغم من انتظامية التكرار مما يفيد الشعور بالحركة , بينما إستخدمت الخطوط الأفقية بأسفل وأعلى التصميم لتوحى بالإسترخاء والراحة والإرتكاز للتصميم , وقد أستخدمت إمكانات الحاسب لإضفاء التأثيرات الملمسية والفلاتر ، والقيم الظلية مما أعطى للتصميم العمق والثراء الشكلى. وقد تحقق فى العمل قيم اللون الفنية من التضاد والتباين بين الأبيض والأسود والتكامل والتوافق لإستخدام اللون الأخضر "الليموني " الفاتح لتحقيق الإضاءة المطلوبة وتكامل التوافق والإنسجام اللونى.



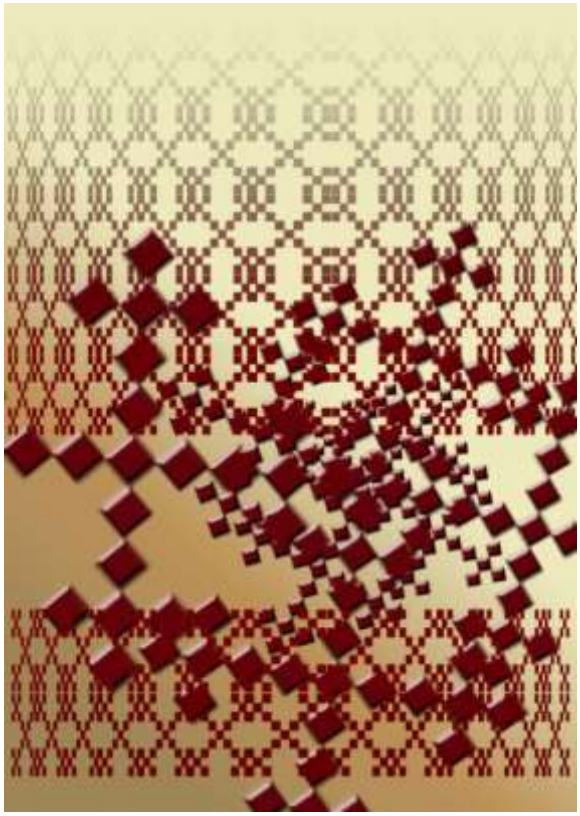
تصميم رقم (3)

التوظيف المقترح

تصميم رقم (4):

قوام هذا التصميم استخدام المربع كشكل هندسي مع احداث التكرارات الفراكتالية به يتضح ذالك من خلال التكرارات المنتظمة بأسفل و أعلي العمل , والتكرارات الدائرية العشوائية بمنتصف التصميم , أدى ذلك إلى الإحساس بالحركة وإنتقال رؤية المشاهد البصرية طبقاً لهذه الحركة رأسياً من أسفل إلى أعلى. ، وقد أدى تنوع أحجام وحدات هذا العمل إلي الشعور بالسيادة و المركزية التى تقع عليها عين المشاهد فى العمل ثم تتحرك منه إلى باقى أجزاء التصميم. وتعود إليها لتحدث حركة دورانية منتظمة مما يعطى نوعاً من الإتزان والتكامل.

و قد استخدمت مجموعة من الألوان المتوافقة مكونه من : درجات البيج والأحمر النبيتي , وقد ساهم إستخدام هذه المجموعة اللونية للتصميم فى تحقيق التكامل والإتزان والترابط.



تصميم رقم (4)

التوظيف المقترح

تصميم رقم (5) :

اعتمد بناء التصميم علي استخدام العنصر النباتي المتمثل بورقة نبات "العنب" التى ترددت بكامل هيئتها وبأحجام متفاوته فى مساحة التصميم بأسلوب فراكتلي حر نتج عنه إندماج الوحدات سوياً، مما أعطى ترتيباً أحدث نوعاً من الحركة, وحققت نوعاً من الإيقاع بين عناصر التصميم نتيجة للتنظيم القائم على التناغم بين وحداته ، كما ساعدت الشفافية المؤكدة فى بعض أجزاء العمل على زيادة تماسك العناصر مع بعضها بعض.

التصميم يحتوى على مجموعة لونية متناسقة مع بعضها البعض (درجات الموف المحمر, و البني , والازرق) هذا إلى جانب إستخدام الألوان المحايدة (الأبيض ودرجات الرمادى) بخلفية العمل. هذا التنوع فى ألوان التصميم أثرى الإحساس بالتناغم اللونى فى مساحة العمل، وإعطاء الراحة للعين. لتتلائم مع الغرض الوظيفى لها كأقمشة ملابس سيدات.

تصميم رقم (5)

التوظيف المقترح

تصميم رقم (6) :

قوام هذا التصميم تكرار للعنصر النباتي المتمثل في ورقة شجر في أحجام و أوضاع مختلفة , وتفادى عدم إنتظام وتساوى الوحدات ساهم فى إحداث نوع من التنوع، وقد تميز التصميم ببساطة عناصرة وتكويناته، وقد تحققت الوحدة الفنية فى وحدة التشكيل الناشئة من تقارب وحدات التصميم وتراكبها، وتحققت ديناميكية التصميم من خلال الخطوط الدائرية بخلفية العمل والتكوين يتميز بالتوزيع المتوازن بين كلاً من الشكل والأرض. وقد أستخدمت إمكانيات الحاسب خاصية filter لإعطاء الشفافية والتجسيم لورق النبات مما يوحى بالعمق الفراغى ويدل على البعد الثالث الإيهامى.

تناول العمل مجموعة لونية متوافقة "درجات القرمزى، والأسود والرمادى بالإضافة إلى اللون الذهبي للأوراق بمقدمة العمل والخطوط المتداخلة" وإختيار الألوان على هذا النحو يحقق الإنسجام يؤكد الشعور بالهدوء والراحة.

تصميم رقم (6)

التوظيف المقترح

تصميم رقم (7) :

قوام هذا التصميم استخدام العنصر النباتي المتمثل في قطاع عرضي لنبات الملفوف بالتكبير , وتناول الخطوط و المتداخلة مكونة حركة اسهمت في انتقال رؤية المشاهد من العمق دائريا نحو الأطراف, بالإضافة الي استخدام الخطوط المائلة أحدث إيقاع، مما أوجد نوعاً من الربط والإتزان للتركيب البنائى، مع تحقيق إيقاع متميز للتصميم.و استخدمت امكانات الحاسب الألي لإضفاء الخطوط و المعالجة اللونية و الفلاتر المناسبة لإثراء التصميم.

قد تحقق التباين اللونى بين الفاتح والداكن لتأكيد الشكل المتولد للعناصر الشكلية للتصميم والألوان المستخدمة هى (االأزرق , الموف, الأخضر) بالإضافة للإلوان المحايدة الأسود والأبيض لاضفاء الإتزان بالعمل.

تصميم رقم (7)

التوظيف المقترح

النتائج :Results

- إن تطبيق أسس وأساليب علم الهندسة الكسرية في تصميم طباعة أقمشة السيدات يوفر بدائل من الحلول التصميمة اللانهائية والتي تتحقق فيها القيم الوظيفية والجمالية للتصميم.
- ان دراسة التطبيقات العملية للهندسة الكسرية "الفراكتال" تسهم في الوصول الي صيغ ابتكارية جديدة في مجال تصميم طباعة أقمشة السيدات من خلال مهارات ربط الأشكال في الطبيعة بالخصائص الرياضية fractal لأجزائها المختلفة .
- إن الجانب غير المنتظم من الطبيعة "فراكتال" يمثل منبعا لا حدود له يتيح للمصمم حلولا تصميمية لا حصر لها من خلال الأساليب المختلفة للاستلهام

التوصيات Recommendations :

- ضرورة زيادة الاهتمام بالبحوث العلمية التي تسهم في تقصي المفاهيم الفكرية و الفلسفية للهندسة الكسرية "الفراكتال"
- ضرورة إثراء مجال تصميم طباعة المنسوجات بتصميمات مبتكرة و مستلمة من أسس وأساليب علم الهندسة الكسرية "الفراكتال" في الطبيعة .
- مواكبة التقدم الحادث في مجال الهندسة الكسرية عن طريق عمل الدراسات البحثية المتخصصة على المستوى الأكاديمي في تطبيق أسس هذا المجال في تصميم طباعة المنسوجات بوجه عام و تصميم طباعة أقمشة السيدات بوجه خاص

المراجع :References

1. Leopold C., *Geometry Concepts in Architectural,* 12 International Conference on Geometry and Graphic, Salvador, Brazil, 2006.

2. Benoit B. Mandelbrot *" **Fractals and Chaos"***: The Mandelbrot Set and Beyond , Jan 9, 2004

3. عبد العال، هبة; خضر، نظلة ; المفتي، محمد (2010)" هندسة الفراكتال وتنمية الابداع بمفهومه العصري". مجلة القراءة والمعرفة -مصر، ع 106

4. Clapham, Christorpher, *the Concise Oxford Dictionary of Mathematics*, Second Edition, Oxford University Press, (1996).

5. Randi, L. & Westerberg, and Judy: *Fractals in high school,* Exploring a New Geometry, Mathematics Teachers, V. 92, N 3, March1999.

6. http://webecoist.momtastic.com/2008/09/07/17nature/

7. Fukushima, Catherine. *Islamic Art and Geometric Design,* ACTIVITIES FOR LEARNING, Published by the Metropolitan Museum of Art, New York, 2004

8. Gonze, Didier. *Fractals: theory and applications*, Unité de Chronobiologie Théorique Service 231 Université Libre de Bruxelles Belgium, de Chimie Physique - CP2014.

9. http://alcandoras.deviantart.com/gallery/

10. BevilacquaI, Luiz & Barros, Marcelo M. - Geometry, *dynamics and fractals, Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, TECHNICAL PAPERS, vol.30 no.1 Rio de Janeiro Jan. /Mar. 2008

11. Hailperin, Max. - Kaiser, Barbara K. – and Knight, Karl W. *Concrete Abstractions: An Introduction to Computer Science Using Scheme*. Brooks/Cole Pub. Co. ISBN 0-534-95211-9. (1998).

12. http://users.math.yale.edu/public

13. . http://scientific.ma

14. http://www.mo7itona.com/2016/04/fractals.html

15. https://academy.hsoub.com/questions/6572؟ما-هي-النسبة-الذهبية-في-عالم-التصميم

16. https://www.linkedin.com/pulse/fibonacci-spiral-nature-utkarsh-gaikwad

17. https://twitter.com/swaforini/status/299253684079034369

-