مفهوم المحاكاه الحيوية ومردودها على التصميم الداخلى والأثاث في ضوء التقنيات الرقمية

The concept of biomimetic and its impact on interior design and furniture in the presence of digital techniques

أ.م.د/ مها محمود ابراهيم

الاستاذ المساعد بكلية الفنون التطبيقية_جامعة حلوان

أ.م.د/ دعاء عبد الرحمن محمد

الاستاذ المساعد بكلية الفنون التطبيقية_جامعة حلوان

الملخص:

الأشكال الطبيعية بيولوجية كانت أم ايكولوجية جذبت عديداً من المصممين من أجيال متعاقبة كمنبع لفكر جديد لم يكن تحقيقه ممكناً إلا بعد الثورة الالكترونية ، كما اعتبرت هذه الاشكال نظرات تقدمية لعمارة المستقبل .

وحول بداية الألفية الثالثة ، تنامى الإهتمام بالمحاكاة الحيوية – أي محاكاة الصفات أو الأنظمة الحيوية للكائن الحي في تطبيقات تمتد من التصميمات المعمارية والمواد إلى علم الروبوتات وهندسة الأنسجة .

ويمتلك علماء الأحياء بكافة اختصاصاتهم مخزوناً فائقاً من المعرفة، يمكن أن يقود طفرة ثورية في مجال التصميم الحيوي ، ويمكن لهذه المعرفة أن تقود الأساليب التجريبية للمحاكاة الحيوية .

ولكن للأسف في معظم أبحاث المحاكاة الحيوية لم ينل التنوع الحيوي الاهتمام الكافي، واقتصر اهتمام الباحثين على نوع واحد فحسب ، أو أشاروا إلى عناصر حيوية مثل "الخلية" أو "الإنزيم" بطريقة سطحية للغاية.

ومما لا شك فيه أن التطور الهائل للتقنيات الرقمية بجميع برامجها قد سهل عملية التصميم وجعلها أكثر مرونة وابداعاً كما أنها أصبحت وسيله مهمة تساعد المصمم فى التوصل إلى فكرته , لاستحداث تصميمات داخلية تكون ذات اشكال جديده وغير متوقعه مستلهمة من الطبيعة ومحرره من القيود التصميمية والإنشائية التقليدية .

لذلك يهتم البحث بدراسة مفهوم المحاكاة الحيوية كأحد المفاهيم الجديدة في التصميم المعماري والداخلي من حيث الاتجاه ، الفلسفة ، المميزات و التطبيق وانعكاس ذلك على مجال التصميم الداخلي والاثاث .

الكلمات المفتاحية : المحاكاة الحيوية – التكنولوجيا الرقمية – العمارة الحيوية الرقمية.

Abstract:

Biological and ecological forms attracted many designers from successive generations as the source of a new thought that was only possible after the electronic revolution. These forms were considered progressive views of the future architecture.

Around the beginning of the third millennium, there has been a surge of interest in such bioinspiration and biomimicry — the imitation of biological traits or systems in applications ranging from architectural design and materials to robotics and engineered tissues.

Biologists from all sorts of disciplines have an extraordinary store of knowledge that could guide a revolutionary breakthrough in bio-design. Such knowledge could also help to steer experimental approaches.

DOI: 10.12816/0045750

Unfortunately, in most papers on biomimetic, the relevant biodiversity gets short shrift; researchers consider only one species or refer to a biological element such as a 'cell' or 'enzyme' in only a generalized way.

There is no doubt that the huge development of digital technologies and its programs has facilitated the design process and made it more flexible and creative as well as become an important way to help the designer in reaching his idea, to develop interior designs that are new forms and unexpected inspired by nature and free of traditional design and construction limitations.

Therefore, the research is interested in studying the concept of biomimetic as one of the new concepts in architectural and interior design in terms of orientation, philosophy, features, application and its reflection in the field of interior design and furniture.

Keywords: Biomimetic – Digital Technology - Digital Architecture

مشكلة البحث :

1- قصور في فهم وتطبيق مفهوم المحاكاة الحيوية واقتصار استخدامه على عناصر حيوية محدودة في مجال التصميم الداخلي .

2- كيفية الربط بين عملية التصميم والعلوم الحيوية المختلفة من أجل اثراء الأفكار والإبداع في عملية التصميم .

أهداف البحث :

1- وضع إطار حاكم لتطبيق المحاكاة الحيوية من خلال فهم الأشكال الحيوية المختلفة لمساعدة المصممين في استلهام الأفكار وتطبيقها في مجال التصميم الداخلي .

2- توضيح دور التقنيات الرقمية الحديثة المرتبطة بالمحاكاة الحيوية ، وانعكاسها على فكر المصمم وعملية التصميم الداخلي بوجه عام .

فروض البحث :

1- إن دراسة علم الاحياء واتخاذ الكائنات الحية كنماذج تصميمية للفراغات الداخلية يؤدي الى استنباط أطر علمية حاكمة قابلة للتطبيق في مجال التصميم الداخلي .

2- إن تطبيق مفهوم المحاكاة الحيوية يؤثر على فكر المصمم الداخلى ويؤدي إلى الإبداع في مجال التصميم الداخلي والأثاث .

أهمية البحث :

استنباط منهجية جديدة للتصميم تكون قائمة على مفهوم المحاكاة الحيوية لاستحداث أفكار جديدة مستلهمة من الطبيعة .

منهجية البحث :

1- المنهج الوصفي من خلال وصف وتحليل أعمال تطبيقية قائمة على مفهوم المحاكاة الحيوية .

2- المنهج الاستقرائي من خلال فهم ودراسة مفهوم المحاكاة الحيوية للتوصل الى منهجية لتطبيقه في مجال التصميم الداخلي .

مقدمة :

مما لاشك فيه أن الطبيعة هي المعلم الروحى الأول للفكر والابداع على مر التاريخ للكثير من البشر على مختلف التخصصات والإهتمامات والمجالات خاصةً الهندسي منها كالطيران والعمارة والكهرباء، ولقد ألهمت النظم الطبيعية الإنسان منذ أن بدأ البناء والتصميم ، فكل كائن حي فريد ومتكيف تماماً مع بيئته من خلال الإستجابة لحاجتها وإيجاد الحلول ذات الكفاءة العالية له ، فالكائنات الحية تكيف مورفولوجياتها وتطور شكلها وموادها وهياكلها واستجاباتها لمختلف الوظائف والبيئات.

ولقد اجتذب مجال البيولوجي * (علم الاحياء) اهتماماً عالمياً في مجالي الهندسة المعمارية والداخلية حيث يتم محاكاة النباتات أو الحيوانات أو النظم الإيكولوجية بأكملها كأساس للتصميم ، ويرجع ذلك إلى كونها مصدراً ملهماً للإبتكارات الجديدة المحتملة وبسبب الإمكانيات التي تتيحها لخلق بيئة أكثر استدامة.

غير أن التطبيق الواسع النطاق والعملي لعلم الأحياء كطريقة تصميم لا يزال بعيد المنال إلى حد بعيد. وعلى الرغم من أن الباحثين والمختصين في مجال الهندسة المستدامة يناقشون أشكالاً مختلفة من علم الأحياء أو التصميم الحيوي المستوحى من الطبيعة ، إلا أن التطبيق الواسع والعملي له كطريقة تصميم معماري لا يزال غير محقق إلى حد كبير، لذلك فمن المرجح أن تلعب المحاكاة الحيوية دوراً متزايداً في استراتيجيات التصميم المستقبلية من خلال محاكاة النظم الحيوية الموجودة في الطبيعة ، كما يمكن أن تكون المفتاح لتحويل السلوكيات الطبيعية إلى المجالات الهندسية والتصاميم المعمارية والنظم المادية ، من أجل دمج الطبيعة في المصطلحات الهندسية والإطار المعماري والتصميم الداخلي .

وفي مجال التصميم الداخلي تستخدم عادة المحاكاة الحيوية كمكتبة من الأشكال أو الزخرفة تكون مقلدة أو مستوحاة من المظهر الخارجي للطبيعة ، ولكن استخدام الأشكال والألوان وحدها لا ينطبق عليه مفهوم المحاكاة الحيوية. وهذا يعني أنه لكي يكون محاكياً حيوياً حقا ينبغي أن يكون التصميم مستمراً بطريقة ما بعلم الطبيعة، وليس مجرد مظهره.

ولذلك سوف يستعرض هذا البحث نقاط ودراسات حالات لتطبيقات القياس الحيوي في التصميم الداخلي التي ترسي أساس هذا المفهوم ووضع إطار حاكم لفهم الأشكال المختلفة لعلم البيولوجي لكي يساعد المصممين في إستخدام المحاكاة الحيوية بشكل أكثر عمقاً وكفاءة .

1- نظرة عامة على محاكاة الطبيعة :

تحدد مصطلح التصميم المحاكي للطبيعة في القرن الواحد والعشرين والذى دعى فيه العالم التحول نحو الطبيعة والإهتمام بالبيئة المحيطة على الرغم من أن النظر للطبيعة ليس بجديد ولكن تختلف زوايا الرؤى من فترة لأخرى وتتعدد الأمثلة في هذا السياق من مختلف مراحل التاريخ نورد منها :

- بدايةً من وجود فكر خاص سياسي أو عقائدي وراء هذه الإستعارة في الحضارة المصرية القديمة كما في حالة تمثال أبو الهول الذي شكل علي هيئة جسم أسد ورأس إنسان وتماثيل الآلهة والملوك .
- زخرت حوائط الآثار المصرية القديمة وحضارة ما بين النهرين برسومات وأعمال النحت البارز للوحات بيولوجية إنسانية أو حيوانية أو نباتية ، كما في الأعمدة المصرية ذات الرؤوس النباتية (زهرة اللوتس المقفولة والمفتوحة وشجرة النخيل ورأس هاتور إله الحب) والتماثيل الجالسة لرمسيس الثاني علي مدخل معبد أبو سمبل ، وأيضاً في الرسومات البارزة الحيوانية في البلاطات المزججة في الحضارة البابلية .

---

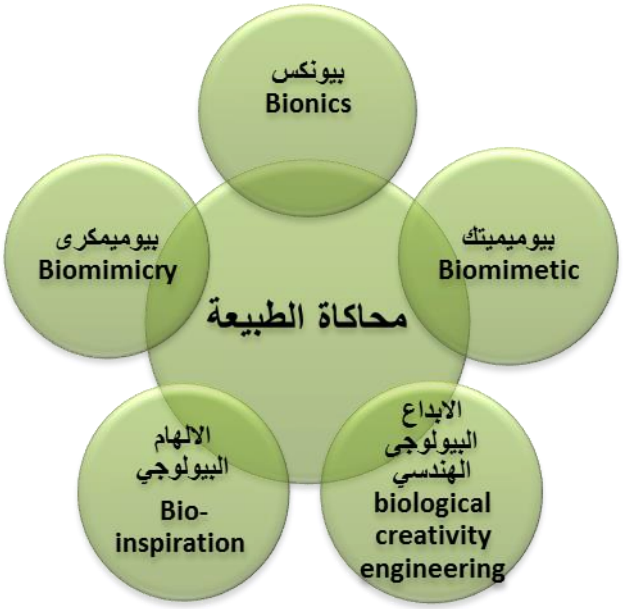
*علم الأحياء (البيولوجي): علم دراسة الكائنات الحية من حيث بنيتها ، تغذيتها ، تكاثرها ، طبيعتها ، صفاتها وأنواعها والقوانين التى تحكم طرق عيشها وتطورها وتفاعلها مع وطنها الطبيعي .

- يُزَين أهل النوبة مبانيهم برسومات مباشرة من الطبيعة حولهم ، في نوع من الأشكال التصويرية المباشرة المجردة المتماثلة والإنسيابية ، التي يسهل التعرف عليها ويشعر الإنسان بالتآلف معها .
- لم يخل مبني في العصور الكلاسيكية أو القوطية أو عمارة الشرق الأقصى من تماثيل إنسانية وحيوانية ونباتية بارزة في القصور ومداخل المباني العامة والدينية الهامة .
- الإستعارات الشكلية النباتية الواقعية والرمزية في العمارة الإسلامية .
- الإستعارات الآدمية في عمارة الباروك وقصور الرومانتيكية الكلاسيكية .
- الأشكال النباتية والحيوانية في الفن الجديد Art Nouveau و الآرت ديكو Art Deco .
- التماثل الشكلي العضوي في الفن البيئي Environmental art لعديد من الفنانين بإستعمال الوسائط المادية والبصرية لإستكشاف العلاقات الشكلية بين الفن والطبيعة .
- ويعتبر جاودي من أشهر المستعملين للإستعارة العضوية لمنح الحياة لمبانيه ، وذلك بإستغلاله للوحدات البيولوجية بمختلف صورها للوصول إلى إنسيابية ومرونة التشكيل . (رأفت, على – 2007).

ولكن مما تقدم نلاحظ أن مفهوم المحاكاة كان قاصراً على الاستعارات الشكلية والرمزية للإنسان والنبات و الحيوان دون إدخال الجانب الحيوي منها في التصميم ، ولكن مع تطور العلوم وعصر الثورة الرقمية وتنامى الإهتمام بعلم الاحياء أصبح الإهتمام بالطبيعة أكثر عمقاً وعلى مستويات مختلفة وبشكل أكثر تحديداً تم البدء فيما يعرف بمحاكاة الطبيعة عام 1982 على يد الكاتبة جانين بيونس Janine benyus والتى اهتمت بعلوم الطبيعة وحل المشاكل البشرية باستخدام الطبيعة كمعلم أمثل.

وبهذا تم تعريف مفهوم محاكاة الطبيعة : " **العلوم الجديدة التي تدرس نماذج من الطبيعة ثم تأخذ الإلهام من هذ التصميميات و العمليات من أجل حل مشاكل الانسان.**" (Benyus,1997) وهو مفهوم واسع وشامل للعديد من المفاهيم المرادفة للتصميم المحاكي للطبيعة نذكر منها :

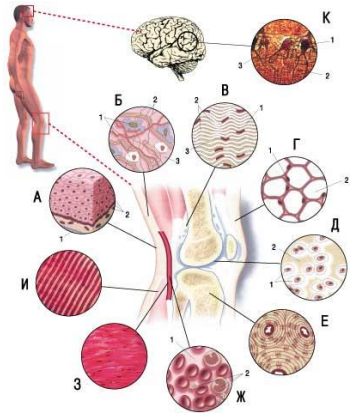
البيونكس Bionics: هو دراسة الطبيعة من حيث النظم والتكوين والتشكيل الحيوي ويدخل إلى هياكل الكائنات الحية البيولوجية ويبتكر خامات وتكنولوجيا جديدة لإيجاد حلول للمشاكل الهندسية. (Lance Klein, 2009)
البيوميمتيك Biomimetic: هو ذلك المصطلح الذي يتطلع للطبيعة من أجل أفكار قادرة علي التكيف والاعتماد و ذلك من أجل حل المشاكل التي تواجهها البشرية, حيث يأخذ من الطبيعة بأسلوب الوحي و ليس المحاكاة .
البيوميميكرى Biomimicry : هو مصطلح خاص بالعلم الذى يفحص الطبيعة بأشكالها وأنظمتها وعملياتها وعناصرها ، ويحاكي أو يأخذ إلهاماً لحل مشاكل الانسان ومشاكل الإستدامة .
من المصطلحات الموازية أيضا الإلهام البيولوجي **Bio-inspiration** – الإبداع البيولوجي الهندسي **biological creativity engineering** ، و يفضل الإشارة عند التفاعلات الكيميائية للكائنات البيولوجية بمصطلح البيوميمتيك, بينما يكون البيونكس هو المصطلح الأفضل استخداما للتعبير عن التصميم , حيث عدم الإختلاط بين مجالات الطب والهندسة ، وعندما يكون الهدف هو الإستدامة فانه يشار هنا إلى مصطلح البيوميميكرى (الهواري , سارة 2010) .

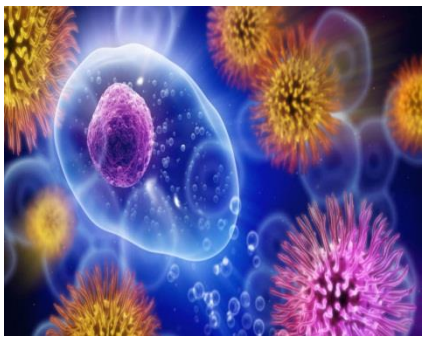


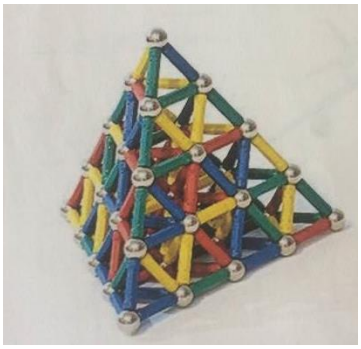
شكل رقم (1) ويوضح المصطلحات المختلفة المرادفة لمحاكاة الطبيعة

1-1 التشكيل الحيوي في الطبيعة :

يعد فهم التصميم الحيوي في الطبيعة المدخل الرئيسي لفهم كيفية تفاعلات الطبيعة ومن ثم تأتي عملية الإستلهام منها ، ومما لاشك فيه أن الأشكال في الطبيعة هي نتاج لقوانين النمو الداخلي ومحصلة للتفاعلات مع ظروف المحيط البيئى الخارجي ، فبينما تستند الطبيعة في تشكيلاتها على البنى الشبكية يستخدم البشر البنى الخطية كحلول تقليدية .وهو ما يجعل التشكيلات الطبيعية أقدر على تحمل الضغوط من التشكيلات الخطية ، فإزالة أحد أجزاء التشكيل الخطي تعنى عدم إنتقال الأحمال الموزعة عليه بينما في التشكيل الشبكي من السهل إعادة توزيع الأحمال في حالة فقدان أى جزء من التشكيل وهو ما يجعلها أكثر كفاءة . كذلك الأشكال البشرية تتسم بالانتظام والسكون في حين أن الاشكال الطبيعية تتسم بعدم الانتظام والحركة والمرونة (الجوهرى,2010) .







شكل رقم (2) الفرق بين التشكيل الشبكي لهندسة الطبيعة والتشكيل الخطي للبشر

2-1 التقنيات الحيوية في الطبيعة :

الطبيعة دائماً سباقة في مجال التكنولوجيا وما أحرزته البشرية ما هو إلا نماذج مقلدة منها كالطائرة والردار والغواصة وغيره كل ذلك مع الفارق التقني الذي يصب في صالح الطبيعة ، ففي حين تعتمد التكنولوجيا البشرية على الطاقة والمواد واستنزافها يظهر التوازن بين كل من المادة والطاقة وطرق الإنشاء والوقت في فلسفة الطبيعة . ويمكن لنا

دراسة تكنولوجيا الطبيعة من خلال دراسة خصائص الكائن الحي والتى تساعدنا على التعرف على الحلول المثلى للمشكلات في المحيط البيئي وهذه الخصائص هى : الحركة ، التغذية ، النمو ، الفناء .

1-2-1 الحركة :

تعتبر الحركة من أهم السمات التى تميز الكائن الحي والدالة على الحياة وتنقسم أنواع الحركة في الكائنات الحية إلى نوعين : حركة موضعية (مثل حركة أجزاء الجسم كالقلب) ، وحركة انتقالية (حركة الجسم بأكمله من مكان لآخر) . ومما لاشك فيه أن الحركة تكون نتيجة لإستجابة لمؤثر ما داخلي أو خارجي ، وتستجيب النباتات بشكل أبطأ من إستجابة الحيوانات للمؤثر . بشكل عام تعد تكنولوجيا الحركة من أبرز التقنيات الحيوية التى أفرزت علم الميكانيكا الحيوية والذى يسهم في تطوير هياكل المنشآت .

1-2-2 التغذية :

تدعم تلك التقنية تعظيم المدخلات وترشيد الطاقة المكتسبة منها مع الحد من المخرجات وهو ما يعزز من تعظيم الموارد في الطبيعة ، وتعد النباتات أكثر الكائنات استخداماً لتلك التقنية حيث يمكنها تحويل ضوء الشمس الى بروتين وتتمكن من تحويل مواد غير عضوية الى مواد عضوية معقدة التركيب لذلك فهى تعتبر كائنات ذاتية التغذية وتحصل باقي الكائنات على غذائها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة من النباتات أو الحيوانات ويطلق على هذه الكائنات غير ذاتية التغذية. ويتطلب من الكائنات غير ذاتية التغذية القيام بعملية الهضم وهي عملية شديدة التعقيد لكي يستفيد منها خلايا الجسم وأجهزته . ذلك التنوع في تقنيات التغذية يدعم تعظيم المدخلات ويرتبط بعملية الهضم ومن ثم الإخراج والتى تختلف في النباتات عن الحيوانات (شيبة, 2005) .

1-2-3 النمو :

النمو في علم الأحياء هو زيادة في كتلة الكائن الحي وحجمه نتيجة زيادة كمية المادة الحية فيه ، وينتج النمو إما نتيجة زيادة عدد الخلايا عن طريق الإنقسام الخلوي أو تزايد حجمها عن طريق بناء المادة الحية وهو ما يسمى بآليات النمو الذي يؤدي إلى الزيادة في الطول والوزن ويتبعه تغير في الملامح لتمكن الكائن الحي من اجتياز مرحلة بيئية محددة. إلا أن تكنولوجيا النمو تتطلب استعدادات مسبقة في تصميم هيكل الكائن الحي ، فسيقان النباتات وعظام الإنسان مقسمة إلى فقرات لتتمكن من إستيعاب الإستطالة، كما أن جسم الحيوان له القدرة على إصلاح ما يفسد أو تعويض الأجزاء المقطوعة أو القدرة على التجدد مثل دودة الأرض .

1-2-4 الفناء :

وهو أحد الحقائق الثابتة في الكون لجميع الكائنات الحية ، فكل كائن له دورة نمو تبدأ بولادته وتنتهى بموته ثم تحلله ثم إعادة مكوناته إلى صورتها الأولية . وتعتبر عملية التحلل حلقة مهمة في هذه الدورة وهى العملية الطبيعية التى يتم فيها تقسيم المواد العضوية إلى جزئيات بسيطة بحيث تدخل مرة أخرى في تفاعلات النظام الايكولوجي . وتتم هذه العملية عن طريق الكائنات المحللة التى تعتبر أساسية في إعادة التدوير والتفكك وبذلك تعود المكونات العضوية مرة أخرى إلى التربة وهو ما يضمن اتزان دورة الحياة في الكون . بشكل عام تعد تكنولوجيا الفناء من أهم التقنيات الحيوية بما يضمن استمرارية الدورة الغذائية والحد من استنزاف الموارد العضوية الأولية وهو ما يعرف بمفهوم إعادة التدوير والإستدامة البيئية .

1-3 استراتيجيات تفاعل الكائنات الحية في الطبيعة :

للكائنات الحية قدرات واستراتيجيات خاصة مكنتها من التوافق مع بيئاتها المختلفة من خلال تفاعلات متزنة بين مكوناتها الداخلية والوسط المحيط كفلت لها أداء الوظيفة والموائمة مع البيئة في نفس الوقت مما يؤكد أن التوافق بين التركيب والوظيفة والبيئة هو مفتاح النجاح لأي تصميم حيوي مرتبط بالطبيعة . وتتلخص هذه الاستراتيجيات في :

1-3-1 المقاومة :

وهي من أهم القدرات الإستراتيجية للتفاعل مع الطبيعة وذلك للتغلب على التغيرات البيئية الطبيعية والمتوقعة كتكيف النباتات الصحراوية مع بيئتها من حيث تقليل النتح وفقد المياه بما يؤمن صمودها أمام تغيرات هذه البيئة .

1-3-2 التجنب :

وتستخدمها الكائنات الحية لمواجهة التغيرات الحادة وغير المتوقعة للبيئة والتى قد تستمر لأمد قصير ، مثل توقف النباتات عن عملية البناء الضوئى عند الإرتفاع الشديد في درجة الحرارة الذي يؤدي الى فقد للمياه أكبر من الناتج من عملية البناء الضوئى (Brum,1994).

1-3-3 التحايل :

وهي طريقة تستخدمها الكائنات الحية لتفادي التغيرات الخارجة عن حدود تحملها وذات أمد طويل ، فهناك أنواع من النباتات تتحايل على بيئتها بالنمو والإنبات في فترات الوفرة فتثمر وتنضج قبل فترات الإضطراب حتى تتمكن من التحول لبذور وبذلك تعمل على تغير صورها من نبات الى بذور كامنة تترقب الظروف المواتية لتعود لصورتها الحية وتعاود دورة حياتها .

1-4 الاتجاهات المعمارية المحاكية للطبيعة :

مما سبق ومن خلال دراسة وتحليل خصائص الكائن الحي وتفاعله في الطبيعة يمكننا أن نستخلص بعض الإتجاهات في التصميم المعماري التى تأثرت بالكائن الحي وسلوكه في الطبيعة على النحو التالي :

1-4-1 العمارة المتحركة Kinetic Architecture: وتعرف بأنها المبانى التى فيها تتحول وتتحرك الهياكل الإنشائية والفراغات الداخلية والغلاف الخارجى للمنشأت لتتغير تبعاً للبيئة أو لتغير الوظائف . وهى المنشآت أو الهياكل أو العناصر المعمارية التى تتحرك حركة إيحائية أو فعلية تنتج من خلالها التغير فى الموقع أو الشكل (Lee, 2012). ونلاحظ ان دراسة تقنية الحركة للكائن الحى في الطبيعة قد أسهمت في تطوير هياكل المنشآت وبالتالي سهولة حركتها وتحولها حسب ظروف البيئة المشيدة فيها .

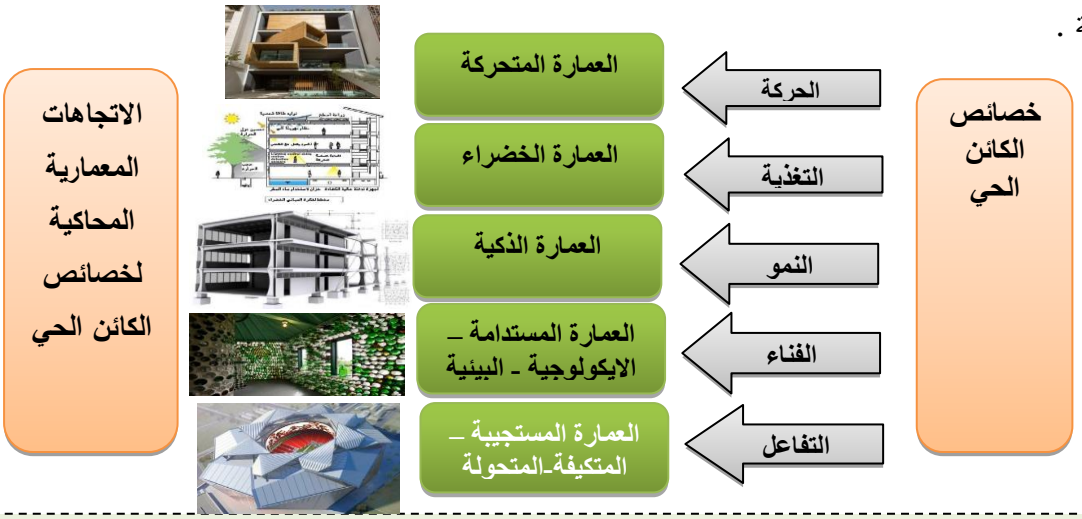
1-4-2 العمارة الخضراء Green Architecture: هي عمارة تسعى إلى تصميم واعى يحترم البيئة , وتعمل على تعزيز فِكرة الحفاظ على الموجود لإيجاد حياة أفضل للأجيال القادمة , كما أنها تأخذ بعين الإعتبار تقليل استهلاك المواد والموارد والحفاظ على الطاقة وتقليل أثر الإنشاء بعملياته المُختلفة على المباني وعلاقتها بالطبيعة فهي تسعى لإيجاد أفضل علاقة بين المبنى والطبيعة من جميع النواحي . ومن خلال هذا المفهوم نرى الارتباط الواضح بين الدراسات الخاصة بالتغذية عند الكائن الحى والتى تهدف إلى تعظيم المدخلات وترشيد الطاقة المكتسبة منها مع الحد من المخرجات وهو ما يعزز من تعظيم الموارد في الطبيعة كما سبق ذكره وأهداف هذه العمارة .

1-4-3 العمارة الذكية Smart Architecture: وتطلق على المبانى الأكثر إستجابة لإحتياجات المستخدم ولديها القدرة على التكيف مع التكنولوجيا الجديدة أو التغيرات الحادثة فى المنظومة الإنشائية. وعند دراسة المنظومة الانشائية للكائن الحى وتقنية النمو التى تتطلب استعدادات مسبقة في تصميم هيكله للقيام بهذه العملية وكما أن هذا الانشاء ذكي ومعد للتغير المستقبلي في شكل الكائن الحى نستطيع أن نرى كيف استفادت هذه العمارة من التقنيات الحيوية للكائنات الحية وحولتها إلى لغة معمارية متطورة .

1-4-4 العمارة المستدامة Sustainable Architecture: يترادف هذا النوع من العمارة مع إتجاهات معمارية أخرى كالعمارة الإيكولوجية والبيئية والخضراء ، ولكنها ترتبط أكثر بمصطلح الإستدامة والذي يعد أكثر شمولاً لإرتباطه بالتنمية والموارد الطبيعية والبشرية ونمط تعامل الإنسان مع البيئة. وهي تسعى إلى تحقيق: الحفاظ على مصادر البناء والطاقة الطبيعية, زيادة متانة الأبنية, توفير الراحة للساكنين, التوفير في الطاقة وكلفة التشغيل, تقليل التلوث والمخلفات والتوفير عن طريق إعادة الاستخدام. وتجدر الاشارة هنا أن هذا النوع من العمارة مرتبط بخاصية الفناء التى يتميز بها الكائن الحي حيث الحد من استنزاف الموارد العضوية الأولية وإعادة التدوير والتخلص من المخلفات بطريقة أمنة للبيئة .

1-4-5 العمارة المستجيبة Responsive Architecture : هى فئة من العمارة التى لديها القدرة على تغيير شكلها ، لتعكس بإستمرار الإستجابة للظروف البيئية التي تحيط بها(Sterk, 2003)، وتجدر الإشارة هنا أنه من المصطلحات المرادفة لهذا النوع من العمارة هى العمارة المتكيفة (المتوائمة مع البيئة) Adaptable Architecture ، وتعنى المبانى التى صممت من أجل إمكانية تغييرها أو تعديلها بسهولة لكى تتناسب مع تغير الوظائف أو الظروف المحيطة قبل أو بعد الإستخدام . وكذلك مصطلح العمارة المتحولة Transformable Architecture والذي يعرف المنشأ المتحول أو المنشأ الحى بأنه المنشأ الذى هياكله قابلة للحركة وتكون متعددة الأشكال والوظائف ، ويكون التغير داخلى (فراغ داخلى) وخارجى (واجهات) ليتجاوب مع الظروف البيئية المحيطة به ، وهذه الاستجابة نتيجة وجود أنظمة ذكية يمكنها التحكم فى حركته جزئياً أو كلياً (Carolina,2013). كل هذه المرادفات استخدمت التكنولوجيا التفاعلية لتحقق الاستجابة لمتطلبات الانسان وتجعل المبنى متفاعل مع بيئته بما يحقق الراحة لشاغليه وقدرته على أداء وظيفته في أكمل وجه .

ومما لاشك فيه أن نمط تفاعل الكائن الحى في الطبيعة أثر على تلك الاتجاهات المختلفة حيث الإستلهام من قدرات واستراتيجيات تفاعل الكائنات الحية في الطبيعة والتى مكنتها من التوافق مع البيئة المحيطة بدون نقص في كفاءة الأداء أو الوظيفة .



شكل رقم (3) ويوضح تأثير الدراسات الخاصة بالكائن الحى وتفاعله فى الطبيعة على الإتجاهات المعمارية الحديثة

ومما سبق يتبين أن المحاكاة الحيوية للطبيعة هى أكثر من مجرد إعادة إنتاج كائن حي أو نظام طبيعي، كما أنها ليست مجرد تصميم يعتبر "أخضر" أو مستداما. إنما هى أول فحص دقيق للكائن الحي أو النظام الإيكولوجي، ثم تطبيق مدروس لمبادئ التصميم الكامنة الموجودة في الحل الطبيعي ، فمعرفة الطبيعة شيء والتعلم منها هو شئ آخر.

2- التقنيات الرقمية وأثرها على تطور عملية التصميم :

تعد التقنيات الرقمية الأداة الطيعة لعولمة النظام الكوني الجديد ، فهذه التقنيات التي بدأت في الثمانينات من القرن العشرين تشهد تحولات جذرية وعميقة زادت من سرعة عملية الإتصالات بحيث لم تعد العوائق التقنية والإعتبارات السياسية والحدود الجغرافية حائلاً أمام التطور لهذه الثورة التكنولوجية . ويرجع الفضل للثورة الرقمية في ظهور تطورات مذهلة في كل جوانب الحياة ، فلم يعد هناك جانباً إلا واقتحمته التقنيات الرقمية وأثرت فيه بشكل مباشر أو غير مباشر ، للدرجة التي يمكن القول معها بأننا نعيش عصر " الحياة الرقمية " (موسى , عبدالله 2007) .

ومن هذه الجوانب مجال العمارة والتصميم الداخلي الذي حدثت له طفرة ثورية , نتيجه لظهور الثورة الرقمية واستخدام التكنولوجيا بشكل مباشر وأساسي , فقد أصبح استخدام التكنولوجيا الرقميه ملازماً للتصميم , ونتيجة لهذا الإقتحام ظهرت توجهات تصميمية مستحدثة مثل العمارة الرقمية الحيوية التى تعتمد على الدمج بين اتجاهى العماره الحيوي والرقمي , فالعمارة الحيوية عبارة عن "التصميم الذى يستند الى الحقائق المعروضه بواسطة الاجسام الحية الموجوده فى الطبيعه الام", ثم يتم تنفيذها بالإستعانه بالتقنيات الرقمية فى التصميم والتنفيذ مما ينعكس بدوره على التصميم الداخلى وتصميم الاثاث .

2-1 الشكل Form في التقنيات الرقمية :

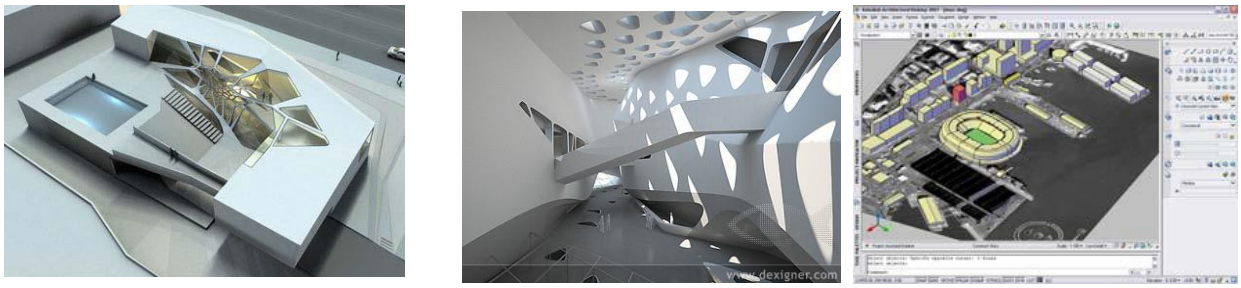
تمثل كيفية النمذجة Modeling ملمحاً أساسياً للتمييز بين آليات التصميم الرقمي ، ومع ذلك تزداد صعوبة تحديد كيفياتها أمام غنى التقنية الرقمية . حيث توصف النمذجة الرقمية Digital modeling بكونها نمذجة ثلاثية الأبعاد، والتحريك Animation بأنه نمذجه رباعية الأبعاد لوجود الزمن كبعد مباشر في عملية النمذجة.

يمثل الأسلوب التقليدي للنمذجة Forming ويعتمد علي وجود تصور ما لدى المصمم قبل تحويله إلي شكل رقمي ، فيتم رسمه لغرض دراسته وتطويره سواءاً من خلال سياق عملية التصميم القائم علي المراجعة المستمرة والتطوير ، أو عبر بيئات برامج التحليل الرقمية وصولاً إلي الشكل النهائي .

2-1-1 أسلوب بناء الشكل الرقمي Form Making :

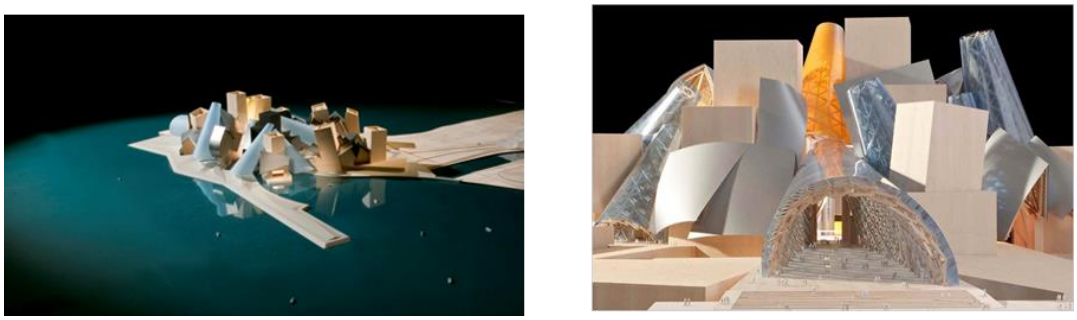
ويعتمد بناء الشكل الرقمي بإستخدام التقنيات الرقمية علي طريقيتين وهما :

1- **تمثيل الشكل الرقمي في الفراغ الإلكتروني بإستخدام البرمجيات** : وهو يعد الأسلوب الأكثر شيوعاً، ويعتمد تمثيل الشكل الرقمي فيه علي تصور مسبق لدي المصمم ، و يعتبر هذا الأسلوب الأكثر تقليدية في إستخدام البرمجيات، إما ثنائية الأبعاد عبر رسومات أولية ثم ثلاثية الأبعاد وذلك في برامج الرسم الهندسي ثلاثية الأبعاد 3D Modelling Programs المتنوعة ، وهو يقدم الحرية الكافية للمصمم ليتنقل بين خياراته التصميمية، كما يوفر العديد من البيئات التي تضفي علي الشكل الكثير من الحلول التي تقترب من التعبير الواقعي لإختيار الأنسب وظيفياً و جمالياً .



شكل رقم (4) توضح تمثيل الشكل الرقمى في برامج الرسم ثلاثية الأبعاد المختلفة 3D Modelling Programs

2- استخدام آلية المسح الضوئي ثلاثي الأبعاد : ويعتمد علي إجراء عملية مسح ضوئي ثلاثي الأبعاد 3D Scanning للمجسم المشكل يدويًا(ماكيت) المعبر عن الفكرة المبدئية للعلاقات التشكيلية الأساسية للتصميم، و يعتبر الماكيت هو الهيئة الفيزيقية التي تعبر عن رؤية المصمم ، و التي سوف تتحول بالمسح الثلاثي الأبعاد إلي هيئة رقمية في الفراغ الإلكتروني، لتبدأ عمليات تطوير الفكرة لتتحول عبر التقنيات الرقمية إلي عملاً تصميمياً متكاملاً ، ومن رواد هذا الإتجاه التصميمي المعماري فرانك جيري Frank Gehry و الذي عادةً ما يبدأ فكرته التصميمية بعمل مجسم يدوي ماكيت ثم يستخدم تقنيات المسح الضوئي ثلاثي الأبعاد لتحويله لهيئة رقمية قابلة للتعديل حتي يصل إلي التصميم في شكله النهائي (مهدي , نوار 2009).



شكل رقم (5) الماكيت الخاص بمتحف جوجينهايم Guggenheim الجديد بأبو ظبي ، للمعماري فرانك جيري

2-1-2 مصادر إيجاد الشكل الرقمي :

يمكن تصنيف مصادر إيجاد الشكل التصميمى (الاستلهام) Form Finding لأعمال التصميم الداخلي والأثاث بواسطة التقنيات الرقمية إلي مصدرين رئيسيين وهما :

الأول : يجعل الوسط الرقمي بتقنياته مصدرًا استلهامياً فيما يمكن انتاجه من قيم تشكيلية تبعاً للبرمجيات المستخدمة في بناء العناصر التصميمية ، فينتج عن ذلك تكوينات غير متوقعة تستخدم في إيجاد فكرة التصميم في شكله العام .

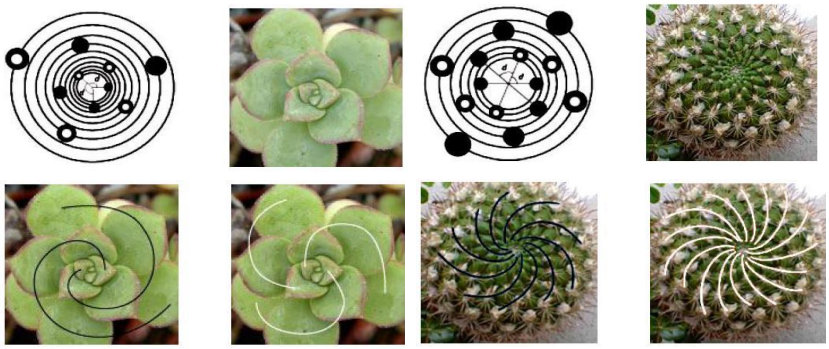
الثاني: يعتمد علي إيجاد فكرة التصميم استلهامياً بالمحاكاة من خارج الوسط الرقمي مثل محاكاة النظم للكائنات الحية أو محاكاة لمراحل النمو أو تعبيراً عن القيم الديناميكية في الطبيعة كحركة أمواج البحر أو التكوينات الفضائية ، ثم يظهر أثر التقنيات الرقمية في تحليل الفكرة أو النظام و تحويلها إلي رؤية تصميمية متكاملة بالتمثيل ثلاثي الأبعاد . (Steele, James- 2001) .

2-2 آليات البرمجة الرقمية :

وهى الآليات التي تعتمد علي الكتابة النصية المباشرة التي تستخدم الأوامر والإمكانات الخفية في البرمجيات الرقمية ، وتتطلب هذه الآليات من المصمم دراية ومهارة في البرمجة ، ويتم بناء أو ايجاد الشكل الرقمي من خلال استخدام آليات البرمجة المباشرة والتى تقوم علي أحد الأسلوبين الرئيسيين التاليين :

2-2-1 الأسلوب الخوارزمي (اللو غاريتمي) Algorithm :

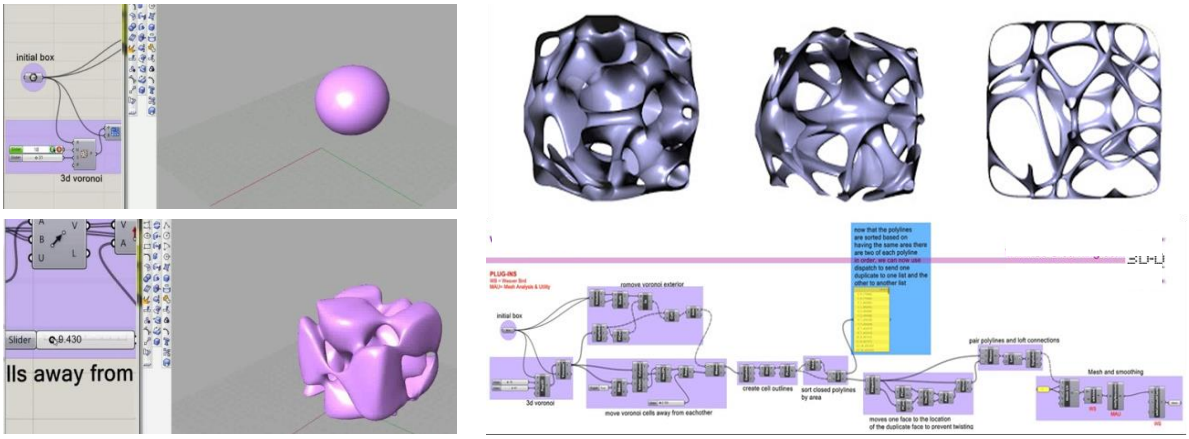
يسمح هذا الأسلوب للمصممين بإستكشاف هيئات ذات معني ضمن نظم هندسية Geometrical patterns أكثر تعقيداً. وتتميز البيئات التي يعمل بها هذا الأسلوب بكونها مبنية رياضياً ، حيث يتم تحديد الأساليب التي يمكن أن يسلكها الموضوع الهندسي عند نمذجته ومن ثم عمل محاكاة رقمية Digital simulation لعمليات طبيعية من خلال هذا الأسلوب . إن من أمثلة الأساليب الخوارزمية المعروفة : علاقة القطع الذهبي Golden section ، ومولد الحلزون اللوغاريتمي Generator of logarithmic spiral حيث يمكن رؤية الأشكال والتنظيمات في الطبيعة كنتيجة نهائية لقوانين نمو داخلية – مثل الحلزونات – ممزوجة بقوى خارجية تعمل عليها مثل الشمس والرياح والماء . ويتم في هذا الأسلوب محاكاة مثل هذه النماذج رقمياً من خلال كتابة خوارزمياتها كمقابلات لقوانين إنتظام الأشكال الطبيعية في محاولة لإيجاد شفرة للتصميم تسمى بالشفرة الوراثية Genetic Code . (Spilier 2008 p.100)



شكل رقم (6) تحليل توضيحي لنموذج الإنتظام الحلزوني الأكثر شيوعاً في النبات ، حيث تنمو العناصر النباتية الواحدة تلو الأخرى وما بينهما زاوية تسمى " زاوية الإنحراف المنفرجة " وهي قريبة من القطاع الذهبي = 137.51° .

2-2-2 الأسلوب البارامتري Parametric :

يعمل هذا الأسلوب علي إستخدام المعادلات البارامترية لإحداث تغيير في الشكل المعماري ، وتهتم البارامترية بإمكانية صياغة مجموعة المتغيرات في الوظائف القائمة علي الرياضيات ، فيقود ذلك إلي توليد مجال من الإحتمالات مما يفيد بشكل خاص في التحكم النظامي للسطوح المنحنية المعقدة . ويمكن أن تتبعث عائلة من التنوعات البارامترية من خصائص شكل أولي واحد لكنها تتنوع في أبعادها أو أشكالها ، فهي حالات لنفس التصميم ولكنها قد وضعت في إطار محددات معينة ، لكن الأبعاد الدقيقة والتحديد الدقيق للأشكال الأولية لهذه العناصر يتنوع من شكل أولي لآخر . وحين تستغل مثل هذه الآليات في المراحل الأولية في مجالات العمارة والتصميم الداخلي يتم اظهار مخرجاتها بشكل مرئي (عرابي ، انجى 2010) . وتعتمد برامج البارامیترك علي التحوير Transformation فالعناصر الأولية المجسمة كالمكعب والهرم تتضمن في بنائها أشكالاً مسطحة تكون بمثابة حدود لحجم الكتلة ، وهي تتدخل بشكل كبير في تحديد الجسم وفي إكسابه الصفات والفاعلية المؤثرة في الإدراك من هنا فإن التغيير في أحجام الأشكال ومساحاتها هو وسيلة فعالة للإبتكار ، فكلما قمنا بالتحوير من تركيب مسطحات الشكل ومساحتها كلما حصلنا علي عدد أكبر من العلاقات الشكلية والتشكيلية تكون أساساً لفكر جديد .



شكل رقم (7) أحد التصميمات البارامترية بإستخدام واحدة من أشهر المعادلات النصية في تطبيق Grasshopper ببرنامج Rhinoceros لتغيير شكل الكتلة بناءاً علي معادلات تبدأ بنظام ثم إضطراب يؤدي إلي نظام آخر.

شكل رقم (8) التصميم الداخلي لمبني برج بينيتون (بطهران –إيران) ويظهر فيه بوضوح مدى تأثير المساحات المثلثة المتنوعة الموجودة في الواجهات والتي عولج بعضها كفتحات معمارية والأخرى كمساحات مسطحة مما أثر على صياغة التصميم الداخلي ، حيث ارتكزت الفكرة التصميمة علي تفعيل دورها داخلياً وأصبحت العنصر الأساسي في التصميم .

2-3 العمارة الرقمية الحيوية :

تعرف العمارة الرقمية الحيوية على أنها " أطروحة معمارية تجسد المبنى ككيان حيوي يملك القدرة على التفاعل مع البيئة بديناميكية وسلوكية ذكية تماثل تفاعل الكائن الحي مع بيئته المحيطة" . وهى تستمد مبادئها وآلياتها من الطبيعة وتعتمد على التقنيات الرقمية المتطورة مما يجعلها أكثر قدرة على التفاعل مع المتغيرات البيئية وعصر العولمة . وتعتبر العمارة الرقمية الحيوية من أبرز ما أفرزته التقنيات والأنظمة الرقمية وهى المظلة الكبيرة التى شملت العديد من الإتجاهات المعمارية التى عنيت بحل المشكلات والإهتمام بالبيئة وتحقيق الإستدامة ومزجتها في قالب واحد .

2-3-1 خصائص العمارة الرقمية الحيوية :

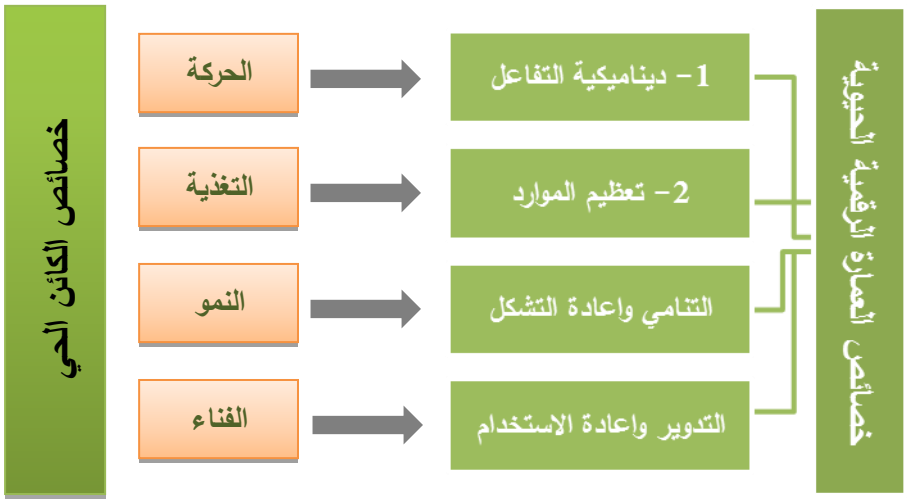
تستمد العمارة الرقمية الحيوية خصائصها من الصفات الرئيسية للكائن الحي التى تم ذكرها سابقاً (الحركة–التغذية–النمو–الفناء) والتى تستلهم منها فلسفتها وتقتبس منها تقنياتها التكنولوجية كما يلي :

1-**ديناميكية التفاعل** : وهي تماثل خاصية الحركة في الكائن الحي حيث تمكنها هذه الخاصية من الإستجابة للمتغيرات البيئية مثل إمكانية التكيف مع المناخ أو الاستجابة للمتغيرات الوظيفية مثل الحذف والإضافة والدمج والتى تستلزم جميعها الحركة مما يكسب المبنى صفات ديناميكية تجعله قادر على التفاعل مع هذه المتغيرات .

2-**تعظيم الموارد** : وهو ما يحاكي خاصية التغذية في الكائنات الحية حيث تعمل على تعظيم قيم استهلاكها من الموارد الطبيعية والحد من إهدارها . مثل طرق البناء الحديثة التى تعتمد على تقليص كميات المواد المستخدمة من أصل الموارد الطبيعية والإستفادة القصوى منها وعدم إهدارها بدون فائدة .

3-**التنامي وإعادة التشكل** : وهذه الخاصية مقترنة بالنمو في الكائنات الحية ويتسق كذلك مع النمو الذاتي للكون واتساعه وتغيره . فالكائنات الحية لا تولد مكتملة النمو وإنما تنمو تبعاً لقدراتها المكتسبة عبر الوقت وبالتالي يتغير شكلها وفقاً لمتطلبات مرحلتها العمرية ، مما ينعكس ذلك على العمارة حيث تنمو وتتسع لتلبي متطلبات وظائفها كما يمكنها إعادة التشكل لتلبية احتياجات مستخدميها لتواكب التطور العصري الحديث .

4-**التدوير وإعادة الإستخدام** : من خلال إستخدام مواد البناء القابلة للتدوير والتخلص منها بما لا يضر البيئة عن طريق إعادة تدويرها أو إستخدامها بحيث تكون العمارة جزء من النظام الإيكولوجي مندمجاً مع المنظومة البيئية المحيطة ، وهو ما يحاكي خاصية الفناء من خلال دورة حياة الكائنات داخل الأنظمة البيئية المختلفة حيث تعتبر مخرجات الكائنات مدخلات لكائنات أخرى ، بينما يتحلل الكائن بالكامل بعد موته مما يجعل نسبة التدوير في أقصى درجاتها (.(www.oikosatelier.com/bio-architectur.html



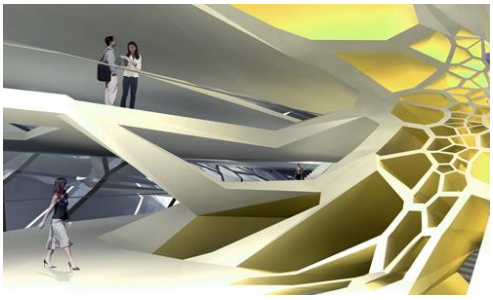
شكل رقم (9) ويوضح خصائص العمارة الحيوية المستلهمة من الخصائص الحيوية للكائن الحى

2-3-2 أثر التقنيات الرقمية على العمارة الرقمية الحيوية :

العمارة الرقمية الحيوية هى من أهم التطبيقات لإستخدام التقنيات الرقمية حيث يتم التصميم بإستخدام الكمبيوتر فى محاكاة خاصية وحدة حيوية لدى الكائن الحى بإسلوب رقمى , ثم تصميم النظام الإنشائى الخاص بها لإنتاج وحدات قادرة على

التطور وتستطيع تكرار نفسها بنفس النظام الإنشائى للوحده الحيوية بإسلوب رقمى وذلك طبقاً للتصميم المطلوب ومعايير الأداء والوظيفة , وتحقيق القيمة الجمالية المطلوبة .

ومن خلال الأليات المختلفة للبرمجة الرقمية كالأسلوب الخوارزمي أو البارامتري يتم التعبير عن الأفكار التى تتبع المحاكاة الحيوية وانتاج تصميم يحاكي الطبيعة ليس في المظهر الخارجي انما في النظام والمنهج الذي يتبعه الكائن الحي أو النظام.



شكل رقم (10) مكتبة المدينة باستكهولم للمعمارى توم ويز كومب ويعتمد التصميم على قانون البناء الخلوي في إبتكار نمط خلوي منبثق (نتيجة تغيير الشفرة الوراثية) ، مما نتج عنه وحدة شكل تعمل في الأبعاد الثلاثة من المبنى دون كسر التكوين الرئيسي له حيث تنتشر في الأسقف والحوائط الخارجية والفراغات الداخلية

3- اطار حاكم لفهم تطبيق المحاكاة الحيوية في التصميم الداخلى :

تستهدف الدراسة إلى وضع إطار لفهم كيف تعمل الطبيعة من خلال الأشكال المختلفة في علم الأحياء ، والذي يمكن استخدامه لمناقشة تطبيق مفهوم المحاكاة الحيوية (محاكاة الطبيعة) في الفراغات الداخلية . وذلك عن طريق تحديد إطار يتضمن المستويات والنهج المختلفة للمحاكاة ، ويحاول أيضاً توضيح إمكانات المحاكاة البيولوجية كأداة لحل المشاكل في التصميم الداخلي . قد يسمح هذا الإطار للمصممين والمهندسين المعماريين الذين يرغبون في استخدام المحاكاة البيولوجية كمنهجية لتحسين البيئة المبنية أو الفراغات الداخلية لإختيار أفضل نهج وتطبيقه في عملية التصميم .

3-1 مستويات المحاكاة الحيوية :

يجب على المصمم في نهج محاكاة الأحياء البيولوجية أن يسأل "كيف تفعل الطبيعة ذلك؟" فالمحاكاة الحيوية هى أكثر من مجرد استنساخ كائن طبيعي ، إنما هى أول دراسة عميقة للكائن الحي أو النظام البيئي، ثم تطبيق مدروس من مبادئ التصميم الكامنة الموجودة في الطبيعة . ويمكن العثور على المعلومات المتضمنة في كل كائن حي في العديد من المستويات، والتي تم تلخيصها (في الجدول الآتي) باستخدام ثلاثة مستويات كل مستوى معني بطبقة من تصميم الكائن الحي . وتنظيماً لكيفية التصميم باستخدام مفهوم المحاكاة الحيوية تم تحديد هذه المستويات لكي تساعد المصمم في تطبيق مفهوم المحاكاة الحيوية (M,Pedersen,2009) و هي كالاتي:

1- مستوى الكائن الحى ويشمل الجوانب والخصائص المميزة للكائن الحى.
2- مستوى السلوك ويتضمن محاكاة سلوك وتصرف الكائن الحى وعلاقته بغيره أو بالبيئة .
3- مستوى النظام البيئى ويسلط الضوء على النظم والحلول البيئية التي يمكن استنتاجها من العلاقات بين الكائن الحي وسياق بيئته .

مستويات المحاكاة الحيوية	الجوانب المتعددة للمستويات
مستوى الكائن الحى	السمات الظاهرية مثل الشكل ، اللون ، الشفافية ، الحجم
	التنظيم والتسلسل الهرمي للأجزاء والنظام
	الهيكل ، المقاومة للجاذبية ، الثبات
	خامات البناء والعمليات
	الطفرة ، النمو ، دورة الحياة
	الوظيفة والسلوك
	الحركة
	الموفولورجي ، التشريح ، النمط
	القابلية للتنقل
	ذاتية التجميع
	التعافي ، الشفاء ، النجاة ، الصيانة
	التوازن في النظام الداخلى
	الأجهزة الداخلية وتشمل الجهاز الهضمي ، التنفسى ، العصبي ، الدورى .....
مستوى السلوك (الكائن الحى وعلاقته بمجتمعه)	طرق النجاة
	التفاعل مع الكائنات الأخرى
	المعارف المتنقلة بين الأجيال
	التسلسل الهرمي لأعضاء المجتمع
	تنسيق وإدارة المجموعات
	وسائل الإتصال
	التعاون والعمل في فريق
	الحماية الذاتية
	الإحساس ، ردود الأفعال والتفاعل
	إدراة الأزمات (المخاطر)
مستوى النظام البيئي (علاقة الكائن الحي بالنظام البيئي)	تناسب السياق
	التوائم مع المتغيرات
	الإستجابة تجاه المناخ مثل حلول التبريد ، التدفئة والتهوية
	الإستجابة للسياق مثل الحماية الذاتية ، التنظيف الذاتي ، التمويه
	التكيف للنظام البيئي ويشمل التوائم مع مستويات الصوت والضوء المختلفة
	مباني الحماية
	إدارة المصادر المحدودة مثل التوائم مع الكميات القليلة من الضوء والمياه والطعام
	التخلص من المخلفات
	دورة الحياة

3-2 نهج تصميم المحاكاة الحيوية :

للوصول إلى منهجية لعملية التصميم بالمحاكاة الحيوية تقسم عادة إلى صنفين: النهج القائم على المشكلة والنهج القائم على الحل كما يلي :

3-2-1 النهج القائم على المشكلة :

وهو تصميم يبحث في علم الاحياء هذا النهج وجد بعدة أسماء مختلفة (منهج من أعلى لأسفل ، مشكلة – تصميم مستوحى بيولوجياً) كل هذه الأسماء تشير إلى نفس المعنى (Knippers, 2009).

في هذا المنهج يتطلع المصممين إلى علم الأحياء لإيجاد الحلول وهذا يتطلب منهم تحديد المشكلة مع علماء الأحياء ومطابقتها مع الكائنات الحية التى حلت قضايا مماثلة ، وهو يقود المصممين بشكل فعال لتحديد الأهداف الأولية وعوامل التصميم . إن نمط النهج القائم على المشكلة يتبع مجموعة متعاقبة من الخطوات تتصف بالديناميكية لا الخطية بمعنى أن الناتج من المراحل اللاحقة كثيراً ما يؤثر على المراحل السابقة ويوفر ردود فعل متكررة .

شكل رقم (11) ويوضح خطوات المنهج القائم على المشكلة

3-2-2 النهج القائم على الحل :

عندما تؤثر المعرفة البيولوجية على التصميم البشري، فإن عملية التصميم تعتمد على التعاون بين الأشخاص الذين لديهم معرفة بالبحوث البيولوجية أو الإيكولوجية ذات الصلة وليس على مشاكل التصميم البشري المحددة. وتتمثل ميزة هذا النهج في أن البيولوجي قد يؤثر على الانسان بطرق قد تكون خارجة عن مشكلة تصميم محددة سلفاً، مما يؤدي إلى إبتكار نظام تكنولوجيات لم يسبق له مثيل، أو حتى نهج لتصميم الحلول (Vincent,2005) . ومن عيوب هذا النهج من وجهة نظر التصميم أنه يجب إجراء البحوث البيولوجية أولاً ومن ثم تحديد ما له صلة بسياق التصميم. ولذلك يجب أن يكون هناك تعاون مستمر بين علماء البيولوجي وعلماء البيئة مع المختصين من المصممين لإبتكار التطبيقات المميزة باستمرار وأن يكونوا على دراية بالصلة بين أبحاثهم ومجال التصميم بصفة عامة.

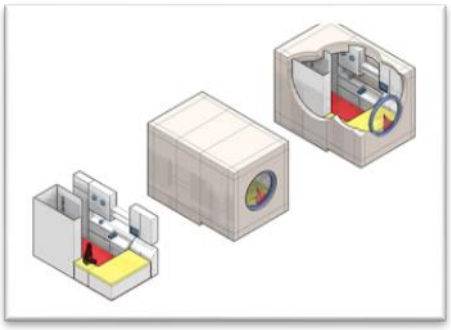
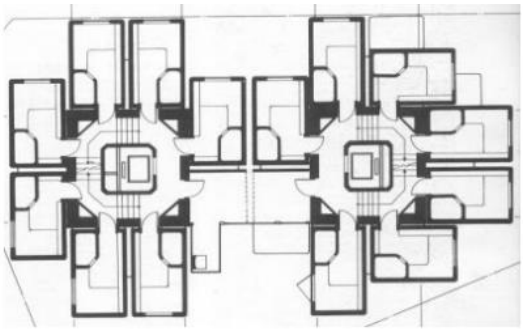
شكل رقم (12) يوضح خطوات المنهج القائم على الحل

واستناداً إلى ما سبق فقد تم ايجاد الحل الحيوي إما من مناقشات المصممين مع علماء الأحياء، أو علماء الأحياء الذين يقدمون حلول الطبيعة للمصممين. ويبدو أن فرص تطبيق مفهوم المحاكاة الحيوية في عملية التصميم وإيجاد الحلول المثلى للمختصين في مختلف مجالات الهندسة هو وضع وإعتماد طريقة منظمة للإتصال والتعاون بين الطائفتين.

3-3 تطبيق مفهوم المحاكاة الحيوية فى التصميم الداخلى والاثاث :

من خلال تحديد مستويات المحاكاة المختلفة وتصنيفات نهج التصميم التى نوقشت سابقاً، يمكننا تحليل وفهم الأشكال التصميمية الخاصة بالعمارة والتصميم الداخلي والأثاث في محاولة للتحقق من إمكانيات التصميم بالمحاكاة الحيوية وتأثيرها على الفكر التصميمي من خلال التطبيقات الاتية :

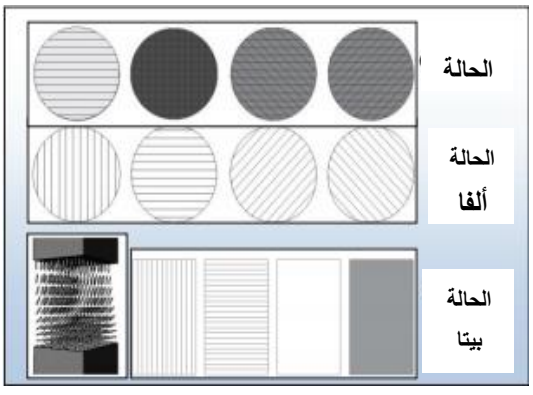
- **برج الكبسولة :**

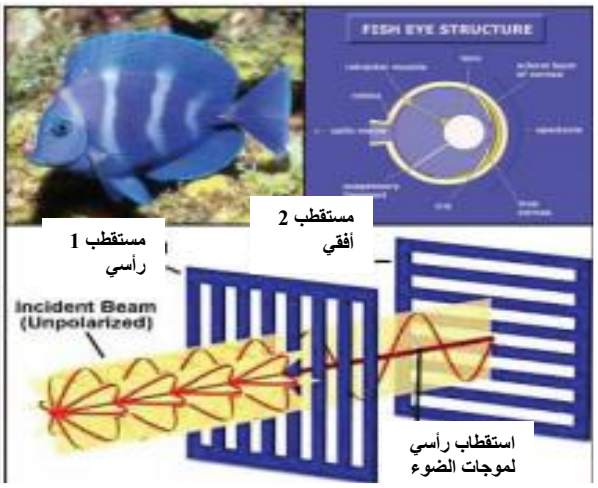
شكل رقم (13) برج كبسولة ناكاجين في اليابان والفراغ الداخلى للوحدة المكونة له

التطبيق	برج كابسولة ناكاجين عام 1972م من تصميم المعماري الياباني كيشو كوروكاوا
التوصيف	أول مبني كبسولة يتم تصميمه طبقاً لفكرة مجموعة الميتابوليزم وتم إنشاء وحداته بقصد السكن للمسافرين من رجال الأعمال في وسط طوكيو باليابان وهونموذج للعماره المستدامة حيث يمكن استبدال وحدات الكبسولة حين الحاجة كما يمكن توصيل كل وحده بالنواه المركزية واستبدالها عند الضروره ولقد بنيت في منطقة جينزا في طوكيو من مجموعة 140كبسولة مكدسة ومتناوبة علي زوايا مختلفة حول نواه مركزية بارتفاع 14طابق ولقد سمحت هذه التكنولوجيا بأن يتم تثبيت كل وحدة بالنواه المركزية بوحدات تثبيت، والتي تجعلها قابلة للإستبدال وكل كبسولة بمقاس4متر طول و 2.5متر عرض مما يتيح مجالاً كافياً لشخص واحد للعيش بشكل مريح . ويمكن التلاعب بالمساحة الداخلية لكل وحدة من خلال ربط الكبسولة مع كبسولة أخري ولقد صنعت في مصنع في ولاية شيغا ومن ثم تنقل عن طريق الشاحنات إلي موقع العمل وتتميز كل كبسولة بنافذة دائرية و مزودة بأثاث ثابت عبارة عن سرير وحمام وتليفزيون ومجهزة باستخدام التقنيات الذكية .
التحليل	الكائنات الحية لا تولد مكتملة النمو وإنما تنمو وفقاً لقدراتها المكتسبة عبر الوقت ، والنمو يعد مرحلة بناء وقدرة على التجدد وإعادة التشكل وفق متغيرات المحيط البيئي ، فمع النمو يختلف شكل الكائن ليتشكل وفق متطلبات مرحلته العمرية وهذا المبدأ هو المستلهم في مبنى الكبسولة حيث يعبر البناء عن احتياجات عصره وفقاً لتغير المتطلبات الوظيفية من حيث إتساع الفراغ وتغير الوظائف ، كما يمكنه إعادة التشكل وفقا لإحتياجات مستخدميه ليعبر عن عصره والفترات العمرية المختلفة التى يمر بها .
مستوى المحاكاة	مستوى الكائن الحي – دورة الحياة (التنامي وإعادة التشكل)
نهج التصميم	النهج القائم على الحل

- **زجاج نوافذ المباني الإدارية :**



شكل رقم (14_أ) حالتين تصميم النوافذ المعتمدة على دراسة الأسماك



شكل رقم (14_ ب) استيراتيجية الأسماك لمنع الوهج

التطبيق	المشروع البحثي للدكتور أ. ج. فان دير بروج (Dr. A.J.N. Van Der Brugge) مع مجموعة من العلماء وعلماء الأحياء.
التوصيف	كانت المشكلة هنا الرغبة في تقليل الوهج وتحسين الراحة البصرية في مباني المكاتب دون الحد من الرؤية تم اقتراح وإختبار حالتين تصميم، واحدة على أساس تقنية فيلم الإستقطاب والأخرى على أساس مبادئ الإستقطاب من قبل البلورات السائلة. ويستند تصميم حالة 'ألفا' على الإستقطاب من قبل فيلم الاستقطاب. ولتكون قادرة على تدوير الفيلم، تم إنشاء النوافذ بشكل دائري. يمكن التحكم في دوران النوافذ يدوياً أو إلكترونياً. هناك أربع مراحل مختلفة للإستقطاب : استقطاب عمودياً، استقطاب أفقياً، غير المستقطبة ومنع الضوء كلياً. من السهل للتبديل بين المراحل المختلفة من قبل لوحة التحكم كما يمكن أن يحل الزجاج القابل للتحويل محل أي نافذة قياسية. ستتمكن الحالتان من الوفاء بوظائف الواجهة المتعددة في طبقة زجاجية بسيطة واحدة فقط (شكل14- أ)
التحليل	يستند هذا التصميم على الإستراتيجيات والمبادئ والأساليب التقنية المستخرجة من الكائنات الطبيعية التي تنظم تصور الضوء في بيئتهم. تم دراسة العديد من الكائنات الحية من خلال جلسة العصف الذهني، وكانت الأسماك الكائن المحدد على أساس استراتيجيتها في منع الوهج من خلال إستقطاب الضوء (شكل 14- ب) . الإستقطاب الضوئي هو ظاهرة مثيرة للإهتمام خاصاً لدى الاسماك حيث أن لديها محاذاة متميزة إلى إدراك ضوء الاستقطاب من خلايا شبكية العين. الإستقطاب الضوئي هو تقنية تستخدمها الأسماك لتقليل الوهج وتحسين قدرتها على خلق صورة جيدة للفرائس أو المفترس.إذا كان الضوء يهتز في اتجاه واحد فردي وليس متغيير الاتجاه باستمرار، يتم استقطاب الضوء. فمن الممكن تصفية الضوء وجعله مستقطب.
مستوى المحاكاة	مستوى النظام البيئي (العلاقة بين الكائنات الحية والبيئة)
نهج التصميم	النهج القائم على المشكلة

- الحوائط :

شكل رقم (15) مبنى هابيتات بالصين والذى تحاكي واجهته مسام جلد الإنسان

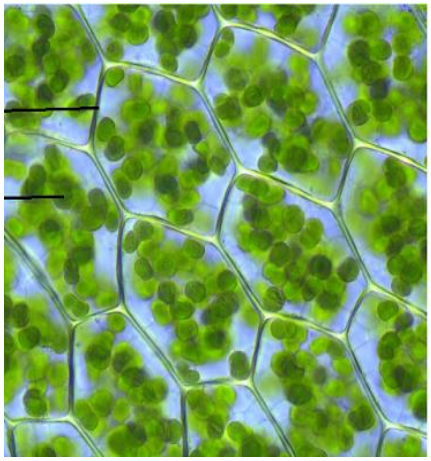
التطبيق	مبنى هابيتات بالصين Habitat 2020 building in China
التوصيف	مبنى سكنى متوقع بناءه عام 2020 في الصين، وسوف يغير جذرياً تصورنا لشكل ونظام الحوائط الخارجية . فقد تم تصميم الحوائط الخارجية للمبنى وبها فتحات صغيرة (تحاكي مسام جلد الإنسان) ، بدلا من نظام المواد المستخدمة حالياً في البناء.
التحليل	الحائط الخارجي للمبنى (الجلد) يتصرف مثل الغشاء الذي يعمل كحلقة وصل بين الخارج والداخل . وكذلك يمكن اعتبار الجلد يحاكى سطح ورقة النبات فى وجود العديد من الثغور والفتحات الخلوية التي تساعد على التهوية مثل عملية النتح في النباتات. والسطح الخارجي يسمح بدخول الضوء والهواء للمبني. والمسام مدمج بها مجسات Sensor تعمل على توجيه الفتحات وفقاً لأشعة الشمس والسماح للضوء بالدخول لتوفير طاقة الكهرباء خلال النهار. وسيتم توجيه الهواء والرياح إلى المبنى بعد تنقيته لتوفير الهواء النقي والتهوية الطبيعية. سيكون الجلد النشط (التفاعلي) قادراً على تجميع مياه الأمطار حيث سيتم تنقية المياه وتجميعها واستخدامها وإعادة تدويرها. الجلد يمكنه أيضاً إمتصاص الرطوبة من الهواء. وسيتم تحويل النفايات المنتجة إلى طاقة الغاز الحيوي التي يمكن استخدامها في استخدامات متنوعة في المبنى .
مستوى المحاكاة	مستوى النظام البيئي (العلاقة بين الكائنات الحية والبيئة)
نهج التصميم	النهج القائم على الحل

- الدهانات الداخلية :

شكل رقم (16) سطح ورق نبات اللوتس ذاتية التنظيف

التطبيق	الدهانات الذكية باستخدام تقنية النانو
التوصيف	إنتاج دهانات ذكية تستطيع أن تنظف نفسها ذاتياً مستعارة من أوراق اللوتس
التحليل	سطح الطلاء يأخذ شكل التلال (التقعرات) تماماً مثل الموجودة على أوراق اللوتس. خاصية هذه التقعرات الصغيرة هي أنها تسبب القفزة الجزئية لقطرات الماء علي سطحها و انضمام بعضها لبعض وبالتالي تمنعها من الإنتشار ، وتنتقل قطرات الماء من السطح بدلاً من ذلك مع أخذ الأتربة معها .
مستوى المحاكاة	مستوى سلوك الكائن الحى وعلاقته بمجتمعه (الإتصالات)
نهج التصميم	النهج القائم على الحل

- **الأثاث :**



شكل رقم (17) تصميم لكرسي فوتيه يحاكي التنظيم الذاتي لخلايا النبات

التطبيق	فوتيه إنتاج ثلاثي الابعاد 3D printed soft seat للمصممة ليليان فان دال Lillian Van Daal
التوصيف	تصميم وصنع كرسي فوتيه تقوم الفكرة التصميمة له من خلال مفهوم المحاكاة الحيوية على هيكل التنظيم الذاتي للخلايا النباتية .
التحليل	يحاكي تصميم الكرسي الهيكلي هيكل خلايا النبات حيث أن التصميم الهيكلي للخلايا النباتية تكون مصنوعة من مادة واحدة وتؤدى وظائف مختلفة بدرجات متفاوتة من الثبات والصلابة و النعومة. تم إنشاء المقعد من خلال عملية الإنتاج ثلاثية الأبعاد المستدامة، وبالتالي الحد من إستخدام المواد المتعددة من الهيكل وقماش المفروشات ومواد التنجيد والحشو وغيره .
مستوى المحاكاة	مستوى الكائن الحى (العمليات)
نهج التصميم	النهج القائم على الحل

شكل رقم (18) كرسي يحاكي العظام البشرية

التطبيق	كرسي العظام للمصمم جوريس لارمان Joris Laarman
التوصيف	تصميم وصنع كرسي يحاكي العظام في البناء الهيكلي والخامة
التحليل	في عام 2007، استخدم جوريس لارمان من هولندا خوارزمية تحسين الهيكل الذي يحاكي تمعدن العظام (التحول الى مادة معدنية)، لتصميم كرسي العظام المبتكر. حيث أن العظام لها تركيب ذكي مصنوعة من خلايا متخصصة وألياف البروتين. فإن المادة التى صنع منها الكرسي في قوة الصلب وخفة الألمنيوم، وبذلك فإنه يتفاعل لمقاومة الضغوط الناتجة من قوى الهيكل الخارجي المتغيرة باستمرار.
مستوى المحاكاة	مستوى الكائن الحى (توافق الشكل مع الوظيفة)
نهج التصميم	النهج القائم على الحل

4- النتـــــــــائج :

1- دراسة الطبيعة تساعد على إكتشاف حلول مستدامة وفعالة لأهم القضايا المرتبطة بالفراغات الداخلية وأهمية التعلم منها لأنها ستظل منبع إلهام للفكر التصميمي المعاصر .

2-مفهوم المحاكاة الحيوية ليس قاصراً على الاستعارات الشكلية من الطبيعة إنما هو مصطلح لفهم كيفية تفاعلات الطبيعة ومن ثم الإستلهام منها .

3-الاستفادة من التقنيات الرقمية الحديثة يفتح عالماً جديداً من الأفكار المبتكرة لتحويل البيئة الداخلية إلى فراغ مرتبط بالطبيعة ومستند على أساليب تصميمة مبدعة ومتحررة من أساليب التصميم التقليدية .

4-استخدام التحليل الحيوي كمنهجية في حل المشاكل يمكن أن يساعد على خلق تصميم جديد مستدام وإيجاد معايير حاكمة للفراغات الداخلية بصفة خاصة والمباني والمجتمعات والمدن بصفة عامة .

5- <u>التوصيات :</u>

1-ضرورة الربط بين العلوم الطبيعية والتصميم الداخلي والتعاون بين المصممين وعلماء الأحياء ودعوتهم إلى طاولة التصميم كأعضاء فريق متكامل وليس بصفة استشاري متخصص فقط .

2- يفضل دمج القياسات الحيوية داخل البيئات الداخلية من خلال إدخال نهج تصميم المحاكاة الحيوية في المراحل المبكرة من عملية التصميم و قبل تشكيل أي أفكار أولية.

3-الإستمرار في تقديم البحوث الخاصة بأساليب المحاكاة الحيوية وابتكار التقنيات التى تساعد المصمم على ترجمة أفكاره المرتبطة بهذه الأساليب .

6- المـــــــــراجع :

6-1 المراجع العربية :

1- أحمد صلاح الدين شيبة الحمد ، "العمارة الحيوية – نحو معمار متفاعل مع البيئة "، رسالة دكتوراه ، كلية الهندسة، جامعة القاهرة 2012 .

2- إنجي فوزي أحمد عرابي ، " الاتجاهات المعاصرة في العمارة (علي ضوء العمارة الرقمية) "، رسالة ماجستير ، كلية الهندسة، جامعة القاهرة ، 2010 .

3- آيات عبد الرحيم الجوهرى ، "محاكاة الطبيعة في التصميم المعماري البيئي – استكشاف مفهوم ومنهجيات التصميم المعماري البيئ المستلهم من الطبيعة "، رسالة ماجستير ، كلية الهندسة ، جامعة القاهرة 2010

4- سارة محمد عبد المقصود الهواري ، "التكنولوجيا المتقدمة و العمارة الرقمية الحيوية و أثرهما علي التصميم الداخلي للحيز الإداري بالفندق" ، رسالة ماجستير ، كلية الفنون التطبيقية ، جامعة السادس من أكتوبر 2016 .

5- عبد الله موسى ، "رؤيتنا الثقافية وتحديات العولمة" ، مجلة النبأ، المستقبل للثقافة والإعلام، العدد 29، 2000.

6- علي رأفت (دكتور) ، "عمارة المستقبل "، مركز أبحاث انتركونسلت ، مصر 2007

7- نوار سامي مهدي ، " الاغتراب والموضوع المعماري دراسة في العلاقة بين التفكيك والعمارة الرقمية"، رسالة دكتوراه ، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، 2009 .

6-2 المراجع الأجنبية :

1- Benyus, J. (1997). **Biomimicry - Innovation Inspired by Nature**. New York, Harper Collins Publishers.

2- Brum, Gil&others (1994).**Biology Exploring life .**sons.Inc, NewYork.

3- Carolina De Marco Werner. (2013)**Transformable and transportable architecture**. Barcelona, España. September.

4- Kinppers, J. (2009).**Building and Construction as a Potential field for the Application of Modern Biomimetic Principles**. International Biona Symposium. Stuttgart.

5- Lance Klein**.(** 2009**) A phenomenological interpretation of biomimicry and its potential value for sustainable design.** Architecture department, college of architecture planning and design, Kansas State University, Manhattan, Kansas.

6- Steele, James. **(**2001**)Architecture and computers -action and reaction in the digital design revolution**, Laurence king publishing, London

7-Spilier,Neil**. Digital Architecture Now**, Thames & Hudson Ltd., United Kingdom, 2008

8-Pedersen Zari, M. & Storey, J. B. (2007). **An Ecosystem Based Biomimetic Theory for a Regenerative Built Environment**. Lisbon Sustainable Building Conference 07. Lisbon, Portugal.

6-3 مواقع شبكة الانترنت :

www.Dreaming .com
www.asknatural.org
www.oikosatelier.com/bio-architectur.htm
http://whatis.techtarget.com/definition/biomimetics
https://arabicedition.nature.com/journal/2016/03/529277a
www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812031928
http://www.rhino3d.com/nurbs.htm