OPEN ACCESS
Crossref DOI: https://doi.org/10.35560/jcofarts108/349-366

Fractal and its implications for industrial product design

Yasmine Tariq Majid[1]
Difaf Ghazi Al-Abadi

Al-Academy Journal-Issue 108 **ISSN(Online) 2523-2029/ ISSN(Print) 1819-5229**
Date of receipt: 27/10/2022 **Date of acceptance: 14/11/2022** **Date of publication: 15/6/2023**

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Abstract:

The current research dealt with the rapid development of industrial product design in recent times, and this development in the field of design led to the emergence of modern trends in many terms and theories to direct greater interest in the cognitive foundations of design and its relationship with the components of other natural sciences, and despite the impressive technological development, nature remains With its content of formative values and structural dimensions, it is the first source of inspiration and the source of all modern mathematical sciences and theories, as God made them tend towards organization to continue to provide us with endless inspiration. Hence, the fractional one, which is an important part of dedicating the design identity, as well as symmetry, complexity, self-organization and difference, and gives a new entrance and vision for the formation of forms characterized by complexity and of great importance to enrich the design process. The problem was identified by the following question: Defining the concept of fractionalism and its implications in the design of industrial products. The research included two important topics. We will address them successively.

Keywords: fractal, design, industrial products.

(1) University of Baghdad / College of Fine Arts. yasmintairq97@gmail.com

الكسيرية وانعكاساتها في تصميم المنتجات الصناعية

ياسمين طارق مجيد[1]

ضفاف غازي العبادي[2]

ملخص البحث:

تناول البحث الحالي تطور تصميم المنتجات الصناعية تطورا سريعا في الاونة الاخيرة وادى هذا التطور في مجال التصميم على ظهور اتجاهات حديثة في العديد من المصطلحات و النظريات إلى توجية أهتمامًا أكبر في أسس التصميم المعرفية وعلاقتها بمكونات العلوم الطبيعية الأخرى، وعلى الرغم من التطور التكنولوجي المبهر تظل الطبيعة بما تحوية من قيم تشكيلية وابعاد بنائية هي مصدر الالهام الاول والمنبع لكل العلوم والنظريات الرياضية الحديثة، حيث جعلها الله تميل نحو التنظيم لتظل تمدنا بإلهام غير منتهي. ومن هنا ظهرت الكسيرية الذي تعد جزء مهم من تكريس الهوية التصميمية فضلا عن التناظرية والتعقيد والتنظيم الذاتي والاختلاف وتعطي مدخلا ورؤية جديدة لتكوين اشكال تتسم بالتعقيد وذات أهمية كبيرة لإثراء العملية التصميمية. وتم تحديد المشكلة بالتسأول التالي: تحديد مفهوم الكسيرية وانعكاساتها في تصميم المنتجات الصناعية وتضمن البحث على مبحثين مهمة. سنتطرق اليها تباعا. ونورد ادنا بعض النتائج والاستنتاجات:

1. صنفت الكسيرية مجموعات متنوعة من الخطوط والتعرجات التي عملت على اثراء المنظومة البصرية في المنتجات الصناعية.
2. مكنت الكسيرية المصمم على استلهام الاشكال من الطبيعة وتفعيل قيمها الشكلية والجمالية في صياغة المنتجات الصناعية.

الكلمات المفتاحية: الكسيرية، التصميم، المنتجات الصناعية.

اشكالية البحث:

تطور تصميم المنتجات الصناعية تطورا سريعا في الاونة الاخيرة وادى هذا التطور في مجال التصميم على ظهور اتجاهات حديثة في العديد من المصطلحات والنظريات وإلى توجية أهتمامًا أكبر في أسس التصميم المعرفية وعلاقتها بمكونات العلوم الطبيعية الأخرى، و على الرغم من التطور التكنولوجي المبهر تظل الطبيعة بما تحوية من قيم تشكيلية وابعاد بنائية هي مصدر الالهام الاول والمنبع لكل العلوم والنظريات الرياضية الحديثة، حيث جعلها الله تميل نحو التنظيم لتظل تمدنا بإلهام غير منتهي، ومن هنا ظهرت الكسيرية الذي تعد جزء مهم من تكريس الهوية التصميمية فضلا عن التناظرية والتعقيد والتنظيم الذاتي والاختلاف وتعطي مدخلا ورؤية جديدة لتكوين اشكال تتسم بالتعقيد وذات أهمية كبيرة لإثراء

[1] كلية الفنون الجميلة/ جامعة بغداد، yasmintairq97@gmail.com

[2] كلية الفنون الجميلة/ جامعة بغداد

العملية التصميمية وتنمية مهارات الإبداع والخيال عند المصمم،فبالإضافة إلى تقديمها إمكانية تكوين الأشكال والصور بشكل جذاب فإنها أيضا تقدم لنا إطارا نظريا لتطوير موضوعات أخرى، مثل تمثيل الظواهر الطبيعية كنمو الخلايا البكتيرية أو نمذجة الأشياء مثل النباتات وغيرها (Falconer, 2000, p. 180). وتم تحديد المشكلة بالتسأول التالي: تحديد مفهوم الكسيرية وانعكاساتها في تصميم المنتجات الصناعية.

هدف البحث: تحديد فاعلية الكسيرية في تصميم المنتجات الصناعية.

اهميه البحث: تكمن اهمية البحث في اضافة مهارات حديثة تعمل على الإثراء العملية التصميمية وتنمية طاقات الإبداع والخيال عند المصمم في تصميم منتجات صناعية جديدة ذات اشكال مختلفة تتصف بالتعقيد والتنوع.

حدود البحث:

الحدود الموضوعية : الكسيرية وانعكاساتها في تصميم المنتجات الصناعية.

الحدود الزمانية : 2020_2021.

تحديد ألمصطلحات:

الكسيرية: اصطلاحا: يتكون اسم هندسة الكسيرية من الفعل اللاتيني Franger ويقصد به تكسير أو تفتيت أومن الكلمة اللاتينية Fractions التي تحمل معنى التكسير أو اللانظام التي تترجم هندسة الكسريات بهندسة الفتافيت وتعني الشكل المنكسر، أولغير نظامي أوالخشن (Bovill, 2013, p. 2). والكسيرية هي علم حديث يدرس البنى الهندسية المؤلفة من جزئيات ذات تشابه ذاتي وتعرف تلك الجزئيات بال Fractals وهي جزيئات هندسية صغير ة جدا ذات ابعاد منتهية الصغر غير منتظمة ولا تمتلك بعدا محددا (Gordon, 2006, p. 28).

اجرائيا: هي الاشكال التي تظهر تماثل ذاتيا تدريجيا من النسب القياسية الاكبر الى النسب القياسية الاصغر وتحمل مفهوم اللانهائية ناتجة اشكالا جديدة ومتنوعة.

الانعكاس: لغويا: انعكس الشَّيء عليه: ظهر أثرُه عليه، ينقلب بعد وقوعه، خطير على حياته، ارتداد، أثَرٌ، انقلاب، ستحدث هذه الواقعة انعكاسات هامة على حياته (Zidan, 2002, p. 33).

الانعكاس: اصطلاحا: وهو ارتداد الأشعة الضوئية على سطح عاكس ونتيجة ذلك الارتداد تبدأ عين المتلقي بإدراكه على وفق عوامل ذاتية وموضوعية، وفعل مؤثر نابعاً من تأثير المجال المرئي للعمليات التصميمية في العين وهو استجابة أو طريقة إدراك الدماغ لها (Hakem, 2019, p. 1).

الإطار النظري

المبحث الاول: مفهوم الكسيرية (Fractal Geometry)

تعد الكسيرية Fractal مجموعة من الاشكال الهندسية التي تظهر نتيجة تطبيق بعض القواعد الرياضية عليها وهذه القواعد تأخذ الشكل الاساسي وتنقلة من خطوة الى خطوة اما بالاضافة اليه أو بالحذف وتكرر هذه العمليات بعدد غير نهائي من المرات وذات تراكيب غير منتهاه التعقيد (Hilal, 2015, p. 119).

ويظهر التعقيد من تكرارية هيئة معينة في مختلف المقاييس الهرمية، وهذا ما يجعلها تتسم بالخشونة والتلثم وعدم الانتظام على كل المقاييس، ولهذا يبدو في جوهرة وكأنة مكسور (Kenton, 2004, p. 537). كما وتعرف الكسيرية بأنها كائن أو جزء هندسي خشن غير منتظم على كافة المستويات صغيرة جداً وأبعادها لا متناهية في الصغر، وجاء اسم الكسيرية مشتقاً من التمثيل بعملية كسر شي ما لأ اجزاء أصغر متشابهة وتشبه الجزء الأصلي وتحمل في طياتها مفهوم اللانهائية ومن خلالها يمكن دمج الفنون مع الرياضيات، فتتحول المعادلات من مجرد ارقام ورموز الى أشكال(Ting, B.T) . واشتق اسم الكسيرية من الفعل اللاتيني Franger ويقصد به تكسير أو تفتيت أومن الكلمة اللاتينية Fractions التي تحمل معنى التكسير أو اللانظام، وتترجم هندسة الكسريات بهندسة الفتافيت، والتي تعني الشكل المنكسر، أولغير نظامي أوالخشن، وتصف وتشرح العديد من الظواهر الطبيعية (Bovill, 2013, p. 19). واول ظهور لها في بحوث الرياضيات ذات المضمون الكسيري والتي أطلاقها مندولبروت ضمن نظرية الفوضى التي تمثل تكرار للمعادلة ذاتها عدة مرات لتعطي في كل مرة نفس المعادلة (*Boeing*, 2016, p. 88)، وتمثل فرعاً من الرياضيات يختص بدراسة سلوك وخصائص الكسيريات وتختلف عن سائر الأشكال نسبة لطريقة تدرجها بالزيادة والنقصان وتعبرعن كل شكل هندسي يمكن تجزئتة إلى أجزاء كل منها بمثابة نسخة طبق الأصل من الصيغة الشكلية الأكبر، وقد استخدم ماندلبرو كلمة فراكتل أو جزيئية أو كسيرية للدلالة على الصيغ الشكلية والتي لا تملك بعداً محدداً، لذا فهي الشكل الذي يعرض خاصية التشابة على المقاييس المختلفة (Mandelbrot, 2004, p. 166).

ومع نهاية القرن العشرين تطور الفكر التصميمي تطوراً كبيرا وأدى هذا التطور إلى توجية اهتماما أكبرفي بنية العملية التصميمية وعلاقتة بالرياضيات وبمكونات العلوم الطبيعية الأخرى، فالأشياء في الطبيعة لها خصائصها الطبيعية ومنها الخصائص الهندسية المكونة لهذه الأشياء، وعندما فكر مندلبروت في اكتشاف نوع جديد من التركيب الهندسي البديع أطلق عليها الهندسة الكسيرية، والتي تعني بالبحث في المكونات الجزئية للأشكال الهندسية، أوالاشكال في الطبيعة، وفقاً لمجموعة من الخصائص الرياضية.وتعد أول علم يضع وصفاً منهجياً ونموذجاً رياضياً للاشكال، وتقدم أشكالاً ذات قيم جمالية كبيرة للتصميم وتعتمد على البعد الرابع (الزمن) والأعداد المعقدة لمركبات الكون ذات الظواهر العشوائية،و قد استطاعت الكسيرية أن تقدم تفسيراً، وتوصيفاً شاملاً وواضحاً لأغلب تلك الظواهر الفوضوية عديمة الملامح ظاهرياً، فهي كما وصفها ماندلبر وليست فصلاً في الرياضيات بالوسيلة يرى الانسان من خلالها العالم بشكل مختلف (Falconer F. , 2003, p. 18).

وارتبطت الكسيرية بشكل مباشر في كيفية تنظيم العالم من حولنا ومن وجهة نظر رواد الفن والتصميم فإنها تحفز طاقات الإبداع والخيال عند الفنان والمصمم لما لها من أهمية كبيرة في إثراء وتنمية تفكير المصمم، فتنمية الحس المكاني والحدسي بالشكل من المحاور التي تشكل التوجهات العامة للتصميم في المستقبل. ووصفت بمجموعة من الصفات التي اختلفت قليلا عن رأي بعض الذين اعتبروها نظاما أو مجموعة قواعد لتوليد الاشكال وقد عرفها يسيوس بأنها نظام مولد يتألف من حالة ابتدائية، قاعدة، مجموعة من التحولات، وبالتالي فقد اهتم بشكل أساسي بأساليب توليدها وليس توصيف شكلها، وقاد هذا الوصف للهندسة الكسيرية العالم فالكونر اعطائها وصفا أعم، وشبهها بالحياة ومفهومها يرتبط بسلسلة الخصائص التي تمتلكها العناصر الحيوية في الطبيعة، حيث تمتلك خصائص ومواصفات الكائنات الحية كقدرتها على إعادة الانتاج والحركة والتكيف مع البيئة (Alani, 2015, p. 76).

وتصنف الهندسة الكسيرية مجموعات متنوعة من الخطوط والتعرجات التي تثري المنظومة البصرية في التصميم، وتمكن المصمم على استلهام الاشكال من الطبيعة، وتفعيل قيمها الشكلية والجمالية في صياغة المنتجات الصناعية (Mandelbrot e. , 2004, p. 87). ومهما كان الشكل معقد أو كان سلوكه الحركي في النظام معقد، فبالنظر في هذا الشكل أو النظام بدقة شديدة، وبشيء من التخيل والتحليل نجد أحد الظواهر الطبيعية في أحد المستويات يشبه الشكل كله في مستويات أخرى. وتمثل سلسلة غزيرة من حالات غير منتهية من التشبية الذاتي متضمنة تفاصيل متموجة ومتعرجة خاصة عندما نلاحظها عن قرب (Barnsley, 1999, p. 50). كما في الشكل (1) كرسي كسيري مستوحاة من الطبيعة.

يوضح الشكل (1) كرسي كسيري مستوحاة من الطبيعة

وعليه فان الكسيرية هي صفه لاشكال طبيعية اواحيائية وانساق مستديمة واشكال جديدة لاتقليدية ثبت نجاحها وتفوقها في التصميم، وتمثل طريقة تساعد في فهم اسباب تشكل هذة الانساق وكيفيتها بالاقتراب بشكل او باخرمن حدودها، وتشق قوانينها وقواعدها من اشياء موجودة في الطبيعة. فالغيوم والجبال هي امثلة عليها ولايمكن وصفها بدقة باستخدام الهندسة التقليدية، ولكن باستخدام الكسيرية

يمكن من خلالها ان نتعلم كيف ننظرللاشياء الطبيعية كالاشكال المتكونة نتيجة التكرارالمتشابة اوالمتطابق لانساق مميزة، فمثلا يمكن النظرعن قرب الى شجرة ونرى انساقا متشابهة ومتكررة، فالاغصان تعكس شكل الشجرة الكلي والعكس صحيح في مختلف المستويات والمراحل (Lynch, 1999 , p. 5).

وشكلت الكسيرية تباينا كبيرا مع سابقاتها الاقليدية كونها انتقلت من حيز ثلاثي الابعاد إلى آخر حر غير محدد بخطوط ودوائر ومثلثات الى....الخ، لتمثل هندسة الالتواءات والتعرجات و التفرعات والتداخلات، وارتبطت بخصائص الواقع ومكوناته فلها نماذج وأشكال مجسمة ندركها ونحس بها عند التعامل معها، وقد تكون هذه النماذج اما اشكال مستوية أو ثلاثية الأبعاد، لذا فهي ليست ثابتة ولكنها متغيرة ومتطورة تبعا لاكتشافات الإنسان لمكونات الطبيعة وأنظمتها المختلفة. ويطلق عليها هندسة البعد الرابع وتكونت بشكل متفرد على يد ماندلبروت وتعرف الان بالهندسة الحقيقية للطبيعة والتي حلت محل الهندسة الكلاسيكية التي تعمقت فقط بالابعاد (الاول –الثاني-الثالث) بينما الكسيرية تبحث في الابعاد التخيلية حيث يكون البعد الرابع هو الحقيقي في تصميم المنتجات الصناعية. كما في الشكل (2-3)يمثل منتجات صناعية ذات خصائص كسيرية.

يوضح الشكل (2-3) منتجات صناعية ذات خصائص كسيرية

وللكسيرية ميزة مهمة هي أنها مجعدة ويقع النسق خلف كل هذا التجعد الطبيعي للأشياء، وتبرز الخاصية المجعدة من خلال مظاهرعدة كما في شكل خط الساحل وكذلك في الحدود التي تفصل بين البلدان، وفي التصميم من خلال درجة ونوع الخشونة للمنتج من خلال طبيعة المواد ونمط معالجتها، وللسطوح الكسيرية العديد من الخصائص التي تظهر التعقيد في شكلها من خلال حافاتها الغير ناعمة وملساء، فهي اما تتجعد او تتكسر (Lorenz, 2003, p. 88)، ولها هياكل ترابطية على مختلف المقاييس ولايوجد في الكسيريات اي خط مستقيم، فالسطح المستوي لا يوجد له قوام لذلك لايعتبر كسيريا، ويكون عكس ذلك السطح الكسيري المتثقب،اوالملفوف كالنهر المتعرج المتجعد او الغطاء المطوي، وتكون حافة المنتج محبوكة ومتلاصقة مع فضاء لينشأ الثني والطي بشكل عفوي (Bernard, 2004 , p. 61).

الابعاد الفكرية للكسيرية: ويقصد بالأبعاد الفكرية الكسيرية هي تلك المفاهيم والأطر النظرية من اجل اقامة علاقة ما بين مفهوم او تصورما، وبين تمثيل جزئي يكون بمثابة موضوع مرتبط بالكسيرية، أو التي تداخلت معها لذلك فقد هدفت الفقرة مناقشة مواضيع عدة تخص النسقية، والنمطية، والتواصلية، والنصوصية ومثلت مفرداتها حالة التوافق والتداخل والتعارض مع مفهوم الكسيرية (Abdul Muttalib, 2019, p. 389).

النسقية الكسيرية (Fractal Order): يعد النسق مجموعة من العناصر المتداخلة فيما بينها وترتبط فيما بينها بعلاقات وإذا تغير أحد هذه العناصرادى الى تغير العناصر الاخرى في العمل التصميمي (Hamid, 2010, p. 16). والنسقية في التصميم تكون بين شيئين في المنتج الذي تتحقق بصيغتين، المطلق والنسبي، فالمطلق يتحقق عندما يرتبط الشيء مع شيء خارج عن المنتج، أما النسبي عندما يرتبط شيئين ضمن المنتج بعلاقة بعضهما مع البعض (Al-Kasabi, 2005, p. 11). ويتبين من ذلك أن النسق الكسيري الذي يتصف بالايقاع واللاخطية وذو اشكال متصفة بغزارة التشبية الذاتي له بعض الجذور في المفاهيم السابقة للنسق تتجسد في طبيعة الرؤية لمفهوم اللانسق، الذي لا يعني الفوضى أو الضوضاء في الطبيعة، وإنما تصادم الأنساق فيما بينها، وتم تصنيف حالتين للنسق ضمن النظرية الكسيرية، وهما النسق الكسري الطبيعي والنسق الكسري ضمن نظرية الفوضى.فيما يخص الحالة الأولى، فيقصد بالنسق الكسيري الطبيعي هو حالة النسقية الظاهرة في أشكال الطبيعة كالنباتات والجبال، ولوحظ توافقا وتشابها بين بعض جوانب النظرة السابقة للنسق وبين المفهوم الذي تولد عن الهندسة الكسيرية مع أن مفهوم الحد بين النسق و اللانسق تغير خلال هندسة مندلبروت، ويمكن تبويب طبيعة هذا التوافق في جانبين،الأول في طبيعة وصف الضوضاء في الطبيعة، والثاني طبيعة مفهوم الوحدة والتوازن ومثّل مندلبروت ان الطبيعة ليس ضوضائية و ليس فوضى متجانسة وإنما منسقة ضمن عناقيد متشابهة ذاتيا غزيرة بالإيقاعات الكسيرية،حيث تتصادم بعض المنتجات ذات التصميم الاقليدي مع الإيقاعات الكسيرية (Bovill, 2013, p. 174).

وعليه ظهرت تصاميم صناعية تتسم بالنسق الكسيري نتيجة تغير النظرة لطبيعة وتطور العالم ونظامة، فقد تغيرتبعا لمفهوم النسقية بشكل عام، والنسقية الكسيرية بشكل خاص، إذ يوصف تطور العالم الحقيقي بأنه بعيد عن التوازن ودائم التغير، ويعطي فهم الفوضى فكرة مفادها أن التصورالخطي،والنسقي، والانتظامي، إذ توجد اللاخطية،وعدم التأكد، وعدم التوقع، والتعقيد فيه، وكلها تؤدي إلى الفوضى التي أصبحت كمظهر حقيقي وطبيعي وضروري لا مفر منه وهي تقود عملية التطور في العالم (March, 1997, p. 45). كما في الشكل (4) يمثل منضدة وسطية ذات النسق الكسيري.

يوضح الشكل (4) منضدة وسطية ذات النسق الكسيري

التواصلية الكسيرية (Fractal and communication): يعد التواصل عملية ابلاغ أو نقل الافكار أو المعلومات أو التجارب أو المشاعر بين طرفين أو أكثر بحيث لا يتم التواصل الا ضمن بنية اتصالية محددة يأخذ فيها كل طرف وضعية اتصالية معينة، إما وضعية الارسال، أو وضعية الاستقبال أوهما معا ويكون التواصل بشكل تفاعلي إما على جهة الموافقة اوعلى جهة الاختلاف والتعارض (Noureddine, 2007, p. 22).

والتواصلية لا يمكن أن تقوم دون الاستناد إلى مجموعة من المعايير والنماذج وقواعد السلوك والتفاهم وتؤلف هذه المجموعة طبقة غير مرئية من السلوك العام، وهذا يدفع بالتواصلية ان تكون تعبيراًعلمياً، حيث كوّنت في اللغة العلمية أنظمة مفهومة ومتطورة تساعد على تحقيق أعلى صيغ التفاهم والتفاعل الذي يستطيع من خلالة المستخدم التعامل مع المنتجات، والنشاط التواصلي هو ذلك التفاعل المصاغ بالرموز ويخضع لمعايير جاري العمل بها، وتتضمن سلوكيات متبادلة وتكون مفهومة ومعترفاً بها من طرف المستخدم (Jurgen, 2008, p. 22).

ويتألف نظام التواصل ذو القاعدة الكسيرية من قواعد ترابطية ضمن الهرميات الموجودة في الهياكل الكسرية المستخدمة في التواصل وأن هذا النظام بكل مكوناتة يستند على ما سمي بالقاعدة الكسيرية، وهذه المكونات كلها ذات خصائص كسيرية ويقع مفتاح الفكرة خلف ذلك هو تضمن المنتج الصناعي مواقعاً مستلمة ذا تأثير مضّبط لملاحظة أشارات معينة مقابلة لأحدهما الآخر يسهل على المستخدم التعامل معها. كما في الشكل (5) يمثل تصميم طاوله تتسم بالتواصلية الكسيرية.

يوضح الشكل(5) تصميم طاوله تتسم بالتواصلية الكسيرية.

النصوصية الكسيرية (fractal scripts): يعد النص في التصميم هو تركيب اشكال في اشكال سابقة في تصميم المنتجات لاستحضار معانيها المألوفة لدى المتلقي ومن ثم يسند الى قدرة الذاكرة في ربط هذه المعاني بمعاني اخرى خارجة عنها لغرض ايصال معانيها المقصودة للمتلقي (Al-Kariza, 2005, p. 25). واعد التصميم في العقود الأخيرة اتجاه للمعنى والموضوع والشيء الذي له معنى يدعى بالنص، والذي يختلف عن الموضوع ويعد قراءة لموضوع آخر ويشوش النص دائماً العلاقة التقليدية بين الشكل ومعناه فلا يسمح النص بمدلول منفرد وإنما كل شيء يعني أكثر من مجرد شيء واحد في حين كان عُد التصميم دائماً أحادية المعنى. وأن هذه الفكرة التي تعده أكثر من مجرد واحد تحمل في ثناياها البعد الكسيري وان طبيعة النص ليس ثابتاً أو متكاملا وإنما مزيج من الآثار التي تشير إلى شيء أبعد باستمرار، وإن مزيج الآثارهذه تشكل الخزين الفكري لكل شخص، والذي يتباين فيه عن أي شخص آخر، ويقود إلى تأويلات متعددة ومتنوعة لشيء واحد وهذا لاعتبار الفلسفات الحديثة ومنها التفكيكية التي لها امكانية التعبير عن الشكل التصميمي من خلال الهيكل الكسيري طالما تؤكد على مسألة تعددية النصوص فاتحة المجال لتعدد التأويلات بين المصمم والمتلقي والمنتج (Bovill, 2013, p. 177). كما في الشكل (6-7) يمثل تصاميم صناعية تتسم بالنصوصية الكسيرية.

يوضح الشكل (6-7) تصاميم صناعية تتسم بالنصوصية الكسيرية

المبحث الثاني: انعكاسات الكسيرية في تصميم المنتجات الصناعية

الاشكال الاساسية للكسيرية ودورها في تصميم المنتج الصناعي: ظهرت الكسيرية من خلال المعادلات الرياضية ومن ثم تم التعبير عنها بأشكال سميت بالمنحنيات الغريبة أو المجموعات ذات السلوك العشوائي لان اغلبها ظهر قبل توصيف الهندسة الكسيرية من قبل ماندلبروت، وسيتم ذكر أهم هذه الكسيريات لفهم ماهية هذه الاشكال أكثر (Benoit, 2002, p. 468).

مجموعة كانتور: وتعتبر النموذج الاولي الذي يعتمد على فكرة التوالد في التكرار الشكلي المعتمد علي استبعاد الثلث الاوسط للقطعة المستقيمة في كل تكرار، ليكون الشكل الناتج خطين بينهما فضاء ويحمل هذا الشكل سمة التعقيد عند تكرار نفس العملية البسيطة على كل خط ناتج.ولاتمتلك هذه المجموعة طولا ولا باطناً وإنما لها بعداً صفرياً وفقا للتعبيرالتقني، فكل جزء في الخط مثقب بالكامل تقريبا (Georg, 2004, p. 23). ومع أنها تبدو كنقاط غير مترابطة وغير قابلة للعد لكن يبدو العديد منها وكأنه يشكل الطول الكلي الذي يغطيها وكل نقطة هي إما متراكمة أو محدودة.وهذا يعني مالانهاية من النقاط تكون اشكال جديدة تتصف بالتعقيد وأطلق عليها هذا الاسم نسبة الى جورج كانتورعالم الرياضيات الشهير عام 1945 من خلال نظرياتة في تقديم مجموعة من الحلول والتفاسير الرياضية لمجموعة صيغ في الهندسة الكسيرية (Bovill, 2013, p. 25). والتي تم تطبيقها على مجموعات من المنتجات الصناعية التي تدرجت كما في الشكل (9-8)

يوضح الشكل(8-9)منتجات صناعية ضمن مجموعه كانتور

مجموعة سيربنسكي كازكيت: وهي الاشكال الذي تبدأ بمثلث متساوي الأضلاع يزال عنة الجزء الاوسط الذي في المركز ويمثل المثلث الابتدائي، ويّعرف هذا المثلث بالنقطة الوسطية لجوانب المثلث الأصلي. ونحصل على الاشكال بتكرارهذه المثلثات، وبشكل لانهائي من المرات ولكن عمليا سيصعب تكرار ذلك بعد فترة حيث تصل المثلثات الى ان تكون صغيرة جدا، بحيث لا نستطيع توصيل منتصفات اضلاعها. فان كل جزء متكررهو شكل مشابة تماما للشكل الأصلي، اي ان خاصية التشابة الذاتي تتضح تماما بتكبير اي جزء من الشكل يمكن اعتماد نفس الطريقة مع مختلف الاشكال مثل (المربع والمخمس والدوائر..... الخ) في تصميم شكل المنتج الصناعي، وأطلق عليها هذا الاسم نسبة الى العالم رياضي واكلاو سربنسكي عام1916 (Bovill, 2013, p. 10). كما في الشكل(10) يمثل وحدة انارة ضمن مجموعة سيربنسكي كازكيت.

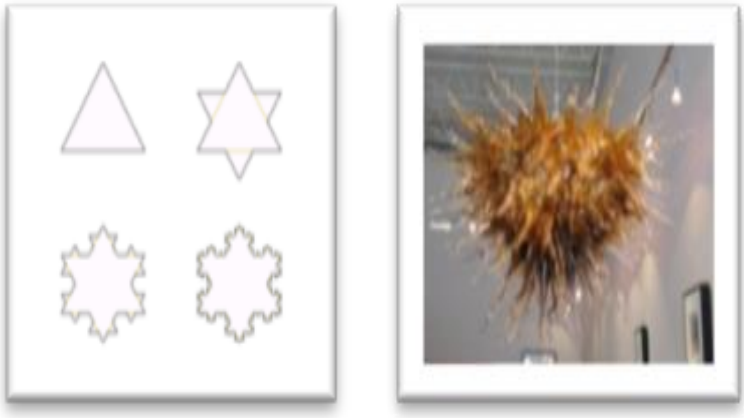
يوضح الشكل (10) وحدة انارة ضمن مجموعة سيربنسكي كازكيت

مجموعة ماندولبروت: Set Mandelbrot: وهي إحدى اشكال الهندسة الكسيرية المشهورة بشكل واسع حتى خارج مجال علماء الرياضيات لتداخلها مع ما يدعى الفن الكسيري، حيث تعمد لتقديم اشكال

فنية تتميز بالجمال والتجريدية. وما يميز مجموعة ماندلبروت هوالبنية المعقدة التي تقدمها رغم بساطة تعريفها والتي انتجت من قيام ماندولبروت باستخدام الكمبيوتر للوصول الى النتيجة المطلوبة، ووصفت بانها اعقد الاشكال الرياضية في الكون وتحمل خاصية التشابة الذاتي على المقاييس المتنوعة، الا ان التفاصيل الصغيرة للشكل لا تتشابة تشابها متطابقا للشكل الاصلي (Mandelbrot B. , 2004, p. 468). كما في الشكل(11) يمثل تصميم منضدة وسطية متعددة الاستخدام ضمن مجموعة ماندلبروت.

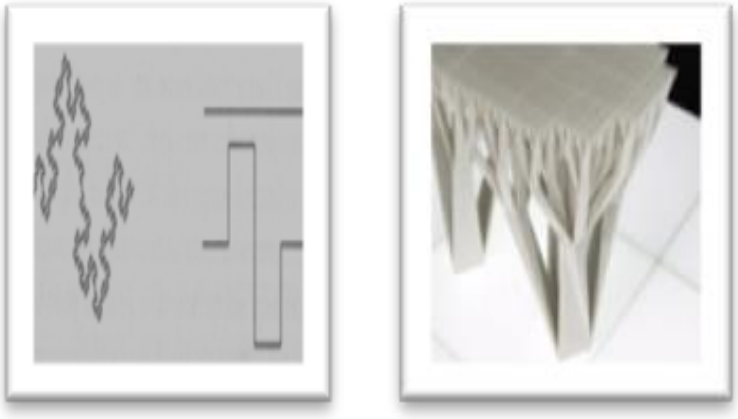
يوضح الشكل (11) تصميم منضدة وسطية متعددة الاستخدام ضمن مجموعة ماندولبروت

منحني كوخ:curved hut : وهوشكل محدد من تتابع لا نهائي لمنحنيات متزايدة التجعد وعند تقطيعة في زوايا معينة يعطي إيحاءات بمجاميع كنتورية كامنة، وأول وصف له وضعة الرياضي السويدي هيلج فون كوخ عام 1904 وجاء هذا النمط كشيء غريب وطارى على التصميم واقرب إلى كسر القواعد المألوفة فلا يوجد له ظل ولا مقاطع ناعمة. ويعد منحني كوخ عبارة عن اجتماع عدد لانهائي من الاشكال وحدودها مثلثية وينشق منه عدد من الاشكال المتنوعة ومختلفة (مثلثية الشكل-مربعي الشكل -نجمي الشكل-عشوائي الشكل... الخ، وينشأ المنحني من خلال البدء بخط مستقيم ويقسم إلى ثلاث قطع ثم تزال القطعة الوسطية وتستبدل القطعة المركزية بمثلث متساوي الأضلاع قاعدتة مزالة، وتعاد العملية على مقياس أصغر لكل من قطع الخطوط المستقيمة الأربعة، وتتكرر إلى مالانهاية منتجة بالتالي منحني ذو تعرجات مختلفة تعطي المنتج شكلا جذابا (Koch, 2004, p. 45). كما في الشكل(12_13) يمثل تصاميم لوحدات انارة ضمن منحني كوخ.



يوضح الشكل (12_13)تصاميم لوحدات انارة ضمن منحني كوخ

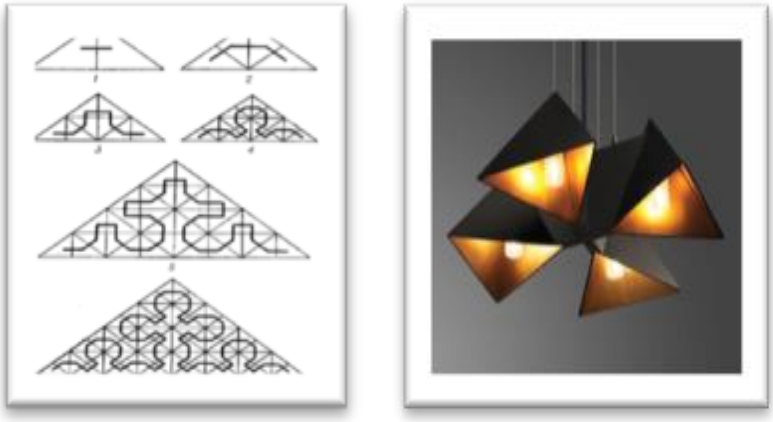
منحني منكوسكي:Minkowski curve : ويعمل هذا المنحني بنفس الطريقة التكرارية لمنحني كوخ ولكن باستبدل أجزاء الخط المستقيم المكون من أربعة أجزاء بمنحني من ثمانية أجزاء ويتزايد طولة ونموه بسرعة من مرحلة الى اخرى ومن خصائصة المميزة استطاعتة ملأ اي فضاء في المنتج بسرعة (Bovill, 2013, p. 12). كما في الشكل (14-15) يمثل تصميم منضدة وسطية ضمن منحني منكوسكي.



يوضح الشكل (14-15) تصميم منضدة وسطية ضمن منحني منكوسكي

منحني بيانو The peano curve: وهو الشكل الذي ينشأ من خط مستقيم منقسم إلى ثلاثة أجزاء،المولد له تسعة أجزاء، وكما في المنحنيات السابقة واستخدم المولد تكراريا لاستبدال أجزاء الخط المستقيم في المنحني و بخطوات لانهائية وكل قطعة من الخط المستقيم في هذا المنحني المكون من ثلاثة أجزاء تستبدل بمنحني مكون من تسعة وحدات وينمو طول هذا المنحني بشكل سريع وحتى أسرع من منحني منكوسكي ويعطي منحني بيانو مفارقة فهو خط ذو مجال أحادي البعد، وهو أيضا سطح ذو مجال ثنائي البعد ويعطي اشكال تتسم بالتعقيد والغرابة، ويتولد منحني بيانو من خلال ما لانهاية من الخطوات ويعطي نتائج مؤثرة جدا إذ أنها تملأ سطح المنتج بشكل كامل، و اقترح جوزيف بيانو منحناه في عام 1890 والتي

تعتمد فكرتة على توليد اشكال هندسية غير نهائية من اشكال معروفة مثل المربع او المثلث...الخ (Bovill, 2013, p. 13).كما في الشكل(16-17) تصاميم صناعية ضمن منحني بيانو.



يوضح الشكل (16-17) تصاميم صناعية ضمن منحني بيانو

أليات توليد ألكسيرية في تصميم ألمنتجات ألصناعية: تعد هذه اليات هي صفة خاصة في جزء أو كل محدد في المنتج أو مجموعة محددة في مكان أو زمان محددين، وما يمتاز به أسلوب العصر هو خليط من أساليب مهجنة تؤدي به التقنية دورا فاعلا مهما وأساسيا ولايمكن الاستغناء عنة نتيجة التطور الهائل في العديد من المجالات و انتشارة بسرعة والانصهارات الحاصلة في الثقافات والعادات والتقاليد بل حتى المعتقدات والتقاربات الزمكانية، حيث يوجد عدة أليات لتوليد الكسيرية وتختلف عن بعضها في القواعد الاساسية في حيز التطبيق وفي طبيعة الاشكال الناتجة عنها في تصميم المنتجات الصناعية (Fathy, 2008, p. 15).

أليه النظام اللولبي: وهو نظام تكراري يعتمد على التوسع ويعد ألاكثر شيوعا في الانظمة النباتية كنظم توزيع الاوراق، وهومن اساليب توليد اشكال الهندسة الكسيرية المتميزة بخاصية التنظيم الذاتي وان عملية توليد الشكل بهذه الطريقة تعتمد على تكرار الشكل نفسة، ولكن بهرمية مقياسية ويزداد فيها المقياس وتتوزع الاشكال على محور لولبي (Jean, 2009, p. 90). كما في الشكل (18_19)يمثل توظيف الاسلوب الولبي في تصميم وحدة الانارة.

يوضح الشكل (18_19)توظيف الاسلوب الولبي في تصميم وحدة الانارة

أليه الطي المتكرر: ويعد الطي أداة قيمة لتطوير التطبيقات الهندسية والتصاميم على وجه الخصوص فهو بمثابة واجهة اكتساب الخبرة المعرفية في التحولات المكانية،وإيجاد الاشكال المختلفة وينتج الطي بشكل عام أنماط شكلية مختلفة،ولكن اسلوب الطي المتكرر،هو طي وتكرار نفس الشكل مرارا وتكرارا ونحصل بالنتيجة على أنماط أكثر تعقيدا وتكون هذه الانماط في حالتين إما متشابهة ذاتيا أوغير متشابهة ذاتيا، أما العملية المطبقة، فهي دائما نفسها وبالتالي التشابة الذاتي هو الاساسي هنا في العملية التصميمية وليس في الشكل (Orabi, 2016, p. 33).كما في الشكل(20) يمثل توظيف اسلوب الطي المتكرر في تصميم وحدت الانارة.

يوضح الشكل (20) توظيف اسلوب الطي المتكررفي تصميم وحدات الانارة

أليه مخططات فورونوي: هي عملية تقسيم الشكل إلى اجزاء ويعتمد في هذا التقسيم على مجموعة من النقط الاساسية، بحيث يكون الخط الفاصل بين النقطتين عموديا على القطعة المستقيمة التي تصل بين نقطتين متجاورتين، وبالتالي جميع النقط الموجودة في منطقة النقطة من المجموعة الاساسية وتكون هي

الاقرب عليها مقارنة بباقي النقط في المجموعة وداخل كل منطقة نقطة يتم توزيع نقط جديدة ويتم تكرار العملية للحصول على اشكال مختلفة،وقد سميت بمخططات فورونوي نسبة إلى فورونوي جورج الذي كان أول من وضعها بعد ملاحظتة لهذة ألانماط في طريقة توزع ألخلايا في ألكائنات ألحية ونلاحظ هذه ألشبكة ألهرمية بشكل واضح في أوراق النباتات، وإن الاشكال المتولدة بهذه الطريقة لا تتسم بالتشابه ألذاتي ألتام، لان ألمكررهنا ليس ألشكل نفسه وإنما عملية تقسيم ألاشكال مرات عدة بحيث نحصل على نظام مكرر داخل نظام وجميع ألانظمة في جميع ألمستويات تشابة النظام الاساسي (Aurenhammer, 2005, p. 405). كما في الشكل(21-22)يمثل توظيف اسلوب مخططات فورونوي في تصاميم وحدات الجلوس.

يوضح الشكل(21-22)توظيف اسلوب مخططات فورونوي في تصاميم وحدات الجلوس

النتائج والاستنتاجات:

1. قدمت الكسيرية أشكالاً ذات قيم جمالية كبيرة للتصميم وتعتمد على البعد الرابع (الزمن) والأعداد المعقدة لمركبات الكون ذات الظواهر العشوائية في تصميم المنتجات الصناعية.
2. صنفت الكسيرية مجموعات متنوعة من الخطوط والتعرجات التي عملت على اثراء المنظومة البصرية في المنتجات الصناعية.
3. مكنت الكسيرية المصمم على استلهام الاشكال من الطبيعة وتفعيل قيمها لجمالية في صياغة المنتجات الصناعية.
4. أحدثت الكسيرية تغير كبير في الهيئات التصميمية مما جعلتها تتسم باشكال جديدة لاتقليدية ثبت نجاحها وتفوقها في التصميم.
5. أثرت الابعاد الفكرية للكسيرية تأثير كبير في تصميم المنتجات الصناعية كونها تمثل المفاهيم والأطر النظرية الذي تقوم عليها الكسيرية ناتجة تصاميم جديدة مثلت مفرداتها حالة التوافق والتداخل و التعارض مع التصميم.

6. أعتمدت المنتجات في تصميمها على الاشكال الاساسية للكسيرية مما جعلتها تظهر بصورة جذابة ومختلفة.
7. أحدثت اليات توليد الكسيرية تغير في المنتجات الصناعية مماجعلتها تتسم بالتنوع والتعقيد والتشابة الذتي.

References:

1. Abdul Muttalib, Z. (2019). *The Intellectual and Aesthetic Dimensions of the Winged Bull in Ancient Iraq.* Iraq: Babylon University / College of Fine Arts.
2. Alani, C. (2015). *Parametric analysis in Islamic geometri cdesigns.* CentralCesar: Clemson University, GabrielaCelani, David M. Sperling and Juarez M.S.International Conference CAAD Futurespp.
3. Al-Kariza, A. (2005). *Communication in Contemporary Architecture.* Baghdad: Architectural Engineering / University of Technology.
4. Al-Kasabi, H.-S. (2005). *Non-Euclidean Geometry in Urban Systems Architecture.* Baghdad: University of Baghdad, College of Engineering, Department of Architecture.
5. Aurenhammer, F. (2005). *Voronoi Diagrams – A Survey of a Fundamental Geometric Data.Structure.* M.M: ACM Computing Surveys.
6. Barnsley, M. (1999). *Fractals Everywhere.* U.S.A: I N C. U.S.A Academic Press.
7. Benoit, M. (2002). *Fractal Geometry: What is it and what does it do.* Yale university: B.N.
8. Bernard, S. (2004). *Is Randomness Partially Tamed By Fractals.* Rhode Island: Fractal Geometry and Applications.
9. Bovill, C. (2013). *Fractal geometry in architecture and design.* BirkhäuserBosten: school of architecture, University of Maryland.
10. Falconer, F. (2003). *Mathematical Foundations and Applications.* B.B: John Wiley & Sons.
11. Falconer, K. (2000). *The Geometry of Fractal Sets.* Cambridge: Cambridge University.
12. Fathy, M. (2008). *Design Style and Its Elements.* Egypt: Technical Books, Helwan University.
13. Georg, C. (2004). *On Power of Perfect Sets of Point: Classics on fractals.* USA: Studies in nonlinearity ,by Weastview press.
14. Gordon, N. (2006). *Introducing fractal Geometry.* B.B: B.N.
15. Hakem, M. (2019). *The concept of visual reflections in the design of printing fabrics.* Baghdad: Al-Mustansiriya University, College of Basic Education.
16. Hamid, O. (2010). *Teacher's Mental Health in the Light of Positive Psychology Concepts.* Setif: University of Mohamed Moulin Debaghin.
17. Hilal, A. (2015). *The effectiveness of teaching a proposed educational unit in fractal geometry on cognitive achievement and the trend towards learning mathematics for eighth grade students.* Sudan: Journal of Educational Sciences, Sudan University of Science and Technology.
18. Jean, R. (2009). *A Systemic Study in Plant Morphogenesis.* England: Cambridge University Press.
19. Jurgen, H. (2008). *The Theory of Communicative Action.* Boston: trans by Thomas McCarthy.
20. Kenton, M. (2004). *Fractal Forgeries of Nature in: Fractal Geometry and Applications: AJubilee of Benoit Mandelbrot by Michael, L. Lapidus , Managing Editor.* Island: American Mathematical Society , Providence.

21. Koch, H. (2004). *On a Continuous Curve without Tangents Constructible from Elementary Geometry.* USA : Westview press.
22. Lorenz, W. (2003). *Fractal and Fractal Architecture "Department of computer aided planning and architecture.* Vienna: Vienna University of Technology.
23. Lynch, K. (1999). *Theory of Good City Form.* USA: Cambridge,Mass,the MLT press.
24. Mandelbrot, B. (2004). *Fractals and Chaos.* B.B: The Mandelbrot Set and Beyond.
25. Mandelbrot, e. (2004). *Fractals and Chaos.* B.B: The Mandelbrot Set and Beyond.
26. March, L. (1997). *The Geometry of Environment.* London: The Geometry of Environment.
27. Noureddine, R. (2007). *Communication Theory and Modern Linguistics.* B.B: Saiss-Fez Press.
28. Orabi, R. (2016). *The Role of Computing in the Architectural Design Process. Architectural design department.* Damascus: chool of Architecture. Architectural design department. Damascus University.
29. Ting, C. (B.T). *World of Fractal - Accessedat*. Retrieved from http://www.math.nus.edu.sg/aslaksen/gemprojects/maa/World_of_ actal.pdf.
30. Zidan, B. (2002). *The Collective Dictionary.* Nablus: An-Najah National University.
31. *Boeing*, □. (2016). *Visual Analysis of Nonlinear Dynamical Systems: Chaos. Fractals: Similarity and the Limits of Prediction. Systems.*.