



## Infinite complexity of fractal geometry and its applications in fabric and fashion design

Azraa Khalid Qadir <sup>a</sup>, Wasan Khalil Ibrahim <sup>b</sup>

<sup>a, b</sup> College of Fine Arts / University of Baghdad



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 27 April 2024

Received in revised form 25 May 2024

Accepted 26 May 2024

Published 1 December 2025

#### Keywords:

Infinite Complexity, Fractal  
Geometry, Fabric Design, Fashion  
Design.

### ABSTRACT

The research discussed the topic of infinite complexity in accordance with its references to fractal geometry in fabric and fashion design. It did so by discussing the fundamental concepts starting from the research problem, which was represented by the question: What is the role of infinite complexity in fractal geometry in fabric and fashion design? It then moved on to the research objective, which was to define the nature of infinite complexity through the propositions of fractal geometry and to explain its formal and structural nature in fabric and fashion applications. This was achieved by addressing the concepts of fractal geometry and its characteristics, such as self-similarity, irregularity, fractal dimension, chaos, and defining the nature of infinite complexity and its formal features, which were identified as: infinite depth and details, visual appeal, non-traditional aesthetics, inspiration from nature, and storytelling. Three samples were then selected of the designers (Iris Van Herpen) in her collection (Voltage) for the year 2015, (Alexander McQueen) in his collection for the year 2009 titled (Plato's Atlantis), and (Issey Miyake) in his collection for the year 2010 titled (Issey Miyake's 132 5). Several conclusions were reached, the most important of which was the appearance of the models with formal and structural characteristics that achieved irregularity and complexity. They were distinguished by formal and structural characteristics, structural interplays, infinite depth, and multiple details that gave them different visual appeal and non-traditional aesthetics.

## التعقيد اللانهائي للهندسة الكسرية واشتغالاته في تصميم الاقمشة والازياء

عذراء خالد قادر<sup>1</sup>

وسن خليل إبراهيم<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> قسم التصميم/ تصميم الاقمشة والازياء/ كلية الفنون الجميلة

الملخص

تدارس البحث موضوع التعقيد اللانهائي وفقا لمرجعياته في الهندسة الكسرية في تصميم الاقمشة والازياء، عبر مناقشة المفاهيم الأساسية انطلاقا من مشكلة البحث والتي تمثلت في التساؤل حول: ما هو دور التعقيد اللانهائي للهندسة الكسرية في تصميم الاقمشة والازياء؟ مروراً بهدف البحث والذي تحدّد في: تحديد ماهية التعقيد اللانهائي عبر طروحات الهندسة الكسرية وبيان طبيعته الشكلية والتركيبية في تطبيقات الاقمشة والازياء. عبر تناول مفاهيم الهندسة الكسرية وخصائصها من التشابه الذاتي وعدم الانتظام والبعد الكسري والفوضى، مروراً بتحديد ماهية التعقيد اللانهائي وسماته الشكلية والتي تمّ تحديدها في: العمق والتفاصيل اللانهائية، و الجاذبية البصرية، و الجماليات غير التقليدية، و الاستلهام من الطبيعة، والسرد. ومن ثمّ تم اختيار ثلاث نماذج للمصممين (ايريس فان هيربين) في مجموعتها (Voltage) لعام 2015، و (الكسندر ماكوين) في مجموعته لعام 2009 والمسمّاة (Plato's Atlantis)، و (ايسي ميكي) في مجموعته لعام 2010 والمسمّاة (Issey Miyake's 132 5). وتمّ التوصل الى عدد من النتائج كان أهمها: ظهور النماذج بخصائص شكلية وبني تركيبية حققت حالة عدم الانتظام والتعقيد. وتميزها بخصائص شكلية وهيكلية وتداخلات تركيبية وعمقا لانهائيا وتفاصيل متعددة منحتمها جاذبية بصرية مختلفة وجماليات غير تقليدية. الكلمات المفتاحية: التعقيد اللانهائي، الهندسة الكسرية، تصميم الاقمشة، تصميم الأزياء.

### الفصل الأول: منهجية البحث

#### 1.1 مشكلة البحث

في السنوات القليلة الماضية شهد تصميم الاقمشة والازياء تقارباً بينه وبين حقل الرياضيات، وبالتحديد الهندسة الكسرية والتصميم البارامتري والبايوميكانيك والأجهزة الذكية والتي كانت في مجملها مدخلات مهمة للتخصص لتوسيع افاقه المعرفية والتطبيقية. وكان لعلم الهندسة الكسرية دوره المهم في تطوير البنية التطبيقية والابداعية للتخصص. اذ نرى نتاجات مصممين مثل (ايريس فان هيربين وايسي ميكي واليكسندر مكوين.. وغيرهم) قد عمدوا الى اختيار المتغيرات الشكلية للهندسة الكسرية على المستويين الثنائي والثلاثي الابعاد.

وكانت الأبحاث المقدمة حول علاقة الهندسة الكسرية وتصميم الاقمشة والازياء ذات بني معرفية لدراسة كفاءات تطبيق المبادئ الأساسية للهندسة الكسرية في تصميم القماش والزي. ومن المتابعة والتقصي وجد ان الدراسات غالبا ما ركزت على المفاهيم الأساسية للهندسة الكسرية مثل (التشابه الذاتي، والبعد الكسري، والتكرارية)، الا ان التعقيد اللانهائي لم يأخذ مجاله في دراسات التصميم وتصميم الاقمشة والازياء على وجه التحديد. اذ ان التعقيد اللانهائي هو من الخصائص المهمة والاساسية للهندسة الكسرية والناتج عن البنية المعقدة للتركيبية الداخلية للأشكال الكسرية، اذ ان مشكلتنا البحثية تنطلق من نقص في الدراسات في هذا الجانب لبيان ماهية وكفاءات تطبيق التعقيد اللانهائي في تصميم الاقمشة والازياء. ومن ثم، فان مشكلتنا البحثية يمكن تحديدها في التساؤل حول:

- ما هو دور التعقيد اللانهائي للهندسة الكسرية في تصميم الاقمشة والازياء؟

#### 2.1 أهمية البحث

تحدد أهمية البحث في:

- توسيع اطر المعرفة والتطبيق التصميمي للأقمشة والازياء لتوليد أفكار إبداعية مستلهمة من الخصائص الشكلية والتركيبية للتعقيد اللانهائي للهندسة الكسرية.
- الاستفادة من نتائج في تطوير مخرجات الأفكار التصميمية لمصممي الاقمشة والمصممين من التخصصات الاخرى لتطوير نتاجاتهم التصميمية وتوسيع معرفتهم الفكرية والتطبيقية.

### 3.1 هدف البحث

يهدف البحث الى: تحديد ماهية التعقيد اللانهائي عبر طروحات الهندسة الكسرية وبيان طبيعته الشكلية والتركيبية في تطبيقات الاقمشة والازياء.

### 4.1 حدود البحث

- **الحد الموضوعي:** دراسة التعقيد اللانهائي للهندسة الكسرية في تصميم الاقمشة والازياء.
- **الحد المكاني:** تصاميم المصممين (ايريس فان هيربين) في مجموعتها (voltage) في (باريس)، و(الكسندر ماكوين) في مجموعته (Plato's Atlantis) في (باريس)، و (ايسي ميكي) في مجموعته (Issey Miyake's 132 5) في (باريس).
- **الحد الزمني:** 2010-2015.

### 5.1 تحديد المصطلحات

**التعقيد اللانهائي:** "يتم إعطاء مقياس أو تعريف للتعقيد بناءً على بنية النظام. يشير الكثيرون إلى مدى تعقيد النظام الذي يعتمد على الحجم فقط. هذا هو التعريف الموضوعي الذي ربما يكون الأسهل في القياس الكمي. في حين أن الأنظمة المعقدة تحتوي في كثير من الأحيان على عدد كبير من المكونات، فإن التعقيد يتعلق أكثر بكيفية تفاعل هذه المكونات وتنظيمها". إذ يمكن ان يدعى النظام معقداً لان " البنية الداخلية للنظام تكون هرمية ومتعددة الأوجه وتحكمها حلقات دائرية للسبب والنتيجة" (Koopmans, 2017, p. 17). و "التعقيد هو خاصية النموذج التي تجعل من الصعب صياغة سلوكه العام في لغة معينة، حتى عند إعطائه معلومات كاملة بشكل معقول عن مكوناته الذرية وعلاقاتها المتبادلة" (Edmonds, B, 1999, p. 72).

ويعرف اللانهائي بانه: "شيء أكبر من أي عدد طبيعي"، بالمعنى الدقيق، هذا صحيح؛ أحد انتصارات نظرية المجموعات هو أن مفهوم اللانهاية يمكن أن يُعطى تفسيراً واضحاً. إننا لا نجد لانهاية واحدة، بل نجد العديد منها، تسلسلاً هرمياً واسعاً من اللانهائيات" (Stewart & Tall, 1977, p. 298). "الأنماط المعقدة اللامتناهية متشابهة ذاتياً، إن لم تكن متطابقة، عبر مقاييس مختلفة. إنهم يجسدون خاصية الظهور بمظهرهم بغض النظر عن أي جزء منه يتم ملاحظته وبغض النظر عن عدد مرات تكبيره. وبالتالي، يمكن لجزء من الكسريات أن يمثل الكل" (Shah, S, 2021, p. 33). وعلى وفق ما تقدم من تعريفات، فإن التعريف الاجرائي له سيكون: "التفاصيل غير المحدودة للأشكال الكسرية والنتيجة عن التشابه الذاتي والمقياس غير الاقليدي، والتي تستمر بالتعقيد والتطور في كل حالة من حالات التقريب نحو البنى الداخلية الدقيقة للأشكال".

**الهندسة الكسرية:** تأتي كلمة كسرية في المعاجم العربية "للتعبير عن قسم أو حصة أو قطعة" (Al-Rafidain Dictionary, 1986, p. 361). و"مصطلح "كسري" صاغه عالم الرياضيات البولندي الفرنسي الأمريكي (بينوا ب. ماندلبروت) في عام 1975. وهو مشتق من الكلمة اللاتينية "فركتوس" والتي تعني "مكسور" أو سطح غير منتظم مثل الحجر المكسور" (Shah, S, 2021, p. 33). فالهندسة الكسرية تمثل "دراسة الأشكال الرياضية التي تعرض سلسلة من التفاصيل المتعرجة التي لا تنتهي أبداً والمتشابهة ذاتياً عندما يلاحظها المرء عن كثب" (Bovill, C., 1996, p. 3). وعلى وفق التعريفات السابقة فإن التعريف الاجرائي للهندسة الكسرية يتمثل في: فرع الرياضيات المهتم بدراسة الاشكال غير المنتظمة والتي تحمل تعقيداً لا نهائياً نتيجة لحالات التشابه والتكرار غير المنتهي في حدود الشكل.

**تصميم الاقمشة:** "طريقة إنشاء وتطوير خطة باستخدام الخطوط والأشكال والألوان والأنماط للأقمشة المنسوجة أو المطبوعة أو المحبوكة أو المزخرفة. يشمل تصميم المنسوجات إنشاء تصميم للأقمشة المستخدمة في الملابس والمنزل والديكور والإكسسوارات المصنوعة من المنسوجات" (Central Board Of Secondary Education, 2017, p. 14).

**تصميم الأزياء:** هو حقل ديناميكي يركز على عمليات تكوين الملابس والاكسسوارات من خلال دمج الرؤى الفنية مع المعايير التقنية لصناعة الملابس لتكون ملائمة للمستخدم جمالياً ووظيفية وحضارياً في الاستخدام اليومي او في المناسبات الخاصة" (Thornquist, C, 2010, p. 53).

## الفصل الثاني: الدراسات السابقة والاطار النظري

### 1.2 الدراسات السابقة

دراسة: (حسن سليمان و طارق احمد و محمد محمد) والمعنونة: (تعزيز الجماليات التصميمية لأقمشة السترات المنفذة على أنوال دوبي من خلال تطبيق خاصية التشابه الذاتي في النظرية الكسورية). (Suleiman, H., et al, 2019). انطلقت الدراسة من مشكلة بحثية تحدت في ان أقمشة السترات عادة ما يتم انتاجها على أنوال دوبي ذات تصميمات نموذجية مثل التصميم السادة والمخططة والمنقوشة، ونادرا ما يكون هناك أي نقش في مثل هذه التصميم، ولذلك فقد تمثلت المشكلة البحثية في إيجاد أسلوب لربط التشابه الذاتي في النظرية الكسورية مع خصائص أقمشة الدوبي. وهدفت الدراسة الى: تطوير أقمشة السترات الشتوية المنفذة على أنوال الدوبي، والتأكيد على تكييف النظريات والأسس العلمية واستخدامها في تصميم قماش الدوبي، وتطوير المنتج المحلي لمواجهة منافسة المنتج الأجنبي.

المناقشة: ركزت الدراسة المذكورة على عمليات تطوير الاقمشة المحلية المستخدمة في تصميم السترات الشتوية المصرية، بالتركيز على مبدا التشابه الذاتي للنظرية الكسرية. وعرضت الرسالة منطلقا نظريا في تعريف النظرية الكسرية والهندسة الكسرية ومبدا التشابه الذاتي لتكون مدخلات لعمليات التطبيق التصميمي والتي تم انتاج عدد من الأنماط على أساسها. اما دراستنا فإنها تركز على مبدا التعقيد اللانهائي للنظرية الكسرية وهو مبدا لم يحض باي دراسة على المستوى المحلي والعربي والعالمي، اذ غالبا ما يتم التركيز على التشابه الذاتي كما في الدراسة المذكورة او على مبدا البعد الكسري او التكرارية الكسرية بشكل منفصل لكل مبدا او اثنين معا، الا ان دراستنا تركز على مبدا التعقيد اللانهائي عبر المتغيرات المذكورة في مجملها وذلك لأنها تمثل الخصائص المهمة في تحقيق التعقيد اللانهائي، ومن ثم فان دراستنا تختلف عن الدراسة المذكورة من حيث العنوان والمشكلة والهدف ولكنها تشترك معها من حيث المنظور العام للهندسة الكسرية.

### 2.2 الاطار النظري

#### 1.2.2 الهندسة الكسرية

يقول (بينوا ماندلبرو): "إن وجود التعقيد والتجزئة في الطبيعة يفرض علينا دراسة هذه الأنماط أو الأشكال الطبيعية، التي تركها إقليدس جانبا لأنها في نظره بلا شكل، كما سخر الرياضيون من التحدي، وابتكروا نظريات رياضية لا علاقة لها بأي شكل يمكننا رؤيته أو الشعور به، ولهذا السبب، يصف (ماندلبرو) الهندسة (الاقليدية) بأنها جامدة بسبب عدم قدرتها على وصف الأشكال الطبيعية (غير المنتظمة)" (Suleiman, H., et al, 2019, p. 96). لذلك عرفها المنظرون بتعاريف مختلفة تعبر بمجملها عن خصائص الأشكال الكسرية بشكل عام. اذ يعتقد Lapidus أن الكسرية "تستحضر مفهوم التعقيد والخشونة roughness و raggedness و الهرمية المقياسية والتشبيه الذاتي أو شبه متساوي، سواء كانت الاشكال صارمة أو تقريبية أو عشوائية أو حتمية" (Lapidus, 2004, p. 2). اذ يستحضر تعريف Lapidus مفهوم التعقيد وعدم الانتظام بوصفه احدى الخصائص الأساسية للأشكال الكسرية، فضلا عن ربطها بالتشبيه الذاتي والمقياس الكسري. ومن ذلك نفهم ان التعقيد هو سمة ناتجة عن ذلك، فالتعقيد في هذا الجانب هو تعقيد ناشئ من التكرار اللانهائي الذي تعرضه الاشكال في حالات التقريب او التعمق في انماطها، وهذا التكرار غالبا ما يتسم بالتشابه في مكوناته الشكلية والتركيبية والذي يؤدي الى نوع من التعقيد اللانهائي نتيجة للتكرار المستمر والتشابه المستمر. فالشكل الكسري يشبه جزءا من نفسه وهو كسوري أيضا. وهذا التشابه موجود على كل المستويات؛ تشبه الأجزاء الصغيرة الأجزاء الأكبر، والتي تتشابه في انعطافاتها مع الكل، ويتم الحصول على ذلك من خلال التكرار المستمر لنمط ما وفق عملية عودية أو تكرارية (خوارزمية).

تم تعريف الهندسة الكسرية من قبل Bovill على أنها "دراسة الأشكال الرياضية التي تعرض سلسلة من التفاصيل المتعرجة التي لا تنتهي أبداً والمتشابهة ذاتياً عندما يراقبها المرء عن كثب" (Bovill, C., 1996, p. 3). اذ على عكس الأشكال الإقليدية التي ليس لها عمق تركيب، فإن الجسم الكسري هو "غير أملس"، فهو خشن وغير منتظم ومجزأ، ومع زيادة تكبير الفحص، يتم الكشف عن المزيد من الخشونة والتعرجات. وهذه الخشونة والتعرجات فضلا عن التكرار والتشابه بين العناصر الاشكال يتولد تعقيد تركيب للأشكال يختلف عن البنى التعقيدية للهندسة الاقليدية او التعقيد المتعارف عليه في اشكالها.

## 2.2.2 خصائص الهندسة الكسرية

1. التشابه الذاتي: يعد التشابه الذاتي من أهم المفاهيم في العلم الحديث. من الناحية الهندسية، يتم تعريفه على أنه "خاصية الأشياء التي تتشابه أجزائها مع الكل على جميع المقاييس" (Zmeskal, O., et al, 2013). وأصبح الرسم البياني لوظيفة Weierstrass مثالاً لمنحنى متشابه ذاتيًا. إذ تعتبر المجموعة التي أنشأها (جورج كانتور) عام 1883 من أهم المجموعات المتشابهة ذاتيًا وأكثرها تأثيراً لأنها مثال بسيط ومثالي للنظرية والتطبيقات في هذا المجال. منحنيات ملء الفراغ هي خلاصة كبيرة للمنحنيات المتشابهة ذاتيًا والتي وصفها (جوزيبي بيانو وديفيد هيلبرت) في 1890-1891. من الأمثلة الأخرى للمجموعات المتشابهة ذاتيًا منحنى كوخ الذي اكتشفه (هيلج فون كوخ) في عام 1904 وسجادة سيربينسكي التي قدمها (واكلاف سيربينسكي) في عام 1916. اكتسبت مجموعات جوليا أهمية في توليدها باستخدام ديناميكيات الوظيفة التكرارية. تم اكتشافها من قبل (غاستون جوليا وبير فاتو) في 1917-1919، حيث درسوا بشكل مستقل تكرار الوظائف العقلانية في المستوى المعقد (Akhmet, M, 2019, p. 1).
2. عدم الانتظام والتعقيد: الكسريات الهندسية عادة ما تمتلك حدوداً غير منتظمة واشكالاً غاية في التعقيد. وعدم الانتظام والتعقيد هذا غالباً ما ينشأ من تطبيق خوارزمية تكرارية محددة. ومع تقدم التكرارات تصبح الاشكال غير منتظمة ومعقدة بشكل متزايد، وكلما زاد التكرار زاد عمق انتظام النموذج (Falconer, K., 2003).
3. البعد الكسري: علمنا ثلاثي الأبعاد، حيث النقطة لها بعد صفر، والخط له بعد واحد، والمربع له بعدين، والمكعب له ثلاثة ابعاد. اما البعد الكسري فهو "قياس رياضي لدرجة تعرج وتموج ملمس الشيء الظاهر ويوفر قياسات كمية تمزج بين النسق والمفاجئة في التكوين الإيقاعي. وكتعبير عن درجة الخشونة والتي تعني مدى النسيجية التي يمتلكها الشكل، ويظهر مدى سرعة طول الزيادات الكسرية من تكرارية واحدة إلى أخرى ويعبر عن الترابط بين مختلف المقاييس التدرجية" (Al-Akkam & Al-Muqarram, 2011, p. 2).
4. الفوضى: يمكن تعريف الفوضى بشكل عام على أنها سلوك غير دوري طويل الأمد في نظام حتى يُظهر اعتماداً حساساً على الظروف الأولية (Kellert, S., 1994). أشارت العديد من الأبحاث إلى أنه يمكن ملاحظة وجود علاقة وثيقة بين الفوضى والهندسة الكسورية. يمكن ملاحظة ذلك، على الفور، في ديناميكيات تكرار Fatou-Julia المستخدمة لإنشاء مجموعات Julia وMandelbrot حيث قد يكون لنقطتين متجاورتين في المجال قريبتين من الحدود سلوك مختلف تماماً. وهذا ما يمثل الحساسية في الهياكل الكسورية. إذ تخبرنا الفوضى عن حالة عدم انتظام وتباعد المسارات التي تعتمد على طبيعة الديناميكيات، في حين يمكن استخدام المفهوم الكسري لدراسة الهياكل الهندسية المعقدة. لذلك، فإن الارتباط بين الفوضى والكسريات يكون أكثر وضوحاً عند استخدام البعد الكسري لقياس مدى ملء المسار لمساحة الطور الخاصة به. بمعنى آخر، البعد الكسري للمدار في فضاء الطور يعني وجود جاذب غريب (Moon, F., 1992).

## 3.2.2 التعقيد اللانهائي

ينطلق التعقيد بمفهومه من الخاصية أو السمة التي "تميز سلوك نظام أو نموذج تتفاعل مكوناته بطرق متعددة وتتبع القواعد الخاصة بالنظام نفسه، مما يعني أنه لا توجد تعليمات أعلى لتحديد التفاعلات المختلفة الممكنة" (Johnson, S., 2001, p. 19). وهو "نظرية الوصول إلى التنظيم الطبيعي عبر تفاعل الأجزاء متعددة عن التوازن. ويستخدم المصطلح عموماً لوصف شيء ما بأجزاء كثيرة حيث تتفاعل تلك الأجزاء مع بعضها الآخر بطرق متعددة، وبلغت ذروتها بترتيب ظهور أعلى من مجموع أجزائه. إن دراسة هذه الروابط المعقدة على مستويات مختلفة هي الهدف الرئيس لنظرية الأنظمة المعقدة" (Zayed, et al, 2010, p. 2809). وما يعنينا هنا، ليس التعقيد بمفهومه العام، وإنما التعقيد بصورته اللانهائية والمستمرة في التشكل والتراكب والتداخل والتكرار، وهو مصطلح نعني به كما أوضحنا في التعريف الإجرائي بأنه ناتج عن التكرار والتشابه اللانهائي للأشكال نتيجة للتفاصيل اللامحدودة الموجودة في الاشكال الكسرية. إذ أن هذه الاشكال الكسرية تظهر تشابها ذاتيا بين عناصرها عبر مقاييس مختلفة ويستمر هذا التشابه الى ما لا نهاية. "فالتعقيد ليس بناء محدد بشكل موحد. يسمي البعض الأنظمة معقدة للإشارة إلى مجموعة واسعة من الطرق التي يمكن للأنظمة المفتوحة أن تتفاعل بها مع بيئتها" (Kauffman, S. A., 1993). ومن جانب آخر، "يرتبط

التعقيد اللانهائي بالبعد الكسري غير الصحيح، إذ أن البعد الكسري يتجاوز الأبعاد الإقليدية، على وفق بعد يتجاوز أبعاد الطول والعرض والعمق" (Falconer, K., 2003).

فالتعقيد هي الكيفية التي تتحقق فيها الأنظمة التصميمية بواسطة تفاعل العناصر مع بعضها بعيداً عن التوازن وبانسيابية وحركة غير بسيطة لتتمحور بين النظام والفوضى، فينتج تفاعل بشكل خلاق أو تشعب بطريقة جديدة لا خطية وتولد أنظمة جديدة من خلال التغذية الاسترجاعية للمصمم. وللتعقيد جوانب متعددة أساسية يقوم عليها (Charleston, A, 2005, p. 136):

1. التميز: الذي يشير إلى التنوع وعدم التجانس والسلوك المختلف الأجزاء.
2. الارتباط: وتشير إلى أن الأجزاء المختلفة لا تكون مستقلة عن بعضها، وأن عنصر الجزء الواحد يسهم في تكوين الملامح الخاصة للأجزاء الأخرى.

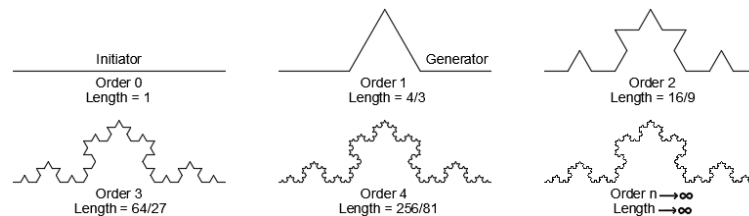
أن التصميم المعقد وما تحويه من خطوط متنوعة وتكرارات وتوترات شكلية، تضفي على المشهد البصري صفة جمالية، بما تقدمه من وفرة في التفاصيل عبر العناصر المنحنية والخطوط المائلة. وهذه التعقيدات بدورها تعطي إثارة بصرية أكثر لتزيد من اهتمام المتلقي جمالياً.

وعلى وفق المفاهيم المقدمة حول التعقيد، وانطلاقاً من الطروحات حول مفهوم الهندسة الكسرية وخصائصها الشكلية والتركيبية، فإن التعقيد اللانهائي يمكن أن نوضحه ضمن نطاق الظواهر الشكلية والهندسية بأنه "مصطلح يصف التفاصيل اللامحدودة والتكرارية والمستمرة في التكرار والتعقيد والموجودة في الأشكال الهندسية والتي تعرف باسم الكسريات" (Falconer, K., 20032). إذ تظهر هذه الأشكال الكسرية تفاصيل وتراكيب تكرارية متشابهة ومستمرة في التشكل عند حالات التقريب نحو العمق الشكلي مما يظهر تفاصيل وأنماط شكلية لا نهائية تستمر في التكرار والتشابه إلى ما لا نهاية. كما يرتبط التعقيد اللانهائي بالبعد الكسري غير الصحيح، وهو بعد ناتج عن عدم الانتظام المستمر والمتكرر واللانهائي لحدود الشكل، مما ينتج عنه حالة من الثراء الشكلي المعقد والذي يتحدى الأنماط الشكلية المتعارف عليها.

#### 4.2.2 السمات الشكلية للتعقيد اللانهائي ضمن أطر الأنماط التصميمية

غالباً ما تتسم الأنماط الشكلية في تصميم الأقمشة والأزياء، بأنها أنماط مقننة أي كانت طبيعتها (عضوية أم هندسية)، فهي عادة تكون محسوبة ومحدودة التفاصيل وتتسم بالبساطة الشكلية أي كانت درجة تعقيدها. أما الأشكال الكسرية فهي أشكال ذات أنماط تركيبية تميز نفسها عن الأشكال المتعارف عليها من خلال مفهوم التعقيد اللانهائي والتشابه والتكرار والتفاصيل المكررة (العودية) وحدودها الخشنة وغير المحدودة. مما يوفر قيم جمالية ناتجة عن التعقيد اللانهائي بخصائص تتميز بتراكيبها الأسرية. وهذه الأنماط الشكلية تتميز بالتالي:

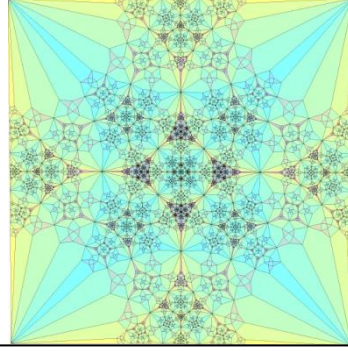
1. العمق والتفاصيل اللانهائية: تحدد الهندسة الكسورية الأشكال بقواعد مختلفة عن تلك الموجودة في الهندسة الإقليدية. في الهندسة الكسورية، يتم إنشاء الشكل في خطوتين: أولاً عن طريق وضع قاعدة حول كيفية تغيير شكل معين (عادةً ما يكون هندسيًا كلاسيكيًا). ثم يتم تطبيق هذه القاعدة على الشكل مرارًا وتكرارًا، حتى اللانهاية (Ramesh, K, 2020, p. 38). (شكل 1).



شكل (1) يوضح منحنى كوخ وطريقة تكوينه والتفاصيل اللانهائية المتولدة من التكرار والذي ينتج بدوره عمقا لانهائيا للتفاصيل الشكلية. (Ramesh, K, 2020, p. 38)

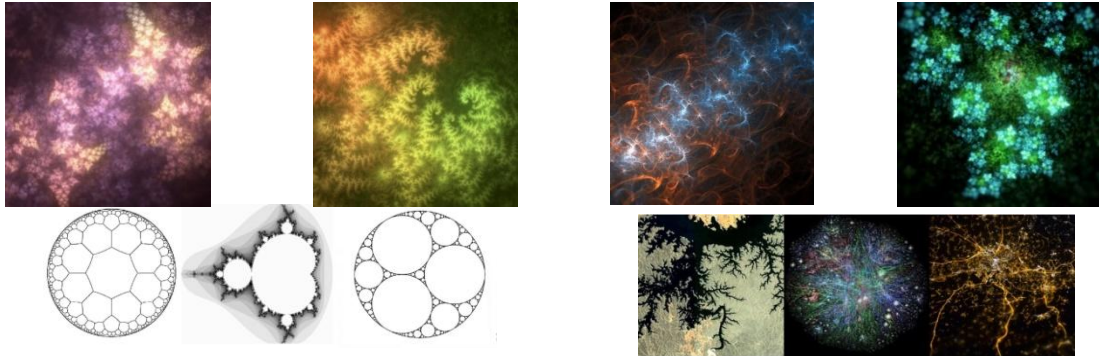
وبعد التكرار لعدد لا نهائي من المرات، يتم إنتاج الشكل الكسري. وعند اكتمال الشكل الكسري بصورته النهائية فإن عملية التقريب نحو داخل الشكل (العمق) تكشف عن تفاصيل أكثر تعقيدا وبلانهاية، مما يجعلها أنماطا تملك جاذبية بصرية ناتجة عن تعقيدها اللانهائي (شكل 2).





شكل (2) التكرار والتفاصيل اللانهائية للشكل الكسري في التكوينات الفنية  
<https://medium.com/@adinasocaci.simona/fractals-a-mathematical-and-technical-exploration-of-infinite-complexity>

2. الجاذبية البصرية: العالم الطبيعي مليء بالحدود الخشنة، وعدم التناسق، والتفاعلات المعقدة، والعمق الكبير للحجم. يمكن للفركتلات وغيرها من أشكال الأنماط العودية أن توفر صوراً غنية، ليس فقط في العالم الطبيعي الحقيقي، ولكن أيضاً في الأشكال التصميمية والأنماط الفنية. على وجه الخصوص، يمكن لهذه الأنماط الرياضية في كثير من الأحيان توفير أشكال أكثر طبيعية وأشكال هيكلية ثلاثية الأبعاد (Della-Bosca, et al, 2014). إذ أن الأشكال الكسرية تجذب المتلقي إلى طبيعة نمطها المعقدة واللانهائية في رحلة بصرية. فالقدرة على التقريب واستكشاف أنماط جديدة وأخرى غيرها إلى ما لا نهاية من التركيب الشكلي غير المنتظم والمتعرج والتفاصيل المعقدة للأنماط الشكلية (شكل3)، يثير إحساساً بالتعجب والدهشة والاستكشاف لدى المتلقي مما يعزز من الجاذبية البصرية للأنماط ويعزز من انجذاب المتلقي نحو الأشكال الكسرية.



شكل (3) يوضح الجاذبية البصرية للتعقيد اللانهائي في بعض الأشكال الكسرية  
<https://www.voidvisuals.com/fractal-patterns>

3. الجماليات غير التقليدية: يتميز الشكل الكسري بأنه شكل هندسي مجزأ يمكن أن ينقسم إلى عدد لا نهائي من النسخ المصغرة للشكل بأكمله. ويتكون الشكل الكسري من عدد لا نهائي من التكرارات (Attia, D, 2020). يتم إنشاء الفركتلات من خلال تكرار لا نهائي لعملية بسيطة ويجسد مظهرها التعقيد الهيكلي للأنظمة الديناميكية التي تقوم بإنشائها (Viengkham, et al, 2019, p. 2). إذ أن هذه الخصائص الشكلية توفر بعداً جمالياً يختلف عن القيم الجمالية التي تعرضها الأنماط التقليدية. فالتعقيد والتشابه والتكرار المستمر وتجدد الأنماط بالتقريب المستمر، تنتج قيماً جمالية غنية تتجاوز الأطر المتعارف عليها من الجماليات التقليدية (شكل4).



شكل (4) يوضح الجماليات غير التقليدية للأنماط الشكلية الكسرية  
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=561559741194559&set=pb.100072044062211.-2207520000>

4. الاستلهم من الطبيعة: تتميز الطبيعة بنوع معين من الهندسة الإحصائية، يختلف عن الهندسة الإقليدية، وتسمى الهندسة الكسورية. تشير الأبحاث الوفيرة في علم النفس البيئي إلى أن البشر يحتاجون إلى مقاييس كسورية، وأنماط غنية، وطبقات مكانية، وأشكال هندسية متشابهة نموذجية للطبيعة. ومن وجهة نظر تطورية، يمكننا أن نجرؤ على افتراض أن البشر ينجذبون غريزيًا إلى السمات الكسورية لقيمتهم في البقاء (Kellert. & Calabrese, 2015). في السياق المعاصر، الموطن الجيد هو الموطن الذي يمكن للناس أن يعملوا فيه بإمكاناتهم المثلى. وبالتالي، عندما يتم تطبيق علامة الطبيعة المميزة للتعقيد والنظام على الهندسة تصميم الأقمشة والأزياء، فإن النتيجة هي نتاجات ومواد جديدة ومغذية ومرضية. إذ أن هذا الارتباط بالطبيعة يضيف عمقا الى قيمة تصميم القماش والزي وتثير الحساسية للأشكال والجماليات العضوية من خلال خلق حالة من الانسجام بين العاصر الإحصائية الرياضية والأشكال الطبيعية.

5. السرد: هو نسيج اللغة المرئية الذي يقدم لنا صيغ التواصل في إدراك المواضيع والمفاهيم التي يتعامل معها المصمم الداخلي على وفق المتوافقات والمتنافرات ضمن العملية التصميمية بما يمدنا بعلاقات حيوية تتفاعل فيما بينها لتحقيق حدث دراماتيكي حيوي تتمحور عليه التكوينات الشكلية ومضامينها الدلالية مع الإعتبارات الوظيفية فضلا عن الملائمة وحبكها في لغة حسية تؤسس لحوارية فاعلة مع مستخدم القماش أو الزي (Abdel Razzaq, H, 2014, p. 6). إذ أن الطبيعة المعقدة للأشكال الكسرية يمكنها أن تنقل القصص والمعاني وأرسال الرسائل الضمنية. إذ أن التكرار اللامتناهي يمكن أن يستخدم في نقل معاني مختلفة يتحدد كل منها في دور محدد من رواية القصة أو الموضوع المراد، ففضلا عن اغنائها للمعنى الذي يعرضه القماش أو الزي فإن الأشكال الكسرية يمكنها أن تضيف قيمة جمالية غنية ومرضية بصريا.

#### الفصل الثالث: إجراءات البحث

1.3 منهجية البحث: اعتمد الباحث المنهج الوصفي (دراسة الحالة) من أجل اختيار دراسات حالة محددة تملك الخصائص والمتغيرات التصميمية التي تحاكي التعقيد اللانهائي من أجل النماذج المختارة والتوصل إلى هدف البحث.

2.3 مجتمع البحث: تحدد مجتمع البحث بمجموعات ثلاث من المصممين العالميين والمتمثلين في: (أيريس فان هيربين) في مجموعتها (Voltage) لعام 2015 والتي بلغ عددها (11) انموذجا. و (الكسندر ماكوين) في مجموعته لعام 2009 والمسماة (Plato's Atlantis) والتي بلغ عددها (45) انموذجا. و (ايسي مياكي) في مجموعته لعام 2010 والمسماة (Issey Miyake's 132 5) والتي بلغ عددها (4) نماذج. ومن ثم، فإن المجموع الكلي لمجتمع البحث بلغ (60) انموذجا.

3.3 عينة البحث: عمد الباحث إلى اختيار عينة قصدية من مجتمع البحث بمقدار (3) نماذج، باختيار انموذجا واحدا ممثلا لكل من المصممين الذين شملهم مجتمع البحث، وبنسبة مئوية بلغت 5% من المجتمع الكلي. وقد تم اختيار نماذج العينة القصدية للأسباب التالية:

1. احتوائها على متغيرات تصميمية تمثل موضوع البحث (التعقيد اللانهائي).
2. تناسبها مع متغيرات الهندسة الكسرية.
3. اختلافها عن مثيلاتها من مجتمع البحث.



4.3 أداة البحث: عمد الباحث الى تصميم استمارة لتحليل نماذج العينة (ملحق 1) شملت المحاور الفرعية والرئيسية والتي تم استنباطها من الأطر النظرية التي تم عرضها.

5.3 الوسائل الحسابية: تم اعتماد معادلة النسبة المئوية لاستخراج نسب تحقيق محاور التحليل في تصميم النماذج، وكذلك

$$\text{تحديد نسبة العينة المستخرجة من مجتمع البحث. وكالتالي: النسبة المئوية} = \left( \frac{\text{اجمالي النماذج المختارة}}{\text{اجمالي عدد النماذج}} \right) \times 100$$

### 6.3 وصف وتحليل عينة البحث

#### 1.6.3 الانموذج (1) فستان ندفة الثلج ثلاثي الابعاد

أولاً: الوصف



| ت | الوصف       | التوصيف                        |
|---|-------------|--------------------------------|
| 1 | اسم الفستان | فستان ندفة الثلج ثلاثي الابعاد |
| 2 | المصمم      | ايريس فان هيربين               |
| 3 | سنة الانتاج | 2015                           |
| 4 | المادة      | اللداين الضوئية/ الشيفون       |
| 5 | اللون       | الأبيض والاسود                 |

### ثانياً: التحليل

#### 1. خصائص الهندسة الكسرية

##### أ. التشابه الذاتي

ظهرت المفردات الشكلية الثلاثية الابعاد والمكونة للموضوع الأساس للانموذج بخصائص تشابه ذاتي، تنطلق من الخاصية الأساسية للهندسة الكسرية. اذ ان المفردة الأساسية والمشابهة لشكل ندفة الثلج، تم تكرار عناصرها الأساسية بشكل مشابه لكن بتداخل ثلاثي الابعاد مما كرر تركيبة العنصر الأساسية والانتقال به من التركيب الثنائي الابعاد الى تركيب ثلاثي الابعاد نقل تصميم الوحدة الى مستوى من الحركة والتقييد في تركيب المفردة الواحدة. مما ساهم في تحقيق تعقيد لانهائي لتكوين المفردة وإمكانية نموها لتصبح أكثر تعقيداً. وهي خاصية تمنح تصميم القماش والزي بعداً غنياً في تفاصيله التكوينية وفي قيمه الجمالية التي تجاوزت اطر الجماليات المتعارف عليها.

##### ب. عدم الانتظام والتعقيد

تمثل حالة تمظهر الانموذج بمفرداته الشكلية ثلاثية الابعاد وتركيبية المفردة الواحدة والتسي تضم اعداداً متباينة ومختلف التنظيم عن بعضها الآخر بانها مطبقة لخاصية عدم الانتظام في تكوين المفردة الواحدة. اذ ان كل مفردة تحمل عدداً مختلفاً من الالياف اللدائنية الضوئية، فضلاً عن اختلاف كل مفردة عن الأخرى وتوزيعها المتباين على مساحة الانموذج، منحه تعقيداً لانهائياً مرتبطاً بخصائص عدم الانتظام، والتي تتيح تكوين طبقات من عدم الانتظام والتعقيد قائم على اختلاف بني التنظيم في كل جزء من أجزاء الانموذج.

##### ج. البعد الكسري

تمثل الخاصية التكوينية لبعد ندفة الثلج بانها ثنائية الابعاد، الا ان تصميم الانموذج تجاوز حدودية التكوين الثنائي الابعاد الى مستوى من التركيب الثلاثي الابعاد، عبر التحرك بخطوط المفردة الأساسية المكونة للانموذج الى بعد ثلاثي خشن ومتعرج ولا يحوي على انتظام محدد في تكوين المفردة الواحدة وانما انطلق الى تكوينات ثلاثية متباينة في اتجاهاتها الثلاثية الابعاد ومتباينة في اطوالها. مما زاد من كثافة العناصر المكونة للمفردة وزيادة تعقيدها وعدم انتظامها. اذ منح البعد الكسري الانموذج على مستوى التكوين الكلي تركيباً ثلاثي الابعاد واتجاهات مختلفة وصورة نهائية خشنة ومتعرجة.

### د. الفوضى

ولدت العناصر الانظامية لتكوين المفردة الأساسية المتمثلة بتشكيل ندفة الثلج وتوزيعها غير المتماثل لعناصرها وكذلك لتوزيع المفردة على بنية الانموذج حالة من الفوضى التي ولدت تكوينا ذو قيم تركيبية غنية وقيما جمالية غير تقليدية. اذ ان كافة العناصر المستخدم في تكوين الانموذج والأسلوب الذي نظمت به، لم يحوي على تماثل وانما كان تنظيما عشوائيا زاد من قيمة الانموذج التصميمية والجمالية.

### 2. متغيرات التعقيد اللانهائي

#### أ. التميز

كان لاستخدام التكوينات الثلاثية الابعاد في تكوين المفردة الأساسية للانموذج، واستخدام خصائص التعقيد والتنوع في الحجوم والانظامية في عناصر المفردة والتوزيع الخاص بالمفردة على السطح الكلي للانموذج، دورا مهما في تحقيق حالة التميز في تصميم الانموذج. اذ ان هذه الخصائص الشكلية منحت التصميم سمة فريدة ميزته عن الألبسة الأخرى مما خلق حالة من الفريدة في التصميم.

#### ب. الارتباط

تمثل خصائص الانموذج من تكوين المفردة الواحدة وعناصرها المختلفة والمتمايزة في الحجوم والاتجاهات، وحالات توزيع المفردة على تصميم الانموذج، بانها كانت على وفق حالة من الترابط الشكلي والحجي واللوني بين العناصر مما ولد وحدة موضوعية منحت الانموذج طابعه الخاص وعززت من فكرته النهائية في توليد التعقيد اللانهائي.

### 3. السمات الشكلية للتعقيد اللانهائي

#### أ. العمق والتفاصيل اللانهائية

تصميم الانموذج يقدم عمقا لا نهائيا وتفاصيل ذات تعقيد لا نهائي، من خلال العناصر المستخدمة في تكوين المفردة الأساسية المنطلقة من تصميم ندفة الثلج وحالتها الى تصميم ثلاثي الابعاد عبر متغيرات العمق والارتفاع، فضلا عن العناصر التي تكاد تكون لانهائية وذلك انطلاقا من تكرار الشكل واختلاف الحجوم. فضلا عن ان توزيع المفردة الأساسية على سطح الانموذج ولد تعقيدا لانهائيا عبر متغيرات التوزيع الانظامي والتركيب الفوضوي في بنيته النهائية مما ولد قيما غنية من التفاصيل وعمقها الشكلي والتعبيري.

#### ب. الجاذبية البصرية

كان لتصميم الانموذج جاذبية بصرية نتجت عنا استخدام التكرارات التي تبدو لانهائية وتحقيق تنوعا بصرية عبر متغيرات المفردة الثلاثية الابعاد وحجومها وعناصرها المتباينة في الاطوال والحجوم، فضلا عن التوزيع الانظامي للمفردة في تكوين الانموذج. اذ ان هذه المتغيرات ولدت تنوعا في القراءات البصرية وتنوعا في التأثيرات التي تولدها العناصر مما حقق جاذبية بصرية عالية ناتجة عن الفريدة التي ظهر بها الانموذج على مستوى الكل والاجزاء.

### ج. الجماليات غير التقليدية

ظهر الانموذج بمتغيرات تركيبية وابعاد تصميم تجاوزت اطر التكوين الثنائي الابعاد في تصميم الاقمشة والازياء، الى ابعاد ثلاثية على مستوى التكوين المحدد للقماش. فضلا عن ان البنى التكوينية للمفردة الأساسية المكونة لتصميم الانموذج، كانت ذات متغيرات شكلية تتجاوز اطر المتعارف عليه من التكوين الشكلي. اذ ظهرت المفرد عبر خصائص تصميمية تحمل سمات اللانظام والعشوائية والفوضى المقننة، مما منح تصميم الانموذج قيما جمالية غير تقليدية ناتجة عن السمات غير التقليدية التي ظهر بها الانموذج.

### د. الاستلham من الطبيعة

اعتمد تكوين المفردة الأساسية للانموذج على استلham المتغيرات التكوينية لندفة الثلج، والتي تمثل احد العناصر الأساسية للهندسة الكسرية وتمثل استلhamا من الطبيعة يعكس ماهية التعقيد اللانهائي. اذ ان الاستلham من الطبيعة لندفة الثلج كان على وفق استلham العناصر الأساسية لها وتجريدها على وفق الخصائص الأساسية المكونة لها، والانطلاق في تكوينها الى تراكيب ثلاثية

الابعاد زادت من حجم التكوين الأساسية وعززت من صفات الكسرية والتعقيد اللانهائي بزيادة قيمة التكرار والتنوع والاختلاف في الحجم والاتجاه مما عزز ن سمة التعقيد اللانهائي في تصميم النموذج.

#### هـ. السرد

تمثلت خصائص السرد في تصميم النموذج عبر متغيراته الشكلية وتركيباته البنائية والتي حملت معاني متعددة تنطلق من التنوع والاختلاف والفوضى التعقيد الذي يظهر به تصميم النموذج. اذ ان بنية المفردة المكونة للنموذج يحمل معنى معبر عن ارتباط النموذج بالطبيعة. فضلا عن ان البنية الحادة للمفردة واتجاهاتها الثلاثية الابعاد تعطي معاني حول قيمة التجريد والتعبير الفني والمولد لمفاهيم تنسم بالحدة والبرودة. كما ان بنية التكوين ولدت بنية سردية خاصة بالمعاصرة والتطور التكنولوجي وتطور المفاهيم والابعاد التصميمية لتصميم الاقمشة والازياء.

### 2.6.3 النموذج (2) فستان الابداعات الكونية

#### أولاً: الوصف

| ت | الوصف       | التوصيف                     |
|---|-------------|-----------------------------|
| 1 | اسم الفستان | فستان الابداعات الكونية     |
| 2 | المصمم      | اليكسندر ماكوين             |
| 3 | سنة الانتاج | 2010                        |
| 4 | المادة      | المخمل/ الشيفون/ احجار وخرز |
| 5 | اللون       | ازرق بانغام متعددة, اسود    |

#### ثانياً: التحليل

##### 1. خصائص الهندسة الكسرية

##### أ. التشابه الذاتي

ظهرت حالات التشابه الذاتي في تصميم النموذج عبر متغيرات التكوين الشكلي المموج والمشابه لأمواج المحيطات، والذي انطلق من السمة الأساسية للهندسة الكسرية. فضلا عن ان استخدام اللائ البيضاء على جانبي النموذج وعلى الاكتاف ولد حالة من التشابه الذاتي في تحديد المفردات وتوزيعها على البنية الأساسية للنموذج.

##### ب. عدم الانتظام والتعقيد

ظهرت خاصية التعقيد في تصميم النموذج عبر المتغيرات الشكلية المستعارة من أمواج المحيطات والتي كونت الجزء السفلي من النموذج، وكذلك في العناصر الخاصة باللؤلؤ الأبيض والذي كون تراكيب معقدة منحت النموذج صفة التعقيد. الا ان خاصية عدم الانتظام لم تظهر في تصميم النموذج، وذلك للمتماثل الظاهر في توزيع العناصر من المفردات المكونة للجزء السفلي وتنظيم اللائ على الجانبين والاكتاف كانت موزعة بشكل نظامي في تصميم النموذج، مما قلل من صفة عدم الانتظام.

##### ج. البعد الكسري

تمثلت خاصية البعد الكسري في تكوين النموذج عبر التركيبات الثلاثية الأبعاد والمتمثلة بالتشكيلات القماشية التي كانت مماثلة لأمواج المحيط وكذلك التشكيلات المكونة من اللؤلؤ الأبيض والتي مثلت أيضاً تكوينات ثلاثية الأبعاد وهذا انتقل التصميم الخاص بالنموذج من البعد ثنائي للأبعاد إلى البعد الثلاثي مما منحه خاصية تربط النموذج بخصائص الهندسة الكسرية. مما زاد من كثافة العناصر المكونة للمفردة وزيادة تعقيدها وعدم انتظامها. اذ منح البعد الكسري النموذج على مستوى التكوين الكلي تركيباً ثلاثي الابعاد وباتجاهات مختلفة وصورة نهائية خشنة ومتعرجة.

##### د. الفوضى

لم تتحقق خاصية الفوضى في تصميم النموذج وذلك لأن العناصر المستخدمة في تكوينه كانت موزعة بشكل نظامي وعلى وفق تكوينات محققة لحالة النظام المتماثل من خلال توزيع العناصر على المحور الوهمي العامودي على جانبي النموذج في تكويناته

كافة إلا أن هناك بعض العناصر المحققة لحالة الفوضى والناجمة عن التكوين القماشي والممثل لأمواج المحيط والتي كانت بحالة عشوائية نوعاً ما ولكنها كانت أيضاً ضمن تكوين نظامي محدد ومقنن.

## 2. متغيرات التعقيد اللانهائي

### أ. التميز

تحققت حالة التميز في تصميم الأنموذج عبر المتغيرات المستخدمة في تكوينه والمتمثلة بتكوينات قماشية، ثلاثية الأبعاد، والتي أخرجت الأنموذج من تكويناته ثنائية الأبعاد إلى تكوينات ثلاثية الأبعاد منحته ميزة وخاصة ميزته عن النماذج الأخرى، والتي عادة ما تكون بتنظيمات أو تركيب ثنائية الأبعاد، فضلاً عن استخدام اللؤلؤ الأبيض في توزيعات معينة وفي تكوين نظامي على الأكتاف وعلى جانبي الخصر منحه أيضاً ميزة وفردة ميزته عن النماذج الأخرى.

### ب. الارتباط

ظهر الأنموذج بتراكيب ثنائية الأبعاد وثلاثية الأبعاد متمثلة بالتكوينات اللونية التجريدية في منطقة الصدر وتكوينات ثلاثية الأبعاد في المنطقة السفلية من الأنموذج فضلاً عن اللؤلؤ والأبيض المستخدم والتي كانت عبر تكوينات مترابطة حققت حالة الترابط فيما بينها من خلال الوحدة الموضوعية والفكرة الأساسية للأنموذج والتي تمثلت في إيجاد صيغ من التركيب الذي كان محققاً لحالة الترابط عبر متغيراته الأساسية انطلاقاً من الفكرة الأساسية والوحدة الموضوعية.

## 3. السمات الشكلية للتعقيد اللانهائي

### أ. العمق والتفاصيل اللانهائية

يقدم تصميم الأنموذج عمقاً وتفاصيل لا نهائية ذات تعقيد جزئي، إلا أنه لم يمثل تعقيداً لانهائياً، من خلال العناصر المستخدمة في تكوين الأنموذج المنطلقة من الاستعارة لأمواج المحيطات وحالتها إلى تصميم ثلاثي الأبعاد عبر متغيرات العمق والارتفاع، فضلاً عن أن العناصر المستخدمة في تكوين تنورة الأنموذج والتي تم استلهاها من أمواج المحيطات كانت على وصف عناصر تمثل العمق والتفاصيل اللانهائية إلا أنها لم تمثل التعقيد اللانهائي من خلال استخدام عمليات التكرار الشكلي والاختلاف في الحجم والانطلاق في تصميم الأنموذج على وصف متغيرات ثلاثية الأبعاد فضلاً عن توزيع العناصر سواء خاصة بتنورة الأنموذج أو التراكيب الممثلة باللؤلؤ الأبيض وتوزيعها على جانبي الأنموذج وفي منطقة الأكتاف كانت وفق تناظر نظامي لم يمثل التفاصيل اللانهائية ولا التعقيد اللانهائي

### ب. الجاذبية البصرية

تم تحقيق جاذبية بصرية ملفتة في تصميم النموذج من خلال استخدام تكرارات غير محدودة وتنوع ثلاثي الأبعاد، مع تغيرات بارزة في الأحجام والأطوال وتوزيع غير منتظم للعناصر. هذه التفاصيل أضفت تنوعاً لا محدود في الرؤى البصرية وتأثيرات فريدة، مما أدى إلى جاذبية بصرية فريدة على مستوى الكل والأجزاء.

### ج. الجماليات غير التقليدية

ظهر الأنموذج بمتغيرات تركيبية وإبعاد تصميم تجاوزت أطر التكوين الثنائي الأبعاد في تصميم الاقمشة والأزياء، إلى إبعاد ثلاثية على مستوى التكوين المحدد للقماش. فضلاً عن أن البنى التكوينية للمفردات الأساسية من العناصر الثلاثية في جزء التنورة واللألي البيضاء والأنماط الشكلية الخاصة بالقماش المكونة لتصميم الأنموذج، كانت ذات متغيرات شكلية تتجاوز أطر المتعارف عليه من التكوين الشكلي. إذ ظهرت المفردات عبر خصائص تصميمية تحمل سمات عدم الانتظام والعشوائية والفوضى المقننة، مما منح تصميم الأنموذج قيمة جمالية غير تقليدية ناتجة عن السمات غير التقليدية التي ظهر بها الأنموذج.

### د. الاستلهاً من الطبيعة

تم استلهاً المتغيرات التكوينية لأمواج المحيطات، والتي تمثل أحد العناصر الأساسية للهندسة الكسرية وتمثل استلهاً من الطبيعة يعكس ماهية التعقيد اللانهائي. إذ أن الاستلهاً من الطبيعة لأمواج المحيطات والتوظيف المباشر للآلي كان على وفق استلهاً العناصر الأساسية لها وتجريدها على وفق الخصائص الأساسية المكونة لها، والانطلاق في تكوينها إلى تراكيب ثلاثية الأبعاد زادت من حجم التكوين الأساسية وعززت من صفات الكسرية والتعقيد اللانهائي بزيادة قيمة التكرار والتنوع والاختلاف في الحجم والاتجاه مما عزز من سمة التعقيد اللانهائي في تصميم الأنموذج.

**هـ. السرد**

تمثلت خصائص السرد في تصميم الانموذج عبر متغيراته الشكلية وتركيباته البنائية والتي حملت معاني متعددة تنطلق من التنوع والاختلاف والفوضى والتعقيد الذي يظهر به تصميم الانموذج. اذ ان بنية المفردة المكونة للانموذج يحمل معنى معبر عن ارتباط الانموذج بالطبيعة. فضلا عن ان البنية المتموجة للمفردة واتجاهاتها الثلاثية الابعاد تعطي معاني حول قيمة التجريد والتعبير الفني والمولد لمفاهيم تتسم بالمرونة والانسيابية. كما ان بنية التكوين ولدت بنية سردية خاصة بالمعاصرة والتطور التكنولوجي وتطور المفاهيم والابعاد التصميمية لتصميم الاقمشة والازياء.

**3.6.3 الانموذج (3) فستان الاوريجمي****أولاً: الوصف**

| ت | الوصف       | التوصيف                       |
|---|-------------|-------------------------------|
| 1 | اسم الفستان | فستان الاوريجمي               |
| 2 | المصمم      | ايسي ميكي                     |
| 3 | سنة الانتاج | 2010                          |
| 4 | المادة      | قماش الشيفون والدينيم         |
| 5 | اللون       | اسود وازرق، واخضر مصفر، واحمر |

**ثانياً: التحليل****1. خصائص الهندسة الكسرية****أ. التشابه الذاتي**

تم تصميم الأنموذج من جانبيه الأمامي والخلفي بتراكيب هندسية بشكل طبقات متدلية فوق بعضها الآخر حقق تشابها ذاتيا عبر اختيار الشكل المثلث ليكون تكوينات ثلاثية الأبعاد تمثل أنماط هرمية متشابهة في صيغها التركيبية مما خلق حالة من التشابه الذاتي في المفردة الأساسي المكونة للأنموذج أما على الجانب الأمامي للأنموذج فنرى أن هناك طبقات تمثل تركيبات موجية في منطقة الصدر تلمها تراكيب مثلثة الشكل هرمية تكون تركيبات ثلاثية الأبعاد أيضا تكون تشابها ثلاثيا وعلى الجانب الأيسر من الأنموذج نرى أن هناك أيضا تركيب ثلاثية الأبعاد بشكل تراكيب هرمية مثلث المفردة الأساسية للأنموذج وكونت نوعا آخر من التشابه الذاتي.

**ب. عدم الانتظام والتعقيد**

ظهرت خاصية التعقيد في تصميم الانموذج عبر المتغيرات الشكلية المستعارة من الشكل المثلث والتي كونت الجزء السفلي من الانموذج وكذلك الجزء الخلفي بطبقاته المتعددة، وكذلك في العناصر الخاصة بالجانب الايسر من الانموذج والذي كون تراكيب معقدة متباينة في تراكيبها عن بعضها الآخر وعن التراكيب المثلثة للتكوين العام للانموذج، مما منح الأنموذج صفة التعقيد اللانهائي والمستمر نتيجة للتحويلات والتغيرات في العناصر المرئية. فضلا عن خاصية عدم الانتظام والتي نتجت عن التوزيع غير النظامي للمفردة الأساسية واختلافها عن التراكيب الأخرى في منطقة الصدر وعلى الجانب الايسر من الانموذج والتي اتسمت بعدم الانتظام والمفاجأة في تغييراتها البنائية.

**ج. البعد الكسري**

تمثلت خاصية البعد الكسري في تكوين الانموذج عبر التركيبات الثلاثية الأبعاد والمتمثلة بالتشكيلات القماشية التي كانت مماثلة للشكل المثلث والتي مثلت أيضاً تكوينات ثلاثية الأبعاد وبهذا انتقل التصميم الخاص بالأنموذج من البعد ثنائي للأبعاد إلى البعد الثلاثي مما منحه خاصية تربط الانموذج بخصائص الهندسة الكسرية. مما زاد من كثافة العناصر المكونة للمفردة وزيادة تعقيدها وعدم انتظامها. اذ منح البعد الكسري الانموذج على مستوى التكوين الكلي تركيبا ثلاثي الابعاد وباتجاهات مختلفة وصورة نهائية خشنة ومتعرجة.



## د. الفوضى

تحققت خاصية الفوضى في تصميم النموذج انطلاقاً من تنوع وتراكب وتحول العناصر المستخدمة في تكوينه والتي توزعت بشكل لانظامي وعلى وفق تكوينات محققة لحالة الفوضى والنتيجة عن التكوين القماشي والممثل للشكل المثلث والتي كانت بحالة عشوائية غير مقننة منحت الانموذج صفة الفوضى.

## 2. متغيرات التعقيد اللانهائي

### أ. التميز

تحققت حالة التميز في تصميم النموذج عبر المتغيرات المستخدمة في تكوينه والمتمثلة بتكوينات قماشية، ثلاثية الأبعاد، والتي أخرجت النموذج من تكويناته ثنائية الأبعاد إلى تكوينات ثلاثية الأبعاد منحته ميزة وخاصية ميزته عن النماذج الأخرى، والتي عادة ما تكون بتنظيمات أو تركيب ثنائية الأبعاد، فضلاً عن استخدام الاشكال الهرمية الثلاثية الابعاد في توزيعات معينة وفي تكوين غير نظامي في منطقتي الامام والخلف مما منحه أيضاً ميزة وفردة ميزته عن النماذج الأخرى.

### ب. الارتباط

ظهر النموذج بتراكيب ثلاثية الأبعاد متمثلة بالتكوينات الهرمية للشكل المثلث وتكوينات موجية في منطقة الصدر وتكوينات عشوائية في الجانب الأيسر منه وتكوينات ثلاثية الأبعاد في المنطقة السفلية من النموذج والتي كانت عبر تكوينات مترابطة حققت حالة الترابط فيما بينها من خلال الوحدة الموضوعية والفكرة الأساسية للنموذج والتي تمثلت في إيجاد صيغ من التركيب الذي كان محققاً لحالة الترابط عبر متغيراته الأساسية انطلاقاً من الفكرة الأساسية والوحدة الموضوعية.

## 3. السمات الشكلية للتعقيد اللانهائي

### أ. العمق والتفاصيل اللانهائية

يقدم تصميم الانموذج عمقاً وتفصيل لا نهائية ذات تعقيد كلي مثل تعقيداً لانهائياً، من خلال العناصر المستخدمة في تكوين الانموذج المنطلقة من الاستعارة للشكل المثلث واحالتها الى تصميم ثلاثي الابعاد عبر متغيرات العمق والارتفاع، فضلاً عن أن العناصر المستخدمة في تكوين الامام والخلف ومنطقة الصدر والجانب السفلي الأيسر من الانموذج كانت على وفق عناصر تمثل العمق والتفاصيل اللانهائية والتعقيد اللانهائي من خلال استخدام عمليات التكرار الشكلي والاختلاف في الهجوم والانطلاق في تصميم النموذج على وفق متغيرات ثلاثية الأبعاد فضلاً عن توزيع العناصر على جانبي الامام والخلف للنموذج وفي منطقة الجهة السفلى اليسرى كانت وفق تناظر لا نظامي مثل حالة التفاصيل اللانهائية والتعقيد اللانهائي.

### ب. الجاذبية البصرية

تم تحقيق جاذبية بصرية ملفتة في تصميم النموذج من خلال استخدام تكرارات غير محدودة وتنوع ثلاثي الأبعاد، مع تغيرات بارزة في الأحجام والأطوال وتوزيع غير منتظم للعناصر. هذه التفاصيل أضفت تنوعاً لا محدود في الرؤى البصرية وتأثيرات فريدة، مما أدى إلى جاذبية بصرية فريدة على مستوى الكل والأجزاء.

### ج. الجماليات غير التقليدية

ظهر النموذج بمتغيرات تركيبية وابعاد تصميم تجاوزت اطر التكوين الثنائي الابعاد في تصميم الاقمشة والازياء الى ابعاد ثلاثية على مستوى التكوين المحدد للقماش. فضلاً عن ان البنى التكوينية للمفردات الأساسية من العناصر الثلاثية في منطقتي الامام والخلف ومنطقة الصدر والجهة السفلى اليسرى لتصميم الانموذج، كانت ذات متغيرات شكلية تتجاوز اطر المتعارف عليه من التكوين الشكلي. اذ ظهرت المفردات عبر خصائص تصميمية تحمل سمات عدم الانتظام والعشوائية والفوضى، مما منح تصميم الانموذج قيمة جمالية غير تقليدية ناتجة عن السمات غير التقليدية التي ظهر بها الانموذج.

### د. الاستلهام من الطبيعة

تم استلهام المتغيرات التكوينية للشكل المثلث والذي يمثل احدى الاشكال الأساسية للهندسة الكسرية والاعتبارات الهندسية، والتي تمثل احدى العناصر الأساسية للهندسة الكسرية وتمثل استلهاماً من الطبيعة يعكس ماهية التعقيد اللانهائي. اذ ان الاستلهام من الطبيعة للهرم والتوظيف المباشر للامواج في منطقة الصدر كان على وفق استلهام العناصر الأساسية لها وتجريدها على وفق الخصائص الأساسية المكونة لها، والانطلاق في تكوينها الى تراكيب ثلاثية الابعاد زادت من حجم التكوين الأساسي وعززت من

صفات الكسرية والتعقيد اللانهائي بزيادة قيمة التكرار والتنوع والاختلاف في الحجم والاتجاه مما عزز من سمة التعقيد اللانهائي في تصميم النموذج.

#### هـ. السرد

تمثلت خصائص السرد في تصميم النموذج عبر متغيراته الشكلية وتركيباته البنائية والتي حملت معاني متعددة تنطلق من التنوع والاختلاف والفوضى والتعقيد الذي يظهر به تصميم النموذج. إذ أن بنية المفردة المكونة للنموذج يحمل معنى معبر عن ارتباط النموذج بمتغيرات الهندسة الكسرية. فضلا عن أن البنية الهندسية للمفردة واتجاهاتها الثلاثية الأبعاد تعطي معاني حول قيمة التجريد والتعبير الفني والمولد لمفاهيم تتسم بالحدة والخاصية الهندسية والرياضية. كما أن بنية التكوين ولدت بنية سردية خاصة بالمعاصرة والتطور التكنولوجي وتطور المفاهيم والأبعاد التصميمية لتصميم الأقمشة والأزياء.

### الفصل الرابع: النتائج والاستنتاجات

#### 1.4 النتائج

1. تحققت خاصية التشابه الذاتي والمثلة لإحدى الخصائص الأساسية للهندسة الكسرية في تصميم كافة نماذج العينة ونسبة 100%.
2. ظهرت النماذج (3,1) بخصائص شكلية وبنى تركيبية حققت حالة عدم الانتظام والتعقيد، ونسبة 66.6% في حين ظهر النموذج (2) بخصائص تصميمية على مستوى التركيب الهيكلي والتكوينات ثنائية الأبعاد غير محققا لحالة عدم الانتظام في التكوين فضلا عن عدم تميزه بالتعقيد ونسبة 33.3%.
3. تمثلت ميزة البعد الكسري في تصميم النماذج عبر تكوينات ثلاثية الأبعاد على مستوى تكوين المفردات الأساسية للنماذج وتحققها في تكوين عناصر العينة كافة ونسبة 100%.
4. تميزت التراكيب الشكلية والهيكلية للنماذج (3,1) بخصائص تصميم وتنظيم منحها سمة الفوضى في تراكيبها الفردية وتنظيماتها المكانية ونسبة 66.6% أما النموذج (2) فلم تمثل تراكيبه الشكلية والهيكلية وكذلك خصائصه التنظيمية خاصية الفوضى ونسبة 33.3%.
5. تحققت حالة التميز في الأبعاد الشكلية والتراكيب الهيكلية في تصميم النماذج انطلاقا من متغيرات الشكل والتركيب والخصائص الفريدة ولكافة نماذج العينة ونسبة 100%.
6. ظهرت النماذج بخصائص تصميمية ومتغيرات شكلية وهيكلية حققت حالة الترابط بين العناصر والأجزاء المكونة لكل من النماذج ولكافة العينة ونسبة 100%.
7. تميزت النماذج بعمق تركيب وشكلي وخصائص ذات تفاصيل لانهائية، من خلال المتغيرات التصميمية المتعدد وتداخلاتها المتكررة ولكافة العينة ونسبة 100%.
8. ظهرت النماذج بخصائص شكلية وهيكلية وتداخلات تركيبية وعمقا لانهائيا وتفاصيل متعددة منحها جاذبية بصرية مختلفة وجماليات غير تقليدية ولكافة العينة ونسبة 100%.
9. عمد في تصميم النماذج إلى استلها مفردات شكلية وخصائص هيكلية عضوية وهندسية مستلهمة من عناصر البنى الطبيعية ولكافة نماذج العينة ونسبة 100%.
10. حققت البنى التكوينية والخصائص الشكلية السطحية للنماذج بنى سردية ذات متغيرات حوارية ناتجة عن توظيف الأشكال والبنى على وفق تنظيمات تراكمية تكرارية معقدة ولكافة نماذج العينة ونسبة 100%.

#### 2.4 الاستنتاجات

1. تمثل حالة التشابه الذاتي في كونها السمة الأساسية للهندسة الكسرية، واستخدامها في تصميم الأقمشة والأزياء يحقق حالة من الاستمرارية في التكوين والتشابه بين المفردات مما يعزز من خاصية التعقيد اللانهائي في تصميم الأقمشة والأزياء.
2. استخدام خاصية عدم الانتظام له دورا مهما في تحقيق حالة التعقيد اللانهائي، نظر لأن صفة عدم الانتظام تولد تراكيب شكلية وبنى هيكلية تمتاز بعدم احتوائها على نظام ثابت في توزيع عناصر المفردة أو في توزيع المفردة ذاتها على

- سطح القماش وبنية الزي، مما يولد حالة من التعقيد اللانهائي ناتجة عن تباين وعدم انتظام القراءات البصرية مما يولد قيمة تصميمية وجمالية في تصميم الاقمشة والازياء.
3. تساهم خاصية البعد الكسرية في الانتقال بالتراكيب الشكلية من الأطر الثنائية الابعاد الى الثلاثية الابعاد مما يساهم في نقل تصميم الاقمشة والازياء من الأطر التصميمية المتعارف عليها الى اطر تتجاوز حدود الاشكال الثنائية، مما يمنح تصميم القماش والزي بعدا من ابعاد التعقيد والتباين والتجاوز حدود المعروف والمتداول الى تكوينات تدخل في سياقات من التعقيد اللانهائي ناتجة عن خروج المفردة التصميمية عن مستويات سطح القماش وبنية الزي.
4. تعد خاصية الفوضى من السمات الأساسية لتحقيق حالة التعقيد اللانهائي في تصميم الاقمشة والازياء، وذلك لان الفوضى تحقق حالة من عدم الانتظام ومجاوزة لحالة التنظيم. اذ ان توزيع العناصر والمفردات بشكل فوضوي يزيد من حالة التعقيد في استلام متغيرات القماش مما يمنحه جمالية غير رتيبة تنطلق من عدم استقرارية القراءات البصرية.
5. حالة التميز في تصميم الاقمشة والازياء المصممة على وفق متغيرات الهندسة الكسرية تنطلق من اختلاف المفردات وتنوعها وتباين تنظيمها وفوضى مفرداتها المقننة والتي تساهم بشكل كبير في التعقيد اللانهائي وكذلك يساهم التعقيد اللانهائي في تحقيق حالة التميز لتصميم الاقمشة والازياء.
6. تمثل حالي الترابط والعمق التركيبي بانها صفات تعزز من القيمة التركيبية للأقمشة والازياء، كما تساهم في تحديد الوحدة الشكلية والموضوعية، مما يعزز من بنية التصميم ويمنحه سمة الثبات والاستقرار وترابط المفردات مما يساهم بشكل كبير في التعقيد اللانهائي للأقمشة والازياء.
7. تنحو الخصائص الشكلية المستلهمة من الهندسة الكسرية الى تحقيق متغيرات شكلية تتجاوز اطر التركيب والتنظيم المتعارف عليه، مما يساهم في تحقيق جاذبية وبصرية وقيم جمالية تتجاوز اطر الجماليات التقليدية وتساهم في تحقيق حالة التعقيد اللانهائي والتي تتعزز خصائصه عبر متغيرات القيم الجمالية المعتمدة على خصائص اللامالوف الشكلي والبعد الكسرية والفوضى المقننة.
8. تسهم الاستعارة من العناصر الطبيعية وبنائها التركيبية المجهرية في توسيع افق التفكير التصميمي وتوسيع اطر الإنتاج الشكلي والتركيب للمفردات الشكلية مما يساهم في تعزيز سمة التعقيد اللانهائي ويفتح المجال لإيجاد بنى تركيبية ومتغيرات شكلية تتجاوز اطر التكوين النظامي الى حالة من الفوضى وعدم الانتظام الشكلي والهيكلية.
9. تمثل حالة الفوضى وعدم الانتظام والاستعارات الشكلية غير المألوفة بانها خصائص تصميمية تمنح الاقمشة والازياء المصممة على وفق متغيرات التعقيد اللانهائي نوعا مختلفا من المعنى والسرد الشكلي. اذ توفر هذه الخصائص الشكلية والتنظيمية بنية من المعنى مختلفة عن مثيلاتها من تصاميم الاقمشة والازياء مما يمنح السرد الشكلي عمقا يتجاوز المفاهيم المتعارف عليها ويساهم في تعزيز حالة التعقيد اللانهائي.

### 3.4 التوصيات

- توصي الباحثة بالتوسع في الأطر المعرفية للتعقيد اللانهائي وتضمينه في المقررات الدراسية التطبيقية لكافة الحقول التصميمية لما له من دور مهم في فتح افاق التفكير التصميمي للمصممين المبتدئين واثناء قاعدتهم الفكرية لتوليد أفكار مبتكرة.

### 5.4 المقترحات

تقترح الباحثة اجراء الدراسات التالية:

1. بحث العلاقة بين الهندسة الكسرية والفوضى على وفق علاقات المقياس الكسري.
2. دور مجموعة جوليا في تعزيز الاطر الجمالية لتصميم اقمشة الازياء.

**Conclusions:**

1. The fractal dimension contributes to the transition of formal compositions from two-dimensional frameworks to three-dimensional ones, facilitating the movement of fabric and fashion design from conventional design frameworks to realms that surpass the boundaries of two-dimensional shapes. This grants the fabric and garments a dimension of complexity, variance, and the transcendence of known and commonplace boundaries into compositions that engage in contexts of infinite complexity resulting from the design unit's departure from the levels of the fabric surface and garment structure.
2. The property of chaos is among the essential attributes for achieving infinite complexity in fabric and fashion design, as chaos ensures a state of irregularity and surpasses the condition of organization. The chaotic distribution of elements and units increases the complexity in fabric variability, offering an aesthetic of unordered beauty that stems from the instability of visual readings.
3. Drawing inspiration from natural elements and their microscopic structural architectures broadens the horizons of design thinking and expands the frameworks of formal and structural production of formal elements, enhancing the feature of infinite complexity and opening avenues for creating structural architectures and formal variables that transcend conventional compositional frameworks to a state of chaos and structural and formal irregularity.

**References:**

1. Al-Akkam, Akram Jassim Muhammad, Al-Muqarram, Asmaa Muhammad Hussein, (2011) Fractalism in Architecture, An Analytical Study of Recursive Systems in Traditional Architecture, Emirates Journal of Engineering Research, Volume 16, No. 1, 1-18.
2. Al-Rafidain Dictionary, (1986), National House for Distribution and Advertising, Al-Hurriya Printing House.
3. Andrew W. Charleson, (1996), "Structure As Architecture A Source Book For Architects And Structural Engineers", 1<sup>st</sup> Ed, An Imprint Of Elsevier, Italy, 2005.P136
4. Bovill, C., *The Fractal Geometry In Architecture And Design*, Birkhäuser: Boston: France.
5. Bruce Edmonds, (1999), Syntactic Measures Of Complexity, Doctoral Dissertation, Department Of Philosophy, Faculty Of Arts, University Of Manchester.
6. Catherine Viengkham, Zoey Isherwood, (2019), Branka Spehar, Fractal-Scaling Properties as Aesthetic Primitives in Vision and Touch, Axiomathes, Springer, 1-20.
7. Central Board of Secondary Education, (2017), Elements of Textile Design, National Institute of Fashion Technology, Cbse, India.
8. Clemens Thornquist, (2010), Artistic Development In [Fashion] Design, Textile Research Centre, The Swedish School Of Textiles, University Of Borås, Sweden.
9. Daniel Della-Bosca, Dale Patterson, Sean Costain. (Oct 2014), Fractal Complexity in Built and Game Environments. 13th International Conference Entertainment Computing (ICEC), Sydney, Australia, 167-172.
10. Doaa Ismail Ismail Attia, (2020) The Fractal shapes in Islamic design & its effects on the occupiers of the interior environment (case study: El Sultan Hassan mosque in Cairo), Journal of Architecture, Arts and Humanities – volume 5, Special Issue, 123-144.
11. Falconer, K. (2003). Fractal Geometry: Mathematical Foundations And Applications. John Wiley & Sons.
12. Harith Asaad Abdel Razzaq, (2014), Narrative Reflections in Interior Design, unpublished doctoral thesis, Department of Design, College of Fine Arts, University of Baghdad.
13. J. M. Zayed, N. Nouvel, U. Rauwald, O. A. Scherman. (2010), Chemical Complexity – Supramolecular Self-Assembly Of Synthetic And Biological Building Blocks In Water. Chemical Society Reviews, 39, 2806–2816.
14. Johnson, Steven. (2001), Emergence: The Connected Lives Of Ants, Brains, Cities. New York: Scribner.
15. K. Geetha Ramesh, A. Ramachandraiah, (February 2020), A Fractal Approach For Optimization Of Daylighting By Exploring The Window Geometry, International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology (IJARET) Volume 11, Issue 2, 36-47.
16. Kauffman, S. A. (1993). *The Origins Of Order: Self-Organization And Selection In Evolution*. New York: Oxford University Press.
17. Kellert, S. & Calabrese, E. (2015). The Practice of Biophilic Design. Available Online at: [www.biophilic-design.com](http://www.biophilic-design.com).
18. Kellert, S. H. (1994), In The Wake Of Chaos: Unpredictable Order In Dynamical Systems. University Of Chicago Press, Chicago.

19. Koopmans, M. (2017). Perspectives On Complexity, Its Definition And Applications In The Field. *An International Journal Of Complexity And Education* , 1, 16–35.
20. Lapidus , Michael , L . (2004), " Fractal Geometry And Applications : Ajubilee Of Benoit Mandelbrot " , American Mathematical Society , Providence , Rhode Island, Volume 72 , Part 1.
21. Marat Akhmet, Ejaily Milad Alejaily, (2019), Abstract Similarity, Fractals And Chaos, Math.Ds, Department Of Mathematics, Middle East Technical University, 06800 Ankara, Turkey, 1-16.
22. Matthijs Koopmans, (2017), Perspectives On Complexity, Its Definition And Applications In The Field, *An International Journal Of Complexity And Education* Volume 14, No1. 16-35.
23. Moon, F. C. (1992), *Chaotic And Fractal Dynamics: An Introduction For Applied Scientists And Engineers*. Wiley, New York
24. Sara Shah, (December 2021), Fractal Geometry: A Fascinating World, *International Journal Of Science, Engineering And Management (Ijsem)*, Vol 8, Issue 12, 33-39.
25. Stewart. I. & Tall. D., (1977) *The Foundation Of Mathematics*. *Oxford University Press*.
26. Suleiman, H., Ahmed, T., Mohamed, M., (2019) Enhancement Of Design Aesthetics For Jackets Fabrics Executed To Dobby Looms By Applying Self-Similarity Property In The Fractal Theory, *Journal Of Architecture, Arts And Humanities*, Volume 4, Issue 18, 95-113.
27. Zmeskal, O., Dzik, P. And Vesely, M. (2013), Entropy Of Fractal Systems. *Comput. Math. Appl.* 66 135–146.