

التحليل المورفولوجي كمدخل لعملية تصميم الخزف

The Morphological Analysis as an Approach to the Ceramic Design Process

د / منى محمود شمس الدين

أستاذ مساعد بكلية الفنون التطبيقية- جامعة حلوان، mahmoudmona1978@gmail.com

د / شيماء أسامة عبد الحميد

مدرس بكلية الفنون التطبيقية- جامعة حلوان، shaimaateleb@gmail.com

كلمات دالة: Keywords

التحليل المورفولوجي morph
-analysis علم الأحياء البيولوجية
-Biomimicry مخطط فرونوي
-Voronoi Diagram النمو
-growth إيجاد الشكل form finding

ملخص البحث: Abstract

يتعرض البحث لمفهوم التحليل المورفولوجي وأهميته وانعكاسه على علم التصميم في القرن الواحد والعشرين باستخدام التكنولوجيا الرقمية. ولقد تناول البحث العمليات البيولوجية التي تبنى عليها اتجاهات حديثة في التصميم وتطبق من خلال برامج التكنولوجيا الرقمية التي تحقق نفس المنهجية في التفكير. كما يتعرض للمفاهيم والمصطلحات الحديثة المتداخلة لاتجاهات التصميم الناتجة عن نفس المفهوم وهو التشكل في الطبيعة (المورفولوجي) ثم يعرض البحث بعض التطبيقات في مجال تصميم المنتجات توضح خطوات عملية التصميم عن طريق الحاسب لبعض الاتجاهات السابقة. وتكمن مشكلة البحث في عدة تساؤلات: إلى أي مدى تساعد هذه المنهجية في تنمية الفكر الإبداعي، في تصميم المنتجات؟ هل الربط بين التحليل المورفولوجي وعملية التصميم يؤثر في رفع كفاءة التصميم؟ هل هناك خلط بين بعض المفاهيم الحديثة في التصميم مثل (الايكولوجي ecology – المورفولوجي morphology – بيوممكري bio-mimicry - جينات مورفولوجية morphogenesis؟ يستهدف البحث: إيجاد مصدر متجدد أصيل لايتكار الشكل وبناءه من خلال التحليل المورفولوجي وكذلك تطوير تعليم التصميم الخزفي بالاستفادة من تطبيقات الحاسب والذي يعكس بدوره على تطوير التصميم في المنشأة الصناعية. إضافة إلى المقارنة بين بعض المفاهيم الحديثة في مجال التصميم.

Paper received October 27, 2023, Accepted January 17, 2023, Published on line March 1, 2024

عملية التصميم في القرن الواحد والعشرين ظهرت العديد من الاتجاهات الناتجة عن ربط التصميم بالحاسب وربط الطبيعة بالتصميم الرقمي، ومن خلال دراسة الباحثين لاتجاهات التصميم الحديثة المرتبطة بالطبيعة وجدوا العديد من المصطلحات المتداخلة والمتشابهة في هذا المجال ولذا يتعرض البحث للتحليل والمقارنة بين هذه المصطلحات في محاولة لفهم جميع هذه الاتجاهات وتوضيح الفرق بينهم.

مشكلة البحث: Statement of the Problem

وتكمن مشكلة البحث في عدة تساؤلات:

- 1- إلى أي مدى تساعد هذه المنهجية في تنمية الفكر الإبداعي في تصميم المنتجات؟
- 2- هل الربط بين التحليل المورفولوجي وعملية التصميم يؤثر في رفع كفاءة التصميم؟
- 3- هل هناك خلط بين بعض المفاهيم الحديثة في التصميم مثل (الايكولوجي ecology - المورفولوجي morphology - بيوممكري bio-mimicry - جينات مورفولوجية morphogenesis؟

أهداف البحث: Research Objectives

- 1- إيجاد مصدر متجدد أصيل لايتكار الشكل وبناءه من خلال التحليل المورفولوجي
- 2- تطوير تعليم التصميم الخزفي بالاستفادة من تطبيقات الحاسب والذي يعكس بدوره على تطوير التصميم في المنشأة الصناعية.
- 3- المقارنة بين بعض المفاهيم الحديثة في مجال التصميم.

الإطار النظري: Theoretical Framework

1- مداخل التصميم الحديثة المرتبطة بالتحليل المورفولوجي والثورة الرقمية:

1-1 لتصميم المورفولوجي Morphodesign

تتكون كلمة مورفولوجي (Morphology) من مقطعين، المقطع الأول (Morph) مورف وتعني شكل أو هيئة الثاني (Logy) لوجي وتعني العلم، وعلم المورفولوجي (Morphology) هو علم

المقدمة: Introduction

يتعلم المصمم منطق الشكل ومبادئ التكوين من نظم البناء الطبيعي وكذلك النظم الإنشائية فيها، ويستنتج مبادئ التصميم من تلك النظم، والتي يتحقق شكلها بناءاً على طبيعة القوى والإجهادات التي تؤثر فيها، والتي تنعكس على الطريقة التي تنمو أو تتشكل بها عناصرها البنائية، وللمخلوقات قدرة للارتقاء والتكيف مع ظروفها البيئية، ولها خصائص تنفرد بها عن غيرها، وقد وضعت هذه الخصائص وفقاً لأشكالها المورفولوجية، أكثرها ارتباطاً بمجال تصميم الخزف هي الخصائص البنائية والتي تهتم بالتكوين العام للتصميم، ووحدته البنائية الأساسية وصولاً لاكتمال الترابط بين جميع الأجزاء إلى أن يصل التصميم لشكله ومظهره النهائي. وتختلف الكائنات في مظهرها وبنائها بما يتناسب مع مهامها الوظيفية التي تؤديها، وتعد اختلاف البناء الهيكلي والشكلي مصدراً استلهامياً في جميع المجالات المرتبطة بالتصميم سواء للشكل أو الوظيفة.

ويهدف البحث إلى إيجاد منهجية للتصميم من خلال التحليل المورفولوجي وهو تحليل البناء التركيبي. للكائنات وتهدف هذه المنهجية إلى وضع الشكل في التصنيف المناسب له وعلاقته بالبيئة التي يعيش فيها؛ وكذلك مدى تأثيره بها، ويقصد بمنهجية التصميم بأنها دراسة كيفية الاستخدام المنطقي لأنواع مختلفة من المعارف يمكن ان تحدث أثناء عملية التصميم. ومن الجهة العلمية تعتبر منهجية التصميم مجموعة من النماذج المفهومية وأطر للعمل، ولذلك نجد العديد من المتغيرات التي تؤثر في النتائج لاختلاف المنطق والتفاعل الحدسي الذي يختلف من شخص لآخر أثناء تطبيقه للمنهجية، فبالرغم من أن المنهجية تكون واحدة ولكن عندما يستخدمها أكثر من مصمم تخرج بنتائج مختلفة وقد نتج عن هذا الأسلوب بناء منهج للملاحظة وتفسير الظواهر الشكلية في الطبيعة، مع استخلاص النتائج ومقارنتها ببعضها لتكوين رؤية علمية تفسر العلاقة بين الشكل والوظيفة لمخلوقات وانعكاس ذلك علي إيجاد الفكرة التصميمية وبنائها المورفولوجي. ومن هنا ارتبط هذا النهج التحليلي بعلم التصميم، إذ أصبح مصدراً فكرياً في استلهام الحلول الوظيفية الشكلية، وإيجاد الفكرة. مع ظهور الثورة الرقمية التي أصبحت وسيلة هامة وأساسية في

كل من النظام البنائي (structure) والتجسيد المادي لهذا النظام البنائي (construction) وصولاً إلى قانون التشكل وليس الشكل. فمن خلال التحليل الانشائي نصل إلى نظام الحركة في الفراغ الثلاثي الأبعاد، اذن المحدد الانشائي لهذا الشكل في الطبيعة هو نظام تشكله وحساباته البنائية. وفي هذه المرحلة لم تتعرض للخامة بعد، وبالاستعانة بتطبيقات الحاسب (CAD) لكي يكون حقيقي يحتاج الى وسيط مادي لتجسيد هذا النظام والسلوك ليس الشكل الخارجي فقط ويكون الوسيط مرئي أي مادي material .

2-1 العمليات البيولوجية:

النمو growth:

طبقاً لقاموس وبستر يعرف النمو بأنه زيادة الحجم عن طريق استيعاب المواد في الكائن الحي أو عن طريق تراكم المواد في عملية غير بيولوجية (مثل التبلور) وهو التطور الى النضج، وهو التمرير من حالة إلى أخرى أو التطوير من المصدر الأم. ويعتمد النمو في علم الأحياء على الشفرة الوراثية التي تتم ترجمتها إلى معالجة تكييفية ومتباينة للمواد والبنية. لا تحدد الجينات فقط صفات النمو ولكن أيضاً العمليات القادرة على التغيير وفقاً لتأثيرات السياق المحيط.



الحجم واللون وتغير في الشكل والخصائص (المورفولوجية)

التي يقوم بها الكائن الحي تبعاً لبيئته التي يحياها، ومنها القدرة على الاستجابة للطوارئ التي قد تحدث، كانهاء النبات نحو الضوء، وهجرة الطيور مثلاً، وعند التحدث عن التكيف السلوكي للإنسان فإن أبعاده لن تنتهي؛ لأنه كائن حي وأيضاً ذو عقل، فالتكيف عنده في أعلى درجاته

3-1 علم البيئة Ecology

هي دراسة توزيع ووفرة الكائنات الحية، والتفاعل بين الكائنات الحية وبيئتها، وهيكل النظم الإيكولوجية ووظائفها. فهو يشير الى شكل من اشكال التنوع البيولوجي التي تتعامل مع العلاقات والتفاعلات بين الكائنات الحية وبيئتها، بما في ذلك الكائنات الحية الأخرى.

وكذلك ومجموعة العلاقات القائمة بين أي نظام معقد ومحيطه أو بيئته. communities، وتسمى أيضاً البيئة البشرية. وهو فرع علم الاجتماع المعني بمسافات تباعد الأفراد والمؤسسات وترابطه والدعوة إلى حماية الموارد الطبيعية من التلوث أو آثاره population؛ حماية البيئة ecosystems، كما يرتبط علم البيئة ارتباطاً وثيقاً بتخصصات علم وظائف الأعضاء physiology، والتطور evolution، وعلم الوراثة genetics، والسلوك behavior.

4-1 علم الأحياء البيولوجية Biomimicry

علم الأحياء البيولوجية في الهندسة المعمارية والتصنيع هو ممارسة تصميم المباني والمنتجات التي تحاكي أو تشترك في العمليات التي تحدث في الطبيعة. وهو تقليد النماذج والنظم وعناصر الطبيعة لغرض حل المشاكل الإنسانية المعقدة.

ويعتبر أيضاً تقليد للتصميمات البيولوجية الطبيعية وعملياتها وممارسة لجعل التصميم التكنولوجي والصناعي نسخة من العمليات الطبيعية. وتكون الفكرة الكامنة وراء علم الأحياء البيولوجية هي أن الطبيعة قد حلت بالفعل التحديات التي نحاول حلها فيمكننا.

نسخ أو تقليد ظاهرة طبيعية أو كفاءة البيئة وآليات البقاء في عمليات التصنيع أو في الاستدلال القائم على الحالة التطبيقية.

حيث يرى علم البيوميكرمي ان الطبيعة هي إجابة للقضايا التصميمية الملحة لدينا. بينما علم البيونكس (سيتم ذكره لاحقاً) فيرى أن الطبيعة هي مجرد نموذج أولي. ويتم تعريف علم

بناء الشكل أي دراسة بنية الشكل ويرتبط بعلم الأحياء ويعد أحد روافده المهمة بالبحث في التكوين والتركييب البنائي للكائنات الحية. اما علم التشكل (Morphogenesis) أي علم دراسة البناء التركيبي للشكل وأثره على البعد الوظيفي للكائن الحي. وقد ظهر هذا العلم خلال القرن التاسع عشر لوضع منهجية توضح العلاقة بين شكل ووظيفة الكائنات الحية؛ فضلاً عن الوصف التشريحي للعلاقة بين الأجزاء المكونة للكائنات.

اما التحليل المورفولوجي morph analysis فيعرف التحليل المورفولوجي بأنه وصف للكائن الحي وفقاً لأجزاء محتواه، وعلاقة هذه الأجزاء بعضها ببعض ثم علاقتها بالمجموع، وقد أطلق علي هذا الاتجاه (تحليل البناء التركيبي) ويهدف هذا النهج التحليلي إلى وضع الشكل في التصنيف المناسب له وعلاقته بالبيئة التي يعيش فيها؛ وكذلك مدى تأثيره بها، وقد نتج عن هذا الأسلوب بناء منهج للملاحظة وتفسير الظواهر الشكلية في الطبيعة، مع استخلاص النتائج ومقارنتها ببعضها لتكوين رؤية علمية تفسر العلاقة بين الشكل والوظيفة للمخلوقات، وانعكاس ذلك علي إيجاد الفكرة التصميمية وبنائها المورفولوجي.

اما بالنسبة لمصطلح التصميم المورفولوجي Morphodesign والذي ينبع منهجية morph analysis أي التحليل الذي يبحث عن



شكل (1) يوضح مراحل النمو والتي يحدث عنها تطور في

التكيف Adaptation:

التكيف هو طفرة mutation، أو تغيير وراثي، يساعد الكائن الحي، مثل النبات أو الحيوان، على البقاء في بيئته، وتنتقل من جيل إلى جيل. ومع وراث المزيد من الكائنات الحية للطفرة، تصبح الطفرة جزءاً نموذجياً من هذا النوع. فتصبح الطفرة تكييفاً. وتطور التكييفات نتيجة للانتقاء الطبيعي الذي يعمل على الاختلافات الجينية العشوائية القادرة على الانتقال من جيل إلى جيل، فالاختلافات التي تثبت فاعليتها تنتشر.

والتكيف خاصية تتسم بها الكائنات الحية، وظيفتها الأساسية هي مساعدة المخلوق الحي على التعايش مع بيئته والتكاثر فيها للحفاظ على نسله، حيث إنه لا يوجد أي كائنين على كوكب الأرض متطابقين تماماً، بل إن لكل واحد من الحيوانات خواصاً مختلفة تساعده على البقاء في بيئته، واختلاف الشكل واللون والطباع هو من نتائج هذا التكيف.

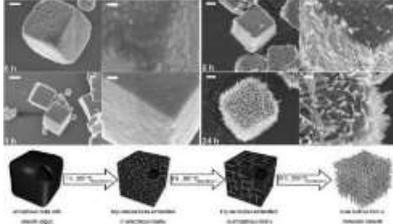
يوجد طريقتان مختلفتان لتعريف معنى التكيف في علم الأحياء، وهي كالاتي: من ناحية وظيفية، يُعبر التكيف عن تغير حيوان أو نبات بطريقة مباشرة استجابة للبيئة التي يعيش فيها. من أمثلة ذلك تغير معدل الأيض لدى الكائن مع الارتفاع أو الانخفاض في دائرة العرض (وبالتالي درجة الحرارة) التي يتواجد فيها. المعنى الثاني والأكثر انتشاراً يختص بالمزايا التي يكتسبها الكائن لجعله أكثر قدرة على التكاثر وإنجاب ذرية قادرة على البقاء للنمو والتناسل، ويتعلق التكيف في هذا السياق بتغيرات تطرأ على مورثات الكائن لتجعله أقدر على التعايش مع نظام بيئي محدّد.

تكيف وظيفي Physical adaptations :

يشتمل على جميع العمليات الداخلية في جسم الكائن الحي، فالكيمياء الحيوية للخلايا والعمليات التي تمكن الكائنات من هضم طعامها والإحساس والاستجابة للعالم الخارجي، كلها تكيفات وظيفية تمكن الكائن الحي من البقاء وأمثلة ذلك قدرة الجمل على السير أياماً طويلة في الصحراء وإفراز سم الثعبان، وإفراز خيوط العنكبوت، وتغير لون الحرياء.

تكيف سلوكي Behavioral adaptations :

يعتبر التكيف السلوكي تكيف في التصرفات والأنشطة والأعمال



شكل (5) بلورات الثلج مختلفة الأشكال ولكنها جميعها تتبلور طبقاً للنظام البلوري السداسي



شكل (6) كرات من الثلج تتكون على الشواطئ

6-1 الهياكل القشرية Shell structure:

البناء القشري shell structure هو بناء ثلاثي الأبعاد يقاوم الأحمال بواسطة بنائه الهندسي كما انه يتحمل الأحمال الخارجية عليه عن طريق هيكلها الخارجي وهي في الأصل هياكل طبيعية، وتعد القباب من أشهر النماذج المعمارية لهذا الأسلوب، ففي القباب لا يمكن التمييز بين الحوائط والأسقف كل جزء في القبة هو بناء وهيكلي في نفس الوقت. والبناء القشري الشبكي grid shell structure هو مستوى من البناء القشري shell structure حيث أن لهما نفس البناء الهندسي والسلوك البنائي، ويعد القشري الشبكي grid shell هو shell حيث تم تغير الخامة واستبدالها بشبكة pattern، ويعد التحميل في القشري على الخامة أما في الشبكي القشري فتكون الأحمال على الشبكة وأهم ما يميز البناء القشري بصفح عامة إنها self-standing



شكل (7) يوضح الاصداف البحرية ذات انحناءات متميزة وتحقق اشكال أكثر صلابة نتيجة لفعل التآكل وقوى الاجهاد



شكل (8) Sydney Opera House وهو أحد النماذج التي اعتمدت على أسلوب البناء القشري

7-1 علم البيونكس Bionics:

مصطلح بيونكس Bionics، وهو يتكون من مقطعين الأول BIO من Biology بمعنى علم البيولوجي، والثاني NIC من Technic بمعنى التقنية. وقد تم تعريفه حينها على انه " التعلم من

"البيوميمكري" بأنه "تطبيق المبادئ البيولوجية لدراسة وتصميم أنظمة هندسية". كما أن الاهتمام المتزايد بعلم البيوميمكري كان الدافع لاستكشاف المبادئ البيولوجية في الطبيعة التي يمكن ان تكون قابلة للتطبيق على الهندسة المعمارية.

مستويات منهج البيوميمكري في التصميم:

تتعدد مستويات منهج البيوميمكري في التصميم والتي يمكن تقسيمها إلى:

- مستوى الكائنات الحية Organism Level – يدرس علاقة تكيف الكائن الحي بالبيئة المحيطة به.
- مستوى الأداء والسلوك Behavior Level – يقوم بدراسة ومحاكاة سلوك الكائن في البيئة.
- مستوى النظام البيئي Ecosystem Level – يقوم بدراسة ومحاكاة النظام البيئي.



شكل (2) يوضح الفكر البيوميمكري في العمارة



شكل (3) هذا المبنى الذي تبلغ مساحته 200 متر مربع مستوحى من مبادئ البناء الخفيفة الوزن الموجودة في الطبيعة وهي "الهياكل الليلية للفشور الخلوية للخنافس الطائرة والمعروفة باسم elytra

5-1 التنظيم الذاتي self-organization:

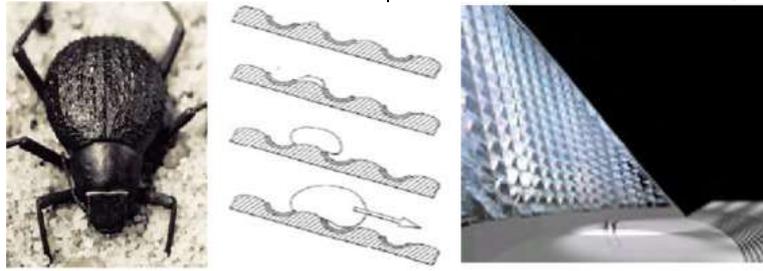
يشير التنظيم الذاتي لمجموعة واسعة من عمليات التشكل الحر المعتمدة على تكرار نمط او وحدة (pattern) في كل النظم الفيزيائية والبيولوجية مثل حبيبات الرمل التي تتجمع لتشكيل الكثبان الرملية المتموجة، والخلايا التي تشكل الانسجة عالية التركيب والتنظيم والأسماك والطيور التي تتنظم حين تحركها في اسراب وثمة سمة أساسية في هذه النظم المختلفة، وهي الوسيلة التي من خلالها يمكن الحصول على ترتيبها وتنظيمها. في التنظيم الذاتي يتم تشكيل الأنماط من خلال التفاعلات الداخلية للنظام دون تدخل من قبل توجيه المؤثرات الخارجية. فالتنظيم الذاتي يحدث في مجموعة متنوعة من النظم الفيزيائية، والكيميائية، والبيولوجية، والآلية، والاجتماعية، والإدراكية.

ويمكن تعريفه أيضا بأنه عملية فيها شكلا من أشكال النظام أو التنسيق العام ينشأ من التفاعلات المكانية بين مكونات نظام بسيطة ومختلفة. يمكن وصفه كعملية ديناميكية وقابلة للتكيف وبأنها نظم يتم من خلالها تحقيق والمحافظة على الهيكل الإنشائي دون تحكم خارجي مسبق.



شكل(4)التنظيم الذاتي في مكعبات Nb3O7 (OH) بحجم ميكرون أثناء المعالجة الحرارية المائية عند 200 درجة مئوية. في البداية تتحول المكعبات غير المتبلورة تدريجياً إلى شبكات ثلاثية الأبعاد مرتبة من الأسلاك النانوية

خلال تصميماتها وعملياتها حلولاً للمشاكل الإنسانية، والذي يستخدم المقياس البيئي للحكم على مدى صحة الابتكارات، وبمثابة علم جديد يقوم على أساس ليس فقط ما يمكن أن ننقل من الطبيعة بقدر ما يمكن التعلم جيداً منها.



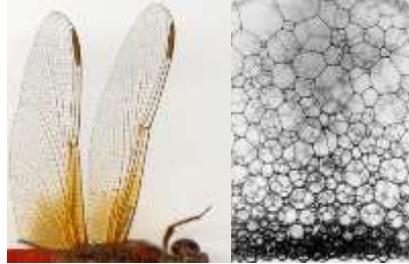
(a) A beetle prototype (b) Structure model (c) The Las Palmas Water Theatre

شكل (9) يوضح الاستفادة من الطبيعة (beetle) ونقلها للعمارة حيث تم تصميم هذا البناء the las palmas water theatre على أساس بيولوجي - حيث يتم جمع الرطوبة المحمولة جواً وتكثيفها وتبريدها بواسطة مياه البحر

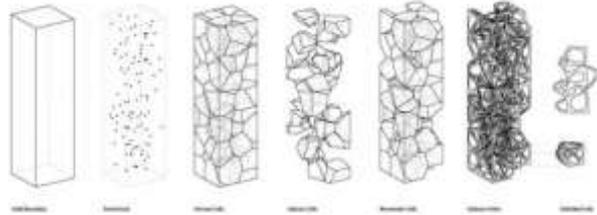
خلايا Voronoi cells - وقد سُمي هذا المخطط بهذا الاسم نسبة إلى جورج فورونوي Georgy Feodosovich Voronoy (1908-1868) ورياضياً فهو عبارة عن نقاط أساسية تمثل بؤرة الخلية فعند نمو الخلية في صورة دوائر يؤدي إلى تماسها وبزيادة النمو يظهر خط التقاطع بين الدائرتين، ويختلف الشكل النهائي للشبكة على حسب ترتيب البؤرة.

8-1 مخطط فورونوي Voronoi Diagram:

هو مخطط رياضي يحاكي الطبيعة، فهو وسيلة لتقسيم المساحة أو الفراغ إلى عدد من المناطق، حيث يتم تحديد مجموعة من النقاط (و تسمى البؤرة، أو المواقع، أو المولدات) مسبقاً وحول كل بؤرة ستولد المنطقة المحيطة (دائرية الشكل) وتأخذ في النمو بشكل موحد حتى تلامس حدود المناطق المجاورة، وتسمى هذه المناطق



شكل (10) يوضح شكل مخطط في الطبيعة



شكل (11) يوضح تمثيل مجرد لخلايا فورونوي تنمو في الفراغ في فراغ ثم تبدأ في النمو

Hungarian في جامعة أوتريخت University of Utrecht، فهو نمو وفقاً لنظام رياضي (ممثّل في معادلة) وبمدخلات معلومة، فيتغير هذه المعادلة بتغير الشكل الناتج، كما أن بتغير العنصر الأولى (المدخلات) يتغير الشكل كلياً.



شكل (12) يوضح النمو الذي يقوم عليه نظام لندماير وفقاً لنمو النبات - فهو النمو الذي يحدث نتيجة تكرار العملية عند إتباع أسلوب 3d I هو نهج جديد من للتصميم المعماري يقوم على مفهوم المعلومات فانه يستخدم المعلومات لضبط العلاقات بين عناصر التصميم من أجل تحديد مجموعة من البدائل.

11-1 إيجاد الشكل form finding:

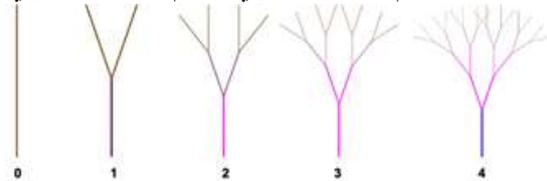
فهو استخدام معلومات من العالم الحقيقي المادي، حيث تحليل واستنتاج أشكالاً مادية ناتجة عن أثر قوى الطبيعة، من خامات مختلفة ويتم بعد ذلك دراستها حسابياً وهندسياً لاستنتاج هياكل

الطبيعة من أجل التكنولوجيا "

فهو علم يحاول نقل الأفكار من الطبيعة إلى التكنولوجيا. حيث يمثل أداه مساعده لولادة الأفكار التقنية عن طريق وضع المبادئ البيولوجية التي يمكن ان تلقي بحلول مؤثرة. فالبيونكس هو أحد العلوم الحديثة التي تدرس النماذج الطبيعية ويحاكيها ويستوحي من

9-1 نظام لندماير I-system:

هو نظرية رياضية مستمدة من تطوير ونمو النبات شكل (10). ولقد أدخل هذا النظام وطور في عام 1968 من قبل Aristid Lindenmayer، عالم الأحياء النظري وعالم النبات الهنغاري



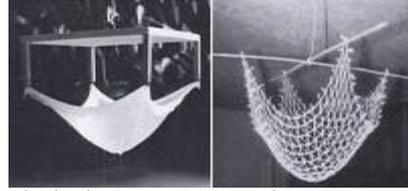
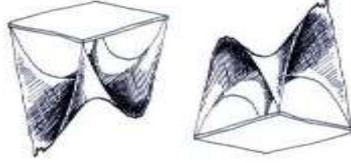
شكل (12) يوضح النمو الذي يقوم عليه نظام لندماير وفقاً لنمو النبات - فهو النمو الذي يحدث نتيجة تكرار العملية عند إتباع أسلوب 3d I هو نهج جديد من للتصميم المعماري يقوم على مفهوم المعلومات فانه يستخدم المعلومات لضبط العلاقات بين عناصر التصميم من أجل تحديد مجموعة من البدائل.

10-1 النظم البارامترية Parametric design:

النظم البارامترية: هو حالة خاصة من النظم اللوغارتمية المميزة (النمو- التطور- التحول)

التصميم البارامترية هو عملية تعتمد على التفكير الخوارزمي algorithmic thinking الذي يمكن التعبير عن المتغيرات parameters والقواعد التي تعمل معاً على تحديد وتشفير encode وتوضيح العلاقة بين هدف التصميم واستجابته.

قدر من الخامة مع أقصى قدر من الاستقرار وذات مستوى عالي من الأداء الوظيفي.



شكل يوضح كاتدرائية العائلة المقدسة وهي احد المباني التي نفذت بأسلوب إيجاد الشكل

نظام غير خطي للوصول الي نتائج متميزة ومنفردة وغير متكررة وهو بذلك يشابه هو نفس مصطلح morphogenesis ميلاد الهيئة birth of form

2- تصنيف مقترح لمداخل التصميم الحثية المرتبطة بالتحليل المورفولوجي والثورة الرقمية

ويمكن تقسيم دراسة علم المورفولوجي في التصميم الى عمليات طبيعية من نمو وتكيف ومؤثرات تطراً على البيئة المحيطة بالكائنات الحية أدت الي ظهور بعض الاتجاهات التصميمية المعتمدة على دراسة التشكل للكائن الحي وتنظيمه في بيئته وبنائه والتي تحولت بدورها الى برامج تصميمية

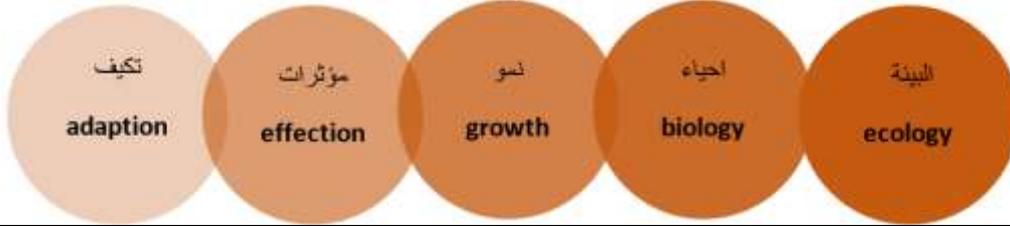
إنشائية تكون متزنة ومستقرة ذاتياً. حيث تشير كلمة Form finding إلى عملية تصميم الحد الأدنى من الأسطح (minimal surfaces) القائمة على قيود فيزيائية. فهو الشكل الذي يحوي اقل

12-1 التصميم التوليدي أو التوالدي Generative design:

التصميم التوليدي لا يعني تصميم شيء محدد ولكن يعني بتصميم النظام الذي يصمم الأشياء. وهو العمليات التي يمكن من خلالها تحديد الاحتمالات المختلفة لحلول التصميم.

وقد عرف سيفام كريش 2013 sivam krish التصميم التوليدي بأنه التحول من الطاقة الحسابية الي طاقة الاستكشاف الإبداعي حيث تمكن المصمم من استكشاف عدد أكبر من إمكانيات التصميم ضمن محددات ثابتة وأخرى قابلة للتعديل .

وكل النظم التوليدية قائمة في الأساس على النظم الخوارزمية (algorithm) والتي تقوم بدورها باخبار الحاسب عن ماهية الخطوات المحددة التي يجب ان يؤديها . ويعتبر النظام التوليدي



علم المورفولوجي		
التطبيق بالتكنولوجيا الرقمية	بعض اتجاهات التصميم الحديثة	العمليات
علم البيونكس	علم البيوميكري	البيئة
مخطط فوروبوني	ابجاد الشكل	النمو
نظام لندنماير	التنظيم الذاتي	التكيف
النظم البارتمترية Parametric design	الهياكل القشرية	
التصميم التوليدي أو التوالدي Generative design		

لإنشاء مجموعة مجوهرات مطبوعة جديدة ثلاثية الأبعاد، ويقصد هنا بالنمو التفاضلي محاكاة لسطح مطاطي ينمو بشكل تفاضلي أنشأ لاستكشاف كيف تقوم الأنظمة البيولوجية بتكوين شكل من خلال تغيير معدلات النمو عبر المكان والزمان. ولقد بدأت الملاحظة مع زهرة غير عادية، وقادت خلال رحلة التمايز الخلوي، والهندسة التفاضلية المتقطعة، سلسلة من المنحوتات والمطبوعات ثلاثية الأبعاد التي تولدت من خلال عملية حسابية للنمو التفاضلي.

3- بعض النماذج التصميمية التي اعتمدت على مفاهيم مورفولوجية حديثة:

(1-3)- التصميم بمفهوم النمو:: نموذج لنظام الحياة النباتية وهو نموذج استكشاف نمو تفاضلي (Floraform- an Exploration of Differential Growth) ويحدد ادخال نظام وهو نظام من الميكانيكا الحيوية للأوراق المتزايدة والأزهار المتفتحة وتستكشف تطور الأسطح من خلال النمو التفاضلي وفي تجربة تطبيقية تم استخدام هذا النظام



شكل (14) مجموعة مختارة من نظام الحياة النباتية التي لوحظت ووثقت في مراحل مختلفة من النمو، هو شكل طبيعي من زهرة متفرعة بسيطة، وتحولاتها في النمو إلى أن تنتج زهر معقد.



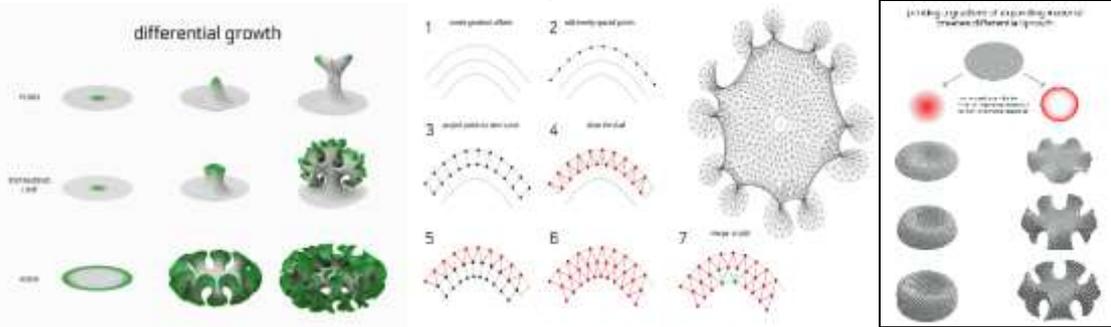
شكل (15) يستخدم هذا النبات مساحة السطح المتزايدة من الثنابات لتخزين البلاستيدات الخضراء التي يحصل عليها من الطحالب من أجل التمثيل الضوئي.

توضح الأشكال التالية بعض التجارب الرقمية لمحاكاة نمو النباتات تفاضلياً:

في هذه التجربة الشكل الهندسي الثابت هو نص كره مع اجراء التغيير في عملية النمو في الشكل اما من مركز الشكل او من الخط الخارجي له.

النظام النباتي في الطبيعة يظهر لنا كيف ينتقل كائن حي من خلية واحدة بسيطة إلى بنية متميزة معقدة، إذا كانت الخلية الواحدة تنقسم وتنمو بشكل موحد، ومع ذلك، فإن النظم البيولوجية، من خلال التقسيم والتناسق المنظم بعناية، تنتج هياكل ذات أشكال ووظائف محددة قابلة للاستنساخ. النمو هنا ليس متجانساً ولكن يسمى نمواً تفاضلياً والذي يتضح ببساطة في ان بعض الأسطح تنمو أكثر من غيرها، وهذا يؤدي إلى تشكيل هياكل مختلفة. هذه الأشكال تنتج عن التفاعل بين عمليات النمو الخلوية الأساسية وآليات المواد نفسها.

وتعتبر الكائنات الحية النباتية مثال على هذه العملية التي يمكنك ملاحظتها مباشرة، والاستراتيجية هنا هي استجابات اتجاهية للمؤثرات. ومثال على ذلك انحناء النبات نحو الضوء عن طريق إطالة الخلايا على جذعها الموجودة في الظل (تضخمية الضوء). أو يمكن أن تخنق نباتاً آخر عن طريق الرد على اللمس والتفاف حولها (العشاء الظاهر).



شكل (16) يتم التغيير في الشكل اما عن طريق الخط الخارج لنصف الكره أو عن طريق الضغط في منتصف نصف

النمو في مساحة التجعيد للسطح، يشغله تدريجياً من السطح الناعم إلى ان يكون سطح شديد التجعيد	
يحدث الانقسام من مركز نصف الكرة وتكون هي بداية عملية النمو.	
نمو من مركز نصف الكرة تدريجياً بشكل أكثر سرعة وتوسع.	
نمو من الخط الخارجي لنصف الكرة ويزداد تدريجياً إلى ان يشغل المساحة كاملة.	

شكل (17) التغيير في عملية النمو في الشكل

نماذج من منتجات وحلي معدنية مستخدما مفهوم النمو التفاضلي في النظام النباتي:



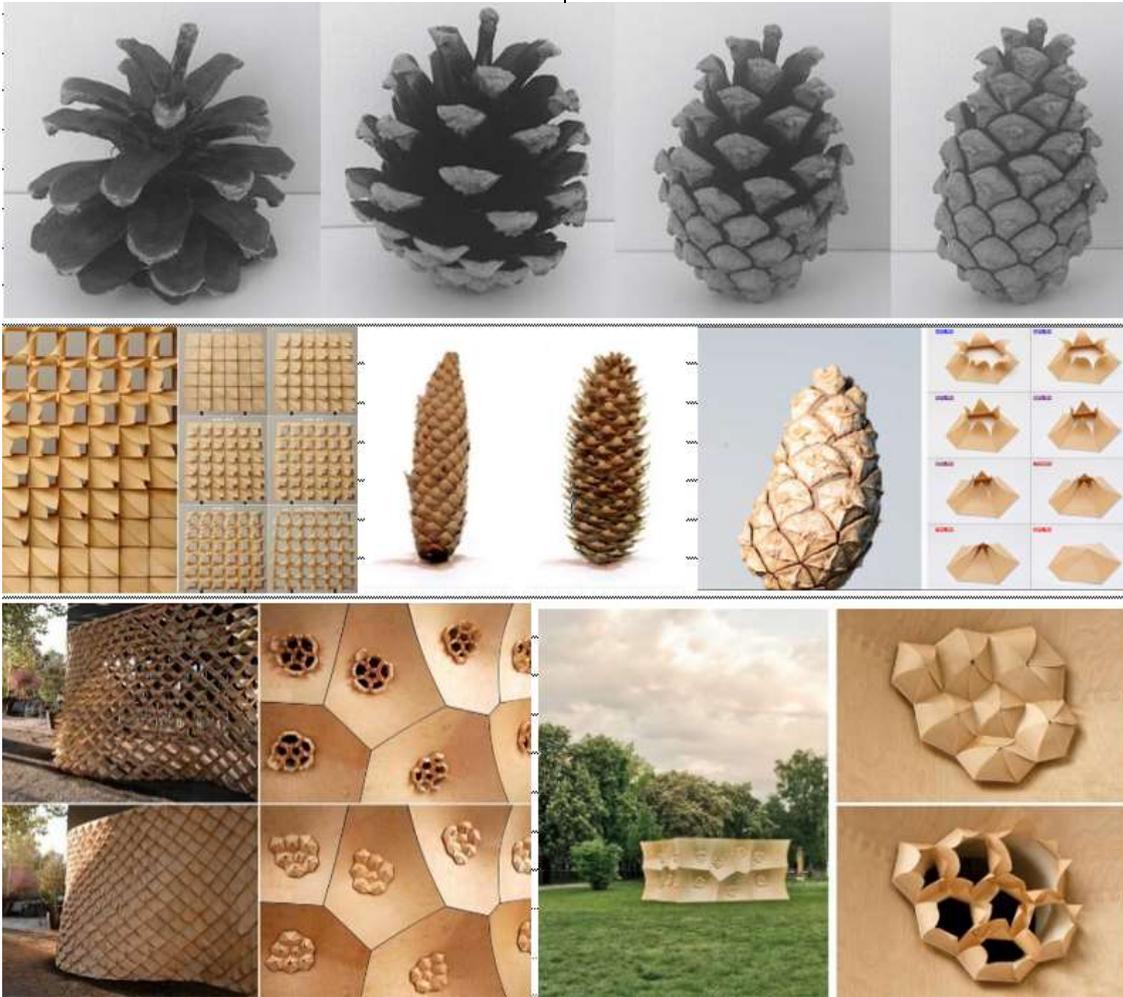
شكل (18) مجموعة من الحلي بطباعة ثلاثية الأبعاد، مستوحاة من قنديل البحر. تتغير فيها النسب والقياسات خلال عملية النمو. وتتأثر بقوى مختلفة مثل الجاذبية التي تؤدي إلى مزيد من لف الشكل.

الطبيعة بعناصر خامتها البسيطة في نفس الوقت تعمل كجهاز استشعار ومشغل، ومنظم. ولهذا فإن الأنظمة في الطبيعة تقدم إطار مفاهيمي وعملي جديد لهياكل أسطح معمارية مستجيبة بيئياً. ومع التقدم في التصميم الحسابي، التصنيع بمساعدة الكمبيوتر، وتقنيات الاستشعار الرقمية يصبح نهج التصميم الجديد الموجه للمادة (أو الخامة) ممكناً والذي بدوره يمكن من تصميم وتصنيع هياكل أسطح تستجيب للمناخ دون الحاجة إلى أي تحكم ميكانيكي أو إلكتروني إضافي.

2-3 التصميم بمفهوم البيوميكري:

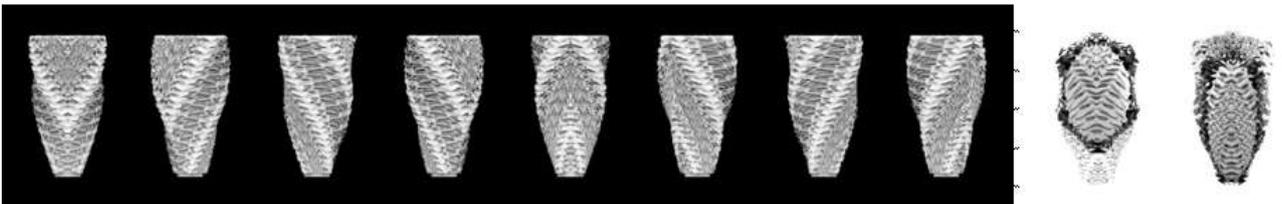
الاستجابة البيوميكرية للأسطح Biomimetic Responsive Surface Structures

خواص المواد في الطبيعة يستخدم في استغلال تغيرات الأبعاد وتأثيراتها عن طريق تغيير الظروف المناخية لإحداث تغييرات في الشكل لعناصر المواد التفاعلية بداخله. نظام الخامات في النباتات لا تستخدم فقط كمادة متباينة الخواص لتتكيف مع القوى الهيكلية ولكن في تركيبه مع الخصائص يمكنهم أيضاً من الأداء الحركي والحساسية للحركة بيئياً. وبشكل مختلف عن الحلول الهندسية. فان

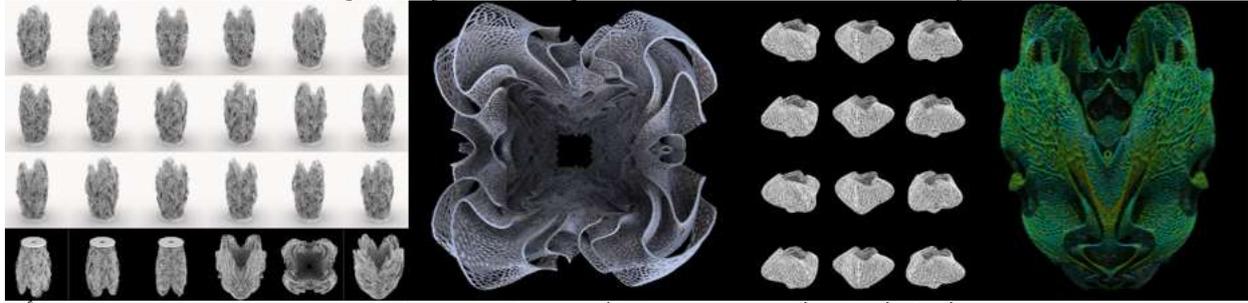


4- الاستفادة من التصميم المورفولوجي في تصميم الخزف:

توضح النماذج الآتية بعض الاستخدامات للتحليل المورفولوجي وانعكاسه وتطبيقه على بعض المنتجات الخزفية وحدة اضاءة خزفية



1- الوحدة مستوحاة من البنية الهيكلية القشرية (shell structure) وهي مركبة من عدة طبقات متميزة. هذه الوحدة نتيجة شكلية للتجاويف المترابطة والمتنوعة في قيمة الفراغات، وفقاً لتفاوت قيمة السطح الأيزوستاتيكي مما يتيح إمكانيات الإضاءة المختلفة



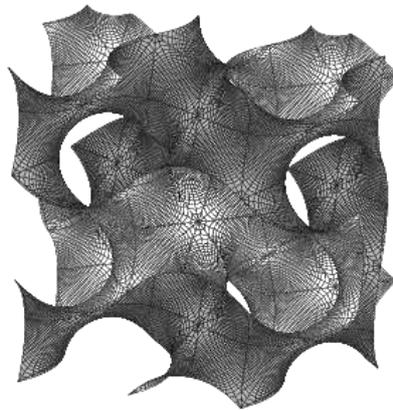
2- يتكون وحدة الإضاءة من بنية رقيقة متفرعة بشكل مضاعف (أي تتضاعف عدد الطبقات التي تبنى منها) والتي تولد مجالاً من الانعكاسات المتتالية مع الضوء



3- وحدة إضاءة تتكون من نظام نمو تكيفي طبقاً لقواعد التشكل في الطبيعة (المورفولوجي) وحدة زهور خزفية من البورسلين:

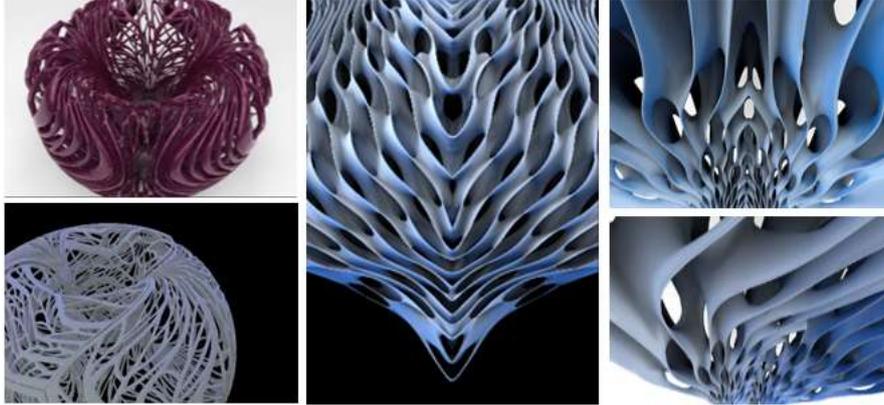


وحدة زهور خزفية تم تصميم وحدة الزهور المصنعة من البورسلين باستخدام أحد الأنظمة البارامترية وهي تتألف من سطح مسامي مستمر متكيف مع قواعد التشكل في الطبيعة (المورفولوجي). إن السطح لوحدة الزهور الذي يعطي تدريجيات جمالية معقدة هو جزء من سلسلة من الدراسات التي أجريت على (minimal surface) متباينة.



minimal surface

بعض نماذج لأفكار لوحات إضاءة نفذت بالطباعة الرقمية ثلاثية الأبعاد:



يوضح بعض النماذج المصممة لوحدة اضاءة التي تم طباعتها بواسطة الطباعة الرقمية ثلاثية الابعاد

التوصيات: Recommendation

- 1- تفعيل دور التكنولوجيا الرقمية والحاسوب في تعليم التصميم على الجانب الأكاديمي في الكليات المتخصصة من مراحل التفكير الأولى إلى المنتج النهائي.
- 2- دراسة التحليل المورفولوجي وطريقة تشكل الكائنات في الطبيعة مادة علمية هامة وأساسية في تعليم عملية التصميم.

المراجع: References

- 1- أحمد حامد، مقومات الابداع في النظم البنائية الطبيعية كمصدر لتصميم هياكل معدنية للمنشآت الخفيفة.-2005
- 2- فتحية صبحي معتوق، النظام الإنشائي في الطبيعة وأثره على الشكل الخزفي، 1986
- 3- محمد حسن: أثر التقنيات الرقمية على البناء المورفولوجي في تصميم الأثاث، International Design Journal, Volume 5, Issue 3
- 4- محمد زكريا محمد على - التحليل الرقمي للنظم الحيوية كمدخل لتصميم الأسقف المعدنية المرنة للمنشآت المستدامة، رسالة دكتوراه -جامعة حلوان -2014.
- 5- Achim Menges Architectural Association, AA School of Architecture, HfG Offenbach, University of Art and Design, Germany computational morphogenesis
- 6- Michael Hensel, Achim Menges and Michael Weinstock , Morphogenesis and Emergence (2004–2006), The Digital Turn in Architecture 1992–2012 Edited by Mario Carpo Copyright © 2013 John Wiley & Sons Ltd
- 7- Toni österlund -methods for morphogenesis and ecology in architecture designing the bothnian bay cultural center university of oulu department of architecture 2012
- 8- <https://dianaquintero-uts.blogspot.com/2017/>
- 9- <https://n-e-r-v-o-u-s.com/blog/?p=6721>
- 10- <http://icd.uni-stuttgart.de/?p=5655>
- 11- <http://environment-ecology.com/biomimicry-bioneers/367-what-is-biomimicry.html>

5- منهجية مقترحة للاستفادة من علم المورفولوجي في تصميم الخزف

يقترح الباحثين تطبيق التحليل المورفولوجي كمنهجية للتصميم وذلك من خلال العمليات التالية (design process)

- اختيار المصدر البيولوجي:

وفي هذه المرحلة يتم تحديد المصدر سواء كان نباتي أو حيواني أو جسم الانسان او مكونات بيئية، سواء الدراسة للجينات والخلايا او للنظم البنائية والانشائية.

- تحديد العملية :

وهنا يتم تحديد العملية البيئية التي سيتم ملاحظتها ودراستها من حيث النمو او التكيف او أي تغير ناتج عن علاقة المصدر ببيئته أو بأي عنصر اخر .

- تحديد المستوى- مستويات منهج البيوميمكري

من حيث الدراسة على : مستوى الكائنات الحية
مستوى الأداء والسلوك
مستوي النظام البيئي

ومنها يتم تحديد الاتجاه التصميمي

- تحديد نوع التكنولوجيا الرقمية المستخدمة:

في ظل تطور الكثير من الاتجاهات التصميمية وأصبح التحكم في البرامج الرقمية عن طريق باراميتز(متغيرات) فينتج عنها التصميم التوليدي والبار متري وذلك باستخدام بعض برامج الحاسب الالي كمثل برنامج الراينو جرس هوير.

النتائج: Results

- 1- أن هناك تداخل وتشابه في مصطلحات مداخل التصميم الحديثة وذلك ناتج عن أن مصدر التصميم واحد وهو الطبيعة وطريقة تشكل الكائنات فيها (المورفولوجي) ولكنها تختلف في طريقة التطبيق بالتكنولوجيا الرقمية.
- 2- التحليل المورفولوجي مدخل هام واساسي في تعليم التصميم على المستوى الأكاديمي فإنه مصدر دائم متجدد وأصيل للأفكار وهو الذي يفسر ويوضح منهجيات التصميمات الحديثة.
- 3- التكنولوجيا الحديثة والرقمية عنصر أساسي وهام في عملية التصميم والتنفيذ في القرن الواحد والعشرين، ومؤثر قوي في منهجيات التصميم ونتائجها.