Journal of
Design Sciences and Applied Arts

أثر التكنولوجيا الرقمية في العملية التحليلية في التصميم

منى محمود شمس الدين اسماعيل [١] فتحية صبحي معتوق [٢]

١- أستاذ مساعد، كلية الفنون التطبيقية، القاهرة، مصر.
٢- أستاذ متفرغ، كلية الفنون التطبيقية ، القاهرة ، مصر.

Submit Date:2023-07-10 12:18:42 | Revise Date:2023-11-18 22:04:17 | Accept Date: 2023-11-19 08:42:50

DOI:10.21608/jdsaa.2023.222154.1336

ملخص البحث:-

الطبيعة مليئة بالأسرار التي يعجز عنها العقل البشري والاستعانه بالعقول الالكترونية تساعد في كشف الحقائق والقوانين و عملية التصميم هي عملية استكشاف لما هو جديد وليس تكرار لما هو موجود وهذا هو ملخص مصطلح ايجاد الشكل .لذلك فان الهدف من الدراسة هنا ادراك مفهوم التشكل من خلال تحليل الطبيعة تحليلا انشائيا ومورفولوجيا وتوضيح اثر التكنولوجيا الرقمية في تمكين المصمم من أدوات التحليل وارتباط ذلك بظهور اتجاهات التصميم الحديثة . ان اللغة المرئية التي يستخدمها المصمم ومفرداتها بداية من أبسط المكونات (النقطة) والتي تمثل (الجين) وهو في عملية تنموية مركبة تؤثر عليها عوامل فراغية وديناميكية وصولا الى خط ، شكل ثنائي او ثلاثي الأبعاد . وفي عصر الثورة الرقمية لجأ المصمم الى التطوير في التكنولوجية الرقمية لاستخدامها ليس كغاية ولكن كوسيلة في البحث عن مسببات التشكل والتي يمكن التحكم فيها وفي حساباتها لانها قوانين فيزيائية ومعادلات ، وبهذا تحولت العملية التصميمية الى التعامل مع قوانين ومعادلات وارقام حسابية تحتاج الى عقل مساعد وأصبحت عملية مركبة ومعقدة ثم التأثير بيها كمدخلات وصولا الى ما هو غير معروف وغير مرئي من اشكال وهذا ما يتم محاكاته من خلال التقدم في مجال التقنيات الرقمية وصولا الى الحالة البدائية في التشكل وهي (الحالة الجنينية) المحملة بالخصائص فاذا تم تطبيق المنهج المورفولوجي للتشكل في الطبيعة من خلال مفردات مادية من مفردات التصميم وصولا الى العملية التوليدية في النظم أي تطبيق العمليات الطبيعية التنموية التشكلية في الطبيعة .

الكلمات المفتاحية:-

ايجاد الشكل – العملية التوليدية -التقنيات والأدوات الرقمية – الحالة الجنينية – التصميم الرقمي – التفكير اللوغاريتمي – التحليل الانشائي – التحليل المورفولوجي

المقدمة :

يهدف البحث الى كيفية تكوين شخصية المصمم من خلال تنمية التفكير المنطقي المنظم (algorithmic thinking) و المنهجية العلمية البحثية من خلال التحليل فيكون قادر على الاستفادة من ادواتها وتقنياتها وصولا الى التحديث والابتكار في العملية التصميمة وادراك القيم والقدرة على الاختيار, ويتعرض البحث لمشكلة عملية تحليل التصميم باستخدام التكنولوجيا الرقمية بشكل صحيح ومتكامل ويفترض البحث امكانية.الربط بين المفاهيم والاتجاهات الجديدة في مجال التصميم والتي تقوم على اساس التحليل المورفولوجي والتحليل الانشائي والتحليل الحسابي وعملية تكاملية التصميم من خلال التوصل الى اصلها ومسبباتها من الطبيعة ودور التكنولوجيا الرقمية كوسيط اساسي في هذه العملية هو تطوير العملية التصميمية من خلال المدخلات المستحدثة لمنهجية الفكر على اساس حسابي توليدي مثل التفكير الحسابي والتفكير الخوارزمي المنطقي والنظم التوليدية وهي المصطلحات القائمة على التكنولوجيا الرقمية لذلك سوف نتعرض له بشيء من التفصيل في هذه الورقة البحثية .

ان تحليل الشكل انشائيا structural analysis form هو العملية التحليلية المورفولوجية لمخطط القوى الذي يمثل الهيئة (form) وصولا الى بنية الشكل (structural form) وبذلك تتحول الهيئة الى مجموعة من الخطوط (خطوط القوى) تمثل هندسيا وبهذا نصل الى هندسية الشكل (geometrical form) كل ذلك داخل مجال عام وهو عملية التصميم design (process) التي تعتمد على الربط بين التحليل الموفولوجي والتكنولوجيا الرقمية التي تقوم بتنفيذ هذه المهام التحليلة للمعلومات وتحويلها الى قوانين وقواعد ومحددات التي يتم ادخالها في العملية التصميمة كمدخلات feed-back.من خلال التقنيات الرقمية .اذن التقنيات الرقمية وهي ناتج التكنولوجيا الرقمية digital techniques هي الوسيط الذي يقوم بعملية التحليل في الطبيعة وتحليل التصميم وتنفيذه .اي ان التكنولوجيا الرقمية متشعبة ومسيطرة على جميع مراحل العملية التصميمة في ال CAM، CAD.ان منبع العملية التصميمة كنشاط انساني يبتم اللجوء الى مصدر اصلي معياري منطقي وهو الطبيعة لذلك سوف يتعرض البحث وباختصار عن أصل اللعبة وهي التشكل في الطبيعة هذه العملية تسمى (Morphogensis) والتي تحولت بالتطور العلمي والتكنولوجي الى منهجية تسمى digital morphogenesis methodology في التصميم .

١ـ فلسفة التحول الرقمي

- ان التحول الرقمي وصولا الى التكاملية ليس مجرد تبني مجموعة من التكنولوجيات (التقنيات) بل هي تحول ثقافي تدعمه التكنولوجيا من اجل التطوير والتحسين والكفاءة ولقد انعكس التحول الرقمي على العمارة والتصميم ، لقد حدث تحول في عمليات وتقنيات التصميم مع ادخال الحساب في التصميم فقد تغيرت عملية التصميم التقليدية من اعلى الى اسفل الى الشكل النموذجي التصاعدي من اسفل الى اعلى وهو شكل السلوك التوليدي الغير خطي والذي يوفر مزيد من المرونة على طول العملية التصميمية بداية من القياس الى مستوى التفاصيل كلما تقدمنا الى اعلى من مفاهيم جديدة ، ذلك بدلا من الانتقال الخطي في العملية التصميمية بداية من المخططات الى تطوير التصميم الى التشييد والبناء مما ادى الى وجود ادوار جديدة للمصممين في جميع المراحل لتعتمد على مهاراتهم الحسابية .تم استخدام مجموعة واسعة من التقنيات الرقمية كوسيط جديد يساعد في طرق التصميم ، هذه التحولات الرقمية ينتج عنها ظواهر وعوامل ومداخل جديدة في التصميم وسوف يتعرض البحث بشيء من التفصيل كناتج واثر التكنولوجيا الرقمية في العملية التصميمة فقد ظهرت التقنيات الرقمية كمجالات ومصطلحات جديدة ومبتكرة وغير متوقعة في العمارة والتصميم بالاضافة الى ظهور تخصصات جديدة وسوف تتعرض للعوامل المختلفة التي تؤثر في العملية الرقمية مثل ادوات البرمجة .استرتيجيات التصنيع ، معلومات المواد وذلك للحصول على التصميم من منظور عالمي .وهوما يمثل كيف يمكن للمعارف المعلوماتية والتكنيكية اي النظرية والفعل تطوير المشاريع التي يكون هدفها التصنيع الرقمي باستخدام تقنيات مختلقة .

التقنيات الرقمية تدخل في جميع مراحل العملية التصميمة بداية من الاسكتشات الرقمية حتى مرحلة التصنيع الرقمي لاعطاء رؤية عامة للادوات المستخدمة وعلاقتها بمكونات التصميم في مرحلة التوليد فان الاشكال تنبثق وتتولد من الاسكتشات الرقمية والنماذج المفاهيمية التي تنتجها تقنيات النماذج الاولية السريعه .ثم في المرحلة الاحقة من التصميم يتم استخدام طرق اخرى مختلفة للنمذجة لخلق النموذج والتي يتم بدورها تحليلها وتقيمها ، يتضح من ذلك ان معظم الادوات الرقمية تستخدم اثناء مرحلة التوليد والتقييم .ونظرا لاهمية مرحلة التوليد سوف نتعرض لها بالتفصيل فيما بعد في هذه الورقة البحثية

٢ـالتكنولوجيا الرقمية ومنطق التشكل

(٢ـ١)التكنولوجيا الرقمية ومنطق التشكل في الطبيعة :

ان منطق التشكل في الطبيعة هو شكل المقاومة الذي تتخذه الخامة (الماده) كرد فعل للقوى الخارجية المؤثرة عليها وهو own form of resistance هذه الاشكال هي لغة اساسية في التصميم وهي ناتج فعل القوانين الميكانيكية تحت دافع النمو والتكييف من خلال الخامة وصولا الى حالة التعادل (الاتزان) قد يتغير الشكل ، الوظيفة ، سرعة النمو ، التنوع ، الفصيلة ، المادة ولكن قوانين الطبيعة nature lows اي قوانين الفيزياء physical lows لا تتغير وبناءا على ذلك يكون الفورم (form) تجسيد مادي لمجموعة من خطوط القوى التي تحدد اقصى انحناء او تغير في الشكل وتكون فيما بينها شبكة من

خطوط القوى المتعامده التي تكسب الشيء اقصى مقاومة من الفعل ورد الفعل العكسي .هذه الخطوط نوعين ناتجة من قوتين اساسيتين هما قوى الشد وقوى الضغط وتمثل بخطوط الشد وخطوط الضغط حيث يحدث تضارب بين هاتين القوتين في اتجاهات متضادة وصولا الى حالة الاتزان والاستقرار بينهما ، وهذه النتيجة تكون هي الهيئة الاساسية التي تنشأ في بيئة معينة وتحت ظروف محددة . هذه هي العملية التحليلية المورفولوجية لمخطط القوى الذي يمثل الشكل وصولا الى البنية الانشائية الذي يحول الفورم الى مجموعة من خطوط القوى التي تمثل هندسيا وهنا نصل الى هندسية الشكل .اي ان العملية التحليلة تبدأ بالمورفولوجي الذي يتحول الى structure أي فعل القوى ومحصلة القوى التي تحتاج الى التمثيل المادي وهنا نصل الى هندسية الشكل .كل هذه العمليات المعقدة المتداخلة تحتاج الى مساعدة التكنولوجيا الرقمية كوسيط يقوم باداء هذه المهمات . كل ذلك ادى الى ظهور ادوات وتقنيات خاصة ودقيقة كل له دورمحددة في العملية التحليلة والتصميمية والتنفيذية .لذلك فان برامج الكمبيوتر وتطورها كان في اتجاه مزيد من التحليل المورفولوجي وصولا الى الحالة الجنينية germinal phase.والمحملة بكل خصائص هذا الشيء هذه العملية التحليلة المورفولوجية تمثل العملية التوليدية في الطبيعة وهذا ما يتم محاكاته من خلال التقدم في مجال التقنيات الرقمية .نلاحظ من خلال هذه الدراسة المقارنة مع ما يحدث في النظم الطبيعية ظهور مصطلحات ومفاهيم جديدة أصبحت اساسية وجوهرية في عالم التصميم الرقمي الان ، منها ما تم التعرض له مثل مصطلح التوليدية وسوف تتعرض لهذه المصطلحات في سياق البحث .ان قوى الشد والضغط المحملة على سطح الخامة تنتقل الى النسيج وحبيبات الخامة .(أصغر مكون) في شكل اجهاد يؤدي الى تحريك وتوتر هذه الجزيئات الدقيقة فتنزلق فوق بعضها البعض فتتخذ الخامة اشكالا متحولة ومتغيرة وصولا الى حالة الاتزان (التعادل) وهذا ما يتم محاكاته تماما تكنولوجيا في برامج التصميم التوليدية والتغير والتكيف باستخدام وسيط رقمي حسابي (خوارزمي) لاداء هذه العملية ومن هنا تنبثق اهمية عملية البرمجة واستخدام الكتابة النصية والكود .الاوهي التكنولوجيا الرقمية بكل ادواتها وتقنياتهاوطرقها Methods, Techniques and Tools، وصولا الى محاكاة أدق للعمليات والتحولات التي تحدث في الطبيعة .اذن المولد الاساسي في هذه العملية التوليدية للاشكال هي القوى الخارجية وهي قياسية معيارية مادية حسابية .هذا ما ادى الى زيادة الاهتمام بتطوير التكنولوجيا الرقمية لاستخدامها ليس كغاية ولكن كوسيلة في البحث عن مسببات الشكل او توليد الشكل والتي يمكن التحكم فيها وحسابها كقيمة مادية لانها قوانين ومعادلات تحولت الى اكواد وارقام .كل ذلك يحتاج الى عقل مساعد وعمليات اكثر تعقيد ، هذا كله ناتج عمليات التحليل التي يتم التأثير بها على خامة كمدخلات .مع حساب الخصائص المحددة لكل خامة ، وهكذا وصولا الى ما هو غير معروف وغير مرئي من اشكال الى ما هو مرئي ومعروف ومجسد ماديا من خلال ايضا امكانيات التكنولوجيا الرقمية في مجال المحاكاة الافتراضية virtual simulation والتصنيع الرقمي في مجاله الواسع بالامكانيات المتعددةdigital fabrication

(٢-٢) التكنولوجيا الرقمية والتفكير المنطقي

ان العمليات التوليدية في التصميم generative process هي تطبيق للعمليات الطبيعية التنموية التشكلية من خلال مفردات اخرى ، حيث ان المهم في هذا الموضوع هو العمليات نفسها process وليس الاشكال الناتجة ، حيث ان الاشكال في هذه الحالة تتنوع وتختلف تبعا للخامة وردود افعالها.ويهدف البحث الى كيفية تكوين شخصية المصمم من خلال تنمية التفكير المنطقي المنظم (algorithmic thinking) و المنهجية العلمية البحثية من خلال التحليل فيكون قادر على الاستفادة من ادواتها وتقنياتها وصولا الى التحديث والابتكار في العملية التصميمة وادراك القيم والقدرة على الاختيار .الربط بين المفاهيم والاتجاهات الجديدة في مجال التصميم والتي تقوم على اساس التحليل المورفولوجي والتحليل الانشائي والتحليل الحسابي وعملية تكاملية التصميم من خلال التوصل الى اصلها ومسبباتها من الطبيعة ودور التكنولوجيا الرقمية كوسيط اساسي في هذه العملية هو تطوير العملية التصميمية من خلال المدخلات المستحدثة لمنهجية الفكر على اساس حسابي توليدي مثل التفكير الحسابي والتفكير الخوارزمي المنطقي والنظم التوليدية وهي المصطلحات القائمة على التكنولوجيا الرقمية لذلك سوف نتعرض له بشيء من التفصيل في هذه الورقة البحثية .

(٢-٣) التكنولوجيا الرقمية والتشكل الرقمي (Digital Morphogenesis):

ان المشكلة الاساسية لدى العلماء والباحثين والمصممين على مر العصور كانت البحث عن ماهية الشكل (form) كيف يتم تشكله ولماذا ؟ كيف للطبيعة ان تحل مشاكلها ، كل هذا قبل ظهور الكمبيوتر والحساب والتكنولوجيا الرقمية .

ان التشكل الرقمي هو التحليل الرياضي لبنية الشكل من خلال العمليات الرقمية التي تتم داخل البرنامج .ان الكمبيوتر يقوم بعملية التحليل من خلال المعادلات الرياضية وتحويل الشكل الى مجموعة من النقاط من خلال الجوهر الحسابي له وهو الألجورزم ، ان التطور في التكنولوجيا الرقمية يؤدي الى الوصول الى برامج وعمليات أكثر دقة لمحاكاة الطبيعة وتستخدم في تطوير التصميم .ان التقدم العلمي في مجال الفيزياء والكيماء انعكس على تقدم الكمبيوتر كبرامج وعمليات وبالتالي انعكس على تطور الفكر التصميمي .اي ان المفهوم الفكري في التصميم تطور نتيجة لخصائص البرامج والعمليات المستخدمة ، وهنا تكمن العلاقة بين المنهجية الفكرية في التصميم وبين الفكر القائم علىه هذه البرامج والعمليات والتي هي بالتالي تكنولوجيا رقمية بما لديها من ادوات وتقنيات وطرق .هذه العمليات قائمة على المتواليات الحسابية والهندسية

والتعددية والتي يعجز العقل البشري عن احصائها ولكنه يحتاج لها في حل مشاكل التصميم . ان الكمبيوتر في حد ذاته هو نتاج التكنولوجيا الرقمية التي تقدم تعددية الحلول فيصبح مجال التمثيل والتفكير والاختيار أوسع ، لذلك يجب ان يتعرض البحث لانواع التحليل (المورفولوجي والانشائي واللوغارتمي والرقمي) لتوضيح كيفية الربط بين التكنولوجيا الرقمية المتقدمة وادواتها و عملية التصميم وتحليله وذلك من خلال التعرض لتطور التكنولوجيا الرقمية وادواتها ومداخلها والتي انعكست على كل انواع التحليل السابقة الذكر .

٣-تطور التكنولوجيا الرقمية في مجال التصميم (CAM)

تحولت التكنولوجيا الرقمية من مساعد للمصمم الى مولد للتصميم ، حيث ان تطور التكنولوجيا الرقمية وادواتها ادى الى تطور الفكر التصميمي وعملياته والذي انعكس بدوره على تطور مفاهيم التصميم وافكاره مما ادى الى مزيد من التطور في تقنيات وبرامج التكنولوجيا الرقمية .ان المصمم يلهث وراء الطبيعة و يطور التكنولوجيا لتساعده في اكتشاف ومحاكاة الطبيعة مما ادى الى تطور التكنولوجيا الرقمية حتى اصبحت كيان مستقل متكامل قادر على اداء كل العمليات بمفرده من اجل محاكاة نظم الطبيعة ، فتتحول الى التجريد واللعب بالمفردات التي خزنت في البرامج والتي اصبحت تقوم بدور المصمم . ان التكنولوجيا تقدمت وتطورت وأصبحت تملك المكونات الاساسية الأولية للنشوء والتنظيم والترتيب والتجسيد وايضا التنفيذ . (Nagy , Fatma 2010) .

(٣-١) تطور التكنولوجيا الرقمية في مجال التصميم الحسابي

في التصميم الصناعي كان اول ظهور للكمبيوتر كأداة مساعدة للمصمم في تسهيل العمليات والمهام CAD حيث كان الاستفادة من الكمبيوتر كخيال او شكل نظري او كخطوة اولى .اما الان فالافادة من الكمبيوتر بشكل واضح تكمن في الحساب لعمليات التصميم والتي اثرت بشكل كبير في الفكرالتصميمي .من هذا المنطلق فان الحساب يعود على الفعل اي calculate وهي السبب وراء العمليات الخاصة بالمعلومات اي العمليات المعلوماتية والتي بطبيعة الحال تتضمن تقنيات وطرق خاصة التي تنجز هذه المهام .ان العمليات التي يمكن ان تتم من خلال هذه العمليات المعلوماتية هي التي تحدد القدرة الحسابية بالكمبيوتر . ان التصميم المعاصر يهتم بالالجورزم كنموذج حسابي للقيام بمهام التصميم .اللوغاريتم هو مجموعة من القوانين والتعليمات والتي من خلالها يتم حساب السلوك خطوة بخطوة او تحديد الاجراءات خطوة بخطوة من اجل حساب عمليات المعطيات وتحديد المهمة .بالنسبة لاي جزء من المدخلات فان الالجورزم سوف ينجز المهمة المحددة له مسبقا وحساب النتيجة .وبناءا على ذلك فان التصميم اللوغارتمي سوف يقدم مخرجات التصميم اذا ما زود بمدخلات معلوماتية واضحة . ان العمليات اللوغارتمية هي تحويل هذه المدخلات المعلوماتية الى لوغاريتمات وهي معادلات وعمليات حسابية او معلمات و محددات بارمترية ، اذن العملية هنا هي عملية تحولية رقمية للمدخلات المعلوماتية الى باراميترات ولوغاريتمات ، بناءا على ذلك يمكن توضيح ماهية التصميم الحسابي او حساب التصميم بتصور افضل لتدرج عملياته وتكاملها .

(٣-٢) تطور التكنولوجيا الرقمية في مجال الهندسة الحسابية

ان تجميع كل انواع المعلومات المختلفة من خلال نظام كي يتلاءم مع احتياجات المصمم ، وتكون هذه هي المدخلات والمخرج يكون في صورة هندسية حتي يمكن هذا النظام ان يكون مؤهلا لاداء هذه المهمة، اي تحويل المدخلات المعلوماتية وتحويلها الى مخرج هندسي فيكون التزواج بين الحساب والهندسة امر ضروري ومهم .هذا التزواج يحدث ويتم فيما يطلق عليه الهندسة الحسابية وهي فرع من علوم الكمبيوتر الذي يستخدم اللوغاريتم لحل المشكلات التي تحتاج للحساب لتفعيل عمليات المدخلات او تحويل المدخلات المعلوماتية الى عمليات ويكون الناتج هندسة . ان المولدات اللوغارتمية وهي اساس التصميم اللوغاريتمي تفيد الهندسة الحسابية لتصميم المنتج .ان من منافع الكمبيوتر التي تم الاستفادة منها في التصميم مع استخدام التكنولوجيا الرقمية المتقدمة هي ايجاد طابع للعمارة وذلك في المحاولات المبكرة من عمارة الفقاعات وهي مرحلة انتقالية هامة حيث ان استخدام CAD software سهل امكانية التعامل مع المشاكل الهندسية المعقدة والذي اطلق عليها الهندسة المتقدمة .ننتقل بعد ذلك الى المولد الهندسي للاشياء في الفراغ والتمثيل الرقمي للهيئات في الفراغ وعمليات النشوء والبناء وتفاصيل المجسمات والاسطح وعمليات التشكل المتعددة منذ الافكار الكلاسيكية للتماثل والنماذج وصولا الى التعقيدات وربما الفوضى.ومن هنا ننتقل الى مرحلة اخرى وهي الاهتمام بالشيء ايا كانت هذه الاشياء كرات او مخاريط ،اسطح او منحنيات .وكل ما له صله بهذه المفردات وذلك من خلال وجودهم في الفراغ كمصطلح او علاقات فانه بوجه عام تقسم الى نقاط وتمثل بعدد اي بارقام ، المنحنيات احادية الأبعاد والاسطح كبعدين ، المجسمات ثلاثي الابعاد وهذا هو تعريف الشيء في الفراغ وتشكيله من خلال نظم الاحداثيات لتحديد بعض الخصائص الاساسية مثل الوضع والاتجاه والقياسات .

نظام احداثيات كارتيزان وهو فراغ ثلاثي الابعاد وثلال محاور متعامده والتي فيها يتحدد الاتجاه XYZ ولكن يجب ان نضع في اعتبارنا ايضا ان نظام الاحداثيات ثلاثي الابعاد يتضمن ايضا الفراغ ثنائي الابعاد اي الفراغ السطحي xy واحادى الاتجاه ء كما هو الحال في التصميم البرامتري فاننا نهتم ونعمل من خلال هذه النظم الا اننا نحتاج الى ادخال ومشاركة الفراغ الداخلى للمنحنيات والاسطح لذلك نقوم بتحويل الشيءالى محددات اي شيء بارمتري ثم بعد ذلك نهتم بحدودها الرقمية من اجل التصميم .لذلك فان الجزء الحاسم في التصميم البارمتري هو تحديد نظام احداثيات او أي فراغ بارمتري نحتاجه ، ان العمل مع الهيئات ذات المنحنيات الحرة والاسطح يحتاج الى التزويد

بمعطيات خاصة بالفراغ البارمتري ولكن يحتاج ايضا للرجوع او الدفع للتزويد بالمعطيات من اجل الابتكارات الهندسية والتحولات .

٤- تطور التكنولوجيا الرقمية في مجال التصنيع (CAM)

ان التصميم والمعالجات والتحكم في هندسية الاشياء المعقدة اصبح ممكن ويسير من خلال الكمبيوتر بوجه عام وذلك نتيجة لتطور التكنولوجيا وخاصة الرقمية ، ولكن التصميم ليس فقط مايراه المصممين ولكنه يحتاج الى بناء ماتم تصميمه وذلك منذ ان قام معماريو الفقاعات بالتواجد على الساحة اصبحت من التساؤلات الهامة هل من الممكن بناء مثل هذه المنحنيات والفقاعات المعقدة .الاجابة هنا ترجع الى تساؤل في التصميم الا وهو الفهم والادراك والذي يحتاج الى تطوير واسع فيما بعد عمارة الفقاعات .الاجابة هنا تكمن في موضوع CAM وهو دور الكمبيوتر في التصنيع ، ومن الملاحظ الارتباط بين مصطلحين متلازمين دائما في هذا المجال وهما التشييد Construction والتصنيع Fabrication ذلك لانه اصبح ممكنا من اجل بناء مثل هذه المنحنيات المعقدة وذلك من خلال استخدام ماكينات التصنيع الرقمي وقدم تطوير العديد من التقنيات .ماكينات مختلفة من CNC ذات الرؤوس المتعددة والتي ساعدت المعماريين في تصنيع منتجاتهم رقميا من أجزاء ثم تجميع هذه الاجزاء لبناء الاشياء رقميا وواقعيا ، وقد اصبح من الشائع الان وضع استراتيجية التصنيع للمشروع منذ المراحل المبكرة في التصميم ودمج هذه الاعتبارات في احصائية التصميم وحساباته اي لوغاريتم التصميم وذلك منذ البداية .

٥- مفاهيم التكنولوجيا الرقمية المتقدمة :

-ساعدت في الربط بين ما يمكن تنفيذه وما يمكن تصميمه وبناءا على ذلك اصبحت القضية الاهم هي تعريف وتوضيح مصطلح المعلومات Information والتي هي اساس سير عمل Workflow التكنولوجيا الرقمية .

فقد تم الدمج بين كلا من التصميم والتحليل والتصنيع من خلال التكنولوجيا الرقمية ، وتم اعادة تعريف هذه العلاقة وصياغتها .المفهوم والانتاج Conception and Production من اهم انجازات تحديد هذه العلاقة انه اصبح من الممكن توليد وانتاج معلومات التشييد مباشرة من معلومات التصميم وذلك من خلال العمليات والتقنيات الجديدة للتصميم والانتاج الرقمي .

٢- التكنولوجيا الرقمية غيرت الممارسات المعمارية لدرجة ان قليل منهم من هو قادر على توقع ما هو ات . وذلك من خلال مفاهيم العولمة والحسابات والعمارة الرقمية والعماره الهيكلية والهندسة الفراغية الغير اقليديسية والنظم الحركية والميكانيكية واللوغاريتمات الجينية كل ذلك حل محل تكنولوجيا العمارة .

٣- ان عمليات التصميم المنبثقة رقميا Digital driven Design Process تميزت بالحيوية والديناميكية والنهايات المفتوحة الانهائية والغير متوقعة البدائل والتنوعات والناتجة عن التحولات التي تحدث في البنية ثلاثية الابعاد مما ادى الى ظهور امكانيات جديدة في التصميم والعمارة .ان الطاقة الابداعية المنبثقة من خلال الوسيط الرقمي أدت الى التطور في جميع مناحي الحياة .

٤- ظهور مفاهيم جديدة في التصميم منبثقة من الرقمية وذلك نتيجة التطور الرقمي في كل من CAD CAM والذي بدأ يؤثر في ممارسة التصميم والتشييد وفتح فرص جديدة من خلال امكانيات تشييد وانتاج اشكال معقدة والتي كانت فيما سبق صعبة من حيث التصميم وتكاليف الانتاج لو اتبع التكنولوجيا التقليدية ،ادى ذلك الى ظهور العمارة الرقمية وهي عمارة ذات تعبير عالي من من خلال اشكال منحنية شديدة التعقيد Complex Curving Form اطلق عليها العمارة المستقبلية Architecture Curvilinearity . (Haejin,Bae 2020)

٥- من المفاهيم الجديدة التي انبثقت من التكنولوجيا الرقمية المتقدمة Advanced Folding استراتيجية تصميم اي طريقة في التفكير والتي تبعد تمام عن هندسة اقليدس اي الفصل بين الحجوم والممثلة بالفراغ الديكارتي أما مفهوم الطي فهو يتضمن المفهوم الهيكلي للفورم .واللوحة المطاطية وهندسة المنحنيات المتصلة والاسطح وتعبيرها المطلق القوي كل ذلك ناتج عن ظهور هندسة اينشتاين وهي هندسة المنحنيات والسلاسة والنعومة .ان ادخال النماذج الرقمية في التصميم المعماري احدث نقلة من هندسة اقليدس الى هندسة اينشتاين ، اي من حالة الصفر اي السكون الى حالة الحركة والديناميكية .

٦- النيربس : ان الاسطح شديدة الانحناءفي العمارة الرقمية توصف رياضيا بالنيربس والذي يجعل هذه المنحنيات والاسطح مقبولة ومطلوبة هي قدرتها على التحكم بسهولة في اشكالها عن طريق المعالجة التفاعلية بالتحكم في نقط الشد والعقد زمما يجعل الاشكال متجانسة ومتماسكة ويمكن انتاجها بالكمبيوتر من خلال CNC.

٦- التكنولجيا الرقمية المتقدمة والاتجاهات الحديثة في التصميم الرقمي

تحولت الادوات الرقمية من مجرد الاستفادة بها الى الاستكشاف من خلالها .لذلك فان المصممين الان يركزوا على استخدام الحساب كوسيط لاستكشاف احتمالات اكثر وحدود ممتدة في مخرجات التصميم . ويدور النقاش الان حول من هو صانع القرار في عمليات الكمبيوتر حيث ان تقنيات الكمبيوتر تتراوح بين اعادة العرض و التصور الى كتابة النص ، في حين ان اللوغاريتمات المتخصصة تستعمل كنظام تصميم كامل لتوليد مخرجات هندسية من خلال مدخلات عددية . تم تحول المصمم من مستعمل للادوات الرقمية او النماذج الرقمية الى صانع للادوات فيمكن التحكم في وسائط التصميم الخاصة به وتحديد سلوكها التحولي .هذا التفاعل بين المصمم وتقنياته الرقمية تلعب

دورا مهما في التمييز بين هذه النماذج الرقمية ، هذه الطريقة في استخدام الكمبيوتر تمثل التحول والتوسع في قدرات المصمم وخيالاته .ان زيادة التعقيد في عملية التصميم ادى الى ظهور العديد من الادوات المتاحة لذلك فان برامج Software قدمت عدد لا يحصى من المنتجات التي تركز على العلاقة بين اكتشاف الهندسية وكفاءة المبنى وفيما يلي يتم عرض شكل التكنولوجيا الرقمية في صورة برامج تبعا لتطبيقاتها في مراحل التصميم المختلفة وفيما يلي سيعرض البحث اهم اتجاهات التصميم الحديثة القائمة على تطور التكنولوجيا الرقمية وادواتها :

(٦-١)اتجاهات التصميم الحديثة القائمة على تطور التكنولوجيا الرقمية وادواتها :

(٦-١-١)التصميم الحسابى (Computational Design):

هو الجمع بين الطاقة الحسابية وتقنيات التصميم من خلال سلسلة من العمليات المنطقية .ان التكنولوجيا المتقدمة الرقمية الان غيرت تماما من العملية التصميمة التي تم تعزيزها بقوة الحساب .مراحل التوصل الى حلول أكثر فعالية ومثالية ، ان الهدف الاساسي لهذه العملية الحسابية ليس مخرجات التصميم النهائي ولكن الهدف كل ماله علاقة بالخطوات والعمليات التي تؤدي الى النتيجة النهائية . اما الCAD فهو يختلف تماما عن التصميم الحسابي رغم انه عملية للتصميم الرقمي تستخدم الادوات والتكنولوجيا الرقمية في عمل التصور والعرض النهائي للتصميم من خلال النماذج ولكن التصميم الحسابي يستفيد من الحساب الذي تقدمه هذه الادوات والكمبيوتر . الحساب مصطلح جديد ويعرف على انه عملية رياضية غير انه من الممكن ان تكون غير عددية Non -numerical الحساب يمكن وصفه على انه سلسلة من العمليات التحولية التي تستند على قوانين محددة وعمليات منطقية **(Caetano, Inês 2018)**

من تعريفات التصميم الحسابي انه عمليات التصميم التي يستفيد الكمبيوتر من خلال امكانيات الحسابية -اي انه عمليات داخلية تؤدي الى الناتج النهائي من خلال الادوات الرقمية .الاستفادة من الامكانيات الحسابية مثل التوليد ، التزويد بالمعلومات ، لغرض توجيه عملية التصميم من خلال السلوك اللوغاريتمي او الحسابي.التصميم الحسابي بدأ مع الذكاء الاصطناعي والرياضيات كمدخل للتصميم مما ادى الى ظهور اتجاهات للتصميم تكاملت واندمجت فيها التقنيا ت التي تعتمد على الحساب ، ان عملية التصميم الحسابي تقوم على الاستفادة من الامكانيات الحسابية من خلال تفعيل الانشطة التالية :

١- التشغيل الذاتي يعتمد على الاستنتاج – الاستقراء – التجريد – الاستنباط
٢- الدمج
٣- المساعدة

ان الحساب هو الفعل ACT الازم لاداء العمليات اللوغاريتمية ، هذا الحساب مهم في التصميم لان المصمم يحتاج لحساب كلا من الحجم والمساحة النسب ، القياسات ثم يحتاج الى ادوات لخلق المنشأ الهندسي .

(٦-١-٢)- التصميم التوليدى(Generative Design)

طريقة في التصميم حيث يكون توليد الفورم قائم على قوانين اي لوغاريتم .هذا اللوغاريتم عبارة عن عمليات وتعليمات محدده ومتتابعة منطقيا ، والتي تكون نتيجة الادوات الحسابية وهي Scripting Platform مثل الراينو ،الجراسهوبر، سوفت وير ، والتي بدأت تقدم امكانيات اخرى من خلال تقنيات جديدة مثل تقنية الافراد والطي ومفهوم Minimal Surface ثم ظهرت ادوات حسابية جديدة مثل Spline .Animation ،Nurbes Parametric Simulation .Generative Algorithm ،

المفهوم العام للتوليدية هي عملية دائرية مستمرة اي يتكرر حدوثها بشكل دائري قائمة على فكرة بسيطة مجرده والتي يتم تطبيقها من خلال قانون او منطق الالجورزم هذه العملية تعتمد على التغذية المرتدة بين المصمم ونظام التصميم هذا المفهوم العام للتوليدية ينطبق على مصطلحات متعددة متداولة وقائم على نفس الفكر مثل Digital Morphology – Generative Design . والذي يستخدم البناء الالجورزمي كنظام غير خطي للوصول الى نتائج متميزة ومنفردة وغير مكررة يتم انجازها من خلال كود الفكرة (كود -شفرة -مجموعة قوانين محددة كما في الطبيعة) اي ان كل انواع التكنولجيا والعمليات والادوات التي تعمل في اتجاه محاكاة ما يحدث في الطبيعة من عمليات وصولا الى التشكل اي الهيئة الوظيفية المتزنة المتكيفة مع بيئتها .التصميم التوليدي هو عمليات من خلالها يمكن تحديد الاحتمالات المختلفة كحلول للتصميم ، وهو لا يعني بتصميم شيء محدد ولكنه يعني بتصميم النظام الذي يصمم الاشياء وهو عادة يعمل بالتزامن مع التصميم البارامتري او اللوغارتمي او كليهما معا .ان كلمة توليدية تخبر بان التوليد هو الحقيقة الفعلية التي تنتج التصميمات . ولكي تكون اكثر دقة فان كل من منهجيات التصميم اللوغارتمي والتصميم البارمتري على علاقة وطيدة بالتصميم التوليدي او يمكن القول توليد التصميم والسبب في ذلك ان التصميم الخوارزمي يستخدم كل من البارمترات والخوازميات لتوليد تصميمات وتكرارتها القائمة على قيود محددة . ويوجد نوع جديد من التصميم التوليدي هو القائم على التطور Evolution -based Generative Design. ولذلك يهتم بعملية التصميم من خلال معايشته وتكيفه مع بيئته على غرار الاختيار الطبيعي ،الانظمة التوليدية تعتبر تطور للانظمة التي يمكنها تطوير وتصميم الانشاء المعماري وتصميم الاشياء والفرغ بطريقة تلقائية ذاتية متكاملة .ويمكن تعريف التصميم التوليدي أيضا على انه اكتشاف لأسس توليدية الفورم المعقدة والنماذج من خلال مواصفات بسيطة. ان النظم التوليدية قائمة على النشوء والتطور وتبحث عن الفراغ التصميمي للتوصل للحلول التي تحقق متطلبات الشكل والكفاءة .التصميم التوليدي يسمح لمخرجات ابداعية عند دخول كل مكون جديد من

المحددات والذي يؤدي الى نشوء وانبثاق خصائص جديدة ناتجة عن المركب الجديد الذي نشأ.

(٦-١-٣)-التصميم اللوغارتمي (Algorithmic Design):

هو حالة محددة من العمليات المتتالية التي تحتاج اليها لاداء مهمة محددة .الحساب هو الفعل اللازم لاداء هذه المهمة احيانا يعرف بطرق مختلفة تبعا للوسيط الذي يوصف من خلاله احيانا يعرف على انه طريقة واحيانا تقنية واحيانا سلوك كل هذه التعريفات تتضمن فكرة واحدة وهي وجود مجموعة من المحددات او التعليمات لكل مشكلة والتي تعرض او تتمثل باشكال مختلفة مثل الكود Code .Graphics .Verbal Description ولكن في الكمبيوتر فان الالجورزم لا يتفق الا مع الوحدات البسيطة مثل Geometric Eelements .Alphabetics .Numbers

الالجورزم اساس للطريقة التي يتفاعل بها الكمبيوتر مع المعلومات ، وذلك لان الاجورزم هو اساس برمجة الكمبيوتر .برامج الكمبيوتر هي الأداة التي تخبر الكمبيوتر عن ماهية الخطوط المحددة التي يجب ان يؤديها لانجاز مهمة محددة .النظم اللوغارتمية هي المكون الاساسي لكل النظم التوليدية اما النظم البارمترية هي حالة خاصة من النظم اللوغارتمية المميزة التي تعمل على النمو والتحول والتطور والتغير كلها خوازميات .الفرق بين التصميم البارمتري والخوارزمي :اذا كان التصميم البارمتري يتبع البارمترات في النموذج فان التصميم اللوغارتمي يستعمل اللوغارتميات لتوليد افكار التصميم .هذه اللوغاريتمات القوانين والقواعد التي تصف المعلومات وتحددها وتوضحها من خلال تسلسل منطقي لتوليد التصميم . الخواريزميات تختلف عن البارميترات فاذا كانت الخوارزميات هي قوانين فان المحددات تمثل حالة موجوده فعلا يمكن التعامل معها .التصميم اللوغارتمي لايقدم لنا فقط هيئات ديناميكية ولكن قادر على تقديم عدد لا يحصى من الاختلافات والتكرارات .وهو عملية قائمة على الألجورزم والتي تساعد في حساب حل المشكلة .التصميم اللوغارتمي يعتبر نموذج التصميم Design Paradigm يستخدم لتوليد نماذج كذلك نعتبره توليدي الا ان الالجورزم يكون متماثل في الشكل مع النموذج ، لذلك فان التصميم الالجوزمي يعتبر نوع من انواع التصميم التوليدي والدليل على ذلك مدى التطابق بين نماذج كلا منها مثل : L-Systems .Cellular Automata Genetic Algorithm كل الحسابات المعقدة والاستفاده منها في العملية الابداعية للكمبيوتر .اللوغارتمية تتضمن تصميم البرمجيات لتوليد فورم في الفراغ من خلال الاعتماد على قاعدة منطقية وعقلية ذات علاقة ببرامج العمارة والطوبولوجي وبناء الكود واللغة نفسها بدلا من البرمجة المباشرة .وفيما يلي سيتم التعرض لأنواع عمليات تحليل التصميم الناتجة عن تطور التكنولوجيا الرقمية كما سبق ذكرها .

٧- انواع التحليل

(٧-١)التحليل المورفولوجي لتشكيل البنية Structural Morphology Analysis،

تشكل البنية : نجد أن تشكيل البنية يحث على ٣ مستويا ت:

١-النظام الانشائي مكونات الانشاء المادة (الخامة)

٢- الكفاءة (Performance): أي ان النظام الكلي يؤدي الغرض منه على أحسن صورة أو الأمثل (Optimal) ولكي يحدث ذلك لابد من التفاعل بين المكونات

٤- ايجاد الفورم (Morphology) الانشاء (Structure) الماده (Material)

ان التخطيط العام للانشاء لابد ان يتضمن معلومات عن كل من

١-Topology اي نظام التوزيع العام للكتل

٢- الشكل وهو مكون اساسي للفورم الاحجام والقياسات sizeالتجسيد المادي بالخامة تحسين كل نقطة مما سبق يصل بينا الحل التكاملي والامثل في الطبيعة .

. ان تطور ادوات التحليل الرقمي ناتج عن التطوات العديدة والسريعة في السوفت وير والبرامج في مجال تحليل التصميم البناء وكفاءة الاداء وتقييم المنتجات من مناظير مختلفة حيث ان التحليل الانشائي وتحليل الكفاءة وسلوك الخامات والتحليل البيئي وبرمجيات اخرى كمجموعة متكاملة جعلت من الممكن تحسين منتج التصميم من خلال استخدام الالجورزمات الحديثة ومجموعات السوفت وير البارمترية .من الملاحظ ان كل هذه المصطلحات وانواع التحليلات في مجال التصميم منبثقة من الطبيعة اي مورفولوجي وهي مصدر للكائنات الحية العضوية هي مصدر للدراسة والتحليل على يد مجموعة من البيلوجين والهندسيين اي ان علوم ومصطلحات واتجاهات التصميم كلها محاكاة لما يحدث في الطبيعة للكائنات من تشكل وتكيف ونمو وكفاءة وبيئة حتى النظم الانشائية في الطبيعة هي مصدر اساسي للدراسات والتحاليل لبيئة الكائن الحي وسلوكه فكان التحليل يبدأ من التحليل للطبيعة ودراستها وهي الدراسات المورفولوجية والفسيولوجية والتي تشمل Structure Form اي الهيكل البنائي النمو والتكيف مع البيئة والتطور .وبناءا على ذلك سوف يتم التركيز في دراسة البحث على المورفولوجي ويتضمن ال Structure لمنهجية علمية منظمة للدراسة والتحليل لتطوير العملية التصميمية وبالتأكيد كان التطور في التكنولوجيا الرقمية اكبر مساعد على التمكين من انجاز هذه التحليلات وانعكاسها في التصميم والتنفيذ

ولذلك لابد بداية من التعرف على مفردات العملية وهي Morphology –Structure . **(Caetano, Inês2018)**

(٧-١-١) اولا : التحليل المورفولوجي :

ان عمليات التشكل والتنظيم الذاتي التي تحدث في الطبيعة تصنف الى اربعة فئات وهي الفيزياء، الرياضيات ،الاستاتيكية والديناميكية.وكان هذا لطبيعة الحال نتيجة لتطور ادوات وتقنيات التكنولوجيا الرقمية من برمجيات خوارزمية حسابية مثل الخوارزميا ت الحسابية التي توصلت الى هذه النتائج من خلال طرق التحليل والتي كشفت ايضا عن الاسس الأولية لمنطق التشكل والكمال لدى الطبيعة وطرق التحسين التي ترجع الى محددات فيزيائية ومن خلال هذه الدراسات التحليلية لعمليات التشكل والتحسين التي تحدث في الطبيعة يمكن استعمالها في التصميم .المورفولوجي هو دراسة البنية (هيكل) الحيوان والنبات وذلك هو علم البيولوجي فهو يشرح ويفسر اشكال وترتيبات اجزاء الكائن الحي وذلك من خلال الاسس العامة مثل علاقات النمو والتطور والوظيفة مصطلح المورفولوجي في البيولوجي يشير الى المظهر الخارجي الشكل واللون والانشاء والحجم والنمط .

اما في الهندسة فان مصطلح المورفولوجي يستبدل بمصطلح ايجاد الفورم او الهيئة الانشائية وهذا ما ينطبق على مجال التصميم والعمارة اذن هذا المصطلح يعني ايجاد الهيئة البنائية والتوصل الى القوانين العامة للفورم من خلا مبدأ المقارنة مع الطبيعة – جوتة يقول بما ان كل كيان يشكل نظام من خلال هيئة .اذن الفورم يتضمن اسس وجود الطبيعة وهذا ينطبق على اي احداث كونية اي ان الفورم يتضمن اسس وجود الطبيعة .مصطلح مورفولوجي اكد نفسه بعد ذلك من خلال علم النبات والحيوان وتحليل الفورم والفلسفة .التحليل المورفولجي – المنهجية المورفولوجية هي محاكاة العمليات التي تحدث في الطبيعة وليس الاشكال والذي ساعد على نمو هذا الاتجاه التقدم العلمي والتكنولوجي وتطور المعدات والاجهزة التي تمكنت من التوصل الى اصل المكون الجيني .وسلوكه في تكوين الشيء وليس الشيء الناتج فقط وهذه العمليات يطلق عليها morphogenetic و morpho design وهو التحليل الذي يبحث عن العلاقة بين كل من الانشاء والتشييد والبيئة وهذه هي المنهجية التحليلة وصولا الى قانون التشكل .من التعريفات الاخرى للتحليل المورفوجي انه تحليل العلاقات الانشائية من خلال اسس وقواعد علمية محددة لكل حالة او هو اكتشاف كل العلاقات الموجودة في المشاكل المعقدة متعددة الابعاد وعادة تكون غير كمية .ببساطة التحليل المورفولوجي طريقة منظمة للنظر في الاشياء ،ان الغرض من الدراسة المورفولوجية ليس البحث في اسس الاختلاف او التضاد ولكن البحث عن الاسس الجوهرية التي تحكم خلق النظام او النمط . المفهوم المنطقي للمورفولوجي هو التجسيد لمجموعة محددة من العناصر المترابطة هذه هي البنائية وبناءا على ذلك تكون الفكرة النموذجية المتاحة والتي تسمح بالتحليل المنهجي النظامي هي استخدام الرياضيات والتحليل الانشائي لصيغة او شكل هندسي اي التفاعل بين المتطلبات الهندسية والحقائق الفيزيائية وعلى وجه العموم فان المورفولوجي يمكن ان يتحدد من ثلاثة نواحي

١-المورفولوجية الوظيفية.

٢-المورفولوجية الوصفية.

٣- مورفولوجية التشييد.

ان الفورم هو ناتج عمليات مورفولوجية اي تشكلية بنائية والتي تتضح من خلال اساسيات العلوم التطبيقية .ان تشييد الفورم يعني تجسيده والذي يتم التعبير عنه من خلال الانشاء ،اذن الانشاء هو النظام المنطقي الاساسي لكل مكونات البنية وبناءا على ذلك فان دراسة الفورم وتحليله تفسر العلاقات بين الفورم والقوى المادية .

التكون التشكلي Morphogensis وهو المحور الاساسي المشترك بين الطبيعة والتصميم في علم البيولوجي يعني بدراسة الانسجة والاعضاء اي الكائنات الحية من الداخل وانواع واوضاع الخلايا المتنوعة .ان دراسة التشكل تكون بهدف فهم العمليات التي تحكم نظام التوزيع الفراغي للخلايا لتكوين الانسجة والاعضاء وكل التشريح الداخلي للجسم .ان الافكار المتقدمة حول ان العمليات الفيزيائية والرياضية والمحددات تؤثر في النمو البيولوجي حيث يفترض وجود اشارات كيميائية وعمليات فسيولوجية مثل الانتشار والاخماد داخل التركيب الخلوي اثناء نمو الكائنات.

ان ترجمة الطبيعة المجردة من خلال مصطلحات رياضية وتطبيق الشروط والاعتبارات المعمارية هو المفهوم الاساسي لتحليل الفورم والانشاء .ايجاد الفورم في الطبيعة هي عمليات ذاتية تكاملية من خلال التنظيم الذاتي . ان اساس التضاد في العملية الانشائية في الطبيعة ترتكزعلى ان الطبيعة هي فورم وعمليات نمو تقوم على بناء حالة من التعادل بين تأثير قوتين متضادتين . القوى الداخلية والقوى الخارجية في هذه العمليات فان كل من الفورم والنموالوظيفة والانشاء والتكيف يتولد ذاتيا وتحكم نفسها بنفسها وتقدم ما هو نافع لها من خلال اساسيات هذه العمليات المختلفة .

البرنامج او المخطط المورفولوجي و نظام العمليات يكون داخل الشيء نفسه مثل DNA في الكائن الحي ومثل الخصائص الفيزيائية في المواد الغير حية .وهذا ما يسمى النشاط التصميمي لتحقيق تكاملية العمليات والوظائف كلها في ان واحد من خلال الكود او النص .

(٧-١-٢) التحليل الانشائي

التصميم الانشائي يعني فن وعلم خلق نظام بنائي في الحياة الصناعية والطبيعية .ان مصطلح التصميم الانشائي في الطبيعة يعود اساسا الى الطريقة التي تبنى بها الطبيعة نفسها . النظام

الانشائي واحد من اهم المكونات لأي شيء موجود object في العالم والذي يتضمن ابعاد مادية والتي تعتبر القانون الاساسي الذي يحكم هذا النظام والذي يسمح لأي كيان ان يتغلب على الاحمال المادية الذي يتعرض لها وفي نفس الوقت يؤكد كفاءة هذا الشيء في الأداء .هذا النظام له قواعد اخرى تحكمه وذات اهمية غيرالأحمال مثل الجماليات والتنظيم. ان النظم البيئية في الطبيعة تصنف الى نظم حية ونظم غير حية ،عمليات التصميم في النظم الحية تتضمن النظام الانشائي وكذلك هي تصميم العمليات الحيوية للنمو والتطور. (A.Mosseri.2004)

في الكائنات الحية المتحركة (الانسان والحيوان) ، يكون النظام الانشائي ذوهيكل صلب (Rigid Skeleton) أو هيكل مائي كهربائي Hydro- Skeleton مثل السوائل أو الغاز أو أي مادة أخرى تحت ضغط تغلف بغطاء مثل الخلية ، الرئة القلب وهكذا .الهيكل الصلب قد يكون هيكل خارجي أو هيكل داخلي . ويظهر هنا فكر المدرسة الطبيعية ومدى ارتباطها بالتصميم الانشائي هذه العلاقة التي تعتمد على قوانين الطبيعة في الاستمرارية في الحياة والذي يظهر ويتحدد من خلال اقصى استفادة والوصول للكمال والمثالية (Optimization) في استخدام الخامات (المواد) والمصادر وفقا لهدف ومعايير محددة . ومن خلال القياس والمقارنة للسمات والخصائص الانشائية ، ان هذا النظام الانشائي نظام وظيفي ويكون متوازيا ومتوافقا مع الانظمة الاخرى في البنية الكلية .وفيها تكون علاقة قوية بين كل من (الفورم ، الاحمال ، الخامات) (Forms ,Loads , Material)

متغيرات التصميم في النظم الانشائية : هذه المتغيرات ليست بالضرورة ان تكون منفردة ولكن في معظم الحالات بتكون على علاقة ببعضها كالأتي:

١- طرق بناء التصميم (design and building method)
٢- الخامات (materials)
٣- الهندسة الكلية (overall geometry structure)
٤- العلاقات الانشائية (structural relations)
٥- شكل القطاعات (الطولية والعرضية)
٦- سابق الاجهاد (pre stressed action)

وسوف يتعرض البحث بالتفصيل لبعض هذه النقاط لاهميتها مثل

(٧-١-٢-١)- طرق بناء التصميم (design and building method):

هذا المتغير يرجع الى قرار المصمم حول طريقة البناء أو تكنولوجيا البناء ،في الطبيعة في النظم الحية يبدأ التطور البيولوجي بعد الاخصاب ، كل الاعضاء والخلايا تتكون من انسجة والانسجة تتكون من خلايا هي الوحدة الاولى الاساسية للحياة .خلال تطور العمليات يكون هناك تغيرات مورفولوجية في الحجم والفورم واختلافات في البنية (structure) داخل الكائن الحي هذه العمليات الداخلية (entire process) تكون ناتج للخطة العامة اي المعلومات الوراثية (genetic formation) والموجودة داخل اي خلية DNA والتي تحتوي على تعليمات النمو وادارة النظام وبناءا على ذلك هذه العمليات التنموية تتم بطريقة واحدة في معظم النظم الحية والتي تتضمن النظام الانشائي (Pneu Technology) وهي قائمة على الشد عبارة عن غلاف مرن يحتوي على مادة مالئة (سائل ،غاز،نسيج ، بشره) كبنية عليها احمال وتوزعها (Lload- Bearing Structure) ومن امثلتها الخلية الوحدة الاساسية ، البذور ، الجنين ،الرخويات كلها . الانظمة الطبيعية الغير حية ايضا لها عمليات تصميم design processوالتي تشمل عناصر التصميم الانشائي وبناءا على ذلك فان التصميم الناتج هو ناتج لفعل قوانين الطبيعة (physical lows)

(٧-١-٢-٢)-(الخامات) Materials

المواد والخامات من المتغيرات التي ترجع الى حرية المصمم والتي تكون على اتصال قوي بمواصفات ومظهر الانشاء وخصائصه مثل معظم النظم الحية ذات المواد العضوية وخلال دورة حياتها يطلق عليها bio Materialsوعلى النقيض من ذلك فان النظم الغير حركية تحتوي على خامات أو مواد غير حية ، معظم المواد البيولوجية لها وظيفة انشائية اساسية ولكنها تتضمن مهام واعباء اضافية ولهذا السبب فان هذه المواد يجب ان تؤدي كل المهام سويا وبكفاءة .

(٧-١-٢-٣)-الهندسة الكلية للبنية :

هندسية الانشاء والهندسة الكلية هي الفورم الانشائي (Structural Form أو بنية الفورم لاي بنية وهي التي تحدد المخطط العام للانشاء اي الهندسة الكلية والتي يكون لها تأثير قوي على كل من تدفق القوى واستقرارالانشاء وخصائص اخرى عديدة أي أن هذه الهندسة الكلية هي صياغة قوانين وخصائص الانشاء ومواصفاته الحسابية في شكل معماري يتميز أو يوفي المواصفات المعمارية الاساسية من حيث التعامل مع القوى المؤثرة والوصول الى الاستقرار.

هذه الهندسة الكلية مهمة جدا وهي التي ستحدد الهندسة الجزئية للمكونات الانشائية والعلاقات الانشائية التي سوف تتوقف على هذه الهندسيات . هذه الهندسة الكلية (البنية) تكون ناجحة وفعالة ان استطاعت توفر الحد الادنى من الحجم الذي يتعرض لأقل الاجهادات وهذه هي المعادلة الحد الادنى من الاحجام مع الحد الادنى للاجهادات مع توفير كل خصائص ومحددات الانشاء من قوة واتزان

واستقرار .التنوع هنا يكون من خلال مكونات الانشاء والعلاقات الهندسية بين هذه المكونات .

من المهم ايضا ان تكون هناك علاقة ارتباطية بين الهندسية وخصائص المواد .هندسية الانشاء (Structural Geometry)(وهي ناتج هندسية المكونات والعلاقة بينهم)الهندسة الكلية (Overall Geometry) العلاقة بينهما وطيده ومهمة وتظهر بوضوح في كلا من :

١- مستوى التكامل بين هندسة الانشاء والنظم الاخرى
٢- مستوى التعبير البصري للنظام الانشائي

وكل من هذين المظهرين او السمات يمكن ان يكون لها تنوعات ومتغيرات كثيره الهندسة الكلية للبنة في الطبيعة الحية هي ناتج عديد من الاعتبارات والاعتبار الانشائي ليس هو دائما العنصر الوحيد الاساسي ولكن هو اكثر الاعتبارات اهمية .

البنية في الطبيعة لا تمثل افضل هندسة بنيوية من حيث المنفعه ولكنها تعتبر افضل حل يمثل اكبر منفعة في محددات التصميم .وعلى الرغم من ذلك في كثير من الحالات تكون هناك علاقة تبادلية في الطبيعة بين الهندسية والاحمال والمواد وكذلك فان مستوى التكامل بين هندسية الانشاء والانظمة الاخرى عالي جدا .حيث نجد ان النظم الانشائية تغطي الوظائف الاخرى مثل انتقال السوائل .

- عناصر مكونات الانشاء :
- Pointed elements
- Linear elements خطي
- Spatial elements فراغية
- Surface Elements سطح

(٧-١-٢-٤)-العلاقات الانشائية بين المكونات :

Geometric Relations between Structural Components

هذا العنصر من المتغيرات الفراغية للتنوع في التصميم الانشائي وهي ترجع الى العلاقات الهندسية المشتركة بين العناصر الانشائية سواء كانت هذه العناصر فراغية او مستوية ذات زوايا في التصميم المعماري الانشائي يستخدم كل العلاقات الهندسية الموجوده في الطبيعة .

Structural Relations between Structural Componentهذه العلاقات الانشائية بين العناصر تؤثر بدرجة كبيره في مظهر الانشاء مثل الحرية ، الاستاتيكية .... اذن هذه المظاهر او السمات التي تظهر في التصميم الانشائي ناتجة عن طبيعة العلاقات الانشائية سواء في التسطح او الفراغ تصنف الى :

١- علاقات التثبيت من نقطة والتي تسمح بالدوران للاغشية ولا تسمح باي حركة اخرى (Pinned Relations)
٢- علاقات التثبيت المحدودة اي تسمح بالدوران والجركات الجزئية للاغشية limited Pinned Relation
٣- العلاقات الجامدة التي لا تسمح بالحركة الدورانية او غيرها Rigid Relat

(٧-١-٢-٥) القطاعات :

أحد عناصر التصميم الانشائي التي تحتاج الى التكنولوجيا الرقمية في حساب الاجهادات والخامات واماكن القوة والضعف في التصميم سواء من خلال العملية التحليلية من الطبيعة او في عمليات التصميم الرقمية وتحليل المنتج للتوصل الى مدى كفاءة هذا التصميم لجميع المعايير الانشائية .

في القطاع العرضي تتضح قدرة العنصر الانشائي في التغلب على فعل القوى مثل الانحناء ،القص ، التحطيم ،الالتواء وبناءا على ذلك فان التحليل الرقمي لشكل القطاع يقدم افضل كفاءة انشائية للتصميم من خلال كمية محددة من المواد ويثير القطاع العرضي النموذج الامثل للتصميم لانه يقدم اقصى كفاءة من خلال توزيع المادة للفراغ وهذا ما يحدث في الطبيعة يكون هو جوهر العملية التصميمة وصولا الى النموذج الأمثل الذي يجب ان يتبع في العملية التصميمية وهذا يتم من خلال التكنولوجيا الرقمية في عملية التحليل ثم محاكاة ما يحدث في الطبيعة وتطبيقاته في التصميم ايضا باستخدام ادوات وتقنيات التكنولوجيا الرقمية ثم يعاد تحليل ناتج العملية التصميمية من خلال التحليل الرقمي للتأكد من صحة النتائج من حيث الخصائص الانشائية والوظيفية وهكذا .نجد ان التكنولوجيا الرقمية متشعبة في جميع مراحل عمليات التصميم والتحليل وبعد ذلك التنفيذ والتصنيع .ان التصميم الحيوي يستلهم من الطبيعة ولا يكرر الأشياء بل يحاكي سلوك الكائنات الحية وانظمتها البنائية بيولوجيا والتصميم الحسابي يمكن المصممين من دراسة مختلف الاشكال والعمليات الموجودة في الطبيعة من اجل حل مشكلات الانسان بطريقة الاستدامة وبالاضافة الى ذلك يتوصل الى تقنيات النمذجة البسيطة انه مدخل علمي في اتجاه تطوير التصميم واستدامته

ان كل المصطلحات المشتركة المستخدمة في التصميم الحسابي تؤكد وتوضح هذا الارتباط حيث نجد ان كل المصطلحات المستخدمة هي مصطلحات ذات اساس بيولوجي وفسيولوجي والتي تم دمجها مع المصطلحا ت العلمية والتكنولوجية الخاصة بتقنيات وادوات التكنولوجيا الرقمية وبرامجها ذات التخصص المورفولوجي الدقيق وفيما يلي عرض لبعض الأمثلة :

١-اللوغاريتميات الحسابية والتي تستخدم التحليل الرياضي للظواهر الطبيعية وصولا الى القانون او المعادلة وراء تشكلها

في الطبيعة والتي نتج عنها اتجاهات جديدة في الفكر التصميم في صورة برامج تعمل من خلال قانون اللوغاريتم وهذه الحالة من الظواهر الطبيعية قائمة على التكراروالتدريج من خلال الهندسة الكسورية فهي متواليات هندسية ومتواليات حسابية ومن هنا ظهر مصطلح fractals اي الكسريات ثم تطورت العملية الحسابية والمتواليات فظهر اتجاه التصميم مثل – L-System – Voronoi

٢ – نظم التكيف المعقدة هذا الاتجاه في التصميم يعتمد على التفاعلات المركبة لجميع العناصر المتنوعة والتكيف يظهر ذلك في الطبيعة في الذكاء الجماعي للانظمة البيولوجية مثل مستعمرات النحل والعفن والطيور والاسماك المهاجرة ، في الانظمة المعقدة اتضح بالتحليل انها تظهر من مكونات قليلة بشكل ملحوظ وعلى الرغم من ظهور نتائج غير متوقعة الا ان النتائج مرتبطة جوهريا من خلال القواعد التي تحكمها بناءا على هذا المفهوم البيولوجي حدثت انعكاسات في مجال الفكر التصميمي وعملياته وتطورت و أثرت التكنولوجيا الرقمية في هذه العمليات وامثلة على ذلك :

Emergence الظهور او الانبثاق : وهذه يحدث عندما يكون الكل اكبر من مكونات الاجزاء اي ان الناتج الكلي يصبح لديها خصائص لا توجد في مكوناتها واجزاءها هذه الخصائص تظهر وتنبثق بسبب التفاعلات بين الاجزاء وهي تعتبر مجال خصب للتلاعب والتطوير بالتكنولوجيا الرقمية وادواتها وامكانتها من اجل الوصول الى ما هو جديد وغير مالوف وطبعا انعكس على العملية الابتكارية في العمارة والتصميم .وبعد التعرض بالتفصيل للتحليل المورفولوجي والانشائي ننتقل الى التحليل الرقمي (A. Mosseri .2004)

(٧-٢) التحليل الرقمي

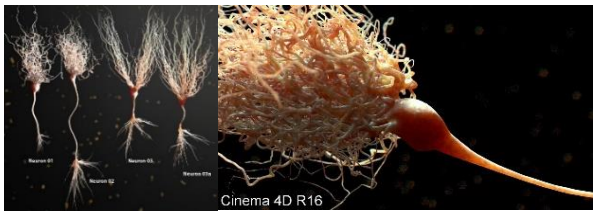
العمارة المعاصرة تطورت تطورا سريعا من خلال تطور كل من التصميم الرقمي وتكنولوجيا التصنيع وحولت العمارة النظرية الى العمارة المادية ولكن اثناء تحولها الى منتجات مادية حدث تطور وتقدم في ادوات التحليل الرقمي في نفس الوقت حيث ان التطورات العديدة في السوفت وير في مجال تحليل وكفاءة الأداء ساعد المصممين في تقييم منتجاتهم من مناظير مختلفة.ان التحليل الانشائي وتحليل الكفاءة وسلوك الخامات والتحليل البيئي وبرمجيات اخرى كمجموعة متكاملة جعلت من الممكن تحسين منتج التصميم وذلك من خلال استخدام الالجورزم ومجموعة السوفت وير البارمترية ، ان التحليل الرقمي ساعد في عملية التغذية المرتدة واصبح فعال في عملية توليد الهيئات -ان مخرجات العملية التصميمة لمثل هذه العمليات التي تكونت من خلال الكفاءة اصبحت معيارية محددة ودقيقة ولها الافضلية في الجمال والسلوك .هذه المعيارية الجديدة للتصميم تحتاج الى ادوات وتقنيات خاصة بها وتناظر مع صناعة التصميم فان البرمجيات تطورت واصبح ينظر لها على انها نموذج للفكر المعياري Paradigm in Critical Thinking مجموعة برمجيات التحليل تطورت سريعا والتي تمثل التجسيد او التصور الحي التي توضح التحليل من خلال المدى اللوني والتي اصبحت جزئية اساسية في التصميم واصبحت هذه الصور الخيالية متعددة الألوان بديل لاستكشات المصمم ،هذه الصور التحليلية توجه الانتباه الى القدرة السلوكية للمنتج وبذلك انتشر استخدام برامج ايجاد الفورم وبرامج الحلول .

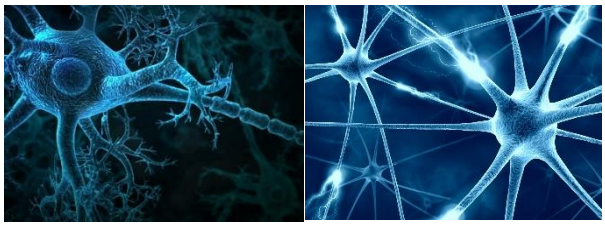
وبناءا على ذلك فان رحلة المولد اللوغاريتمي سوف تستمر وتنمو من خلال الاستفادة من الأدوات والتقنيات من أجل تنفيذ بعض المنهجيات التحليلة واعادة تغذيتها مرة اخرى كمدخلات في العملية التصميمة والمهم هنا تحويل الوان التحليل من عملية التصميم المتقدمة الى وسائط حقيقية تؤثر وتدفع بالعملية التصميمة .ننتقل بعد ذلك الى الهندسية وهي من اهم مراحل العملية التصميمة الرقمية واهم المصطلحات التي تستخدم في التصميم الحسابي أو اللوغاريتمي لما فيه من خصائص منفردة وغير تقليدية وذلك لان المصممين الذين افادوا من العمارة اللوغاريتمية ونظام الكاد .اصبحوا يميلوا الى استخدام الهيئات ذات الأسطح الحرة ومنذ ان جعلت الأدوات التكنولوجية ذلك ممكنا تمكنوا من التحكم في هندسية الهيئات ذات المنحنيات والاسطح الحرة وكشفت عن المعطيات والمعلومات اللازمة رسم وتصنيع مثل هذه الأسطح واصبح هذا الاتجاه منطقيا .حيث ان المصمم الان يمتلك هندسيات متقدمة وتقنيات تمكنه من الخروج من الصندوق والوصول الى منتجات ذات منحنيات حرة في التصميم .هذه الهندسيات الحرة تتضمن اسطح النيربس واسطح B-Spline واسطح بيزير Bezier هذه الاسطح لديها منحنياتها الداخلية التي تتحكم في شكل السطح وانحناءاته وكذلك نقاط التحكم التي تميز هذه المنحيات ولديها وزن هو الذي يسبب الطاقة والقوة التي من خلالها يمكن شد أو جذب السطح في اي اتجاه.

(٧-٣)-بعض النماذج من الطبيعة توضح اثر التكنولوجيا الرقمية على عملية تحليل التصميم :

النموذج الأول : الخلية العصبية

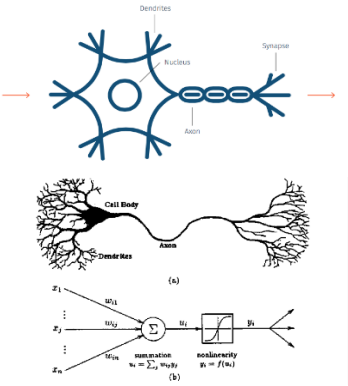
تختلف الخلايا العصبية في الوظيفة والتركيب البنائي والجيني يتم تشغيل الخلايا العصبية الحسية عن طريق المدخلات الفيزيائية والكيميائية من البيئة المحيطة الصوت واللمس والحرارة والضوء هي مدخلات مادية. الرائحة والطعم من المدخلات الكيميائية.



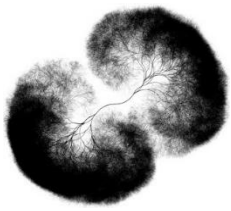


الشكل رقم (١) (Olivia Guy ,2023) العلاقات الانشائية بين شكل جسم الخلية وعدد الزوائد الشجيرية حيث يتغير شكل جسم الخلية بتأثير قوى الشد الناتجة عن زيادة عدد الزوائد الشجيرية

ومن التحليل الرياضي والهندسي الخلية العصبية: ومن هذه الهندسة تم اقتباس معادلة الذكاء االصطناعي AI وهي سيجما لتحليل ومعالجة المدخلات وتحويلها الي مخرجات ونتائج . وتم هذا التحليل بمساعدة التكنولوجيا الرقمية وبالوصول الى المعادلة يمكن تطبيقها واعادة استخدمها كمولد للتصميم رقميا .



الشكل رقم (٢) التحليل الرياضي والهندسي الخلية العصبية: ومن هذه الهندسة تم اقتباس معادلة الذكاء االصطناعي AI وهي سيجما لتحليل ومعالجة المدخالت وتحويلها الي مخرجات ونتائج .



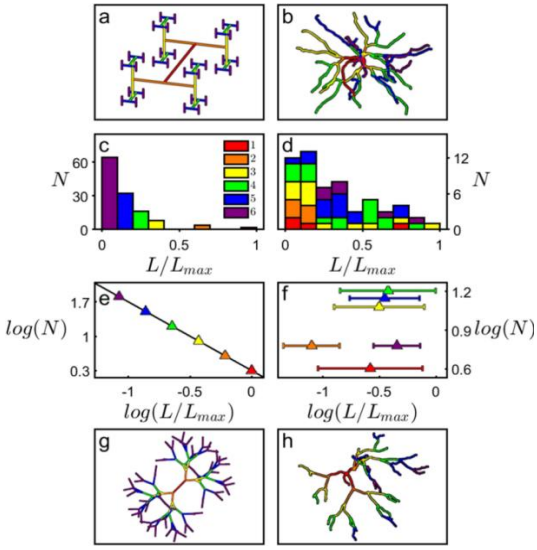
الشكل رقم (٣) (Olivia Guy ,2023) ا لتفرع والاشتباكات التي توضح الهندسة الكسورية

العلاقة بين الهندسة الكسورية والخلايا العصبية :ان الدماغ بما فيه من خلايا عصبية لن يتمكن من العمل لولا الهندسة الكسورية. يتكون الدماغ البشري من حوالي100 مليار خلية عصبية. 100 تريليون نقطة اشتباك عصبي ، بين خلايا الدماغ هذه.متوسط ١٠٠٠ اتصال للخلية الواحدة على الرغم من أن بعض الخلايا العصبية قد تقوم باتصال واحد فقط ، في حين أن البعض الآخر قد يكون لديه مئات الآلاف من نقاط الاشتباك العصبي مع الخلايا الاخرى في جميع أنحاء الدماغ. تمتد المحاور العصبية لإجراء اتصالات متشابكة مع الزوائد الشجيرية للخلايا العصبية الأخرى. إن نمط التفرع بالهندسة الكسورية للمحاور العصبية والزوائد الشجيرية هو الذي يسمح لها بالتواصل مع العديد من الخلايا الأخرى.

خوارزميات الكسورية:تعد خوارزميات الكسورية فئة من الخوارزميات التي تولد أنماطًا كسورية، وهي أنماط شبيهة بالذاتية والتي تتكرر على مقياسات مختلفة. واحدة من أشهر خوارزميات الكسورية هي مجموعة من ماندلبروت، التي يتم إنشاؤها عن طريق تطبيق صيغة إلى الأعداد المركبة بشكل متكرر ،يمكن تعريف مجموعة ماندلبروت بالمعادلة التالية:

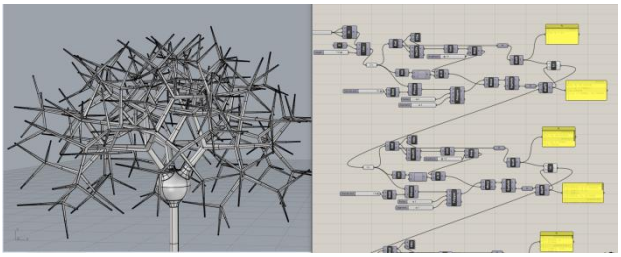
$$Z_{n+1} = Z_n^2 + C$$

قد تستخدم خوارزميات الكسورية المختلف الصيغ والمعلمات لإنشاء أنماط كسورية، ولكنها عادة ما تنطوي على شكل من التكرار



الشكل رقم (٤)(DAROLD A. TREFFERT ,2023) الخوارزميات الكسورية في الخلايا العصبية

ويظهر الربط بين التكنولوجيا الرقمية والتحليل والتطبيق ببرامج السوفت وير في النمذجة ثلاثية الابعاد بتطبيق المعادلات اللوغارتمية باستخدام برنامج الراينو

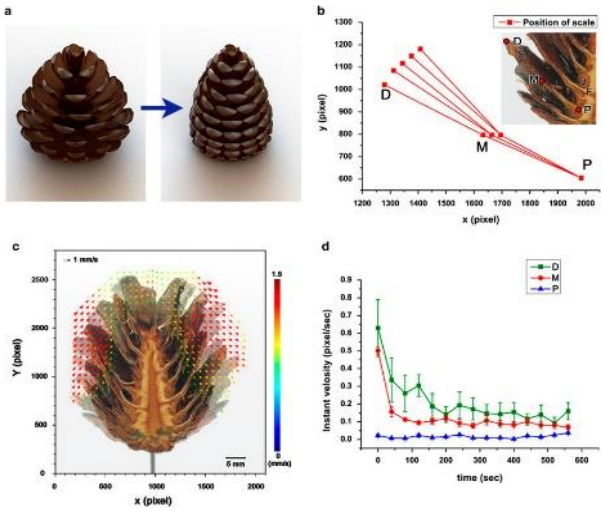


الشكل رقم (٥)(DAROLD A. TREFFERT ,2023 النمذجة ثلاثية الابعاد باستخدام برنامج راينو .

نموذج رقم ٢ :مخاريط الصنوبر

الشكل رقم (٦) العلاقات الحسابية في مخاريط الصنوبر (Carol ,٢٠٢٣)

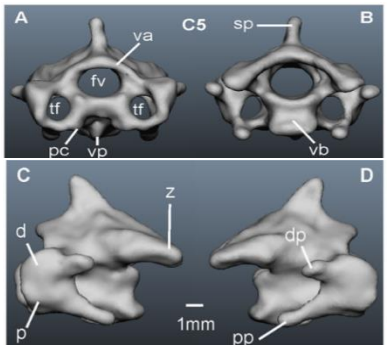
تتكون القاعدة من مجموعة من المثلثات المتوازية التي تشكل الشكل الأساسي للمخروط. وتساعد القاعدة في تحديد حجم المخروط وزيادة استيعابه الصنوبرية. للمزيد من الحبوب.تعمل هذه الاجزاء بشكل متكامل لتحقيق وظيفة المخروط الأساسية، وهي حفظ الحبوب الصنوبرية الصنوبر. وتوفير بيئة مناسبة لتكاثر ونظام البناء يتبع متوالية فيبوناتشي . وهناك محور تلتف حولة احنحة مختلفة -في الحجم مكونة المخروط كل جناح عبارة عن سطح منحني وتساعد في جذب أشعة الشمس للنمو. وتغذية النبات بالطاقة .الشكل رقم (٧) يوضح العلاقات الحسابية التي تحولت الى ارقام ومعادلات بتحليل الطبيعة والتحليل المورفولوجي الوظيفي لالية الحركة في مخاريط الصنوبر والتي انعكست على العمارة والتصميم في تطبيقاتها



الشكل رقم (٧) (Carol ,٢٠٢٣) تحليل آلية الحركة في مخاريط الصنوبر الاناث

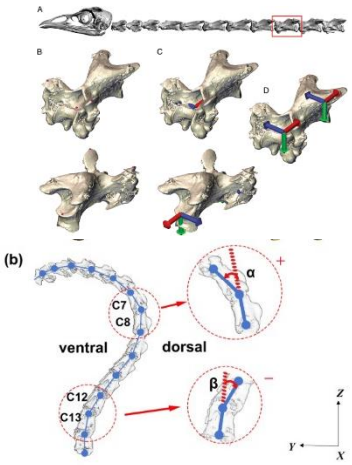
النموذج الثالث : وظيفة الطيران عند بعض الطيور

بالتعرض لوظيفة الطيران في بعض الطيور والمقارنة بينهم توصلت الدراسات لمعادلات الحركة وحسابتها من خلال التحليل اللمورفولوجي والتحليل الرقمي واعادة استدخام هذه المعادلات لتوليد ماهو جديد في التصميم . يظهر الشكل رقم (٨)علاقة الفقرات ببعضها البعض بينها مسافات بينية قابلة للزيادة و النقصان حسب وضعية البومة اثناء الطيران او الوقوف مما يعطي مرونة اكبر لحركة العامود الفقري بطول جسمها و مرونة في حركة عظام العامود الفقري مع العضلات المتصلة به.أحد التكيفات المميزة لعضلات البومة يتعلق بقدرتها على تحريك أجنحتها بشكل سريع وقوي. فعضلات البومة تمتلك أليافاً عضلية ذات نوعية خاصة تسمى بـ "ألياف عضلية بطيئة"، والتي تساعد على الحفاظ على الطاقة وتمكين البومة من الطيران لفترات طويلة دون تعب.



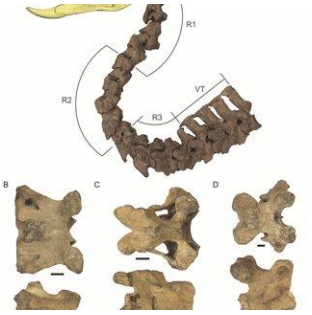
الشكل رقم (٨)(Thomas Bachmann,2023) فقرات البومة (تحليل انشائي)

بالمقارنة بالشكل رقم (٩) المرونة الحركية في العامود الفقري الخاص بالطاووس تتيح له تحمل وزنه اثناء الطيران و تتيح له حركة الرقبة لأعلى و اسفل لمقاومة الهواء بشكل افضل.



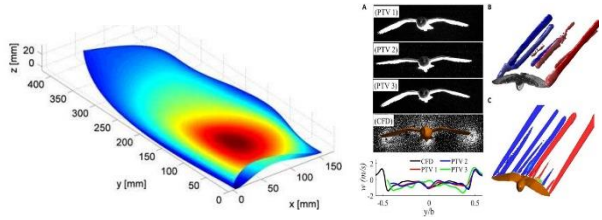
الشكل رقم (٩) (Thomas Bachmann,2023)العمود الفقري لطائر الطاووس

يتكون العمود الفقري للطائر من مجموعة من الفقرات المتتالية المتصلة بالمفاصل والأربطة وتتميز فقرات العامود الفقري للعقاب بالتطور والتكيف مع الحركات السريعة والتحركات الحادة التي يقوم بها الطائر أثناء الصيد أو الطيران.يتيح له العامود الفقري تعديل اتجاه الريش والجناحين بسهولة وتحريكها بشكل دقيق للتحكم في حركاته وسرعته أثناء الطيران عن طريق العضلات التي ترتبط بالفقرات العمود الفقري، والتي تتحكم في حركة الريش ووضعها، ويمكن للعقاب تحريك الريش بشكل دقيق وسريع باستخدام عضلات العمود الفقري والأربطة المرتبطة بالريش.



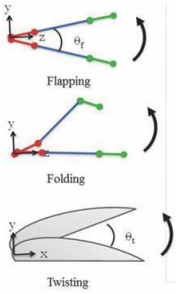
الشكل رقم (١٠)(Thomas Bachmann,2023) لعمود الفقري للطائر العنقاء

المخطط التالي يوضح تحليل للإجهاد الواقع على الأجنحة اثناء الطيران في وضعيات مختلفة يتخلف فيها اوضاع الجناح حتى نفهم من التحليل ان اقصى درجة كانت في الوضعية الاخيرة بسبب وضعية الجناح المقوسة التي تسمح بمرور الهواء بشكل مريح اكثر و متساوي على الجانبين.



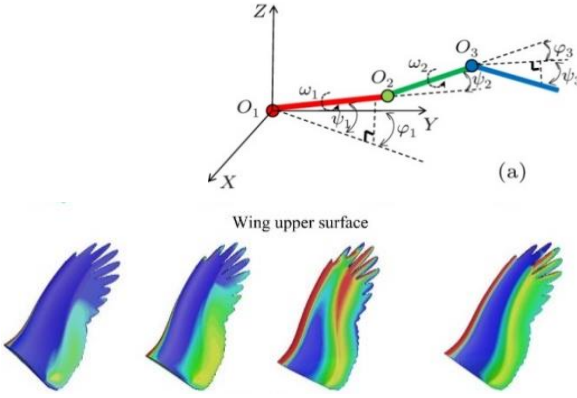
الشكل رقم (١١)(Ogaclick,2023) الاجهادات الواقعة على جناح البوم

ان آلية الحركة السليمة للجناح اثناء عملية التحليق و التي تتشابه بشكل كبير مع العصافير. - و تختلف بشكل اساسي مع حركة جناح البومة و التي تتميز بالثبات الطويل.



شكل رقم (١٢) (Ogaclick,2023) توضح الاجهادات الواقعة على جناح الطاووس و التي تبدو كبيرة بسبب ثقل وزنه

المخطط التالي يوضح تحليل للإجهاد الواقع على الأجنحة اثناء الطيران في وضعيات مختلفة يتخلف فيها اوضاع الجناح حتى نفهم من التحليل ان اقصى درجة كانت في الوضعية الاخيرة بسبب وضعية الجناح المقوسة التي تسمح بمرور الهواء بشكل مريح اكثر و متساوي على الجانبين.



الشكل رقم (١٣)(Ogaclick, 2023) صور الإجهاد اثناء حركة العقاب المختلفة للجزء العلوي من الجناح

$$\min F(x) = \sqrt{(L_{x,\mathrm{Pre}} - L_{x,\mathrm{Exp}})^2 + (L_{y,\mathrm{Pre}} - L_{y,\mathrm{Exp}})^2},$$

توضح الصورة احتمالات حركة الجناح المفصلية اثناء الطيران و الصيد و التي تخضع للمعادلة الرياضية التالية لتوقع خطة الطائر اثناء الصيد

نتائج البحث

١-تطور دور التكنولوجيا الرقمية من مساعد للمصمم الى مولد للتصميم .وانعكست على الفكر التصميمي وعملياته ومفاهيمه

٢-تطور التكنولوجيا الرقمية ساعدت المصمم في اكتشاف ومحاكاة الطبيعة .و اصبحت التكنولوجيا الرقمية أداة تكاملية للمصمم قادره على اداء العمليات من اجل محاكاة نظم الطبيعة

.فتتحول الى التجريد واللعب بالمفردات التي خزنت في البرامج

.

٣- تحول المصمم من مستعمل للادوات الرقمية او النماذج الرقمية الى صانع للادوات فيمكن التحكم في وسائط التصميم الخاصة به وتحديد سلوكها التحولي .هذا التفاعل بين المصمم وتقنياته الرقمية تلعب دورا مهما في التمييز بين هذه النماذج الرقمية

٤-لقد حدث تحول في عمليات وتقنيات التصميم مع ادخال الحساب في التصميم فقد تغيرت عملية التصميم التقليدية من اعلى الى اسفل الى الشكل النموذجي التصاعدي من اسفل الى اعلى وهو شكل السلوك التوليدي الغير خطي والذي يوفر مزيد من المرونة على طول العملية التصميمية.

مراجع البحث :

أولا : المراجع العربية :

١- هارون ، جورج سند تطوير منهجية تصميم الخزف باستخدام التكنولوجيا الرقمية -رسالة دكتوراة -كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان ٢٠١٧

ثانيا المراجع الاجنبية :

1- Eng. Nagy , Fatma * and others Helwan University, Faculty of Engineering, Architecture Department . Engineering Research Journal 177 (March 2023) The digital transformation toward an integrated design process.
2- 2-Zubin,mohammed Khabaz 2010 Genrative algorithms using grasshopper.
3- Oxman ,Rivka Theory and design in the first digital age 2006.
4- A. Mosseri Faculty of Architecture, The Academic College of Judea and Samaria, Structural design in nature and in architecture 2004.
5- Caetano, Inês and others University of Lisbon, Lisbon, PortugalbCollege of Architecture and Environmental Design, Kent State University Computational design in architecture:Defining parametric, generative, and algorithmic design 2019.
6- Asterios, Agkathidis1University of Liverpool Generative Design Methods Implementing Computational Techniques in Undergraduate Architectural Education 2015.
7- Haejin,Bae and Jinhee,Kim Functional Principles of Morphological and Anatomical Structures in Pinecones 2020.

ثانيا : مواقع أنترنت :

8- Kahye Song and others Available at: https://www.researchgate.net/figure/Pine-cones-motion-in-response-to-water-a-Schematic-diagram-of-a-pine-cone-depicts-the_fig3_276072577 (Accessed: June 2023).
9- Carol A. Clark Available at: https://ladailypost.com/amateur-naturalist-the-mathematical-symmetry-of-pine- (Accessed: June 2023).
10- Ogaclick, Available at: http://ogaclicks.com/wing-theory (Accessed: May 2023).
11- yongjun chen and others Available at: https://doi.org/10.3390/jmse11010118 (Accessed: May 2023).
12- Olivia Guy, Available at: https://www.simplypsychology.org/neuron.html (Accessed: May 2023).
13- DAROLD A. TREFFERT Available at: https://www.scientificamerican.com/article/accidental-genius/ (Accessed: May 2023).
14- Thomas Bachmann Available at: https://frontiersinzoology.biomedcentral.com/articles/10.1186/1742-9994-4-23 (Accessed: May 2023).