تحليل فلسفى بين " الإستلهام العضوى و البايوميمكرى " لتطوير المنشأ البيئى

Philosophical Analysis between "Organic inspiration, Biomimicry" To Develop the Environmental Building

أ.د. أحمـــــد عـطا

أستاذ التصميم الداخلي وعميد كلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان سابقاً

Prof.Dr. Ahmed Atta

Former professor of interior design and dean of the Faculty of Applied Arts, Helwan University

h@gmail.com

أ.د. حسين النـبوى

أستاذ التصميم الداخلي وعميد كلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان سابقاً

Prof.Dr. hussien elnabwy

Former professor of interior design and dean of the Faculty of Applied Arts, Helwan University

الباحث . وليـد موسى محمد متولي

باحث دكتوراه - قسم التصميم الداخلى- كلية الفنون التطبيقية

researcher.Walid Musa Muhammad Metwally

researcher - Department of Interior Design - College of Applied Arts+

walidmousa@a-arts.helwan.edu.eg

ملخص

منذ زمن كبير كانت العمارة والتصميم الداخلي أكثر ما يهتم بأخذ الطبيعة في الإعتبار ومحاولة إستلهامها، بينما في الوقت الحاضر يقوم المعماري والمصمم الداخلي ببناء المباني دون وجود هدف أو محدد مما يقلل من قيمة المباني، ولا يمكن فصل العمارة والتصميم الداخلي عن الطبيعة حيث يستخدم العديد من المصممين مفاهيم مستوحاة من الكائنات الطبيعة ولكن مع وجود بعض الأجزاء المفقودة في أحد أشكالها أو وظائفها أو هيكلها أو سلوكها، لذلك فإن أفضل حل لزيادة الكفاءة في التصميم الداخلى هو الإستلهام من الطبيعة بمنظور أعمق ومحاولة تطبيقها في التصميمات، ومحاولة فهم الطبيعة شكلاً وبناءاً حيث أن الطبيعة دائماً ما تؤثر على الإدراك البشري، ويتناول هذا البحث أهمية دراسة التصميم الداخلى والعمارة المحاكية للطبيعة والكائنات الحية كأحد إتجاهات التطور الفكري الإنشائي للعمارة، فهو يفترض ويلقي الضوء علي أهمية الإستفادة من العلوم الحيوية في مجال التصميم الداخلى والأثاث الحديث، وما له من أثر علي السلوك الإنساني والصحة العامة لدي المستخدم، والهدف هو فهم العلاقة بين الطبيعة والإدراك البشري والدور الذي يلعبه البايوميمكرى في التصميمات لتحقيق المباني المتوافقة مع البيئة المحيطة، كما أنه يلفت إنتباه المصممين الداخليين والمعماريين إلى الطبيعة والأستلهام منها بإسلوب أعمق، ودراسة المشاريع التي لها مفاهيم مختلفة في التصميم المعماري والداخلي لتقديم مبادئ توجيهية لتصميم المنشأ البيئى المتكامل مع الطبيعة وتحقيق تكامل تام بين التصميم الخارجي والداخلي والأثاث والطبيعة المحيطة بإستخدام مفهوم البايوميمكرى .

الكلمات المفتاحية

تحليل فلسفى،الإستلهام العضوى،البايوميمكرى

Abstract

From a long time ago, architecture and interior design were most concerned with taking nature into account and trying to be inspired by it, while now adays the architect and interior designer builds

buildings without having a specific goal, which reduces the value of the buildings, and architecture and interior design cannot be separated from nature, as it uses many Designers are concepts inspired by nature's objects, but with some missing parts in one of their forms, functions, structure, or behavior. Therefore, the best solution to increase efficiency in interior design is to draw inspiration from nature with a deeper perspective and try to apply it in designs, and try to understand nature in form and construction, as nature It always affects human perception, and this research deals with the importance of studying interior design and architecture that mimics nature and living organisms as one of the directions of the structural intellectual development of architecture. It assumes and sheds light on the importance of benefiting from vital sciences in the field of interior design and modern furniture, and its impact on human behavior And the general health of the user, and the goal is to understand the relationship between nature and human perception and the role that biommicry plays in designs to achieve buildings that are compatible with the surrounding environment, as it draws the attention of interior designers and architects to nature and is inspired by it in a deeper manner, and to study projects that have different concepts in architectural and interior design To provide guidelines for the design of the environmental structure integrated with nature and to achieve full integration between the exterior and interior design, furniture and the surrounding nature using the biommicry concept.

Keywords
Philosophical analysis, organic inspiration, biomicry

المقدمة i

الإستلهام من الطبيعة حقيقة ليست من مستحدثات القرن ٢١ فقد تطورت فكرته زمنياً منذ بدايات الإنسان الأولى، حينما دفعته الحاجة إلى التأمل في معطيات الطبيعة ليستلهم منها طرق الإنشاء والحماية لضمان بقائه وأستمراره، ولكنها لم تتبلور وتأخذ مسماها العلمى إلا مؤخراً وإن كانت إرهاصاتها قد بدأت مع فجر حضارات البشرية الأولى في مصر القديمة، ومعابد الآلهة البابلية بالعراق تشكل تعبيراً عن المنحنيات الطبيعية في المناطق الجبلية ببيئاتهم، وأستخدمت الحيوانات في تزيين الجدران حيث رصت الصخور لكى تشبه الغطاء الحامى للسلحفاة أو حراشيف التماسيح، ولكن التصميم ظل لمدة طويلة يستلهم من الأشكال الطبيعية بعض تكويناتها التى تشير إلى شكل الكائن الحى دون التعمق لتكنولوجيا بناءه، ولكن نتيجة الإكتشافات العلمية الحديثة والدراسات للكائنات الحية والطبيعية، ظهر مفهوم جديد يقوم على دراسة كيفية عمل النظم الطبيعية للكائنات الحية، مما أدى إلى تطوير التصميم بحيث لا يشير فقط إلى محاكاة الأشكال ولكن إلى الربط بين تكوينها الشكلى وأدائها الوظيفى والتكنولوجيا الإنشائية لجسمها، وذلك بإستخدام إسلوب البايوميمكرى وهو ما نتعلمه من الطبيعة وليس فقط ما نستخرجه منها فيكون التصميم طبيعياً ويعطى حلول جديدة، ومستديمة، والبايوميمكرى علم طاقة هيئات الكائنات الحية ومسمى بالإسلوب التعبيرى الحيوى للطبيعة، ولاحظ المصممين أن الكائنات الحية تصنع أشياء تشبه إلى حد كبير ما علينا القيام به، لكنها في الواقع تفعل ذلك بشكل مكنها من العيش بتناغم في هذا الكوكب لملايين السنين مثل أعشاش النمل وخلايا النحل وسلوكها وهيئات أجسامها مع بيوتها( )، وإستخدام الطاقة لدى الكائنات الحية مهم ويجب علينا العمل على دراستها بكل جزء يحصلون عليه لأنها من أكبر الحقول في عالم شبكات الطاقة

ولابد من دراسة الشبكة الذكية فى أجسام وبيوت الحشرات مثل تكنولوجيا السرب، وهناك شركة أمريكية تدعى ريجين تبحث الآن كيف أن النمل والنحل تبنى بيوتها بطريقة غاية في الفعالية كخلية تتحدث مع بعضها وكيفية تقليل إستخدام طاقة الذروة، ويسعى هذا البحث لإمداد المصمم الداخلى بالأسس والمعايير التى تساعده على إيجاد الطاقة المنظمة داخل هيئات أجسام الكائنات الحية وسلوكها .

مشكلة البحث

١- ندرة الأهتمام بتطوير التصميم الداخلى للمنشأت البيئية بجمهورية مصر العربية بما يتوافق مع محددات ومعايير التصميم الداخلى والأثاث الخاص بالإستلهام العضوى، والبايوميمكرى، والعمارة الحيوية والتعبيرية .

٢- قلة الدراسات الدقيقة فى مستويات البايوميمكرى وخاصتاً السلوك والنظام البيئى بالتصميم الداخلى والأثاث .

أهدف البحث

مواكبة التطورات العالمية والنداءات الدولية للمنظمات المعنية بقطاع البيئة من خلال تأكيد البعد الإجتماعي والثقافي للتصميم المرتبط بالهويه، والذي يعتبر محوراً أساسياً من محاور التنمية، ودراسة مفهوم العمارة الحيوية "البايوميمكرى" كمحاكاة لتطور الكائنات الحية وسلوكها ومدى الإستفادة منها وتطبيقها بالتصميم الداخلى، والتعرف على الأساليب التكنولوجية المستحدثة وأستخدامها والعمل لإنتشارها وبالتالي إنخفاض سعرها وتحقيق الكفاءة للمنشأ البيئي .

فروض البحث

يفترض البحث أن :

بما أن الطبيعة وهيئات الكائنات الحية مصدر هام وأساسي للطاقة وللإلهام والتخيل والحركة والنمو، وأيضاً وجود علاقة بين الإستلهام من الطبيعة والبايوميمكرى، والحيزات الداخليه الأكثر قرباً إلي المتلقي هي التي تنبع من تكاملية العلاقه بين علوم الطاقة والبايوميمكرى وسلوك الكائنات الحية، إذن لابد من الأستفاده منه فى تطوير المنشأ البيئى .

أهمية البحث

تأكيد المفهوم الحديث للعمارة الذى يرتبط بالنظام الموجود في الكائنات الحية حيث نمو البنية العضوية للكائن الحي أصبحت مصدر إلهام لخلق نظام هيكلى ينمو ويتفرع لأجزاء متكاملة، هذا الإتجاه فى التصميم الحديث يعتمد على الظواهر الطبيعية كأساس للمورفولوجيا المعمارية، ويعتمد أيضاً على علم الأيكولوجى وعلم البايوميمكرى .

حدود البحث

مكانية ، زمنية

الحدود المكانية البحثية التصميمية : من خلال عمل دراسة للعمارة الحيويـــة والتصميم الداخلى للمنشأت البيئية .

الحدود الزمنيـــة محـــل الـدراســـــــة : الفترة ما بين نهاية القرن العشرين وبداية القرن الواحد وعشرين وحتى الأن .

منهجيـــة البحث

يتبع البحث عدة مناهج :

١- **المنهج الإستقرائي :** من خلال دراسة مفهوم ومستويات وأدوات الإتجاة الحيوى التعبيري لهيئات الكائنات الحية " البايوميمكرى" من خلال المراجع والدراسات السابقة، ويتم من خلال معرفة أهمية البيئة للإنسان وكذلك كم الفاقـــــد للطاقـــة الذي يستخـــدم فى المباني وأهمية الحصول على طاقة نظيفة .

٢- **المنهج الوصفى التحليلى :** من خلال تحليل نماذج لبعض المنشأت البيئية العالمية لإثبات العلاقة محل الدراسة على الحيزات المختلفة لحل مشكلة سلوكية وأمنية وبيئية وإقتصادية موجودة .

٣- **المنهج الأستنباطي** : من خلال التوصل للنتائج والتوصيات العامة والخاصة لدراسة المعالجات التصميمية والتكنولوجية المختلفة للتصميم الداخلى والأثاث وفقاً لعلوم الطـــــاقة للكائنات الحية وسلوكها " البايوميمكرى" .

(١-١) نشأة علم المحاكاة الحيوية " البايوميمكرى "، ونظريات توضح مفهوم البايوميمكرى :

يكفي التمعن لمدة دقيقة في تراصف حبات الرمل المختلف الألوان وتمازجه مع الصدف البحري والصخور بكافة الألوان والأحجام والأختلاط بأعشاب وحيوانات البحر في أي جزء صغير من قاع البحر ليؤكد أن الطبيعة هي أصل الفن، فلن يستطيع أي فنان مهما بلغت قدرته في التعبير وتملكه لأدواته الفنية أن يتفوق على الطبيعة في أقل عمل فني وليس هذا الأمر بحاجة لتأكيد، والطبيعة ليست فقط ملهمة للإنسان كي يصنع جمالاً يحاكي ولو ببساطة جمالها لكنها كانت دائما ملهمة لأعمال فنية وصفية" في وصف الجمال الموجود فيها "، ورغم أن طريقة تناول الطبيعة كوصف قد يختلف نسبياً بإختلاف الزمان أو المكان أو قد يختلف بنوع العمل الفني ذاته، أو قد يختلف بسبب الفنانين أنفسهم إلا أن النتيجة كانت دائماً جمالاً إضافياً وفناً راقياً، ويقول معظم المشتغلين في الفلسفة أن الطبيعة والفنان يتشابهان من ناحية العطاء، فمثلما تعطي الطبيعة جمالاً كذلك الفنان ومثلما نتلقى من الطبيعة ما يفرحنا أحيانا وما يبكينا وما يبعث فينا الدهشة أحياناً، كذلك الفنان فهو كثيراً ما يدهشنا ويجعلنا نمتلئ بمشاعر شتى ونحن ننظر أو نتلقى منجزاً فنياً ما، وهناك فنانين يستخدمون الطبيعة بشكل غير مباشر لإضفاء الجمال على عملهم الفني، وهذا نوع من الأستعانة بجمال موجود أصلاً على جمال مبتدع، وهناك من إستخدم الطبيعة بشكل مباشر مثل معظم الشعراء العرب الذين أشتغلوا بالوصف، فرجيل حين جعل من الطبيعة أنثى ينفتح رحمها لدفق رزاز الحياة والجمال من الكائن الإلهي" الإلياذة "، وفي الأمثلة السابقة كلها الطبيعة هي من تقدم الشكل والفنان يضيف إبداعه من خلال تجربته الفنية الخاصة فيظهر شكل جديد مترف، والشكل هو الشيء المشترك الوحيد بين جميع أنواع الفن ماعدا الموسيقا، فعند الرسامين أو النحاتين مثلاً نستطيع بسهولة أن ندرك أن هناك تجانساً بين الفنان وعاطفته والشكل الذي يكونه ويرسمه وهناك إصطلاحات رمزية للشكل، فالشكل العمودي يدل على تسام روحي والأفقي يدل على الندية والتساوي ويدل على الثبات إن كان متوازناً والشكل العشوائي يدل على الإضطراب والدهشة .

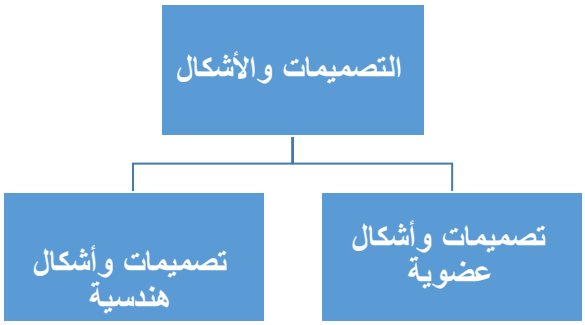
كارل ماركس يقول الإنسان إذا يخلق عالماً من الأشياء بنشاطة العملي فأنه يعطى البرهان على أنه كائن بشرى واع متميزة عن الحيونات، التي تنتج فقط لحاجات نسلها المباشر أي أن الحيوانات تنتج بشكل وحيد الجانب أما الإنسان فينتج بشكل شامل، كما أن الحيونات تنتج نفسها فقط بينما الإنسان يعيد إنتاج الطبيعة كلها، والعمل البشري في جوهره تجميل وتحقيق لفكرة ما في الطبيعة الموضوعية، والأنسان يشيد في ذهنه صوراً أو مفاهيم شكلية كمخططات عمل ومن ثم يقوم بتحقيق هذه المخططات في الطبيعة حيث أنه يعطى الصورة وجوداً موضوعياً، غير أن هذه الصورة التي يفرضها على الطبيعة في عملية التصميم ليس خلقاً مجرداً خالصاً، حيث أنها في التحليل النهائي إنعكاس في ذهن الأنسان للطبيعة نفسها، إنها تجريد أو رمز أو تقليد لأشكال أو تراكيب طبيعية تلعب فيه الصورة الذهنية دور الوسيط كنتاج لعملية التعرف على الطبيعة .( )

وتدل فلسفة الإستلهام من الطبيعة بأننا نستطيع ببعض التأمل والملاحظة أن نكتشف أن هناك بناءاً خاصاً أو قانوناً ونظاماً داخلياً، أو إيقاع فى النمو يتحكم فى أشكال الطبيعة بأحيائها وجمادها، فالأشكال الأولية التى يصممها البشر بالفطرة لأعمالهم التصميمية هى نفس الأشكال الأولية الكائنة فى الطبيعة، وهى الأشكال الكائنة فى الفضاء الكونى وفى أدق الخلايا وجزيئات المادة، كما لابد من توافر الجانب الحيوى فى العمل التصميمى المستلهم من الكائنات الحية، وهذا يرجع إلى المذهب الحيوى الذى فقد مكانته فى العلم الحديث تدريجياً كلما أسفرت الظواهر الحية عن طبيعتها الكيميائية والفيزيائية، بتجاهل القوة الحيوية المميزة للكائن الحى والتى تدفعه نحو الكمال بالتحكم والتنظيم لشكله ونموه فى أنشطته، والجمال الفريد للقوى الحيوية يكمن فى قابليتها لتفسير الحقيقة على المستويين النفسى والمادى لأن القوانين الطبيعية تعتبر مظهراً هاماً للحقيقة المادية بينما الحيوية مظهراً للحقيقة المعنوية والنفسية .

(١-١-١) تحليل فلسفي للبايوميمكرى من خلال مراحل التطور للمفاهيم التالية

(١) الإتجاه العضوي والإتجاه الهندسي :

مؤرخي الفن مثل وليم ورنجر، أرنولد هاورز، وهربرت ريد قاموا قديماً بتصنيف الأعمال الفنية بما فيها العمارة طبقاً لنوعية أشكالها وأساليبها، إلى إتجاهين أحدهما الإتجاه العضوي ويرتبط بالمفهوم التعبيرى والتمثيلي للكائنات "علم الايكولوجي"، بإعتبار أن الشكل العضوي يمثل الكائنات ووفقاً لهذا أرتبط الشكل العضوي بالنماذج الطبيعية الحية والإتجاه الثاني هو الإتجاه الهندسي القائم على أساس الشكل الهندسي، وقد أرتبط بالمفهوم التجريدي في الفن بأفتراض أن الشكل الهندسي لا يمثل المظاهر الطبيعية وأنما يمثل صورة لأشكال ذهنية تصورية، وبظهور التفسيرات المادية للظواهر الطبيعية وما يقابل هذا من الفلسفة الحيوية والروحانية، وكذلك ما كشفت عنه الأجهزة العلمية الدقيقة عن عالم طبيعي غير مرئى بالعين المجردة، أثرت تلك التفسيرات على ما هو تمثيلي أو تجريدي وما هو عضوي أو هندسي، وما هو روحي أو مادي، بالإضافة إلى تأثيرها على علاقة الفن بالطبيعة كما يوضح الشكل (١) .( )



شكل رقم (١) يوضح دياجرام (١) يوضح إنقسام التصميمات والأشكال إلي عضوية وأخري هندسية

ويمكننا القول أن إتجاهات الفن تبلورت نتيجة لهذا إلى إتجاهين متقابلين هما الحيوية والبنائية، وفي ذلك الإسلوب الحيوي نستطيع أن نرى الشكل العضوي وقد أصبح مجرداً لا يمثل عنصراً بذاته من العناصر الطبيعية كما كان من قبل في الفن التمثيلي، بل أصبحت هذة الصفة التجريدية مشتركاً مع الشكل الهندسي، ومن هذا نجد أن المفاهيم العلمية والفلسفية الحديثة تلعب دوراً هاماً في إسلوب تناول النظام العضوي في الفن بشكل مختلف عن المفهوم التقليدي للتمثيلية" التشبيهية "، وبناء على ذلك تكون دراسة فلسفة الفكر الحديث في هذا الإتجاه من خلال أحد المفاهيم المعروفة بأسم الحيوية Vitalism ، الذي يعني إستلهام مضمون الأشكال الطبيعية بصورة مجردة .( )

(٢) الفن العضوي Organic Art

هربرت ريد أطلق تعبير " الفن العضوي " في كتابه معنى الفن لوصف ذلك الأسلوب الفني الذي أنتجته الأجناس الجنوبية بأوروبا حيث كانت الأشكال الطبيعية تمثل بواقعية، وقد أستخدم مصطلح عضوي لوصف ذلك النسق الشكلي المقابل لنسق الأشكال الهندسية، وأصبحت مهمة التصميم اليوم هى محاولة بلوغ الأشياء ومفهومها وجوهرها الباطن، لذا نجد أن العضوية حقيقةً ليست من مستحدثات القرن العشرين فقد تطورت فكرة العضوية زمنياً منذ بدايات الإنسان الأولى حينما دفعته الحاجة إلى التأمل في معطيات الطبيعة ليستلهم منها طرق الإنشاء والحماية .

(٣) النظام والإندماج العضوي Organic Fusion

يتحقق تنسيق الطبيعة لأشكالها عن طريق العوامل الطبيعية المختلفة مثل النمو البيولوجي والوظائف الحيوية المختلفة في الكائنات الحية والعوامل البيئية المتعددة كعوامل التعرية وأثارها على صياغة مواد الإنشاء في أشكال خاصة، وهناك نوعان رئيسيان في تناول الشكل في العمل التصميمي وهما الإتجاه العضوي والإتجاه الهندسي كما سبق الذكر، وهناك عيوباً خطيرة تبدأ في الظهور عندما يتطابق في أذهان البعض الإتجاه الهندسي مع التجريد والإتجاه العضوي يتوافق مع الطبيعة والفن التمثيلي، وقد أوجد هربرت ريد حلاً عندما أطلق على ذلك الجانب من أعمال الفن الحديث التي تندمج فيها الأشكال العضوية مع التجريد أسم الفن الحيوي i ( ).

(٤) الفن الحيوي Bio Art

دائرة المعارف البريطانية صنفت هذا الفن الخيالي أنه بدء يمارس من مختلف الفنانين المعاصرين بإختلاف الحركات الفنية، وحاولوا أن يروا العالم بأعين جديدة لإستخلاص جوهر الأشياء أكثر من مجرد إعادة تمثيل مظهرها الخارجي، ولكنهم بنوا حقيقة ذاتية من وحي خيالهم الخاص، وهذا في الإمكان أن يعني أي شى من تحريف الأشكال الطبيعية إلى أبتكار أشكال جديدة مستقلة عن تلك التي توجد في الطبيعة كما يحاول الفنان في التصميم المجرد أن يحرر الخط واللون والشكل من الطبيعة، ويؤكد النظام الأساسي للأشياء كما يفهمها .

(٥) تطور مفهوم العضوية والحيوية

بعض الفلاسفة مثل لويس ممفرد كتبوا دراسات رائده في كتاب الفنون والحضارة عن التفاعل بين الآلات والمجتمعات وقد صورت الأهتمام المتزايد نحو ما أسماه العقيدة العضوية كما أظهرت أيضاً مدى ما كان لمعظم الحضارات حتى أكثرها بدائية من درجة عالية فيما يسمى بالوحدة العضوية في حياتها الإجتماعية وفنونها، وإن معنى العضوية في جميع المجلات "علم الأحياء نظريات الآلة والفن " تتجه فعلاً نحو نتيجة واحدة هى فهم المادة الحية خلال عمليات تخلقها ويوضح ذلك آراء فلاسفة الفن أمثال هنري فوسلون وتسليمه بأن الشكل ينشأ من الشكل ولكنه غاية في التجريد وأيضا هربرت ريد الذي وضح أن الشكل العضوي الحيوى ينشأ من هندسة المادة العضوية، فالحيوية بهذا المعنى هي قوة مماثلة لما تكون عليه حيوية مظاهر الحياة، وتحس خلال العلاقات الشكلية في العمل وما تعكسة من قوة تعبيرية مؤثرة تحرك مشاعر المشاهد بقوة وعمق .( )

(٦) الحيوية وعلاقتها بالتصميم

الصياغة الشكلية التي تقوم عليها الأعمال الحيوية في الفن هى تمثيل للنسق العام للأشكال الطبيعية أي تقوم على التجريد، ومفهوم التجريد هنا غير مرتبط بالفن الهندسي ولكنه تجريد عضوي من الكائنات لأنه يتم من خلال نظرة شاملة جوهرية فبينما نجد

الإسلوب الهندسي يتجه إلى الجانب الشكلي البحت مهتما بالنسب والمقايس نجد الإسلوب العضوى الحيوي يتجه إلى ما تثيره الأشياء من إنفعلات داخلية ونظام عضوي داخلي .( )

(٧) النمط العضوي الحديث

هو نمط فطري وجوهري بصورة متساوية له نقطة إنطلاق بالأدراك الحدسي والفهم البديهي للشيء، وهو لا يرفض القياس فالطبيعة إنتقائية في معالجتها للحقائق الهندسية، مثل النمو الذي يكون عملية منظمة ومحددة بواسطة عدد من القوانين الطبيعية، التي نستطيع تسميتها بالقوانين البنائية وهى القوانين التي تحدد عمليات النمو والتطور والتوازن والتكيف، فيما يشبة الأستقرار النسبي وتنتج الأشكال المختلفة وفقاً للتنوعات المحتملة لتلك القوانين التي تحكم نسق هذه الأشكال الطبيعية العضوية والتي يستطيع المصمم أن يدركها ويحثها عن طرق الحدس، وفي النظام الحيوي على كوكب الأرض أيضاً بدأت الحياة من خلال نشوء خلايا بسيطة قادرة على الإنقسام الذاتي لنسخ نفسها تعرف بوحيدات الخلية منذ حوالي أربع مليارات عام، وقد تطورت من مواد كيميائية غير حية .

(٨) النمط التطورى الحديث

بعض علماء التاريخ الطبيعي قاموا بوضع فرضيات عن تغير الأنواع التطوري عبر الزمن، وفقاً للقوانين الطبيعية حيث كتب موبرتيوس عام ١٧٥١ عن تغيرات طبيعية تحدث خلال التكاثر وتتراكم عبر أجيال عديدة إلى أن تؤدي لإنتاج أنواع جديدة، وأقترح بوفون أنَّ الأنواع قد تتحول إلى كائنات حية مختلفة، وأقترح إراسموس داروين أنَّ كل الحيوانات ذات الدم الحار يمكن أن تكون قد إنحدرت من كائن حي مجهري واحد في عام ١٨٠٩، قام جان باتيست لامارك بوضع نظريته " تحول الأنواع "، وهي أولى النظريات العلمية الكاملة للتطور ويطلق عليها النظرية اللاماركية والتي تصور فيها أنَّ تولداً ذاتياً يُنتج بإستمرار أشكال حياة بسيطة تطور تعقيدها بسلالات تتطور فطرياً وأنَّ هذة السلالات تتكيف مع المحيط عن طريق وراثة التغيرات التي يسببها عدم أستعمال الميزات في جيل الآباء .( )

التطور فى الكائنات الحية كان له دور كبير فى إثبات فكرة التطور خاصة فى الإنسان بعد الوصول إلى مفهوم الجينيوم البشرى وسلسلة الجينات المكونة للحمض النووى، والجين عبارة عن مجموعة كبيرة من الأحرف ربما مئات إلى ألاف الأحرف حيث كل خاصية طبيعية عند الأحياء تكون نتيجة ترجمة عشرات الجينات، والآن كل ما فحصنا خصائص طبيعية بدائية مثل آليات نسخ الخلايا أو تحليل أشعة الشمس إلى طاقة نجد أن التطابق بين الأحياء شبه تام وذلك بسبب تاريخها التطوري، كل ما عدنا إلى الوراء كل ما وجدنا تطابق جيني أكبر مما يدل على أن جميع الأحياء أتت من مصدر واحد وأن السهم الزمني وعملية التطور التراكمي هي التي أنشأت الإختلافات، وإذا قارنا بين مراحل التشكل الجنينية بين هذه الأصناف سنجد أنها متتطابقة بناء على موقع الكائن على شجرة التطور.

(٩) المرونة والتماسك والترابط وعلاقتها بالتصميم

أحد العوامل الهامة في تنوع أشكال التصميمات والأفكار هو مـرونة التصميم، مع أشتراكها جميعاً في الكفاءة " الوظيفية العالية " والإبتكار والتنوع يَنشَئان من الأستلهام العضوي الحيوى، وهضم وإستيعاب مصادر الجمال والنمو والتغير بالكائنات العضوية من حولنا، ويقصد بالتصميم المرن هو التصميم الذي له قابلية التغير والأنفراد والأنكماش، والتنوع الوظيفي تماماً مثل الكائنات العضوية فالحيوانات والكائنات المائية الهلامية لها قدرة المطاطية والأنكماش لتملأ فراغاً كبيراً ثم تعود وتنكمش في إنحسار في أضيق الأماكن، ويمكن ترجمة هذة الظاهرة العضـوية إلى فلسفة في التصميم حيث نجد بعض الأثاث ذو قدرة على التحرك السريع

ثم التخزين في أضيق الأماكن نظراً لتعدد وظائف الفراغ الواحد، والتماسك والترابط فى الطبيعة يدعم إثراء الخيال للمصمم بصورة قوية جداً فهى متحف فنى مفتوح في كل زمان ومكان، سواءً في الحياة النباتية أو الحيوانية أو الإنسانية أو حتى في الجمادات ففي الإسفنج نجد نوعاً من الترابط العضوي والتجانس في هيئة مكونات الجزيئات تاركة فراغات بينية سواءً على هيئة شرائط أو بقع سوداء .( )

(١٠) نظرية النمو وعلاقتها بالتصميم

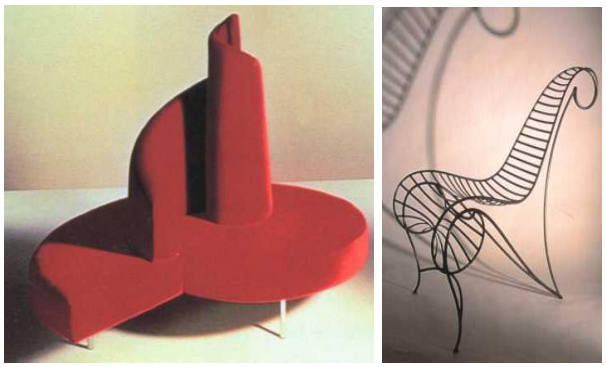
مفهوم النمو أرتبط بمفهوم الحياة، ذلك لأن النمو ظاهرة تميز الكائن الحي فحسب، وتحدث بفضل خصوصية التكوين التي تحمل في طياتها نظماً وراثياً يخزن صفات الكائن الحي، ويحدد سماته وخصائصه التي يتفاعل من خلالها مع البيئة المحيطة به، وفي الوقت الذي تنتقل فيه هذه النظم من الكائن الحي إلى الكائنات الحية المشابهة له في نوعه، أما الكائنات غير الحية فتفتقر إلى نظم وراثية تختزن سماتها وخصائصها، مما يجعل تفاعلها مع البيئة المحيطة بها خاضع لمنظومة أخرى من القوانين، وتتيح هذه الخصائص للكائن الحي أن يتميز عن الكائنات غير الحية بالقدرة على النمو والتكاثر والتطور، والقدرة على الإستنساخ الذاتي، والقدرة على التنظيم الذاتي للتكيف مع البيئة وغير ذلك من السمات التي لا توجد في الكائن غير الحي .

تعبير النمو يستخدم للدلالة على التغير الذى يطرأ على الكائن الحى ويحقق له مزيد من النضوج والأستقلالية مع تزايد مستوى التعقيد في مكوناته العضوية ويظهر ذلك بوضوح على المستويين الكمي والكيفي في آن واحد، والنمو ظاهرة طبيعية ترتبط بحياة النبات والحيوان والإنسان على أختلاف أشكالهم وأنواعهم، وعلى أختلاف مستويات تطورهم وتعقد بنيتهم العضوية والجسدية، أما الكائنات غير الحية فليس من الصحيح وصفها بالنمو مع تنوع التغيرات التي يمكن أن تصيبها لأن التغيرات البسيطة التي تصيبها يمكن أن تخرجها عن هويتها الأساسية في حين يحافظ الكائن الحي على هويته مع كل عملية نمو يمر بها، وللنمو قوانينه الطبيعية التي تجعله مستقلاً عن إرادة الكائنات الحية الخاضعة له فليس في مقدور النبات أو الحيوان أو الإنسان رفض عملية النمو التي يخضع لها غير أن الإنسان يسعى إلى الكشف عن القوانين التي تحكم ظاهرة النمو بغية التحكم بها وتوظيفها لخدمة الإنسان، وعلى الرغم من أن العلم قد كشف كثيراً من القوانين التي تحكم الظاهرة على مستوى الطبيعة، مازال الإنسان يكتشف كل يوم ما هو جديد .( ) i

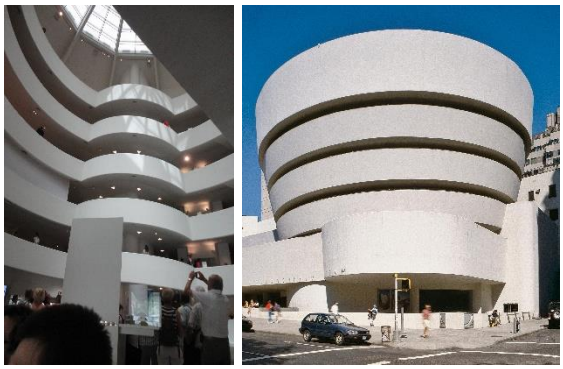
أيضاً للنمو مفهوم عضوي يأتى من التصميم القابل للإضافة وتكرار الأشكال بدون رتابة وتوالدها من الداخل وأمتدادها إلى الخارج فتتسع وتكبر، محافظةً في ذلك على الشكل الأصلي والوظيفة، ولقد أستلهم المصمم العضوي النمو الإنشائي من الطبيعة فى دراسته لنمو الكائنات الحية النباتية والحيوانية وكذلك إنقسام الخلايا، التي تتم في حدود، فمنها إتجاه لانهائي، أو نمطي متماثل، وغير متماثل أو عشوائي أو مركب، أو إتجاه يتخلله الأنحراف .( )

أ- إستلهام النمو الإنشائي اللانهائي

الشكل الحلزوني للحيوان المائي هو أقرب الأمثلة وأشهرها على الأطلاق، ذلك الذي فتن العديد من العلماء والفنانين فمنه خرجت النسبة الذهبية، وتعددت الأشكال المستلهمة منه سواءً في العمارة أو التصميم الداخلى والأثاث، وبتحليل الشكل هندسياً نجده يعبر عن الأمتداد اللانهائي، وأستفاد منة العديد من المعماريين كما في سلم كنيسة ساكرادا بإسبانيا لجاودى ومتحف جوجنهايم بنيويورك لرايت وفي ملوية سامراء بالعراق، وفي الأثاث أستهوى الشكل الحلزوني العديد من المصممين فمنهم من أخذ الفكرة عن العمارة وأدخلها على الأثاث مباشرةً بإيحائها المعماري ومنهم من أستلهم الشكل العضوي الطبيعي مباشرةً في الأثاث أو في أجزاء منه أو أستلهام الخط الخارجي للشكل الحلزوني في الأثاث كما توضح الصورة (١) لأريكة تشبه في شكلها ملوية سامراء المستلهمة من الحلزون البحري للمصمم روكي سمبريني، أما الصورة (٢) إستلهام رايت فى متحف جوجنهايم بنيويورك .



صورة (١) توضح أستلهام الحلزوني البحري للمصمم روكي



صورة رقم (٢) توضح متحف جوجنهايم بنيويورك لرايت

ب- إستلهام النمو الإنشائي النمطي

تعتمد النمطية على تكرار الوحدة الأساسية، ومن الأسس الإنشائية في الطبيعة نجد أن الخلية هي العنصر الأساسي في التكوين العضوي وعندما قام المحللون بتحليل الكثير من الخلايا العضوية، أتضح لهم أن الشكل السداسي يعتبر الأساس الهندسي لتكوين العديد من هذه الخلايا، فهو الأساس الإنشائي لنسيج القرنية السداسى في عين الطائر على سبيل المثال، غير أن الطبيعة تحوى العديد من أشكال الخلايا التي لا حدود لها، ومع ذلك فإن التكوين الإنشائي لخلية النحل ذات الخلية السداسية يعتبر من أجمل الأمثلة وأشهرها للنمو النمطي في الطبيعة، والذي أستلهمه العديد من المصممين في أعمالهم وأشهرها تصميم رايت للأثاث في مبنى Imperial Hotel بطوكيو حيث أستلهم الشكل السداسي في كرسيه سواءً في الظهر أو مساقطه الجانبية، كما صمم منضدة سداسية الشكل تدخل فيها مجموعة من الكراسى" ستة كراسى" مثلثة الشكل تكون في مجموعها شكلاً سداسياً أيضاً .

وقد أستلهم المصمم الياباني Razuhide Takahamq أيضاً الشكل السداسي في إنشاء مجموعة من المقاعد على هيئة blocks سداسية الشكل متنوعة في اللون تسمح بالأمتداد والنمو في التكوين كما في الصورة رقم (٣) .

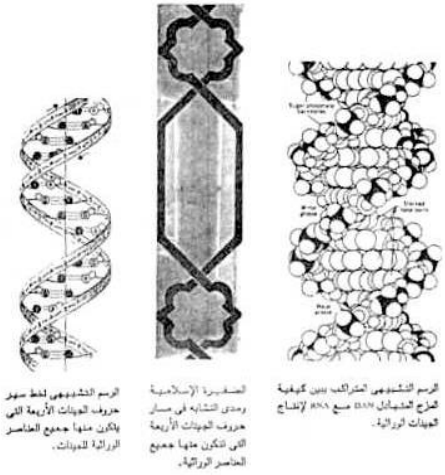
صورة رقم (٣) توضح صورة مقاعد سداسية الشكل

جـ- إستلهام النمو الإنشائى العشوائى

تنبع ظاهرة في الطبيعة من ميكانيكية الأختلاف للنظام الحركى الناتج عن إنتشار العناصر المتكررة المكونة للوحدة حيث نرى في الصورة رقم (٤) التنظيم الميكانيكى المشابه لأعمال الفسيفساء لفاكهة " التين الشوكى "، وكذلك في التنظيم الميكانيكى لحركة الجينات الوراثية وتركيب أنماطها كما فى الشكل رقم (٢) .

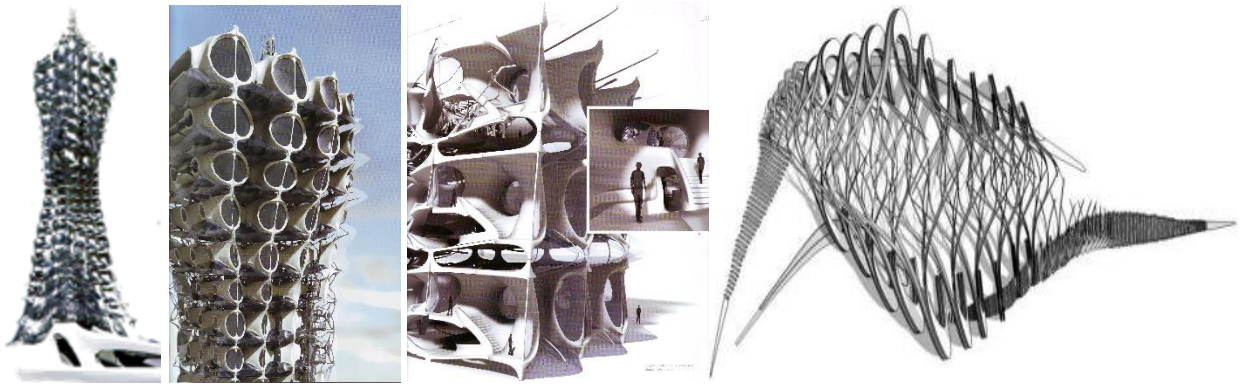
صورة رقم (٤) توضح فاكهة التين الشوكى

صورة رقم (٥)



شكل رقم (٢) يوضح حركة الجينات

كان من أقدم الأمثلة على إستلهام هذا النمو النقوش الهيروغليفية للكتابة المصرية القديمة، والإنتشار العشوائى يمكن تقسيمه إلى شقين حيث يوجد منه العشوائى المتماثل وغير المتماثل، أما الشق الثانى وهو العشوائى غير المتماثل فنراه في الطبيعة مثل الفقاعات التى تتكون من الصابون على سطح المياه وخلايا النسيج العضلى وغيرها من النمو الإنشائي العشوائي المتماثل في الجينات الوراثية كما توضح صورة (٦) تطور فكرة فندق واتر فرونت. ( )

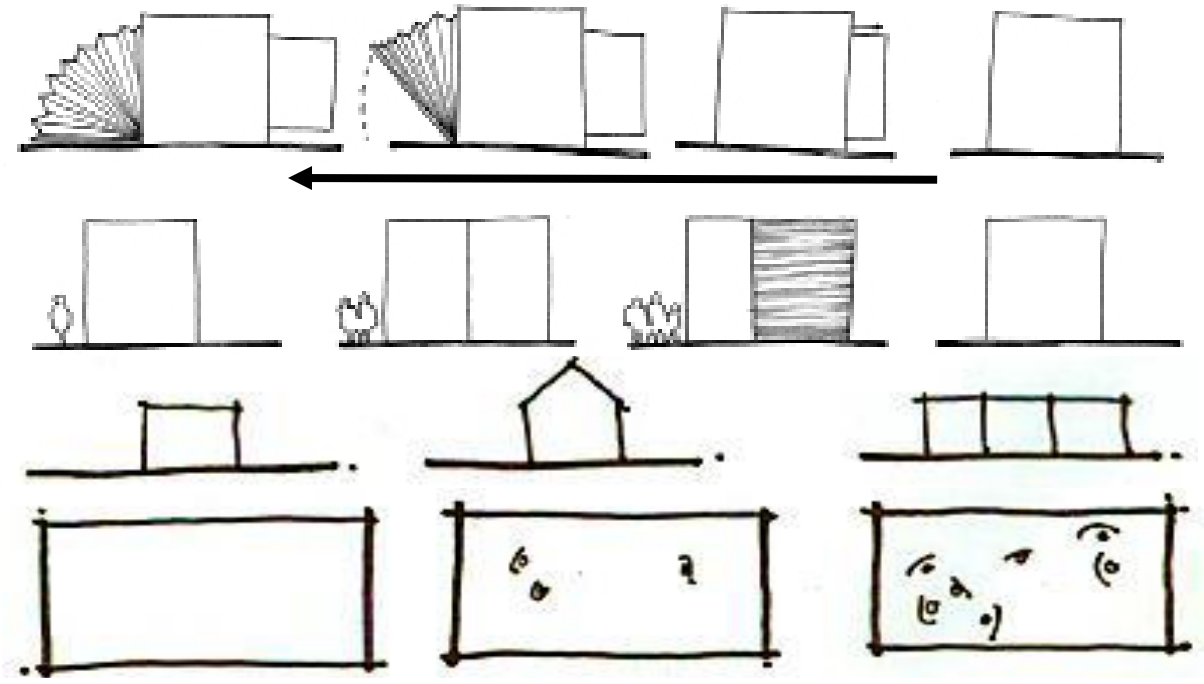


صورة رقم (٦) صور توضح نموذج لخوارزمية فركلتيه تعتمد على تحليل النمو الإنشائى العشوائى لفنق واتر فرونت بدبى للمصمم جيرى تات

(١١) العمارة والتصميم الداخلى المتحول Transformable Architecture & interior design concept

التصميم الداخلى المتحول هو تصميم قابل للتواؤم مع الإحتياجات والمتطلبات والظروف المتغيرة سواء كانت وظيفية أو بيئية، وذلك بتغيير شكله أو وضعه أو حجمه أو تكوينه كما يوضح شكل (٣)، والمنشأ المتحول أو المنشأ الحى ويعرف بأنه المنشأ الذى هياكله قابلة للحركة وتكون متعددة الأشكال والوظائف ويكون التغير داخلى "حيز فراغى داخلى وخارجى" واجهات "ليتجاوب مع الظروف البيئية المحيطة به، وهذه الأستجابة نتيجة وجود أنظمة ذكية يمكنها التحكم فى حركته جزئياً أو كلياً، والعمارة المتكيفة المتوائمة والمتوافقة مع البيئة" Adaptable Architecture "، ومن خلال الجمع بين التعاريف التي يقدمها قاموس أكسفورد، عرف المعمارى Joshua David Lee المنشأت المتكيفة على أنها المبانى التى صممت من أجل إمكانية تغييرها أو تعديلها بسهولة لكى تتناسب مع تغير الوظائف أو الظروف المحيطة قبل أو بعد الإستخدام، ويوضح جدول(١) بعض المصطلحات الشائعة .( )

مصطلحات شائعة الأستخدام فى العمارة والتصميم الداخلى المتحول		
مصطلحات وفقاً لنوع التغيير	مصطلحات وفقاً لنوع التغيير	مصطلحات وفقاً للحركة
قابل للتحويل Convertible	قابل للتطور Developable	قابل للإنتشار Deployable
قابل للتوسع Expandable	قابل للتمدد Extendable	قابل للحمل Portable
قابل للطى Foldable	قابل للمرونة Mobility	قابل للتنقل Mobility



داخلياً وخارجياً الإستخدام وبعد قبل المتكيف المنشأ حيز فراغى به ، وشكل المحيطة الظروف لتغير نتيجة المنشأ شكل رقم (٣) يوضح تغير

المصدر: Lee, Joshua David , op.cit , p , 38

(١-١-٢) النمو والتحول والتطور في الطبيعة وعلاقته بالعمارة والتصميم الداخلى

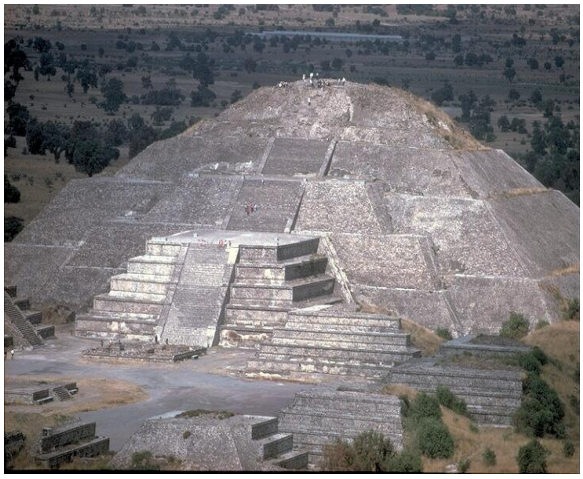
هناك نوعان يحكمان النمو والتطور والتحول فى العمارة : ( )

١- الإتجاه النمطى التدريجي والذي يشبهه التكرار الرتيب كما هو مبين في الصورة رقم (٧) .

٢- الإتجاه العشوائى التكراري المفاجىء وهو غـــــير رتيب كما هو مبين في الصورة رقم (٨) .

وفي البناء فأننا نلاحظ أنه رغم إختلاف نموه الذي تحكمه قواعد نمو المجتمع الإنساني، عن نمو الطبيعة التي تحكمها خواص ثابتة لا تتغير، فإننا يمكن أن نلاحظ في البناء الفرق بين التكرار الرتيب والتكرار الغير رتيب .

حيث تبين لنا صورة رقم (٩) بقايا معبد الشمس بني في بريطانيا في القرن السابع عشر قبل الميلاد وهو يمثل الخروج عن التكرار الرتيب " Monotion " ، بينما تبين لنا صورة رقم (١٠) التكرار الرتيب من خلال النظام التكراري للأعمدة في معبد " Salermo " بإيطاليا الذي بني في نهاية النصف الأول من القرن الخامس قبل الميلاد علي الطراز الدوري " وهو أستخدم بكثرة فى النظم الكلاسيكية " .(xvi)



صورة رقم (٨) إتجاة المفاجأت التي تعترض النمو " تكرار غير رتيب"

صورة رقم (٧) إتجاه النمو التدريجي لها والذي يشبهه التكرار الرتيب

صورة رقم (٩) بقايا معبد الشمس بني في بريطانيا في القرن السابع عشر قبل الميلاد وهو يمثل التكرار المفاجىء

بايطاليا الذي بني في نهاية النصف الاول من " Salermo " صورة رقم (١٠) معبد القرن الخامس قبل الميلاد يمثل التكرار الرتيب

و هناك نماذج للتكرار العشوائى المفاجىء الغير رتيب قديمة وحديثة، القـــــديم منها التصميم الداخلي لمتحف فيترا جيري صورة (١١) ومعهد هيدروسولار العلمي" Hysolar Forschung" في شتوتجارت صورة (١٢) والحديث منها متحف الفن الحديث بـــدنفر صورة (١٣) والمركز الإعلامي الإبداعي لجـــــامعة سيتي هـــــونغ كـونغ صورة (١٤) للمعمارى دانـيال ليبسكند

صورة رقم (١٢) صورة معهد هيدروسولار العلمي

صورة رقم (١١) صور توضح التصميم الداخلي والخارجى لمتحف فيترا جيري

صورة رقم (١٣) صور توضح متحف الفن الحديث بـدنفر للمعمارى دانيال ليبسكند

صورة رقم (١٤) صور توضح المركز الإعلامي الإبداعي لجـامعة سيتي هـونغ كونغ للمعمارى دانيال ليبسكند

(١-٢) فلسفة التطور البيولوجى وتطور النظام البيئى من خلال المحاكاة الحيوية البايوميمكرى

تعتبر مبادىء الحياة مبادىء تخطيطية مستخلصة من الطبيعة وتعتمد على إستراتيجيات بمنظومات بيولوجية والتي تضمن إستمرار بقائها على قيد الحياة، وتخلق في الطبيعة مباني وأشكال ناجمة عن فعاليات كيميائية وفيزيائية وبعض هذه الأشكال تُحفظ لفترات طويلة، وبعضها يتم تدميرها وإختفائها وهذة عملية إختيار طبيعي وقوة الأشكال المتينة ينبع من طريقة تنظيم المادة الّتي تركبها في الفراغ، وقام دارسي تومبسون" عالم أحياء ورياضيات" ببحث في بداية القرن العشرين وأستنبط أنماطًا شكلِّية، بحث فى الشكل التكوين والهيئة ولون الجسم الحي وأعضائه للكائنات الحية والنباتات في الطبيعة، وأشار بأن الأشكال والهياكل البيولوجية يمكنها أن تعكس المبادىء الفيزيائية والرياضية، وفي الطبيعة بعض الهياكل والهيئات والأشكال تتكرر بشكل متشابه أو متماثل في أماكن مختلفة، وبمنظومات مختلفة وبتدريج مختلف، هذه المباني والأشكال تقدم الحلول الفعّالة لوظائفها في الطبيعة، وهي مصدر للإلهام للمعماريين وللمصممين الداخليين، ومحاكاة الهياكل في الطبيعة ونقلها لتطبيقات من صنع أيدي الإنسان هي نتاج لعملية تصميم مستوحاة من الطبيعة وهو تصميم بايوميمكرى " تقليد الطبيعة " بايوميمكري " بيو = حياة ، ميمكري = تقليد ".

تعتبر العمارة جزء من البيئة تتأثر بكل ما يحيط بها، ومحاكاة التطور كنظام بيئى لبعض الكائنات الحية، ويمكن التطرق لكيفية تطبيق هذا المفهوم فى العمارة والتصميم الداخلى بالأستفادة من عمارة البايوميمكرى، وتعتمد هذه الفكرة على أخذ شكل هندسي كبذرة وتحويلها بإستخدام سلسلة من العمليات لإنشاء هياكل، حيث يتم إنشاء هياكل من البذور الأولي التى تمثل الحد الأدنى من البناء، ثم يتم تغيير الشكل الأساسى له بإجراء سلسلة من العمليات أو التحولات سواء التمدد أو القص أو الإنحناء، فإن الهيكل ينمو وفقاً للتحولات المطبقة عليه .( ) i

(١-٢-١) فلسفة التطور البيولوجى من خلال المحاكاة الحيوية البايوميمكرى

التطور هو التغيير أو التحول من طور إلى طور، أي أنه إنعكاس للتغير التدريجي الذي يحدث في بنية الكائنات الحية وسلوكها، وغالباً ما يكون الهدف من التطور هو التحسين وصولاً إلى تحقيق الأهداف المرجوة بصورة أكثر كفاءة، وعندما نتحدث عن التطور كمفهوم فهو ليس بمفهوم جديد بل أنه مبدأ يشمل الكون ككل وكذلك جميع الكائنات الحية، والحياة لها تاريخ طويل وقد تغيرت بمرور الزمن، وبينما الأنواع المختلفة تشترك بأصل واحد فإن التطور يولد تنوع هائل في أشكال الحياة خلال عدد كبير جداً من السنوات، وهناك عدة نظريات تشرح مفهوم التطور وعلاقته بالبيئة المحيطة وتطور الأنظمة البيئية المختلفة كمدخل للأستفادة فى مجال المحاكاة الحيوية البايوميمكرى .

تصبح الكائنات الحية ملائمة أكثر للعيش في موطنها بعملية التكيف، ومصطلح التكيف قد يُستخدم أيضاً للإشارة لسمة فيزيائية أو سلوكية نتجت عن عملية التكيف لتحسن من قدرة الكائن الحي على المحافظة على حياته وبقاء جنسه، مثال على ذلك هو تكيف أسنان الحصان على طحن العشب، وقدرته على طحن العشب بأسنانه المترافعة هو تكيف، للتمييز بين هذين الأستخدامين للمصطلح يُستعمل مصطلح "التكيف" للإشارة للعملية التطورية، والمصطلح "صفة تكيفية" للدلالة على السمات الناتجة عن العملية التطورية، الصفات التكيفية هي ناجمة عن الإصطفاء الطبيعي، وقد عيَّن عالم الأحياء التطورية ثيودوسيوس دوبجانسكي التعريفات الخاصة بعلم التكيف .

(١-٢-٢) التصميم بالمحاكاة الحيوية البايوميمكرى من خلال تطور مساكن النحل

**** خلية النحل The honey bee life cycle**

المسكن الذي تعيش فيه طائفة نحل العسل يسمى الخلية، وللطائفة ملكة واحدة ومئات من الذكور وآلاف الشغالات، وتتألف طائفة النحل من ملكة وحيدة و ١٠٠٠ : ٢٠٠٠ من الذكور و ١٠٠٠٠ : ١٠٠٠٠٠ شغالة، تتغير هذه الأرقام حسب خصوبة الملكة، وغزارة التغذية وحالة الفصول كما توضح صورة (١٥) أن كل طائفة من الطوائف وكل فرد من الأفراد له دور حيث لا يمكن لنحلة أن تخطئ مسكنها .

صورة رقم (١٥) صور توضح الخلية وهي المسكن الذي تعيش فيه طائفة نحل العسل وللطائفة ملكة واحدة ومئات من الذكور

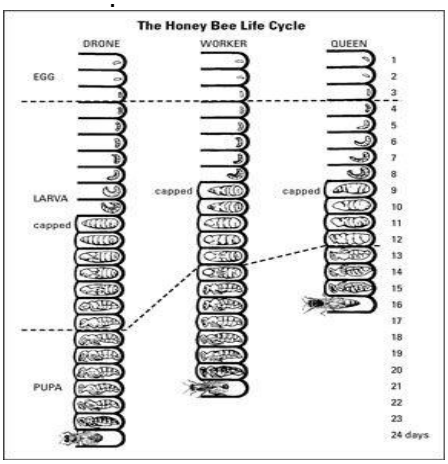
الملكـــــــة : هي الأم ومهمتها الوحيدة بعد التزاوج هي وضع البيوض يومياً وبمعدل ١٥٠٠ : ٢٠٠٠ بيضة، ذلك الإنتاج الذي يضعف عندما تقترب الملكة من نهاية حياتها وتتراوح مدة حياتها بين ٤ : ٥ سنوات .

الذكـــــــور: دورها تأمين تلقيح الملكات ولمرة واحدة، والذين يقومون بالعملية يموتون بسرعة بعد التزاوج، والذكور ليست قادرة على التغذية لوحدها، وتتم تغذيتها بالعسل عن طريق الشغالات .

الشغالات : تتحمل بأعباء تغذية الحضنة والملكة والذكور، وجميع الأعمال التي تستوجبها حياة وبقاء جماعتها، ولا تتجاوز مدة حياتها ٤٥ يوماً في فترة الفيض " جمع الرحيق "، وتمتد حياتها حتى ٦ أشهر في فترة ما قبل التشتية أو التشتية، وحسب عمرها فهي تقوم بأعمال متتابعة مختلفة " فالشغالات حاضنات، مفرزات للشمع، بناءات، حارسات، جامعات، حاملات للماء، مؤمنات للتهوية، مدافعات ".( )

**** تطور مساكن النحل**

يعيش النحل قبل إستئناسه معيشة بريه في عشوش يبنيها في فجوات الصخور وجذوع الأشجار المجوفة حيث يبنى أقراصه الشمعية التي يخزن فيها العسل وحبوب اللقاح، أما المناحل يتم فيها تربية النحل في الخلايا المصنعة، وهي الهياكل التي يقوم الإنسان بصنعها باسم "خلية نحل"، تعيش عدة أنواع من النحل في خلايا طبيعية، ولكن النحل المستأنس فقط من النحل الغربي والنحل الشرقي يعيش في بيوت من صنع البشر، ويوضح شكل(٤) دورة حياة طائفة النحل داخل الخلية .( )

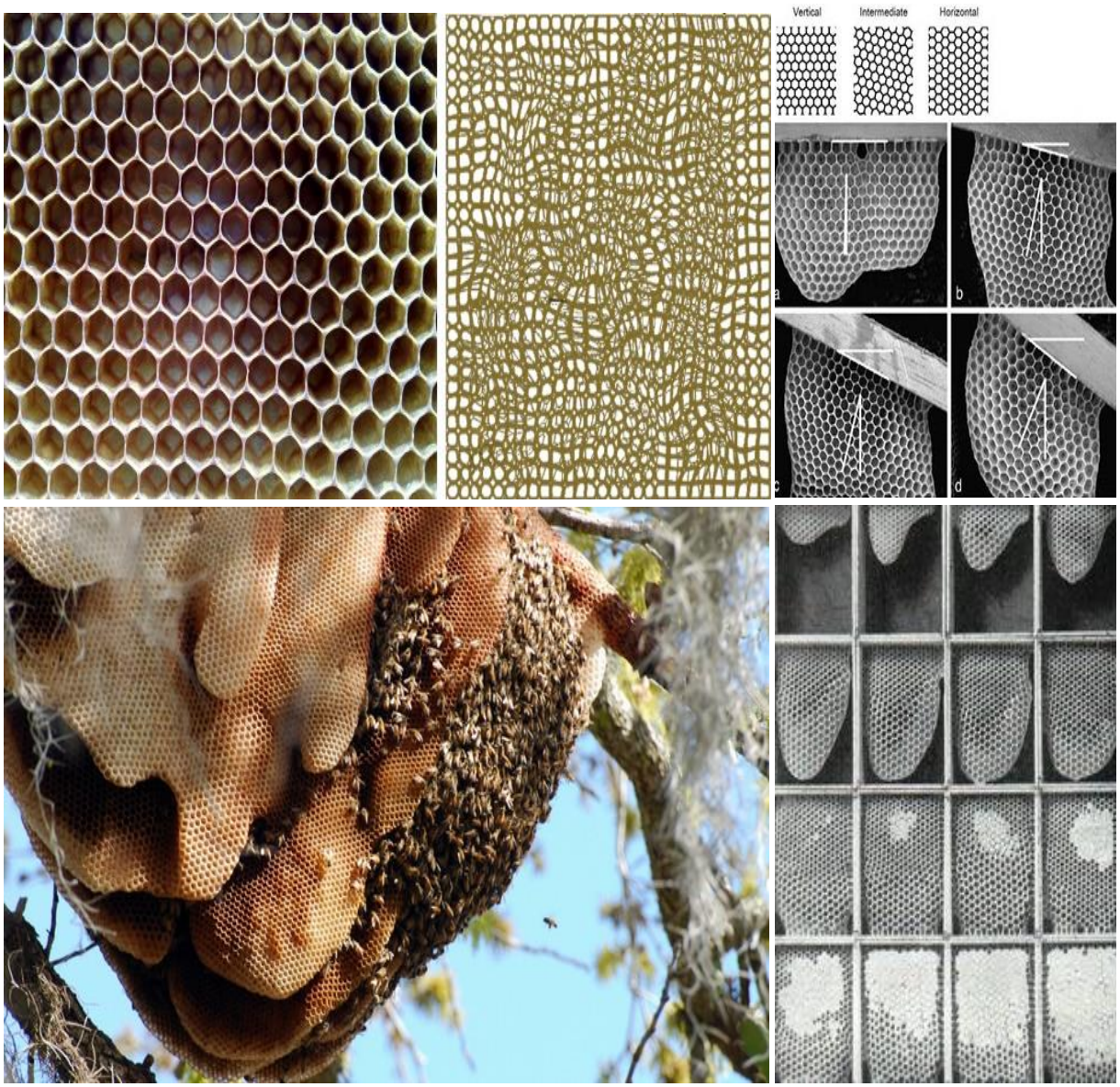


شكل رقم (٤) يوضح دورة حياة طائفة النحل داخل الخلية

التكوين الشكلى : خلايا سداسية الشكل متلاصقة خفيفية الوزن يستخدم فى تكوينها القليل من الخامة.

الأداء الوظيفى : هو نظام طبيعى متزن لذلك فهو يقاوم القوى الخارجية للهواء والرياح، تسمح فراغاتة السداسية لمرور ضوء النهار وتيار الهواء من خلالها .

يعتمد النظام المتبع فى بناء أقراص العسل على الشكل السداسي كما توضح صورة (١٦)، وأكتشف الرياضيون الذين درسوا الخلية أن الشكل السداسي هو الأنسب والأمثل من أجل إستخدام أقل قدر من المواد اللازمة لإنشاء أقراص العسل، حيث أن الخلية السداسية الشكل تتطلب أقل كمية من شمع العسل في حين يختزن بداخله أكبر قدر من العسل، والبنية الأساسية لجميع أعشاش النحل تكون متشابهة حيث يتم تخزين العسل في الجزء العلوي من المشط، ويكون تحته صفوف من خلايا حبوب اللقاح لتخزين الخلايا الحاضنة للشغالات، كذلك تكون زوايا الأقراص التي في نقطة الألتحام في هذا الوضع زوايا كاملة، وهذا يكشف عن أن شغالات النحل تتبع نظام فى البناء وأنها قد قامت مسبقاً بحساب كل من الأبعاد التي بين نقاط البداية ونقاط النهاية، ووضع صديقاتها الشغالات الأخريات حساباً دقيقاً جداً لأستكمال الزوايا، وبناء أقراص الخلية يبدأ من أعلى لأسفل سواء عمودياً أو موازياً بحيث يتبع الجاذبية، ومجموعة من المسدسات يبدأ كل منها من مكان مختلف بينما تظل المسدسات التي في منطقة الوسط متساوية تملماً حتى تكتمل الطبقة كلها مع الحفاظ على الشكل النهائى وبذلك يتطور النظام فى خلية النحل .( )

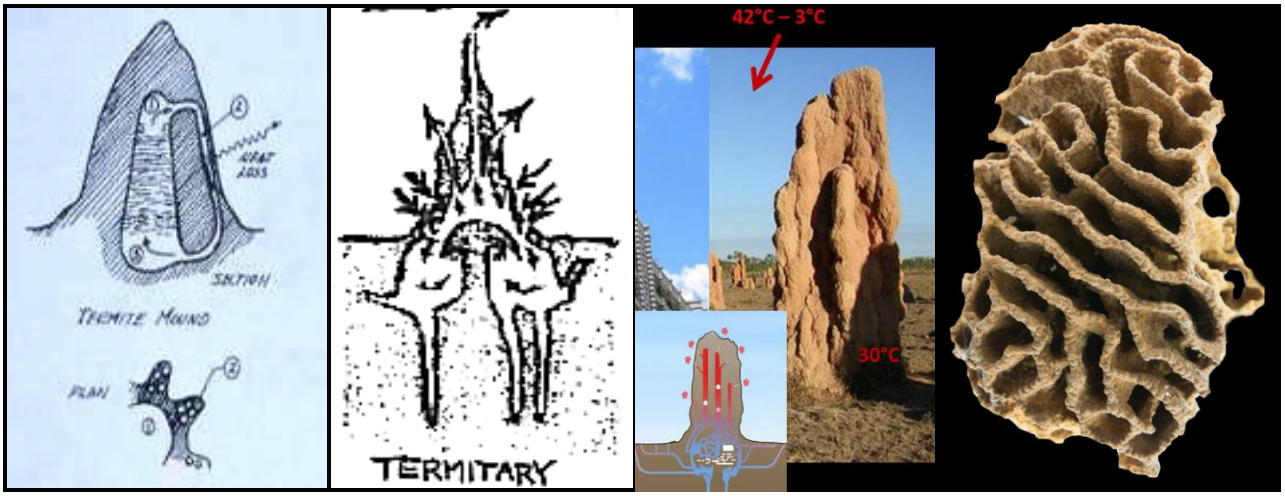


صورة رقم (١٦) صور توضح الشكل السداسى هو الشكل الهندسى المتبع لبناء الخلية والزوايا المختلفة لبناء أقراص العسل بخلية النحل

(١-٢-٣) التصميم بالمحاكاة الحيوية البايوميمكرى من خلال أعشــاش النمل

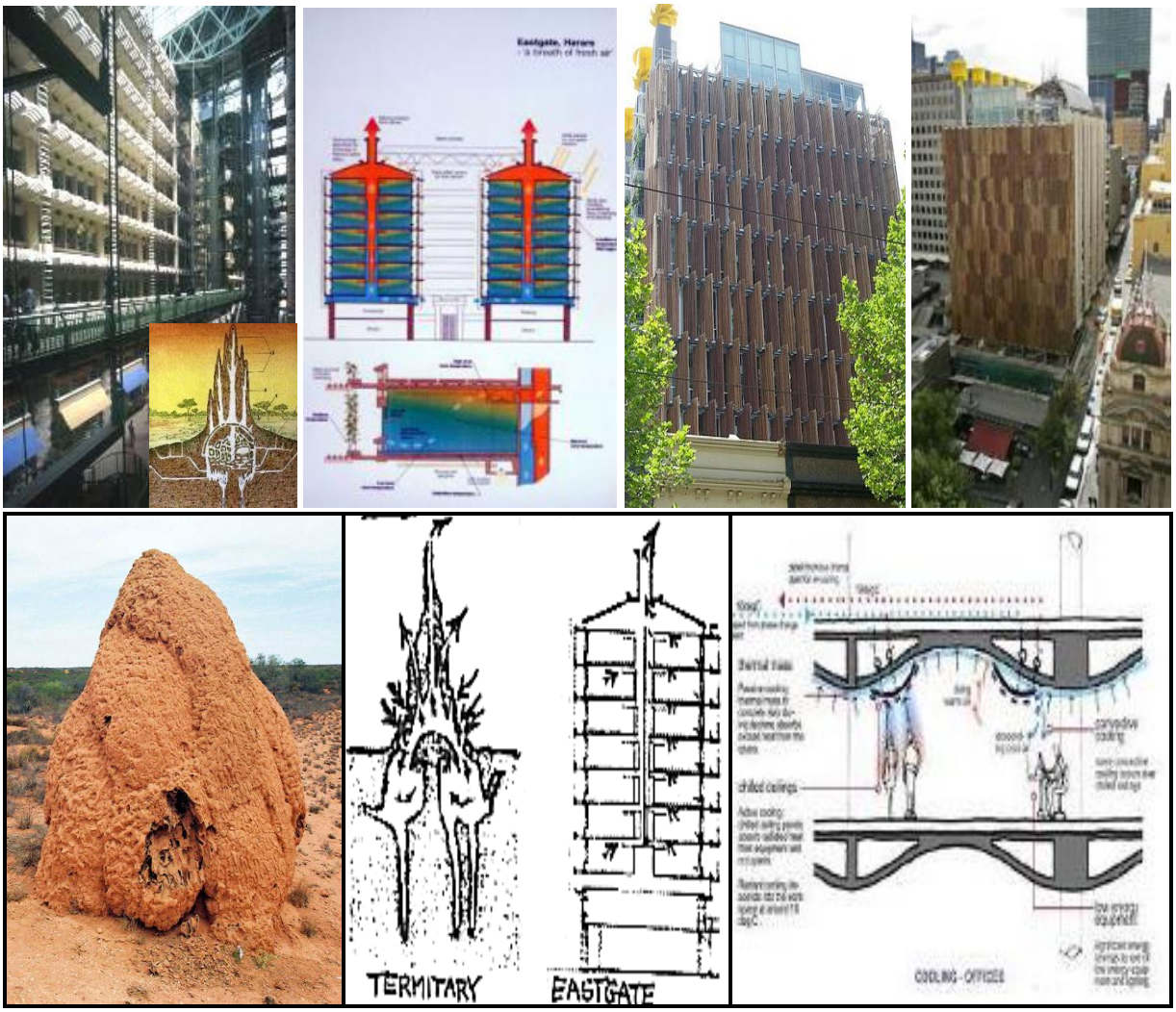
بيوت وأعشاش النمل عبارة عن مستعمرات منها ما هو فوق سطح الأرض ومنها ما هو مدفون تحت الأرض وهى ذات تكوينات أنابيب تهوية وتنظيم كما توضح صورة (١٧)، وأعشاش النمل الأبيض مبنية من منظومة من القنوات وأنابيب الهواء الّتي تسمح بتبادل الغازات مع البيئة وعندما تكون القنوات مفتوحة يرتفع الهواء الساخن إلى الأعلى ويخرج إلى الخارج من خلال عملية "حمل الحرارة"، ويحل مكانه الهواء البارد وفي هذه الطريقة يتم الحفاظ على درجة الحرارة ثابتة والتخطيط السليم يسمح بإستخدام مبدأ "الحمل الحراري" كما يوضح شكل (٥)، وبالمحاكاة لها في المباني من أجل الحفاظ على درجة حرارة ثابتة يخفض من أستهلاك وإستخدام أجهزة تكييف الهواء أو الوسائل التكنولوجية ومن ثم يحافظ على الطاقة ويزيد من الأستدامة .( )

صورة رقم (١٧) صور توضح مستعمرات وأعشاش النمل وهي مبنية من منظومة من القنوات وأنابيب الهواء الّتي تسمح بتبادل الغازات مع البيئة



شكل رقم (٥) يوضح أنابيب التهوية وعندما تكون القنوات مفتوحة يرتفع الهواء الساخن إلى الأعلى ويخرج إلى الخارج من خلال عملية "حمل الحرارة"، ويحل مكانه الهواء البارد وفي هذه الطريقة يتم الحفاظ على درجة الحرارة ثابتة والتخطيط السليم يسمح بإستخدام مبدأ" الحمل الحراري "

في المحاكاة الحيوية على مستوى السلوك لا يتم محاكاة الكائن الحي نفسه فقط بل سلوكه، ومن الممكن أن تكون تقليد العلاقات بين الكائنات الحية أو الأنواع بطريقة مماثلة، مثال على ذلك تنظيم درجة الحرارة الملحوظة في مستعمرات النمل الأبيض من أجل خلق بيئة داخلية مستقرة حرارياً والمحاكاة الحيوية لهذة العملية والوظيفة على مستوى السلوك تم توضيحها بواسطة المعمارى ميك بيرس Mick Pearce's Eastgate في مبنى هراري بزمبابوي ومبنى CH2 في ملبورن، أستراليا كما توضح صورة (١٨) وكلا المبنيين يعتمد جزئياً على تقنيات التهوية السلبية وتنظيم درجة الحرارة محاكياً أكوام النمل الأبيض ( )، وتنقية المياة التي يتم إستخراجها من الصرف الصحي المستخدم أسفل مبنى CH2 بطريقة مشابهة لكيفية إستخدام أنواع معينة من النمل الأبيض بالقرب من المياة الجوفية كآلية تبريد بالتبخير، ويتطلب تقليد مستوى السلوك إتخاذ قرارات تصميمية حول مدى ملائمة الكائن المحاكاة منه للسياق البشري، لاتظهر جميع الكائنات الحية سلوكيات مناسبة لتقليد البشر ويوجد خطر إمكانية تبرير نماذج الأستهلاك أو الأستغلال على أساس كيفية أنواع أخرى على سبيل المثال، تقليد سلوك البناء من النمل الأبيض قد تكون مناسبة لإنشاء منشأ مريح حرارياً ومنظمة بشكل سلبي، وأنما محاكاة البنية الإجتماعية لمستعمرات النمل الأبيض لن تكون مناسبة ولكن إذا تم تقييم حقوق الإنسان العالمية قد يكون أكثر ملاءمة لتقليد سلوكيات البناء والبقاء المحددة التي ستزيد من الأستدامة والقدرة على التجدد للبيئات التي يبنيها الإنسان، بدلاً من محاكاة ذلك تنطبق على المجالات الإجتماعية أو الأقتصادية دون دراسة متأنية، وقد يكون من الأنسب محاكاة أنظمة كاملة بدلاً من كائنات مفردة ومثال يؤكد ذلك قول المعمارى Benyus عام ١٩٩٧" يجب علينا القيام بأعمال تصميمية مثل غابة الخشب الأحمر".( )

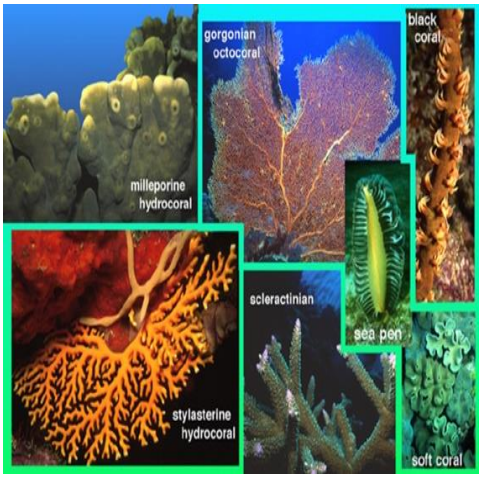


صورة رقم (١٨) صور توضح أستخدام أسلوب المحاكاة الحيوية البايوميمكرى للمعمارى ميك بيرس Mick Pearce's Eastgate في مبنى هراري بزمبابوي ومبنى CH2 في ملبورن بأستراليا ، وكلا المبنيين يعتمد جزئياً على تقنيات التهوية السلبية وتنظيم درجة الحرارة محاكياً أكوام النمل الأبيض

(١-٢-٤) التصميم بالمحاكاة الحيوية البايوميمكرى من خلال مستعمرة الشعب المرجانية :

**** مستعمرة الشعب المرجانية Development of coral reefs:**

الحيوان المكون للمرجان ينتمي إلى مجموعة الهيدرا والسمك الرخو الهلامي وشقائق البحر، ولا يزيد قطر معظم حيوانات المرجان المفردة عن ٢,٥سم، ولكن هناك نسبة صغيرة يمكن أن يبلغ قطرها ٣٠سم كما توضح صورة(١٩)الأشكال المختلفة لحيوانات المرجان وجسم حيوان المرجان عبارة عن أسطوانة عند أحد طرفيها فم تحيط به قرون أستشعار دقيقة، ويلتصق الطرف الثانى بالسطوح الصلبة في قاع البحر، وتعيش معظم حيوانات المرجان مع بعضها في مستعمرات، وتلتصق بعضها مع بعض بلوح مسطح من نسيج يتصل بوسط كل جسم كما يوضح شكل(٦)، ويمتد نصف المرجان فوق اللوح والنصف الآخر تحته وتبني الحيوانات



صورة رقم (١٩) توضح الأشكال المختلفة لحيوان المرجان

المرجانية هياكلها من الحجر الجيري بتناول الكالسيوم من ماء البحر ثم تُرسّب كربونات الكالسيوم "الحجر الجيرى" حول النصف الأسفل من جسمها وبينما تنمو يزداد تدريجياً تكوين الحجر الجيرى، وتختلف الشعاب المرجانية في سرعة نموها فبعض الفصائل ينمو بمعدل من ٥ إلى ٢٥ مليمترًا في السنة في حين قد يصل معدل النمو في فصائل أخرى إلى ٢٠ سنتيمترًا في السنة ويعيش المرجان على هيئة مستعمرة أو مجموعة كل جزء منها يأخذ شكل خارجي مختلف ومميز صغير الحجم مثل شكل نبات الفطر أو الزهور أو قرون الغزال أو الكروي وغيرها من الأنواع والأشكال .( )

شكل رقم (٦) يوضح نمو هيكل الحجر الجيرى لحيوان المرجان

** تطور مستعمرة الشعب المرجانية

صورة رقم (٢٠) توضح مستعمرة الشعب المرجانية

تتطور وتزداد عدد حيوانات المرجان وتظهر نتوءات صغيرة تشبه العُقد تدعى براعم على لوح الإتصال من وقت لآخر، ويزداد نمو هذه البراعم وتنفصل عن الأم، ثم تبدأ في ترسيب حجرها الجيري في المستعمرة كما فى صورة (٢٠) وهكذا تساعد البراعم المستعمرة على الزيادة في الحجم، وتتكون مستعمرات جديدة من المرجان حينما تضع حيوانات مستعمرة قديمة البيض، وينمو البيض حتى يُشكّل تكوينات دقيقة تسبح بعيداً ثم تستقر الحيوانات النامية على قاع البحر وتبدأ في بناء مستعمرات جديدة عن طريق التبرعم .

تعنى المستعمرة الهيكل الذى يضم آلاف الكائنات حيث تعيش الكثير من حيوانات وكائنات البحر المّلونة بين المرجان، وتتضمن هذه الحيوانات الأسماك ونجم البحر وشقائق البحر، كما أنها تمثل مأوى لأكثر من ربع الكائنات البحرية المعروفة وأكثر من ٤٠٠٠ فصيلة مختلفة من السمك، ٧٠٠ فصيلة من المرجان وآلاف من النباتات .( )

مع العلم أن محاكاة طاقة البحر والأمواج قيد التطوير وتحاكي كيفية عمل الشعاب المرجانية وعشب البحر وتختبر شركة Bio Power الأسترالية نماذج أولية في تسمانيا بأستراليا في عام ٢٠٠٨، حيث تتأرجح مولدات الطاقة في موجات وتيارات المحيطات بدلاً من الدوران مثل التوربينات من خلال إستخدام محركات مغناطيسية دائمة، يتم تحويل التذبذب منخفض السرعة وعزم الدوران

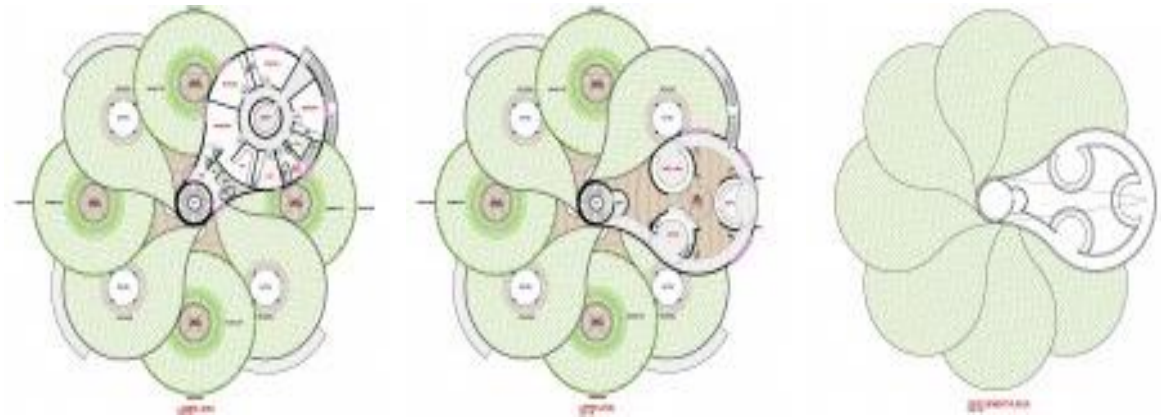
إلى دوران عالي السرعة بعزم دوران منخفض، ويتم تثبيته في قاع المحيط بإستخدام سلسلة من الأجهزة الصغيرة الشبيهة بالجذر لتجنب عمليات الحفر والتركيب الكبيرة والمعقدة، وتدور مولدات بحرية لتوجيه نفسها نحو التيارات وبنفس الطريقة يمكن أن تكون ثابتة في أحداث العواصف لتجنب الضرر Bio Power Systems 2008 كما توضح صورة (٢١)، وإن إيجاد طرق لأستبدال إستخدام الوقود الأحفوري بأشعة الشمس المتجددة ومصادر الطاقة المتجددة الأخرى، هو نهج للتخفيف من أسباب تغير المناخ الذي يؤدي إلى حل طويل الأمد ومع ذلك يجب تخصيص وقت وموارد كبيرين لتطوير هذه التكنولوجيا، بينما سيؤدي أستبدال إستخدام الوقود الأحفوري إلى منع حدوث بعض أنبعاثات ضارة وتوفر المحاكاة الحيوية أيضاً طرقاً لمعالجة فائض ثاني أكسيد الكربون الموجود بالفعل في الغلاف الجوي .

صورة رقم (٢١) صور توضح محاكاة طاقة البحر والأمواج وكيفية عمل الشعاب المرجانية وتختبر شركة BioPower الأسترالية نماذج أولية في تسمانيا بأستراليا ٢٠٠٨، حيث تتأرجح مولدات الطاقة في موجات وتيارات المحيطات بدلاً من الدوران مثل التوربينات من خلال إستخدام محركات مغناطيسية دائمة

(١-٣) مفهوم علم المحاكاة الحيوية وتعريف عمارة البايوميمكرى : (xxvi)

عمارة المحاكاة الحيوية ظهرت كأحد الإتجاهات الحديثة للفكر المعمارى الذى يهتم بالعلاقة بين المبنى وبيئتة سواء كانت طبيعية أو مصنوعة، فالمحاكاة تتطلب دراسة الكائنات الحية لتقليدها ضمن عدة مستويات وهى تقليد الشكل الذي يؤدي الوظيفة المطلوبة، وتقليد العمليّة الطبيعيّة وكيفيّة تشكّل ذاك التصميم، وتقليد الأنظمة البيئيّة الطبيعيّة وعلى سبيل المثال محاكاة نمو أحد النباتات وهو شجيرة صغيرة تدعى دراسينا ريفليكسا Dracena Reflexa صورة (٢٢)، حيث تتركز كثافة الأوراق فى مركز الزهرة وتنبسط عند الحواف الخارجية للورقة، بمحاكاة إتجاه النمو تم عمل ميكانزيم هيكل المبنى فى شكل (٧) عبارة عن وحدة سكنية متعددة الطوابق حيث يمثل الدرج الواصل بينهم نقطة المحور التى يبدأ عندها كل طابق .(xxvii)

صورة رقم (٢٢) صور توضح المحاكاة والإستلهام من زهرة "دراسينا ريفليكسا"



شكل رقم (٧) يوضح محاكاة نمو الزهرة وتطبيقها على هيكل المبنى في الأدوار المختلفة

(١-٣-١) عمارة البايوميمكرى Biomimicry Architecture

الكائنات العضوية تتفاعل مع البيئة بطرق ناجحة ومستديمة دون الإضرار بها سواء بالتلوث أو بالانقراض، والإتجاه إلى تقليد الطبيعة فى تصميم هياكل المبانى لتحسين كفاءتها، ويشمل ذلك محاكاة كل من الأشكال والأنظمة الطبيعية وتطبيقها على المبنى لتحقيق الإستدامة والتى تعتبر هدف مستقبلى لتطبيق النظم الإيكولوجية فى العمارة.( )

الكائنات العضوية الطبيعية تتكون من أنظمة بيولوجيه عالية الكفاءة تمكنها من التاقلم مع ظروف البيئة المحيطة من أجل التغلب على التحديات للتعايش والبقاء، ونحاول فى هذا البحث الأستفادة من توفر الدراسات البيولوجية للكائنات العضوية الطبيعية لإيجاد أفكار جديدة وذلك بإستخدام مفاهيم البايوميمكرى من حيث الشكل، التكوين، الخامة، والوظيفة، السلوك، ومن ثم إيجاد حلول جديدة فى التصميم الداخلى البيئى، إضافة إلى معرفة بعض الأساليب المختلفة لتاقلم الكائنات العضوية مع البيئة المحيطة وتحمل المخاطر

.

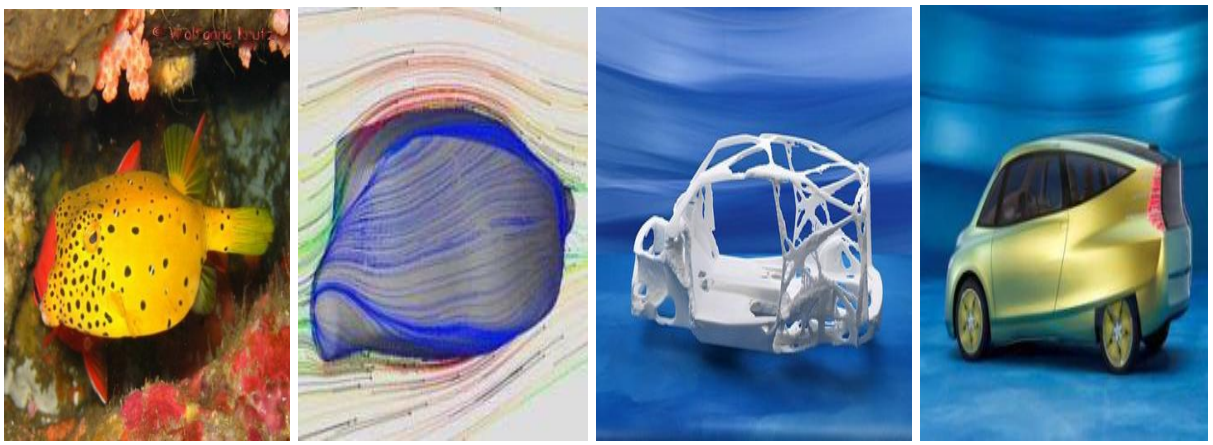
** تعريف عمارة البايوميمكرى Definition of Biomimicry Architecture

تسمى عمارة المحاكاة الحيوية التعبيرية المستلهمة من الكائنات العضوية فى الطبيعة، وهو المصطلح المستخدم لوصف الشكل والخامات والآلية والأنظمة التى يستلهمها المصمم من الأنظمة والتصاميم الطبيعية، وإستلهام الطبيعة بالبايوميمكرى ينشأ من كلمتين يونانيتين " Bios = السير = الحياة ، Mimesis = المحاكاة = تقليد "، تعمل محاكاة الطبيعة على مبدأ أنه في تاريخها الكبير، وجدت الطبيعة بالفعل حلولاً للعديد من المشكلات التي نحاول حلها .

يعتبر علم البايوميمكرى ومحاكاة وتقليد الطبيعة موضوع متعدد التخصصات يتضمن مجموعة واسعة من المجالات الأخرى مثل الهندسة المعمارية والإلكترونيات والأدوية والبيولوجيا والكيمياء، وبدء علم المحاكاة الحيوية التعبيرية على يد عالم الفيزياء الحيوية الأمريكي والموسوعي" Otto Schmitt ١٩١٣-١٩٩٨" الذى صاغ مصطلح المحاكاة الحيوية في عام ١٩٥٠، ووضع شميت البداية من خلال دراسة الأعصاب في الحبار، وأبتكر جهاز يكرر نظام إنتشار الأعصاب، وقامت Janine M. Benyus كاتبة أمريكية ومراقبة علمية فى مونتانا بأصدار كتاب "تقليد الطبيعة " إبتكار مستوحى من الطبيعة " في عام ١٩٩٧وتعطي نظرة ثاقبة حول مدى أهمية محاكاة الطبيعة في تشكيل المستقبل، وفي عام ١٩٩٨ شاركت في تأسيس نقابة محاكاة الطبيعة التي تساعد على إلهام وتمكين رابطة محاكاة الطبيعة بالمعرفة الإنسانية والأستفادة من البايوميمكرى . ( )

(١-٣-٢) مناهج محاكاة الطبيعة بالبايوميمكرى Approaches to Biomimicry

يتطلب هذا المنهج من المصممين تحديد المشكلات لمطابقتها مع الكائنات الحية التي حلت مشكلات مماثلة والتكوين الشكلى النهائى فى تصميم أى كائن عضوى طبيعى يتاثر بالضغط والإرتخاء الواقع عليه نتيجة الإستجابة للبيئة وخواص المادة المستخدمة، مثل تصميم سيارة مستلهم من السمكة أدى إلى أن تكون أكثر كفاءة في إستهلاك الوقود بسبب الجسم الديناميكي الهوائي الذي يحاكي Box Fish، وأكثر كفاءة في الخامات بسبب محاكاة أنماط نمو الأشجار فى تشكل الهيكل كما توضح صورة (٢٣) .



صورة رقم (٢٣) صور توضح سيارة مستلهمة من السمكة وهى أكثر كفاءة باستهلاك الوقود بسبب الجسم الديناميكي الهوائي الذي يحاكي BOX FISH

صورة رقم (٢٤) صور توضح تصنيع ملابس السباحة من خامات مستلهمة من المحاكاة الحيوية من جلد سمكة القرش مما يسهل عملية السباحة

زهرة اللوتس تنبت وتخرج نظيفة من مياة المستنقعات، ويمكن الإستلهام من ذلك لإنتاج خامات طلاء للمباني أن تكون ذاتية التنظيف، ويمكن أن تؤثر البيولوجيا على البشر بطرق خارج مشكلة التصميم المحددة مسبقاً وسيؤدي ذلك إلى تقنيات أو أنظمة أو نهج لم يتم التفكير فيه من قبل ومفيدة للتصميم الدخلى كما توضح صورة (٢٥).

صورة رقم (٢٥) صور توضح زهرة اللوتس تنبت وتخرج نظيفة من مياه المستنقعات، والأستلهام منها لإنتاج خامات طلاء للمباني أن تكون ذاتية التنظيف

** مبادىء محاكاة الطبيعة بالبايوميمكرى xxx() : Principles of Biomimicry

صفات التكوينات الشكلية فى الكائنات الطبيعية تختلف من كائن إلى أخر ولكن فى العموم تتصف بالقوة والمرونة والجمال وأستخدام أقل كمية من الخامة مع أقل وزن وأعطاء إتزان ضد القوى المختلفة، وأقل طاقة تكوينيها لكى تقاوم الظروف الخارجية الشديدة مثل تأثير الموج، الرياح، البراكين، والشمس، والسيول، وتتلخص مبادىء محاكاة الطبيعة بالبايوميمكرى فى الأتى : ( )

١- الكائنات العضوية الحية والطبيعة تكتسب طاقتها من بيئتها المحيطة وضوء الشمس وغرائزها الحيوية .

٢- الكائنات العضوية الحية والطبيعة تنظم إستهلاك وأستخدام الطاقة التي تحتاجها فقط للتعايش فقط .

٣- الكائنات العضوية الحية والطبيعة توافق وتناسب الشكل للوظيفة المطلوبة منها فى بيوتها وخلاياها .

٤- الكائنات العضوية الحية والطبيعة تعيد تدوير كل شيء بجسمها وبيئتها وأعادت أستخدمها مرة أخرى .

٥- الكائنات العضوية الحية والطبيعة تتعايش وتكافئ بالتعاون وتعيش فى قطيع ومجموعات وأسراب .

٦- الكائنات العضوية الحية والطبيعة تتطلب خبرة محلية بمكان بيئتها وتتنوع وتتوافق بأختلافها

٧- الكائنات العضوية الحية والطبيعة تحد من التجاوزات بالداخل فى أجسامها أو فى القطيع أو السرب .

٨- الكائنات العضوية الحية والطبيعة تستغل قوة الحدود وتعتمد على هيئاتها وشكلها للدفاع من الأخطار .

(١-٣-٣) إتجاهات التصميم بالمحاكاة الحيوية البايوميمكرى Trends to Adopt Biomimicry

**** تنقسم عملية التصميم بالبايوميمكري إلى إتجاهين**

١- الإتجاه الأول :

البيولوجى المؤثر على التصميم Biology Influencing Design وهذا يتطلب تحليل علمى متعمق للنظام البيولوجي وذلك بتعاون بين البيولوجيين والمصممين المعماريين والداخليين للأستفادة من البايوميمكرى .

٢- الإتجاه الثانى :

التصميم المتاثر بالبيولوجى Designs Looking to Biology وهو إبتكار تصميمات جديده مستلهمة من دراسة علم البيولوجي والصفات الشكلية والوظيفية للكائنات العضوية الطبيعية والنظام الإيكولوجى وذلك من أجل دراسة كيفية التغلب على نفس المشكلة التى يواجهها المصممون فى تصميماتهم وهذا لا يحتاج إلى التحليل العلمى المتعمق.

من خلال هذان الإتجاهان ، يكون التصميم بالبايوميمكرى بدلالة محاكاة ثلاث أبعاد ممكنة :

أ - **البعد الاول** : الشـــكل ، التكوين ، الخامة .

ب - **البعد الثانى** : الطريقة ، الأداء الوظيـــــفى .

جـ - **البعد الثالث** : تحقيق النظام الإيكولوجى البيئى، التصميمات التى تحاكى الشكل، التكوين، الخامة، ولكن التصميمات التى تحاكى الأداء الوظيفى قليلة، بينما من الصعب جداً إلى الأن أن نجد تصميمات تحاكى البعد الثالث وهو النظام الإيكولوجى البيئى بصورة مثالية من الناحية السلوكية .( ) i

وهذا البحث يتبع الإتجاة الثانى مع إستخدام الثلاث أبعاد حيث يوضح طريقة تصميم بايوميمكرى جديدة لمعالجة مشكلة المنشأت البيئية، حيث يقوم برفع كفاءة المنشأ فى مقاومة الأخطار وتعتمد عملية المحاكاة على دراسة عاملين أساسيين وهما " علاقة التكوين الشكلى بالأداء الوظيفى لبعض الكائنات الطبيعية وكذلك طرق التاقلم المختلفة مع أخطار البيئة المحيطة ذاتياً، ولبعض الكائنات الطبيعية التى تقدم حلول بيولوجية أمكن إستخدامها فى حل مشكلة البحث وذلك بإستخدام التصميم الداخلى والأثاث الإيكولوجى البيئى .( ) i

** أساسيات التصميم بالبايوميمكرى Basics of Biomimicry

التصميم البايوميمكرى هو محاكاة للكائنات الطبيعية لذلك فهو له نفس أساسيات الإستلهام من الطبيعة حيث تتصف الطبيعية بأن وقودها ضوء الشمس تستخدم فقط الطاقة المتجددة وتنوع المصادر المستخدمة لتحقق توائم بين الشكل والوظيفة ويمكن إعادة تدوير وتجديد كل شئ وتعتمد على المصادر والخبرة المحلية وتتلافى التجاوزات بداخلها.

** مفاهيم التصميم بالبايوميمكرى Concepts of Biomimicry

نمـــوذج Model : دراسة نماذج من الطبيعة ومحاكاة تصميماتها لإيجاد حلول تصميميـــة لحل مشاكل إنسانيـــة .

مقياس Measure : إستخدام قوانين وأساليب ومبادئ الطبيعة كمعيار للحكم على التصميم لتعديله والإرتقاء بـــــه .

موجـــــــــه Mentor : طريقة جديدة لمحاكاة الطبيعة قائمة على ما نتعلمه منها وليس فقط على ما نستخرجه منها .

** منـــافع التصميم بالبايوميمكرى Benefits of Biomimicry

الهدف منه تكوين تصميمات أكثر أستدامة ذات أداء جيد، توفير الطاقة، الحد من التلوث، التقليل والترشيد فى الخامات، تقليل الوزن والتكلفة، تصميمات جديدة .( )

** مستويات التصميم بالبايوميمكرى Levels of Biomimicry

١- **تصميم مثـــــــــــالى :** هو الأقرب فى محاكاة تصميم الطبيعة وله تأثير إيجابى فى حل مشكلة التصميم الإنساني للوصول إلى النتائج المطلوبة ويسمى " مستوى الكائن الحي Organism Level ".

٢- **تصميم جوهـرى :** يحاكى تصميم الطبيعة ولكن ليس بالقدر الكافي لترك التاثير الإيجابى فى حل المشكلة التصميمية وبالتالى عدم الوصول لكل النتائج المطلوبة ويسمى " مستوى السلوك Behaviour Level ".

٣- **تصميم ضعيف :** يحاكى تصميم الطبيعة ولكن تأثيره ضعيف فى حل مشكلة التصميم الانساني مع عدم الوصول للنتائج المطلوبة ويسمى " مستوى النظام البيئي Ecosystem Level ".

(١-٣-٤) تكوين شكل المنحنى للتصميم البايوميمكرى Curvature Structure form Biomimicry

أهم صفات التكوين المنحنى المستخدم من الله سبحانه وتعالى بهيئة أجسام الكائنات العضوية الطبيعية يجعل لديها القدرة على التحمل وأمتصاص وتشتيت القوى الكبيرة التى تتعرض لها فى إتجاهات متعددة كما فى الكائنات الطائرة ذات التكوينات الشكلية المنحنية حيث تحصل على أقصى قوى مقاومة للضغوط البيئية أثناء الطيران بأقل تكلفة لطاقة الحركة، وتتعرض الكائنات العضوية الطبيعية لضغوط داخلية وخارجية مختلفة لذلك تحتاج لوجود الإنحناءات فى التكوينات الشكلية لأجسامهم بغرض مقاومة الأحمال الكبيرة وقوى التوتر الشديدة الساقطة عليها بإستخدام أقل كمية من الجهد والخامة مما يعمل على تخفيض التكلفة، وتقليل الوزن وسهولة فى التعامل مع عدم سهولة الكسر مثال ذلك الشكل التكوينى للعظام فى جسم الانسان، والتكوين الشكلى لفروع وأوراق الأشجار، والتكوين الشكلى للطيور والحشرات الطائرة، والتكوين الشكلى للمحار والقواقع كما توضح صورة (٢٦)، ووجود نظام الدوائر المتلاصقة والفراغ بينها على هيئة مثلثات صغيرة مقعرة وهى الأساس الدقيق فى التكوين الإنشائى لكل الهيئات المنحنية مثل العظام وغيرها.

صورة رقم (٢٦) صور توضح الخطوط المنحنية للشكل التكوينى للعظام فى جسم الانسان والتكوين الشكلى للمحار والقواقع بغرض مقاومة الأحمال الكبيرة

(١-٣-٥) خطوات التصميم بالمحاكاة الحيوية البايوميمكرى xxxv() : Steps to Adopt Biomimicry

١- **أسأل من منظور الطبيعة وأبحث عن أبطال فيها لمحاكاتهم فى حل المشكلات والتحديات،** والبحث عن كائن طبيعى أو أكثر نستطيع من خلاله إيجاد أفكار وحلول للمشكلة التصميمية الإنسانية للحيز الفراغى الداخلى.

٢- **تقييم التصميم مقابل مبادئ الحياة،** ودراسة التكوين الشكلى للكائن الطبيعى المختار لمعرفة الطريقة التى يستخدمها لأداء وظيفته مع التفكير بطريقة للأستفادة من دور الكائن الطبيعى لإيجاد حل لمشكلتنا التصميمية.

٣- **البحث عن الأنماط والعمليات المتكررة داخل الطبيعة التي تحقق النجاح للتصميم،** وإيجاد تصميم يستمد أفكاره المناسبة من التكوين الشكلى والطريقة المستخدمة لدى الكائن الطبيعى للوصول لحل مشكلتنا التصميمية.

٤- **تطوير الأفكار والحلول على أساس النموذج الطبيعي،** نحدد الدراسة الأولية للتصميم المطلوب ثم نقوم بالدراسة المتعمقة للكائن الطبيعي المختار لتحتوى الأكثر من التفاصيل الخاصة بالتكوينات الشكلية الموصلة للأداء الوظيفى المطلوب وذلك بإستخدام أقل مادة من البيئة المحلية وأقل طاقة طبيعية للوصول إلى أقل تلوث.

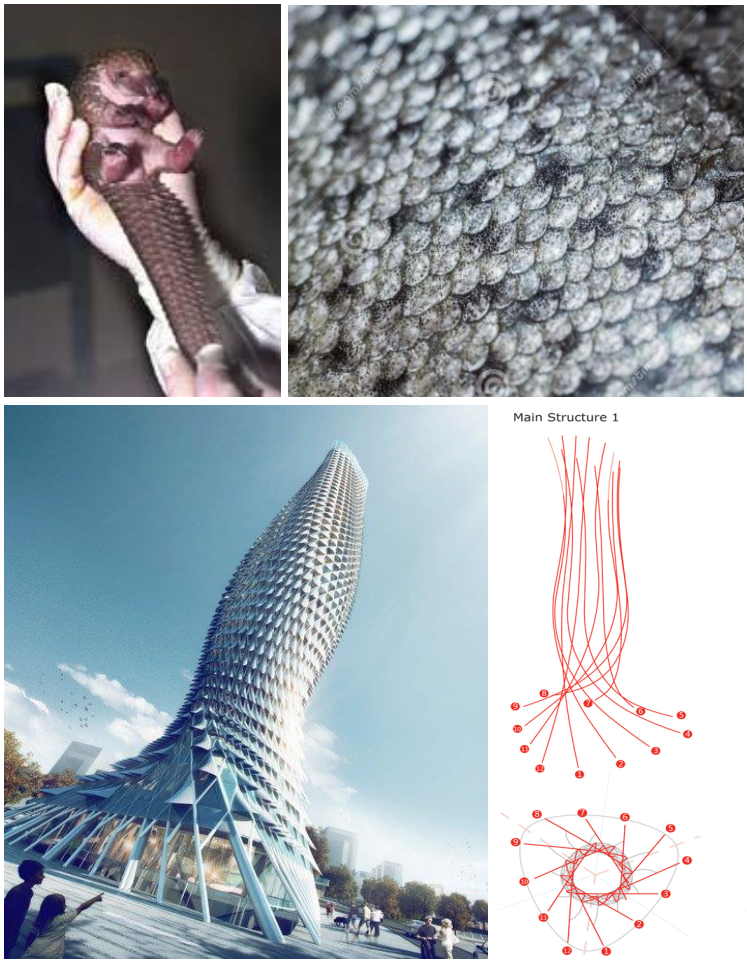
٥- **تطوير موجز تصميم للإحتياجات البشرية،** وعملية التقييم لطريقة التصميم تعتمد بدرجة التقارب بين التصميم البايوميمكرى الإنسانى والتصميم الطبيعى والتى تعتمد على درجة النجاح فى تحقيق العاملان" علاقة التكوين الشكلى والهيكلى بالأداء الوظيفى،

إسلوب التاقلم مع البيئة المحيطة للحصول على تصميم يستخدم القليل من الخامة والطاقة والتكلفة والتلوث"، ويوضح شكل (٨) حلزونى خطوات التصميم البايوميمكرى.

شكل رقم (٨) يوضح دياجرام (٢) يوضح حلزون خطوات التصميم بالمحاكاة الحيوية البايوميمكرى

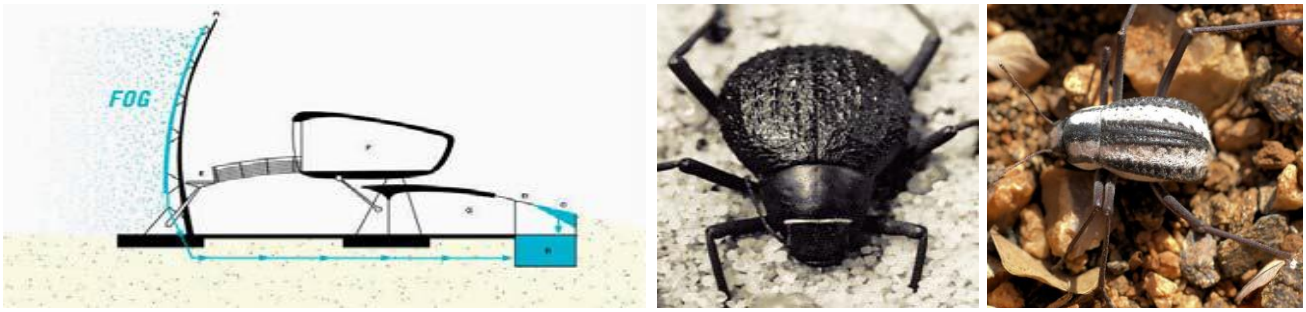
(١-٣-٦) أمثلة تحليلية للتصميم بالبايوميمكرى Examples of Biomimicry : ()xxxvi

هناك نموذج للمحاكاة الطبيعية البايوميمكرى من البنجول هو تصميم لبرج المراقبة الجديد بمدينة تشوهاى جنوب الصين، قد تم تصميم برج المراقبة دومين صورة (٢٧) عند تقاطع نهريين فى تشوهاى، لمحاكاة حركة المياة والحياة المائية فى المدينة الساحلية أيضاً، والتى تعرف أحياناً بأسم الريفييرا الصينية، وقال مصمم المشروع زينيوان يانج " إن حركة المياة والأسماك وجلد البنجول يمكن أعتبارها أصلاً للفكرة الأولية"، وأضاف إن بادرة القفز على الأسماك يجب أن ترمز إلى الأزدهار والتحول السريع للمدينة، وقام كذلك بإضافة ١٤٠٠ لوحة مثنية مصنوعة من الألمنيوم المثقب لتغطية الهيكل الخارجى للمبنى حيث تحاكى شكل جلد البنجول والقشور في حين تعمل على تظليل الفراغات الداخلية للمبنى، ويقسم الهيكل بشكل طبيعي إلى ثلاثة أقسام وهي عبارة عن محلات ومطاعم سكنية على مستوى الأرض، وقسم متوسط يحتوي على مرافق ترفيهية، وطابق للمراقبة في الطابق العلوي يوفر إطلالة ٣٦٠، وأستخدم نظام النمذجة البارامترية لتطوير الشكل مروراً بعدة مراحل، والتي تتكون من أثني عشر منحنيات ثنائية الأبعاد وهيكل المبنى يرتكز على قاعدة وله محور رئيسى محاط بنقاط الأرتكاز التى تبدأ عند المنحنيات فى التتابع لتصل إلى الشكل النهائى للهيكل مكونة جسم سمكة مغطاة بالقشور وهنا تظهر عمارة البايوميمكرى .( )



صورة رقم (٢٧) صور توضح نموذج العمارة البايوميمكرية برج المراقبة دومين،الصين ومحاكاته لقشور الأسماك وجلد البنجول ومراحل تصميم هيكل المبنى

صورة رقم (٢٨) صور توضح بعض تصميمات الأثاث البايوميمكرية ذات تكوينات شكلية قائمة على الوصلات المتقاطعة والمتوازية والخطوط المنحنية الحرة



صورة رقم (٢٩) توضح بعض التصميمات البايوميمكرية ذات تكوينات حركية لمبنى مركز ماثيو باركس الهيدرولوكي لجامعة ناميبيا وخنفساء ستينوكارا

صورة رقم (٣٠)صور توضح ملعب بكين الوطني بالصين ٢٠٠٨ للمعماريين هرتسوج ودي ميرون ويطلق عليه أسم عش الطائر كنموذج للتصميمات البايوميمكرية ذات تكوينات الخزانات، الخزان عبارة عن مساحة فارغة يحيطها غلاف خارجي ويوفر الحماية الحرارية والميكانيكية لما داخله وهذا البناء شائع بالطبيعة"فخاخ العنكبوت وعشوش الطيور والحيوانات وبعض الحشرات "وتبني العشوش للحفاظ على بيضها وصغارها وتقوم ببناء العش من المواد العضوية الموجودة في بيئة العش مثل فروع الأشجار، الأغصان، الأعشاب والطين المتشابكة ببعضها البعض ويسمح بالتهوية الطبيعية والتظليل ويقدم بيئة دافئة وآمنة

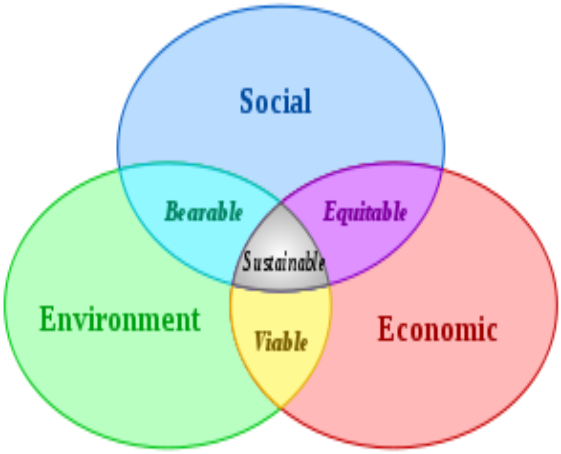
صورة رقم (٣١)صور توضح مبنى جناح حساس للتغيرات الجوية أورليانس، فرنسا ٢٠١٣ للمعماريين الأخوة مجينس، أوليفر ديفيد كريج، ستيفين رايشرت، كنموذج للتصميمات البايوميمكرية ذات تكوينات عدم التماثل مستلهمة من خراشف مخروط الصنوبر مبنية من طبقتين مختلفتين عن بعضهما البعض ، باستطاعة الخلايا إمتصاص السوائل والطبقة الخارجية بإستطاعتها إمتصاص كميات كبيرة من السوائل، وتتضخم بظروف رطوبة عالية جدًا وتنتج ضغطًا على الطبقة الداخلية التى تنغلق ، وفي الظروف الجافة تحدث العملية العكسية تتقلص الخلايا في الطبقة الخارجية وتجذب الطبقة الداخلية، ويفتح مخروط الصنوبر ، وهكذا يعمل في الصنوبر" المحرك الهيدروليكي "دون إستخدام أيّ وسيلة ميكانيكية أو إلكترونية

صورة رقم (٣٢) صور توضح مبنى مركز الزوار بالمتنزه القومي تسيون يوتا، الولايات المتحدة للمعماري جيمس كروكيت، كنموذج للتصميمات البايوميمكرية ذات تكوينات أنابيب التهوية والتنظيم مستلهمة من أعشاش النمل الأبيض المبنية من منظومة من القنوات وأنابيب الهواءالّتي تسمح بتبادل الغازات مع البيئة وعندما تكون القنوات مفتوحة يرتفع الهواء الساخن الى الأعلى ويخرج الى الخارج من خلال عملية"حمل الحرارة"، ويحل مكانه الهواء البارد وفي هذه الطريقة يتم الحفاظ على درجة الحرارة ثابتة والتخطيط السليم يسمح بإستخدام مبدأ" الحمل الحراري "حتى في المباني من أجل الحفاظ على درجة حرارة ثابتة، دون إستخدام جهاز لتكييف الهواء أو الوسائل التكنولوجية

صورة رقم (٣٣) صور توضح برج ايفل باريس، فرنسا ١٨٨٩ للمعماري جوستاف ايفل نموذج للتصميمات البايوميمكرية ذات تكوينات طبقات متشابكة وبينها فراغات هوائية والضغوطات العامودية والأفقية يتم إمتصاصها في الطبقات المتشابكة حيث نحصل على مبنى قوي وخفيف الوزن مستلهم لطبقات العظم

(١-٤) مقومات ومستويات وأنواع البايوميمكرى من خلال الأستدامة

ظهر مؤخراً وبسبب التطور الكبير والمستمر فى العمارة والتصميم الداخلى والأثاث، ما يسمى بالمنشأ المتنقل Mobile Building والمنشأ الذكى Smart Building والمنشأ المستجيب Responsive Building والمتكيف مع البيئة Adaptive Building والتصميم القابل للتحول Transformable Design والقابل للحركة Kinetic design والقابل للإنتشار Deployable design، وقد ظهر فى السنوات الأخيرة ما يحمل كل هذة الأنوع تحت مفهوم جديد للتصميم يسمى تصميم البايوميمكرى Biomimicry Design(xxxviii) والذى جميعاً مصطلحات تشير إلي منشأ محاكى للطبيعة، ويختلف كل مصطلح على حسب طبيعة هيكل البناء والتكنولوجيا المستخدمة فى التنفيذ، ويمكن منح المصممين بعداً أخراً فى التصميم فقد أصبح التصميم حياً قادر على التحول من هيئة إلى هيئة ومن وظيفة لأخرى بكل بساطة وتحقيق الكفاءة الوظيفية بها مروراً بكل أنواع المنشأت التى تؤدى إلى المحاكاة الحيوية نتيجة محاكاة شكل أو سلوك أو هيئة أو حركة أو إستجابة أو تكيف مع الكائن الحى والطبيعة والبيئة وصولاً للأستدامة شكل (٩).



شكل رقم (٩) يوضح مقومات التنمية المستدامة وهي التنمية التي تلبي أحتياجات الحاضر

وتقول جانين م.بينيوس في كتابها "البايوميمكري والإبتكار المستوحاة من الطبيعة المستدامة ٢٠٠٢" بإستخدام محاكاة النظم الطبيعية كنماذج يمكننا خلق تكنولوجيات أكثر أستدامة من تلك التي قيد الإستخدام حالياً

ويتسارع العلماء الذين تبنوا هذا، وينتشر سريعاً فكرة دراستهم بإستخدام تصاميم لا تضاهي ولا تشوبه شائبة في محاكاة الطبيعة، وتمثل هذه التصاميم نماذج للبحوث التكنولوجية، لأنها توفر أقصى قدر من الإنتاجية لكمية أقل من الطاقة والخامات، وهي صديقة للبيئة وهادئة وصامتة وجمالية وجذابة ومقاومة وطويلة العمر، ووصفة البايوميمكري كإتجاة تصميمى هام .

(١-٤-١) مقومات التصميم البايوميمكرى فى إطار مستدام

١- **تحليـــــل الموقـــع والمنـــــاخ** : تحليل الموقع والتوجيه والتعرض للشمس والمناخ والعوامل الطبوغرافية والقيود المحلية والموارد الطبيعية والبيئة، كما توضح صورة (٣٤).

٢- **الأنظمة الهيكليـــــــة المرنـــة :** فحص الخصائص الهيكلية" الدائمة، المؤقتة"، والنمو والتكامل مع مكونات المبنى .

٣- **مواد البناء القابـــــلـــة للتجدد :** تحليل كفاءة الخامات من حيث الحجم، التوحيد القياسي، الملائمة الهيكلية، التعقيد، التكلفة، العمالة المتضمنة، طريقة النمو، الطاقة المتجددة والمحتوى المعاد تدويره وإعادة إستخدامه .

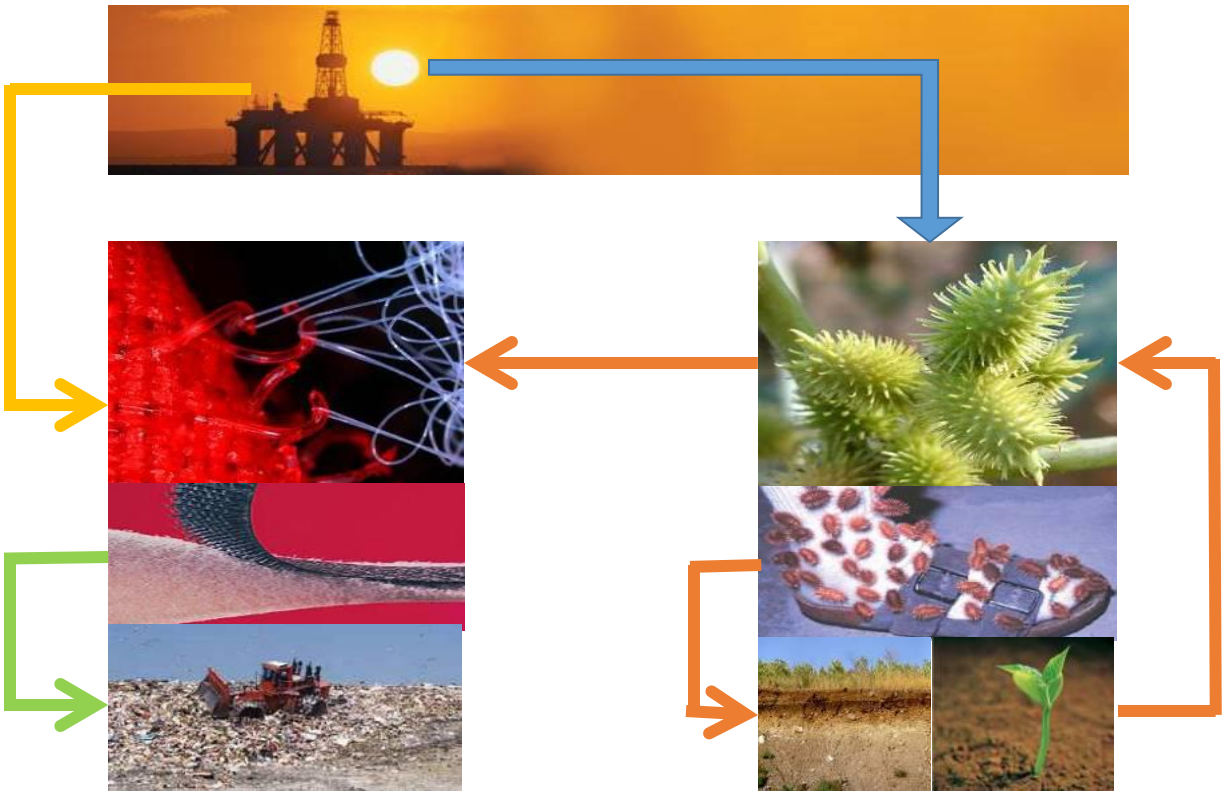
٤- **الإنشاء والأنظمة الخارجية :** التحكم في تدفقات الطاقة التي تدخل أو تخرج فى وحدة تخزين مغلقة، بما في ذلك النظر في الإتجاه، والتغيرات الموسمية، والبيئة المحيطة، والوظيفة، والتصنيف .

٥- **أنظمة البناء النموذجية والجديدة:** طرق البناء والتجميع لتسهيل الإستبدال والإصلاح الصيانة والعمر الأفتراضى

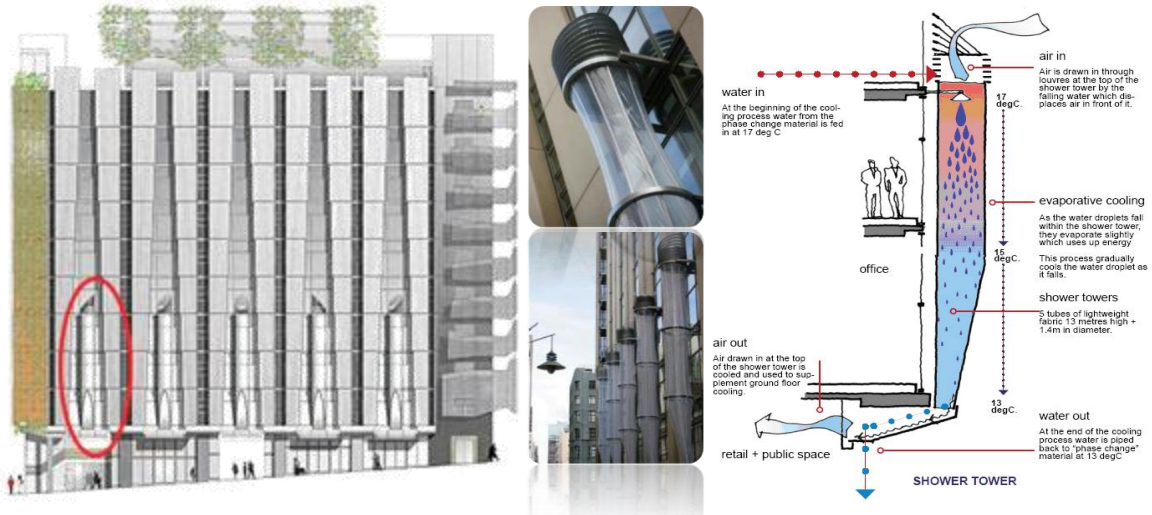
٦- **أنظمة الطاقة المتجددة وغير التقليدية** : دمج مصادر الطاقة التي لا تقلل أو تستنفد منشئها .

٧- **أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء المبتكرة** : تنفيذ أستراتيجيات لتوفير قياس الرطوبة والراحة الحرارية في جودة الهواء، وأستغلال التقنيات المنظمة ميكانيكياً، أو الهجين، أو بشكل مفضل .

٨- **أنظمة جمع المياة وتخزينها :** إبتكار أساليب وطرق ونظم وأستراتيجيات لجمع المياة وتخزينها وتوزيعها وإستخدامها وإعادة تدويرها وإعادة إستخدامها مرة أخرى، كما يوضح شكل (١٠) .



صورة رقم (٣٤) توضح صور مقومات التصميم البايوميمكرى فى إطار مستدام وتحليل الموقع والمناخ وأستخدام الطاقة الشمسية المتجددة



شكل رقم (١٠) يوضح أنظمة جمع المياة وتخزينها وأبتكار أساليب وطرق ونظم وأستراتيجيات تصميمية لجمع المياة وتخزينها وإعادة تدويرها واستخدامها

(١-٤-٢) مستويات التصميم البايوميمكرى فى إطار مستدام

يعتبر التصميم بالبايوميمكرى مستوحى من الطبيعة وليس تقليد أعمى بل مصدر إستلهام لتحويل مبادئ الطبيعة في التصميم الناجح لمحاكاة الأستماع، والأنغماس في الطبيعة، وتقدم محاكاة الطبيعة نفسها كأساس لمنهجية بحث جديدة بدلاً من مجرد سطحية ويجب التعامل مع المحاكاة الحيوية بترتيب فكري متعدد التخصصات من أجل فهم مبادئ الطبيعة لتحقيق حل تصميمي متكامل ومستدام لمشكلة التصميم والنظر في الطرق التي تحل بها الكائنات الحية أو الأنظمة البيئية الأخرى مشاكلها، والتي يطلق عليها التصميم لبحث في علم الأحياء أو تحديد خاصية أو سلوك أو وظيفة معينة للكائن الحي أو النظام البيئي وترجمة ذلك لتصميمات معمارية ويشار لها بالتصميم Biomimicry .

وهناك سؤال هام من وجهة نظر المصممين ماكدونو وبرونجارت Mcdonough and Braungart ١٩٩٨ لماذا لا يمكنني تصميم مبنى كالشجرة ؟ مبنى يصنع الأكسجين، ويثبت النيتروجين، ويحتجز الكربون، ويقطر الماء، يبني التربة، ويجمع الطاقة الشمسية كوقود، ويخلق مناخات محلية، ويغير الألوان مع الفصول، ويتكرر ذاتياً ؟ وهذا هو إستخدام الطبيعة كنموذج وموجه وليس كمصدر إستلهام شكلى فقط .xxxix()

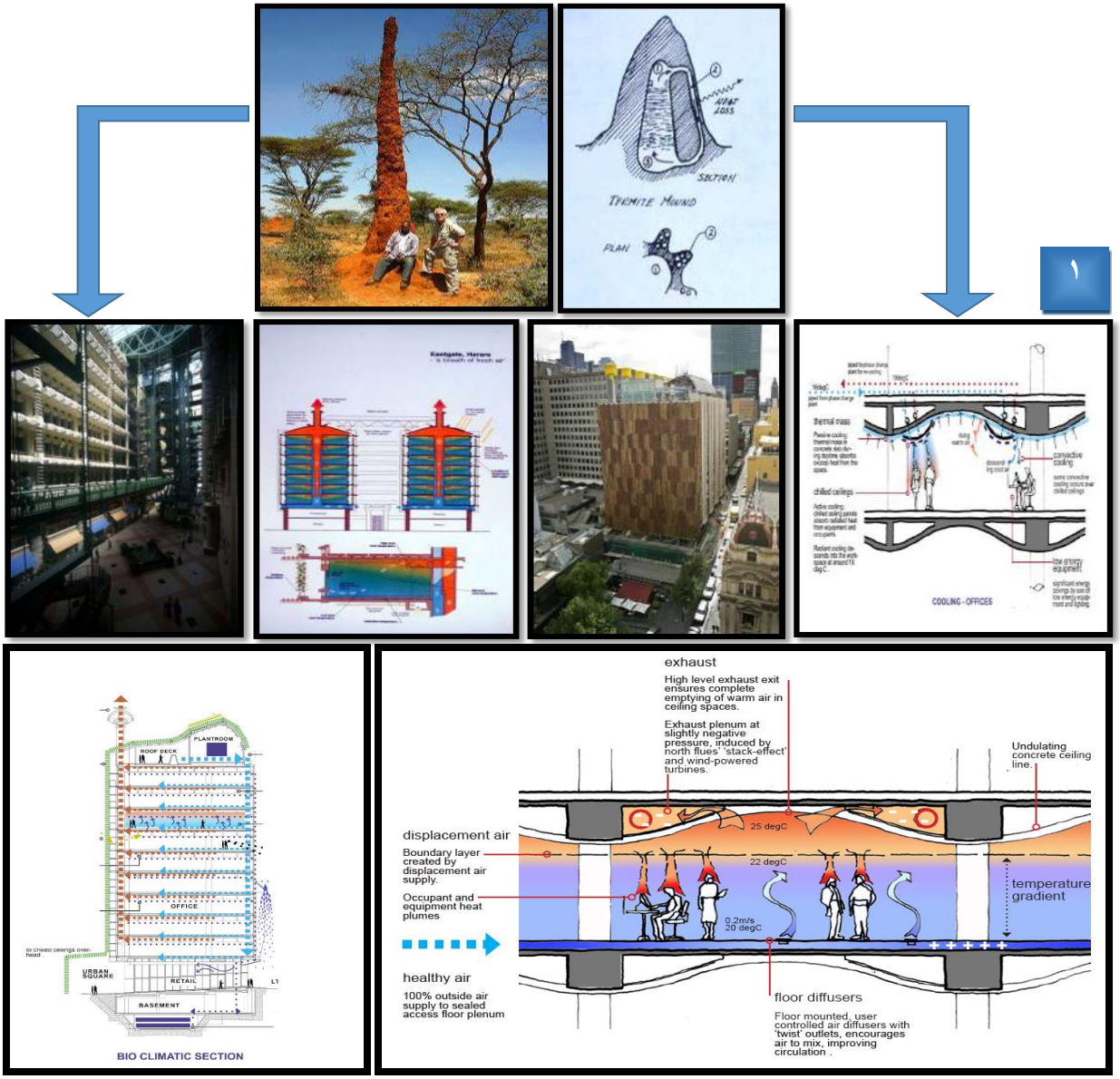
عادة ما تنقسم مناهج المحاكاة الحيوية كعملية تصميم إلى فئتين تحديد حاجة الإنسان أو تصميم يتطلع إلى علم الكائنات الحية، وبحث المصممين لتحديد المشكلات ثم يقوم علماء الأحياء بمطابقة هذه المنشأت مع الكائنات الحية التي حلت مشكلات مماثلة ويحددون الأهداف والمعايير الأولية للتصميم، والآثار المحتملة للتصميم المعماري حيث يتم مطابقة نظائرها البيولوجية مع المصمم لتحديد مشاكل التصميم وهو أن النهج الأساسي لحل مشكلة معينة ومسألة لم يتم فحص كيفية إرتباط المباني ببعضها البعض والنظم البيئية التي تشكل الجزء الأساسي منها، لذلك لا يتم بالضرورة معالجة أسباب البيئة المبنية غير المستدامة أو حتى المتدهورة، والمصممون قادرون على البحث عن حلول المحاكاة الحيوية المحتملة دون فهم علمي متعمق أو حتى بالتعاون مع عالم أحياء أو عالم بيئة، إذا كانوا قادرين على مراقبة الكائنات الحية أو النظم البيئية أو كانوا كذلك قادرون للوصول إلى البحوث البيولوجية المتاحة، مع الفهم العلمي المحدد لذلك، ومحاكاة بعض الجوانب الميكانيكية للكائنات الحية ولكن من الصعب تقليدها مثل العمليات الكيميائية دون تعاون علمي، وعلى الرغم من هذه العيوب قد يكون هذا النهج وسيلة لبدء نقل المنشأت من نموذج غير مستدام إلى تصميم مستدام، مما يؤدى إلى تصميمات وتقنيات وأنظمة غير مسبوقة أو حتى مناهج لإمكانية حدوث تحولات حقيقية في طريقة التصميم وما يتم التركيز عليه كحل لمشكلة موجودة مع مثل هذا النهج لتصميم المحاكاة الحيوية .

لذلك يجب أن يكون علماء الأحياء والبيئة قادرين بالتعرف على إمكانات أبحاثهم في إنشاء تطبيقات جديدة، وهناك ثلاثة مستويات من المحاكاة الحيوية التي يمكن تطبيقها على مشكلة التصميم هي عادةً ما يتم تقديمها كشكل وسلوك وهيئة ونظام بيئي وعند دراسة الكائن الحي أو النظام البيئي والشكل والسلوك هو ما يمكن دراسته للبحث عن جوانب محددة لمحاكاتها، ولفهم تطبيق المحاكاة الحيوية وهذه المستويات المختلفة وكذلك محاولات لتوضيح إمكاناتها كأداة لزيادة التطوير والأستدامة للمنشأت، ومن خلال تحديد مستويات وأنواع المحاكاة الحيوية التي تطورت ويسمح للمصممين الذين يرغبون فى إستخدامها كمنهجية لتحسين أستدامة المنشأت البيئية كما يوضح جدول (٢).

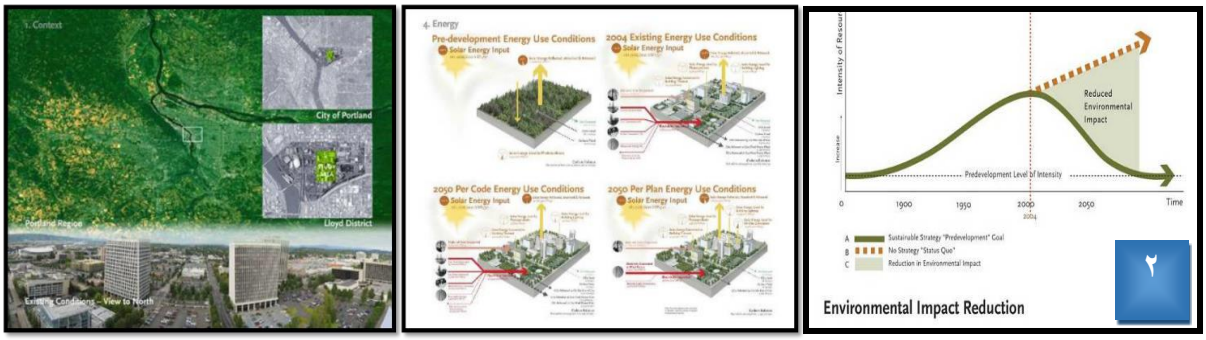
	مستوى المحاكاة الحيوية	مستويات التحليل	أمثلة التصميمات للطبيعة بالمحاكاة الحيوية " البايوميمكرى "
١	مستوى الكائن الحي بالمحاكاة الحيوية البايوميمكرى Organism level	الهيئة form	المبنى يشبه النمل الأبيض
		الخامة material	التكسية الخارجية للمبنى بخامات تحاكى غطاء النمل الأبيض ، المواد التي تحاكي الهيكل الخارجي للنمل الأبيض " الجلد على سبيل المثال "
		الإنشاء construction	تم بناء المبنى بطرية النمو أى بنفس طريقة النمل الأبيض ، يمر عبر مختلف دورات النمو والتطور
		العمليات process	يعمل المبنى بنفس الطريقة التي يعمل بها النمل الأبيض ، وينتج الهيدروجين بكفاءة من خلال الجينوميات الفوقية أعلى المنشأ
		الوظيفة function	يعمل المبنى مثل النمل الأبيض في سياق أكبر ، ويعيد تدوير السليلوز والنفايات ويخلق التربة والمساحات الخضراء على مساحات متفرقة من المنشأ
٢	مستوى السلوك بالمحاكاة الحيوية البايوميمكرى Behaviour level	الهيئة form	يبدو المبنى وكأنه شُيِّد بواسطة نمل أبيض، نسخة محاكاة من تل النمل الأبيض
		الخامة material	يتكون المبنى من نفس الخامات التي يبني بها النمل الأبيض مستعمراتة باستخدام التربة الدقيقة والناعمة كمادة أولية على سبيل المثال
		الإنشاء construction	تم بناء المبنى بنفس الطريقة التي يتراكم فيها النمل الأبيض ، وتتراكم على سبيل المثال الأرض مستعمرات النمل في أماكن معينة وفي أوقات معينة
		العمليات process	يعمل المبنى بنفس الطريقة التي يعمل بها النمل بحذر فى التوجه والشكل وإختيار المواد والتهوية الطبيعية أو يحاكي كيفية عمل النمل الأبيض معًا
		الوظيفة function	يعمل المبنى بنفس الطريقة التي يعمل بها النمل الأبيض ويتم تنظيم الظروف الداخلية لتكون مثالية ومستقرة حرارياً وقد تعمل أيضاً بنفس الطريقة التي تعمل بها كومة النمل الأبيض ولكن في سياق أكبر
	مستوى النظام البيئى بالمحاكاة الحيوية البايوميمكرى	الهيئة form	يبدو المبنى وكأنه نظام بيئي " يعيش النمل الأبيض فيه "
		الخامة material	المبنى مبنى من نفس نوع الخامات التي فى النظام البيئي للنمل الأبيض محاكياً البيئة الطبيعية الترابية والماء كوسيط كيميائي أساسي على سبيل المثال

٣	Ecosystem level ٢	الإنشاء construction	يتم تجميع المبنى بنفس طريقة تجميع النظام البيئي للنمل الأبيض ويتم إستخدام مبادئ الأستدامة وزيادة النمو والتطور بمرور الوقت
		العمليات process	يعمل المبنى بنفس طريقة عمل النظام البيئي النمل الأبيض ويلتقط ويحول الطاقة المتجددة من الشمس ، ويخزن الماء على سبيل المثال
		الوظيفة function	المبنى قادر على العمل بنفس الطريقة التي يعمل بها النظام البيئي للنمل الأبيض ومن شأنه أن يشكل جزءًا من نظام معقد من خلال الأستفادة من العلاقات بين العمليات أنها قادرة على المشاركة في الهيدرولوجية والكربون ، ودورات النيتروجين وما إلى ذلك بطريقة مماثلة لنظام بيئي على سبيل المثال.

جدول رقم (٢) يوضح مستوى المحاكاة الحيوية ومستويات التحليل وأمثلة التصميمات المحاكاية للطبيعة بالمحاكاة الحيوية " البايوميمكرى "



شكل رقم (١١) يوضح عمل المبنى بنفس الطريقة التي يعمل بها كومة النمل الأبيض بحذر فى التوجه والشكل وإختيار المواد والتهوية الطبيعية



شكل رقم (١٢) يوضح أن المبنى قادر على العمل بنفس الطريقة التي يعمل بها النظام البيئي للنمل الأبيض وأنظمة جمع المياة وتخزينها وأبتكار أساليب وطرق ونظم وأستراتيجيات تصميمية لجمع المياة وتخزينها وإعادة تدويرها واستخدامها وقادرة على المشاركة في الهيدرولوجية والكربون والنيتروجين

ومن خـلال دراسة مستويات المحاكاة الحيوية، هناك ثلاثة مستويات من المحاكاة الحيوية بالبايوميمـكرى هى "مستوى تشابه الكائن الحي، مستوى السلوك للكائن الحى، مستوى النظام البيئي "، يشير مستوى الكائن الحي إلى كائن معين مثل نبات أو حيوان وقد تنطوي على محاكاة جزء من الكائن الحي أو كله، والمستوى الثاني يشير إلى تقليد السلوك ويشمل ترجمة جانب من سلوك الكائن الحي أو بـسياق أكبر، والمستوى الثالث هو محاكاة النظم البيئية بأكملها والمبادئ المشتركة التي تسمح للعمل التصميمى بالنجاح، داخل كل من هذه المستويات توجد خمسة أبعاد أخرى ممكنة للمحاكاة ، قد يكون التصميم المحاكي الحيوي على سبيل المثال من حيث شكله وما هو مصنوع من " المادة"، وكيف يكون صنع " البناء"، وكيف يعمل " العملية"، أو ما هو قادر على القيام به"الوظيفة"، والأختلافات بين كل منهما كما يوضح الجدول السابق محاكاة النمل الأبيض أو النظام البيئي الذي يعتبر النمل الأبيض جزءاً منه .( )

(١-٤-٣) أنواع التصميم البايوميمكرى فى إطار مستدام

١- **منشأ مستوحى من النباتات" الزهرة ":** الإكتفاء الذاتي، كفاءة الطاقة، إعادة التدوير، جذابة من الناحية الجمالية، صيانة منخفضة وطبيعية .

٢- **منشأ مستوحى من الكائنـــــات الحيـــــة** : مقاومة الضغوط المفروضة، الأستقرار الهيكلي، الأعتماد على أشعة الشمس، تنظيم درجة الحرارة الداخلية " الراحة الحرارية "، جماليات، الصوتيات .

٣- المنشأت المستوحاة من الأشكال الطبيعية : توجيه فعال للرياح، زيادة قدرة الكتلة الحرارية، شكل ديناميكي، الصوتيات، كفاءة الطاقة الموجودة .( )

** يوضح الجدول التالى (٣) سمات النظام البيئى الهامة جداً للبايوميمكرى، وكيفية الزيادة من التصميم المستدام، وإقتصايات الطبيعة والأختلافات بين الأنظمة والأنواع السابقة والمستدامة :

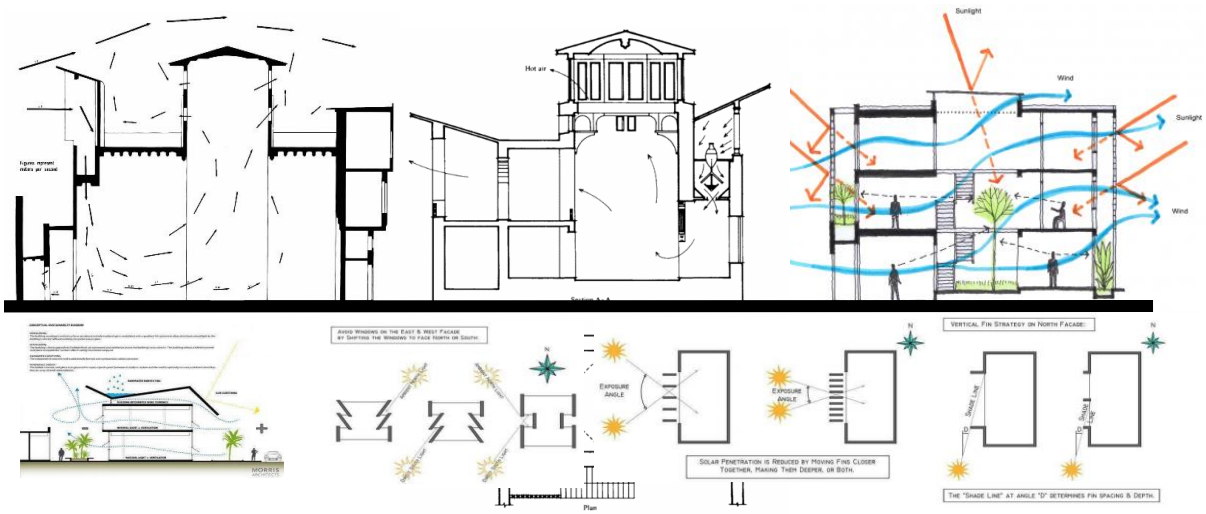
	سمات النظام البيئي Ecosystem Attributes		مراحل التطور Developing Stages	مراحل النضج Mature Stages
١	سلسلة غذائية	Food Chain	خطي	تدريجى
٢	أختلاف الأنواع	Species Diversity	قليل	عالى
٣	مقاس الجسم	Body Size	صغير	كبير
٤	دورات الحياة	Life Cycles	قصير وبسيط	طويل ومعقد

٥	التكافل الداخلى والنوعى والعلاقات التعاونيـــة فى المستعمرات	غير متطور	متطور
٦	دورات حفظ الغذاء Nutrient Conservation	فقير	جيد
٧	معدل تبادل العناصر الغذائية بين الكائنات الحية وبعضها والبيئة	سريع	بطىء
٨	دور المادة العضوية الميتة والتجدد organic regeneration	غير هام	هام
٩	الأستقرار البيئى Stability	فقير	جيد

جدول رقم (٣) يوضح سمات النظام البيئى ومراحل التطور ومراحل النضج بالمحاكاة الحيوية " البايوميمكرى "

(١-٤-٤) الإستفادة من البايوميمكري فى أنظمة التدفئة والتهوية في التصميم الداخلي للمباني البيئية

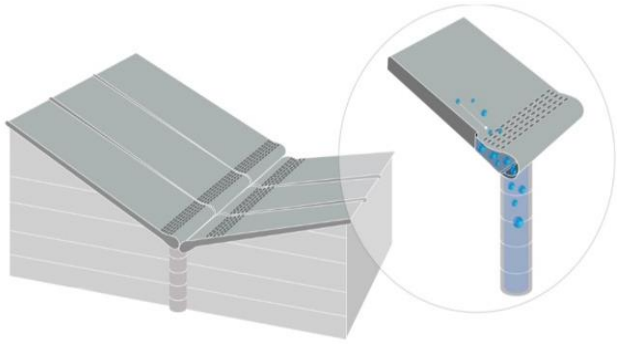
بالدراسة التحليلية للتدفئة وللتهوية المستلهمة عن الطبيعة والبايوميمكرى، أبراج التهوية تعتبر من الأساليب المعمارية المستخدمة في المبانى البيئية وهي أبراج ذات قطاع مربع يرتفع من سطح المبني وتحيط به جوانبه الأربعة عقود وينقسم من الداخل إلي أربعة أقسام تمثل أربعة أبار داخلية رأسية للتهوية، أما الملاقف الهوائية الحائطية والتي تتميز بها العمارة الإفريقية فهي عبارة عن إزدواج في الحوائط الخارجية مما يسمح بمرور الهواء من أعلي وبإنضغاطة تقل كثافته فيبرد الهواء ويتجه إلي أسفل حتى تستقبله فتحة بالمبني وعادة تكون على أرتفاع ٨٠ : ١٥٠ سم من سطح الأرض وهذا النظام مستلهم من البايوميمكرى بنظام تهوية مستعمرات النمل والشكل (١٣) يوضح دياجرام التهوية .



شكل رقم (١٣) يوضح أنواع وأساليب التهوية وبعض الدراسات الخاصة بالتهوية الطبيعية

** نظام فلترة وتخزين مياة الأمطار وإعادة تدويرها

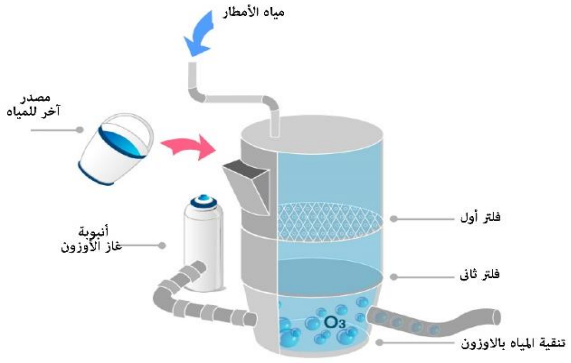
وحدات الأسطح مجهزه بطبقة ترشيح مياة الأمطار لذلك بعض من الأسقف عبارة عن وحدات تعمل كفلاتر والبعض منها وحدات مائلة، شكل (١٤) حيث تقوم بتجميع وتخزين مياة الأمطار من خلال ثقوب صغيرة على سطحها، متصلة بأنابيب تستقبل قطرات المياة إلى الخزان الرئيسى .



شكل رقم (١٤) يوضح نظام فلترة وتخزين مياة الأمطار

**** نظام تنقية المياة للشرب والإستخدام :**

بعد عملية الفلترة تمر المياة من المرشح لتستقبلها الأنابيب وتنقلها لخزان المياة الرئيسى المتصل بمصدر مياة معالج بغاز الأوزون لتنقيتها كما يوضح شكل(١٥) وذلك لضمان قتل البكتريا القولونية لتصبح المياه جاهزة للشرب والإستخدام، هذه الدورة تعتبر مصدر دائم للمياة المتجددة داخل المنشأ البايوميمكرى المستدام وتحقق الإكتفاء الذاتي.



شكل رقم (١٥) يوضح نظام تنقية المياة بالأوزون في المنشأ المستدام

تعتبر أهم ميزة للمحاكاة الحيوية هي الإمكانات والآثار الإيجابية على الأداء البيئي العام ويمكن أن تعمل المحاكاة الحيوية القائمة على النظام الإيكولوجي في أعلى مستوى مجازي وعلى مستوى وظيفي ومبادئ النظام البيئي العامة إستناداً لكيفية عمل معظم النظم البيئية، وقدم العديد من المصممين مثل هذه المبادئ Benyus ١٩٩٧، Mcdonough and Braungart ٢٠٠٢، وقدموا مجموعة من مبادئ النظام البيئي مستمدة من مقارنة هذة التخصصات المتعددة، وعلى المستوى الوظيفي يمكن أن تعني محاكاة النظام البيئي الفهم المتعمق للبيئة، وهو الذي يدفع لتصميم منشأت قادرة على المشاركة في دورات المواد البيوجيوكيميائية الرئيسية" هيدرولوجي، كربون، نيتروجين" بطريقة تقوية بدلاً من إتلاف، وأنه مطلوب فهم أكبر للبيئة وتصميم الأنظمة من جانب فريق التصميم ضمنياً ومطلوب أيضاً زيادة التعاون بين التخصصات التي نادراً ما تعمل معاً مثل الهندسة المعمارية وعلم الأحياء والبيئة، ومثل هذا النهج يتحدى التصميم المعماري التقليدي، لاسيما الحدود النموذجية لموقع البناء والمقاييس الزمنية التي قد يعمل فيها التصميم، بينما يستشهد Kibert ٢٠٠٦ بعدد من المصممين الذين يدافعون عن أفكار مماثلة بسبب صعوبة فهم ونمذجة النظم البيئية ويؤكد أن تقليد الطبيعة في التصميمات البشرية هو الهدف الذى يؤدى إلى زيادة الأستدامة .

وغالباً ما يتم وصف المحاكاة الحيوية كأداة لزيادة أستدامة المنتجات، والمواد المصممة بشرياً ويجب أن نلاحظ أن الكثير من تقنيات أو مواد المحاكاة الحيوية ليست بطبيعتها أكثر أستدامة من التقليدية، وربما لم يتم تصميمها في البداية مع وضع مثل هذة الأهداف في الأعتبار، فإن معظم أمثلة المحاكاة الحيوية هي إستلهام للكائن بينما تقليد الكائنات الحية قد يكون مستوى ملهماً لقدرته على إنتاج تصميمات معمارية جديدة، وهناك أحتمال أن يكون المبنى جزءاً من نظام أكبر قادراً على محاكاة الطبيعة، ويمكن أن يعمل النظام البيئي في إنشائه وإستخدامه ويكون لديه القدرة على المساهمة في بيئة مبنية تتجاوز الأستدامة وتبدأ في التجديد، وهذا لا يمنع محاكاة الكائنات الحية على مستوى التفاصيل أو الخامات وتعميق مستويات التقليد الحيوي من حيث القدرة على التجديد من المحاكاة الحيوية النموذجية على مستوى الكائن الحي إلى المحاكاة الحيوية الوظيفية في النظام البيئي، والمبنى الذي يعرض شكل محاكاة حيوية والذي يعتمد من الناحية الإسلوبية أو الجمالية على الكائن الحي ولكنه منشأ ويعمل بطريقة تقليدية، من غير المرجح أن يكون أكثر أستدامة من مبنى غير مقلد حيوياً مثال على ذلك هو بناء الكلاب الشهير في مدينة تيراو النيوزيلندية وهو مبنى قادر على محاكاة العمليات الطبيعية ويمكن أن يحاكى النظام البيئي في إنشائه وإستخدامه، وأخيراً الطبيعة لديها إمكانية أكبر لتكون جزءاً من بيئة مشيدة متجددة، ويجب دمج محاكاة مبادئ النظام البيئي العامة في التصميم في أقرب وقت ممكن وتستخدم كأداة تقييم خلال عملية التصميم كما هو موضح من قبل Biomimicry Guild ٢٠٠٧ .

والمنشأت مسؤلة عن المشاكل البيئية والإجتماعية العالمية مع نسب المخلفات وإستخدام الطاقة وأنبعاثات غازات الأحتباس الحراري، ولقد أصبح من الواضح بشكل متزايد أنه يجب إجراء تحول في كيفية إنشاء المنشأت وصيانتها، والمحاكاة الحيوية بما في ذلك التفاعلات المعقدة بين الكائنات الحية التي تشكل النظم البيئية على حد سواء، ومن المتوقع أن يكون هناك تمييز بين الأنواع المختلفة للمحاكاة الحيوية وقدرتها على التجديد بسهولة أكبر، على الرغم من أن هذا الخطاب يميل إلى أن يكون نظري في الوقت

الحاضر مع العديد من الأفكار المتعلقة بالمحاكاة الحيوية القائمة على النظام الإيكولوجي ولم يتم أختبارها بعد في شكل مبني، ويمكن تحسين هذا إذا كانت محاكاة حيوية تعتمد على الأنظمة البيئية لتحاكي الطريقة الوظيفية للنظم البيئية الناضجة وتستخدم كمعيار لتقييم عملية التصميم .

**** النتائج**

١- يعتبر الإستلهام الحيوى البايوميمكرى مطلب إجتماعى ينتج وفق تقنية معينة، وعليه فالمطلب الإجتماعي يمثل المرحلة التاريخية التى يـمر بها المجتمع عاكساً مطالبه النفعية " الوظيفة " والعاطفيـة " أفكاره " إلى جانب إنجازه التقني من خلال الخامات أو أساليب الإنتاج " التكنولوجيا ".

٢- يساهم الإستلهام الحيوى البايوميمكرى فى حل مشاكل إستهلاك الطاقة، لأنه يعتمد بشكل أساسى على الطاقات الطبيعية مثل سلوك الكائنات الحية، ويعطى حلول مستديمة فى تصميماته، وهذة الفلسفة تهدف إلى التعامل مع الكائنات الحية والطبيعية والبيئة المحيطة بشكل أفضل حيث تسهل العلاقة بين الأنسان والبيئة المحيطة به والمتمثلة فى البيئة الطبيعية والإجتماعية والأقتصادية وتأثيرها على التصميم .

٣- يساعد الإستلهام الحيوى البايوميمكرى على التأقلم مع البيئة بشكل تفاعلى مباشر كالكائنات الحية التى تتأقلم بسلوكها ووظائفها وصفاتها الفيزيائية مع بيئتها المحيطة بها، ووجد أن الطاقة المرئية والغير مرئية تستطيعان معاً أن تخلقا وسطاً منسجماً وليس أحدهما فقط، وتتفاعل الكائنات الحية والطبيعيه مع البيئة بطرق ناجحة ومستديمة دون الإضرار بها سواء بالتلوث أو بالإنقراض للمصادر الطبيعية .

٤- تطبيق الإستلهام الحيوى البايوميمكرى فى التصميم الداخلى والأثاث يساعد على إنتشار الطاقة الإيجابية وزيادة العمر الأفتراضى لعناصر الحيز الفراغى وذلك لأنها تعمل على رفع مستوى الأستدامة، والبناء بالبايوميمكرى هو نتيجة لنمو الوحدة الأولي ثم تكرارها بأساليب مختلفة كما هو الحال في الخلية بأختلاف أشكالها وأنواعها والتي من خلالها يتحقق الإنشاء في الطبيعة" كما فى خاصية التشابة الذاتى"، ومن ثم أمكن الأستفادة منه في مجال التصميم الداخلي والأثاث .

**** التوصيات**

١- نوصى الجهات المسؤلة بوزارة الأسكان مراعاة أن يؤدى المبنى الإحتياجات الوظيفية والبيئية ويحقق القيم الجمالية التى غالباً ما تنتج من المحافظة على التراث الثقافى والحضارى والشعبى لمصر والتى ترتبط بالقيم الأنسانية .

٢- نوصى المصممين الداخليين بزيادة التصميمات المعتمدة على البايوميمكرى والتعمق فى الإستلهام بحيث يفهم كيفية تفاعل الكائنات الحية مع الطبيعة لحل مشكلتها اليومية، وأن تشمل وتحل الفكرة التصميمية كلاً من الشكل والمضمون والهيئة والسلوك والوظيفة والبيئة المحيطة بالكائن الحى المستلهم منه مما يحقق الأستدامة للمنشأ البيئى .

٣- نوصى المصممين الداخليين بالإستخدام الأمثل للتهوية والأضاءة الطبيعية والخامات المحلية البيئية فى التصميم الخارجى والداخلى للمنشأ البيئى، وزيادة إستخدام الطاقات المتجددة، وهذا الإتجاة يتطلب معرفة الحلول المختلفة لمشكلة التهوية والأضاءة الطبيعية من خلال دراسة العلاقة بين التكوين الشكلى والأداء الوظيفى بإسلوب البايوميمكرى .

٤- نوصى المصممين الداخليين بتتبع تطور أشكال العمارة سواء الخارجية أو الداخلية لأنها توضح أن أبنيتنا تحتاج لإدراك أكثر من عملية التصميم والإنشاء، فقد وجد أنها تحتاج إلى متطلبات تجعلها أكثر جودة فى الآداء لذلك لابد من تطرقنا إلى الفيزياء الكمية والتى تقر بأن كل شىء فى الكون هو طاقة تختبأ فى النظام الميتافيزيقى .

٥- نوصى المصممين الداخليين أن لا تقتصر تصميماتهم على عناصر المبنى فقط، بل يجب أن تأخذ فى الإعتبار البيئة العضوية والبيولوجية المحيطة، وينظر لعملية تصميم المبنى كجزء من عملية تشغيل النظام البيئى ككل، ويجب أن يكون التصميم الأستلهامى ذو فكر محلى يلائم البيئة الموجودة فيه ولا يكون غريباً عنها .

**** المراجع العربية : " بالترتيب رسائل علمية ، كتب "**

١- أحمد، محمود حسن - الرومانسية وتأثيرها علي التصميم الداخلي المعاصر- دكتوراة - كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان - ٢٠٠٩

٢- قاسم، أميمة إبراهيم محمد" أساسيات تصميم الأثاث العضوي وارتباطه بالأثاث المصري القديم "- دكتوراة - قسم التصميم الداخلى والأثاث - كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان - ٢٠٠٠

٣- كامل، مها صلاح الدين- علاقة التصميم الداخلي بالعمارة العضوية - رسالة دكتوراه - كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان ١٩٩٥-

٤- محسن، هالة محمود -" فلسفة التصميم الداخلي من خلال مفهوم العمارة التطورية القابلة للنمو"-دكتوراة – قسم التصميم الداخلى والأثاث - كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان - ٢٠١٩

٥- النجدى، عمر - " أبجدية التصميم " - الهيئة المصرية العامة للكتاب - القاهرة - مصر - عام ١٩٩٦

٦- صبري، محمود -" الفن والانسان "- مؤسسة رمزي للطباعة - بغداد - العراق - عام ١٩٨٠

**** المراجع العربية " من خلال مواقع ":**

١- بهاء الدين، تركية - النمو – مقال - الموسوعة العربية – من خلال موقع https://www.arab,ency.com/ar/%D8%A7%D9%84%D8%A8%D8%AD%D9%88%D8%AB/%D8%A7%D9%84%D9%86%D9%85%D9%88

٢- سامح، ألاء - كيف يتكون المرجان - مقال منشور،موسوعة الأحياء المائية - الموقع الرسمى للهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية –من خلال موقعhttp://www.gafrd.org/posts/522524

٣- سوري، الآن - مقال بعنوان أفراد طائفة النحل من كتاب نباتات العسل - الموقع الإلكترونى للمعلوماتية – من خلال موقع http://almerja.com/reading.php?idm=49661

٤- وحيد، حسين عزيز الكعبي - مقال - وظائف النظم البيئية وتطورها - محاضرة بنظام التعليم الإلكترونى - كلية التربية الأساسية - جامعة بابل- العراق – من خلال موقع http://www.uobabylon.edu.iq/uobColeges/lecture.aspx?fid=11&lcid=36052

**** المراجع الأجنبية :**

1- Carolina, De Marco Werner-Transformable and transportable architecture Barcelona- España -September-2013

2- Charlotte, fiellund und peter fiell - Die modernen klassker - edition stemmle – London - 1991

3- Neal, Ford- Rebecca Parsons and Patrick Kua-Building Evolutionary Architectures-book- Published by O'Reilly Media- Inc.- 1005 Gravenstein Highway North- Sebastopol- CA 95472- 2017

4- Neal, Panchuk-An Exploration into Biomimicry and its Application in Digital & Parametric (Architectural) design -master thesis, Waterloo- Ontario-Canada- 2006

5- Senosiain, Javier - Luis Liguel Lus Arana (Contributor)- Organic Architecture Hardcover – August 2018

** المراجع الأجنبية" من خلال مواقع":

1- FEMALE HONEYBEE, BUILDER OF HER OWN CELL http://www.quranmiracles.com/2011/05/female-honeybee-builder-of-her-own-cell/

2- Michael, Pawlyn- BIOMIMICRY IN ARCHITECTURAL DESIGN - research paper published on VELUX Daylight Symposium- http://thedaylightsite.com/biomimicry- in-architectural-design/

** المواقع الإليكترونية:

1- http://thedaylightsite.com/biomimicry-in-architectural-design/

2- http://www.geocities.com/ecomimicryproject/

3- http://www.bleuscape.com.au/blog/the-bio-unit-complex/

4- http://www.articlesphere.com/ar/Article/Biomimetics--Drawing-Inspiration-From-The-Design-In-Living-Things/

5- http://inhabitat.com/monohedron-andrej-cverha-futuristic-prefab-canvas-shelter- is-highlycustomizable/

6- https://www.ted.com/talks/janine_benyus_biomimicry_in_action/transcript?language=ar

7- https://www.pinterest.com/pin/420242208949854933/

8- http://coralsandcoralreefs.blogspot.com.eg/

9- http://search.mandumah.com/record/984479

ii

(i) http://www.articlesphere.com/ar/Article/Biomimetics--Drawing-Inspiration-From-The-Design-In-Living-Things/

(i) صبري، محمود – الفن والانسان – مؤسسة رمزي للطباعة – بغداد – العراق –١٩٨٠ – ص١٤

(i) أحمد، محمود حسن – الرومانسية وتأثيرها علي التصميم الداخلي المعاصر–كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان – ٢٠٠٩– ص ١٢٠ : ١٢٥

(v) https://www.ted.com/talks/janine_benyus_biomimicry_in_action/transcript?language=ar

(v) Senosiain, Javier - Luis Liguel Lus Arana (Contributor)- Organic Architecture Hardcover – August 2018-p186

(v) Charlotte, fiellund und peter fiell - Die modernen klassker - edition stemmle – London - 1991- p.124

(v) أحمد، محمود حسن – الرومانسية وتأثيرها علي التصميم الداخلي المعاصر–جامعة حلوان – ٢٠٠٩ – مرجع سابق –ص ١٢٨ : ١٣٤

(i) Charlotte, fiellund und peter fiell - Die modernen klassker - edition stemmle – London - 1991- p.126

(x) قاسم، أميمة إبراهيم محمد" أساسيات تصميم الأثاث العضوي وارتباطه بالأثاث المصري القديم "– دكتوراة فنون تطبيقية – جامعة حلوان – ص ٣٤

(x) بهاء الدين، تركية – النمو – مقال – الموسوعة العربية
https://www.arab.ency.com/ar/%D8%A7%D9%84%D8%A8%D8%AD%D9%88%D8%AB/%D8%A7%D9%84%D9%86%D9%85%D9%88

(x) كامل، مها صلاح الدين– علاقة التصميم الداخلي بالعمارة العضوية – دكتوراه فنون تطبيقية – جامعة حلوان ١٩٩٥– القاهرة – ص ١٤٩

(x) النجدى، عمر – " أبجدية التصميم " – الهيئة المصرية العامة للكتاب – القاهرة – ١٩٩٦ – ص١٢٧

(x) Carolina, De Marco Werner- Transformable and transportable architecture Barcelona-Ibid -p10,11

(x) كامل، مها صلاح الدين– علاقة التصميم الداخلي بالعمارة العضوية – رسالة دكتوراه – جامعة حلوان ١٩٩٥– القاهرة – مرجع سابق – ص ١٤٧

(x) Neal, Ford- Rebecca Parsons and Patrick Kua- Building Evolutionary Architectures-,book-Ibid- 2017- p5

(xvii) محسـن، هالة محمود السـيد - " فلسـفة التصـميم الداخلي من خلال مفهوم العمارة التطورية (القابلة للنمو)"-دكتوراة جامعة حلوان-٢٠١٩ – ص١٨

(x) سوري، الآن – مقال بعنوان أفراد طائفة النحل من كتاب نباتات العسل – الموقع الإلكترونى للمعلوماتية – http://almerja.com/reading.php?idm=49661

(x) https://www.pinterest.com/pin/420242208949854933/

(x) FEMALE HONEYBEE, BUILDER OF HER OWN CELL

http://www.quranmiracles.com/2011/05/female-honeybee-builder-of-her-own-cell/

(x) https://www.ted.com/talks/janine_benyus_biomimicry_in_action/transcript?language=ar

(x) http://www.articlesphere.com/ar/Article/Biomimetics--Drawing-Inspiration-From-The-Design-In-Living-Things/

(x) https://www.ted.com/talks/janine_benyus_biomimicry_in_action/transcript?language=ar

(x) http://coralsandcoralreefs.blogspot.com.eg/

(x) سامح، ألاء – كيف يتكون المرجان – مقال منشور،موسوعة الأحياء المائية – الموقع الرسمى للهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية – من خلال موقعhttp://www.gafrd.org/posts/522524

(x) Neal, Panchuk-An Exploration into Biomimicry and its Application in Digital & Parametric (Architectural) design -master thesis, Waterloo- Ontario-Canada- 2006 - p25

(x) http://www.bleuscape.com.au/blog/the-bio-unit-complex/

(x) Michael, Pawlyn- BIOMIMICRY IN ARCHITECTURAL DESIGN - research paper published on VELUX Daylight Symposium- http://thedaylightsite.com/biomimicry-in-architectural-design/

(x) Michael, Pawlyn- BIOMIMICRY IN ARCHITECTURAL DESIGN - research paper published on VELUX Daylight Symposium- http://thedaylightsite.com/biomimicry-in-architectural-design/

(x) http://search.mandumah.com/record/984479

(x) Michael, Pawlyn-BIOMIMICRY IN ARCHITECTURAL DESIGN - research paper published on VELUX Daylight Symposium- http://thedaylightsite.com/biomimicry-in-architectural-design/

(x) http://search.mandumah.com/record/984479

(x) http://thedaylightsite.com/biomimicry-in-architectural-design/

(x) http://search.mandumah.com/record/984479

(x) https://www.ted.com/talks/janine_benyus_biomimicry_in_action/transcript?language=ar

(x) http://www.articlesphere.com/ar/Article/Biomimetics--Drawing-Inspiration-From-The-Design-In-Living-Things/

(x) محسن، هالة محمود السيد – " فلسفة التصميم الداخلي من خلال مفهوم العمارة التطورية (القابلة للنمو)"– مرجع سابق –ص٣٩ :٤١

(x) http://inhabitat.com/monohedron-andrej-cverha-futuristic-prefab-canvas-shelter-is-highlycustomizable/

(x) http://www.geocities.com/ecomimicryproject/

(x) http://www.geocities.com/ecomimicryproject/

(x) http://www.articlesphere.com/ar/Article/Biomimetics--Drawing-Inspiration-From-The-Design-In-Living-Things/