JAUES

Journal of Al-Azhar University Engineering Sector

Vol.15, No. 54, January, 2020, 324- 338

STRATEGIES OF BIO MIMICRY AS A TOOL FOR SUSTAINABILITY (APPLICATIONS IN SIMULATION FOR DESIGN COLLEGES' STUDENTS)

Mahmoud Tarek Mohamed Ahmed Hammad.
Architectural Engineering Dept., Faculty of Engineering, Al-Azhar University, Cairo, Egypt.
E-mail:Mahmoud.Hamad65@azhar.edu.eg

ABSTRACT
Strategies of bio mimicry are considered one of the most modern and vital trends, which affecting the architectural thinking and have an effective role in increasing the building efficiency towards its surrounding environment. Nature has been and remained the source of systems and processes. Due to its rules and principles, it could preserve the ecosystem through which design solutions could be drawn. Such solutions are more capable than humans, and the design thinking which combines biology and architecture and creating integration between building and nature is called science of bio mimicry. Such phenomenon has assisted the architectural applications on generating sustainable shapes that are more balanced to the surrounding environment, however some of these applications are superficial and depended on simulation of living shapes with ignoring the biological relationship between such shapes with their environment. Consequently, the research dilemma is represented in not utilizing, implicitly and in depth, from natural science in preparing architectural designs whether such science is physical or biology of the ecosystems for living organism and their principles that ensuring its internal cohesion, which in turn adapting with the environmental changes surrounding. Therefore, the study highlights the significance of studying the strategies and principles of bio mimicry, and utilized them and thus it is possible to create innovative design solutions to achieve more sustainable ecological balance. By studying the simulation techniques and highlight at certain applications utilized by at design works, the research has emphasized the importance of the integration of biology with nature, and this attitude of understanding such ecological systems could lead to developing a methodology for a sustainable ecological design, of which the environmental biology shall become a vital element integrated with ecological design systems.

KEYWORDS: Bio mimicry, Building efficiency, the Ecological System, Biology, Integration, Architectural Applications, Nature Science, Environmental Balance, Sustainability.

استراتيجيات المحاكاة الطبيعية كاداه لتحقيق الاستدامة
(تطبيقات في المحاكاة لطلاب كليات التصميم)

محمود طارق محمد احمد حماد
قسم الهندسة المعمارية ، كلية الهندسة ، جامعة الأزهر ، القاهرة ، مصر
البريد الاليكتروني: E-mail:Mahmoud.Hamad65@azhar.edu.eg

الملخص
تعتبر استراتيجيات محاكاة الطبيعة أحد الاتجاهات الحديثة الحيوية التي تؤثر على الفكر المعماري ولها دور مؤثر في زيادة كفاءة المبنى تجاه البيئة الموجود بها .فالطبيعة كانت و ما تزال هي مصدر الأنظمة و العمليات ولديها قوانينها ومبادئها التي تحافظ على النظام البيئي ويمكن من خلالها استخلاص الحلول التصميمية التي تتفوق في قدرتها على قدرات الانسان

،ويسمى الفكر التصميمي الذي يجمع بين علم الأحياء و العمارة ويحقق التكامل بين المبني و الطبيعة بعلم محاكاة الطبيعة . وقد ساعدت هذه الظاهرة في التطبيقات المعمارية علي توليد اشكال مستدامة اكثر اتزانا بالبيئة المحيطة إلا أن بعض هذه التطبيقات سطحيه ومعتمده على تقليد الاشكال الحيه متجاهله العلاقة البيولوجية التي تربط تلك الاشكال ببيئتها ومن هنا تمثلت مشكله البحث في عدم الاستفادة بشكل ضمني و متعمق من العلوم الطبيعية في التصميمات المعمارية سواء كانت هذه العلوم مادية او علوم الأحياء المتمثلة في النظم الايكولوجية للكائنات الحيه وما تتميز به من اسس تؤمن تماسكها الداخلي و تنسجم بدورها مع التغيرات البيئية المحيطة بها ،ولذلك يهدف البحث الى اهميه دراسة استراتيجيات المحاكاة الطبيعية ومبادئها والاستفادة منها ودمجها في مشاريع الطلبة المعماريين مما يؤدي الى الخروج بمجموعه من الافكار و التشكيلات المعمارية الغير مسبوقة ومن ثم يمكن التوصل الى حلول تصميمه مبتكره تحقق توازن بيئي أكثر استدامة ،وقد توصل البحث من خلال دراسة تقنيات المحاكاة وإلقاء الضوء على بعض التطبيقات التي تستفيد في اعمال التصميم من تلازم البيولوجيا مع الطبيعة حيث أن هذا الاتجاه من فهم تلك النظم الإيكولوجية يمكن ان يؤدي الى تطوير منهجا للتصميم البيئي المستدام تصبح فيها علوم الاحياء البيئية عنصرا حيويا ومتكامل مع نظم التصميم البيئي .

الكلمات المفتاحيه : محاكاة الطبيعة ، كفاءة المبني ، النظام البيئي ، علم الأحياء ، التكامل ، التطبيقات المعمارية ، العلوم الطبيعية ، توازن بيئي ، الاستدامة.

١ -مقدمه

ظهرت عماره المحاكاة الطبيعية كأحد الاتجاهات الحديثة للفكر المعماري الذي يهتم بالعلاقة بين المبنى وبيئته سواء كانت طبيعية أو مصنوعة ويظهر هذا الاتجاه في ايجاد حلول لمشاكل تصميميه عن طريق تقليد للأشكال الموجودة بالطبيعة ووظائفها ونظمها البيئية على نحو يواجه تحديات التصميم باستدامة وبفاعليه اكثر ، كما تعتبر ايضا مؤشر لنظم عمل الطبيعة ومن ثم فهي أداه يمكن الاستلهام منها لوضع تصميمات مبتكره ومستدامة وصحية ، وتؤدي هذه الإلهامات الي استراتيجيات جديدة تحقق اهداف بيئية محدده ، وحني نعرف الاستفادة الحقيقة من المحاكاة الطبيعية كوسيلة لتحقيق اكبر قدر من الاستدامة في البيئة المبنية وكإستراتيجية هامه في السياق المعماري يجب ان نعرف مبادئ وأساسيات هذه الاستراتيجية حيث ان الكثير من الدراسات تهتم بشكل كبير بإمكانياتها لزيادة الاستدامة ، واكتشاف الطبيعة ليست هي قضيتنا فالتوجه لاختراع منتج يتلاءم مع النظام البيئي هو الدليل علي تطبيق المحاكاة الطبيعية بصوره فعليه ، كما ان المحاكاة لا تعني اعاده اختراع الكائن الذي ندرسه بل هي تقليد لمبادئ تصميمية والتأمل لسلوكه في الحياة والنظام البيئي الذي يعيش فيه . ويمكن القول ان التطور الحاصل في الطبيعة سواء في كائناتها وأنظمتها البيئية يمكن ان يكون خلفيه ومصدر واعد في مجال التصميمات المعمارية وذلك بفضل المحاكاة التي تقوم بها برامج الكمبيوتر .

مشكله البحث :

تظهر اشكاليه البحث في امكانيه الاستفادة من مبادئ وأفكار عماره المحاكاة الطبيعية كأحد الاتجاهات الحديثة وكنهج لتطوير العمارة المستدامة وفي أسس تصميم المباني المعاصرة .

- عدم وضوح استراتيجيات عماره المحاكاة الطبيعية و المحاور التي تقوم عليها كاداه لتحقيق الاستدامة

-اختلاف رؤى المعماريون وتوجهاتهم كل حسب رؤيته وفهمه لمبادئ المحاكاة الطبيعية

-كيفيه الاستفادة من فلسفه الأسس التي تؤمن التماسك الداخلي في الكائنات الحيه التي عاصرت التقلبات بكل فساوتها و اوجدت خلال مراحل موغلة في القدم جوابا طبيعيا للحماية و التأقلم و حققت توازنا داخليا ثابتا في كل الاحوال.

أهداف البحث :

- زيادة مفهوم الاستدامة في التصميمات البيئية من خلال اتجاه المحاكاة الطبيعية كأداة للتطوير .

-القاء الضوء علي تطبيقات محاكاة الطبيعة واستخلاص الاستراتيجيات البيولوجية التي يمكن تطبيقها من اجل حلول تصميمية مبتكرة في مجالات التصميم و العمارة .

- دراسة تحليلية لبعض مشاريع طلبه معماريين تحاكي نماذج من الطبيعة وتستخدم استراتيجيات مستوحاة من هذه النماذج و سلوكها مع بيئتها .

منهج البحث:

انتهج البحث المنهج الوصفي التحليلي لدراسة وتحليل استراتيجيات المحاكاة الطبيعية لتحقيق الاستدامة في مجال التصميم المعماري من خلال التعرف على الحلول المعمارية والتصميمات التي استفادت من مبادئ وأفكار المحاكاة الطبيعية .

٢ -المفهوم العام للمحاكاة :

المحاكاة هي عمليه تقليد لشيء أو ظرف ما حقيقي أو عمليه واقعية وهي تتضمن بصفة عامة بعض الخصائص الأساسية لسلوكيات النظام المادي ويستخدم في العديد من السياقات المهمة التي تخدم الانسان حيث تتضمن محاكاة نماذج النظم الطبيعية و الإنسانية لتوسيع المدارك و الفهم حول وظائف تلك النظم . وعملية تقليد الطبيعة ومحاكاتها هو دراسة الطبيعة في النماذج و النظم و العمليات حتى تستلهم منها ما يحل مشاكل الانسان ويمكن ان يكون تقليد مستوى مستلهم بيولوجيا وهو ما يطلق عليه Bio mimic.

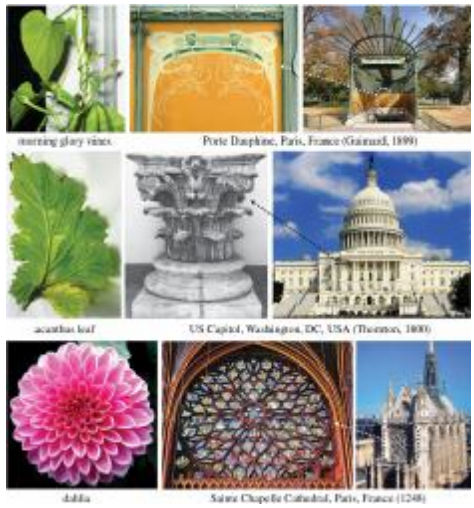
ويمكن القول ان علم محاكاة الطبيعة يجمع بين العديد من العلوم التطبيقية كالفيزياء و الكيمياء و العلوم الهندسية و علم الأحياء بشكل خاص فهو يعتبر تطبيق مباشر وعلم يقلد من الطبيعة الحيه ويستلهم منها ، كما يعرف علم محاكاة الطبيعة

بأنه اختيار للطبيعة ولنماذجها وأنظمتها وعملياتها وعناصرها لكي تناقش من قبل البشر و تعالج بالأحياء من اجل مشاكل بشريه ، كما يعرف ايضا بأنه العلم الذي يدرس البيئة و الأفعال الموجودة في الأنظمة البيئية بهدف وضع تصميمات متوازنة مع البيئة.

٣-لمحه تاريخيه :

اذا كان مصطلح محاكاة الطبيعة جديد نسبيا ، فان فكره محاكاة الطبيعة او الاستلهام منها ترجع الى بداية الخلق ، وخاصة في مجال الهندسة المعمارية حيث استطاع المعماري ان يدمج العناصر الموجودة بالطبيعة في تصميماته ، فقد أدرج الاغريق و الرومان زخارف طبيعية في التصميم مثل الأعمدة المستوحاة من الأشجار ، وكذلك صناعه وحرفه الارابيسك مستلهمه من نباتات الأشنث، كما استطاع قدماء المصريين محاكاة الطبيعة ويظهر ذلك في الأعمدة الفرعونية المستوحاة من زهره اللوتس شكل (١) .

لقد تعلم الانسان في جميع الثقافات المختلفة كيفيه البقاء على الحياة من الكائنات الحيه المحيطة به واعتبرها نماذج مثاليه من التوازن المتناسق مع البيئة . فقد كان ليونارد دافنشي اول مصمم يستوحى تصميماته وأعماله الفنية من الطبيعة ويظهر ذلك في رسوماته التي تظهر فيها افكار عن الطيران الشراعي مستوحى من الطيور و الطريقة التي يوازنون بها انفسهم بأجنحتهم وذيلهم ، ثم اعقبهم الاخوان رايت في عمل تطبيقي لنموذج طائره مستلهم من شكل الطيور ، وغيرهم الكثير من الفنانين و الفلاسفة الذين اعتمدوا على الافكار المستلهمة من الطبيعة . وتطورت علوم محاكاة الطبيعة وأصبح التقليد الاحيائي و الميكانيكا الجزيئية و العلوم الهندسية و الرياضية معروفه في مجال الهندسة المعمارية في اواخر الستينيات من القرن العشرين وظهر ذلك في العديد من المشاريع المعمارية حتى الآونة الأخيرة والتي ظهرت في مشروع ملعب بكين الوطني والمعروف أيضاً باسم عش الطائر، شكل(٢) وهو الاستاد الذي احتضن الفعاليات الرئيسة في الألعاب الأولمبية الصيفية ٢٠٠٨ في العاصمة الصينية. [٥]



شكل (١) يوضح نماذج بناء قديما مستوحاة من الكائنات الحيه المحيطة

شكل (٢) يوضح ملعب بكين الوطني ويعرف أيضاً باسم عش الطائر

٤-استراتيجيات محاكاة الطبيعة :

تتألف استراتيجيات محاكاة الطبيعة من عده مناهج تعتمد على الاشكال والمفاهيم و المبادئ الطبيعية التي تشكلها . وقد تعامل المعماري مع الطبيعة كمصدر للاستلهام واستغلال مصادرها المتجددة من الطاقة ، وحاول خلق حلول معماريه متنوعة ترتكز على المظهر و الجوهر وتعبر عن علاقه حقيقيه مع الطبيعية ، ويمكن القول ان محاكاة الطبيعة قد تكون في الاشكال الغير حيه او تكون في الاشكال الحيه .

٤-١-محاكاة الطبيعة الغير حية

تعتبر الأشكال الغير حيه في الطبيعة مصدرا ملهما للإنسان على مر العصور فعلى سبيل المثال اشكال البلورات الثلجية و التنوع المذهل في أنماطها و التي تستند في شكلها على الشكل السداسي و هو ما دفع الكثير من المعماريين الى استلهام اعمالهم التصميمية من تكويناتها الثلجية والتي تبلغ حوالي الفي شكل ، كذلك هناك الجبال و الكثبان الرملية في الصحراء حيث تأخذ شكلها بحيث تكون في الأعلى الاحمال صغيرة ويكون مقطعها الافقي صغير اما في الاسفل فتكون الاحمال ثقيلة وبالتالي يكون مقطعها الافقي كبير وكذلك القوى المتوازنة في الشكل الهرمي . [٢]

٤-٢-محاكاة الطبيعة الحية

وتعني محاكاة وتقليد جميع الاشكال الحيه ذات الطبيعة العضوية وهو ما يسمى Bio mimicry وهذا المصطلح مشتق بالأساس من مجموع كلمتين الاولى Bio وتعني الحياة في اللغة الإغريقية وكلمه Mimicry وتعني المحاكاة او التقليد حيث

يعرف البيولوجيين الشكل العضوي بانه محصله تفاعل القوى الداخلية و الخارجية بصوره متوازنة ، ويقدم لنا هذا الحقل افضل الأفكار الطبيعية حني يمكن من خلال تقليدها حل المشاكل التصميمية ولا سيما الأفكار المستلهمة من الكائنات أو النظم الايكولوجية . [٣]

وعلي النقيض تماما فان التصاميم الهندسية من صنع الانسان و التي تتطلب تكرار دقيق في طبيعة عملها فان الكائنات الحية سيكون لها المقدرة على أداء عملها بالشكل الأمثل مع امتلاك القدرة على التعرف و التمييز لكل عضو من الاعضاء التي تمتلك نفس النوع البيولوجي ، كما ان تلك الكائنات لها قدره على التطور عبر السنين وقدمت حلول اكثر فعالية مقارنه بالحلول المقدمة من الإنسان وتشمل الطبيعة الحية جميع الكائنات العضوية كأشكال الحيوانات و النبات و الحشرات حيث تتميز تلك الكائنات بظاهرة النمو مما يعطيها اشكال مختلفة متعددة المظهر ومما يميز ايضا النبات هو استقلاليه الاجزاء المكونة له حيث ان اقتطاع جزء منه لا يؤثر على بقيه اجزاءه ، كما ان الاجزاء المقطوعة بإمكانه النمو مره اخرى ، اما الشكل في الحيوان فهو اكثر تعقيدا من النبات حيث ان شكله لا يمكن ارجاعه الى نمط بدائي وذلك لتعدديه اشكال الحياه فيه بالإضافة الى التعددية المظهرية ، ويمكن تصنيف مظاهر شكل الحيوان الى ثلاثة مفاهيم هي الاختفاء و التنكر و الاعلان ، ويعتبر كل نوع من أنواع الحيوانات متميز بخصائص معينه تمكنه من التكيف مع البيئة التي يعيش فيها . [٩]

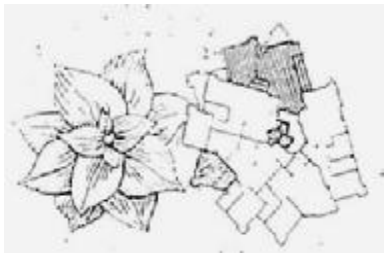
٥-بيئية الكائنات الحية

ان دراسة علم البيئة الخاص بالكائنات الحيه يمكن ان يكون مصدرا للمعرفة و الالهام لحلول معمارية جديده ومتطورة حيث يعتبر علم البيئة من العلوم الهامه في علم محاكاة الطبيعة الحيه التي تختص بدراسة الأحياء البيولوجي ويعني هذا العلم بدراسة توزيع ووفره الكائنات الحية وتفاعلها مع بيئتها بالإضافة الى الكائنات الحية الاخرى و العوامل الحيوية التي تشاركها ببيئتها ويصعب دراسة هذه الأنظمة البيولوجية بسبب التباين الكبير في التفاعلات التي تجري بين الكائنات الحية المختلفة و حتى الكائنات الدقيقة كالبكتيريا يمكن ان تستجيب لبيئتها بقدر ما يستجيب الاسد الباحث عن طعامه في السافانا . [٤]

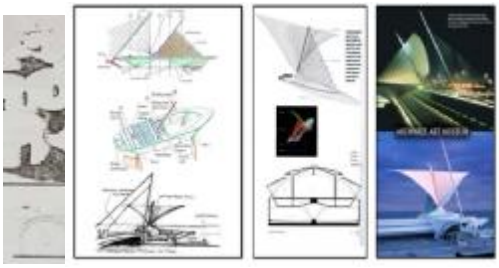
تعتبر الاسس التي تؤمن التماسك الداخلي في الكائنات الحيه من اهم الاسس التي يجب معرفتها ، فالنبات يحتفظ بجو داخلي تنسجم عناصره في تكوين مرن يتجاوب مع كل تغير مفاجئ في المناخ ففي المناطق التي يندر فيها ساعات الشمس يعمل النبات على توزيع وبسط أوراقه بشكل يؤمن اصطياده لأشعة الشمس و بالكميات التي يقبلها النبات ، وقد استفاد المعماري من هذه الصورة في حلول معماريه وخاصة في المناطق الباردة حيث صمم الشقق السكنية بحيث تكون موزعة تماما بشكل حلزوني ، و من الحلول التي يتخذها النبات في المناطق الجافة هو اتخاذه للشكل الكروي حتى يؤمن بذلك رطوبة داخلية تخفف من تبحر الماء النادر و هو ما يمكن للمعماري الاستفادة منة عن طريق تصميم البناء بأشكال كروية في المناطق الجافة. شكل (٣) ،ومن الوسائل الاخرى التي يتبعها النبات كلما اشتدت الحرارة هي تضييق الخلايا الورقية وهو ما يمكن ان يتبعه المعماري في تصميم المباني فيزيد من كثافة كاسرات الشمس في الجهة الاشد حرارة . [٨].

ومن الخصائص الهامة في النبات هو اتخاذ اوراقها اشكال و مقاسات مختلفة تتناسب مع توزع الحرارة و الرطوبة و الضوء حيث تكون في الضوء غليظة و في الظل نحيفة و ذات سطح اوسع كما الاوراق في اعلى النبات تكون اصغر و شكلها ابسط وعلى ضوء هذا يمكن للمعماري الاستفادة من هذا في العمارة ، هل يمكن له ان يجعل سطح البناء اصغر في المناطق الحارة حتى يقلل النفاذ الحراري و يحقق العكس عندما يكون الجو باردا ؟، ان المعماري بما توفرت لدية من وسائل تكنولوجية حتى الان لم يستطع التحكم في تغيير مساحة الزجاج في الفصول المختلفة او تصميم كتلة عامة للبناء تكون محصلة للتأثيرات المناخية المختلفة خلال السنة او اليوم الواحد.

ومن الأهمية ايضا دراسة علم الايثولوجيا او علم السلوك الحيواني لاسيما الحيوانات الاجتماعية ، وهو علم يهتم بتطور السلوك ومفهوم السلوك من وجهه نظر نظريه الانتقاء الطبيعي. . [١٨] حيث يمكن ان يمد المعماري بأفاق واسعة في علم البناء ويصبح اكثر تحكما في البناء بدرجة تشبه الى حد ما التحكم الحي مع البيئة ومن الأمثلة الهامه للمشاريع التي تستفيد من السلوك الحيواني مشروع متحف ميلووكي للفنون من تصميم المعماري سانتياغو كالاترافا (Santiago Calatravas) و المستوحى من حركه الطيران للطائر شكل (٤) .



شكل (٣) الصورة على اليمين توضح مقترح تصميم فيلا سكنيه من ثلاثة طوابق للمعماري بورتوفيز تتوزع فيه الشقق حلزونيا لتؤمن تعرض جيد للشمس اما الصورة على اليسار لقرية سياجيه تصميم المعماري ليبيدوف توضح التحكم الاوتوماتيكي بالحرارة حيث تتغير فيه أشكال الفتحات حسب شدة اضاءة الشمس و حرارتها



شكل (٤) هيكل متحف ميلووكي على شكل أجنحة ، طول الجناح .ft 217=(٦٦,١٤١٦ m) يفتح خلال النهار ويتقوس في الليل وأثناء العواصف. هذه الأجنحة أصبحت رمز لمدينة ميلووكي

٦-ديناميكية التوازن الداخلي

ويقصد بذلك التغير الدائم في الشكل ، ففي الطبيعة نرى هذا التغير يحدث كنتيجة لرد فعل التأثيرات الخارجية المتغيرة ، و يمكن ان نلاحظ ذلك في الازهار التي تتفتح اوراقها مع حركة الشمس و في الازهار التي تنكمش على نفسها ليلال و تتفتح مع طلوع الشمس ان هذه الديناميكية التي تتبعها تغيرات الشكل الحي ليست غريبة عن العمارة الحديثة في تحقيق الحماية بشكل حي و حسب تغيرات الطقس و لكن تبقى امكانية الكائن الحي اكبر.

ان هناك الكثير من الامثلة عن التنظيم الاوتوماتيكي في الطبيعة التي تزودنا ببعض الافكار المعمارية ،فقد توصل العلماء الى وجود ما يشبه الجهاز الهضمي للنبات يتجاوب مع الانفعالات و التأثيرات الفيزيائية . و يصل التوازن الداخلي في النبات ذروته في بعض النباتات التي تخلق حولها جوا مناخيا معتدلا مهما كانت العوامل المحيطة فنجدها تحتفظ بقسم من الماء في قعر اوراقها التي تشبه الكاس و تبخر جزء منة كلما ازداد الجفاف . [٤]

ومن الحلول المعمارية التي اخذت من ديناميكية النبات مثالا في يوغسلافيا تم عمل سقف على هيئة الزهرة تتحرك اوراقها الى اعلى و اسفل اوتوماتيكيا طبقا لتغيرات الحرارة المحيطة. كذلك هناك بعض الاقتراحات التي تؤمن ديناميكية تغير الشكل كما في المباني الحديثة التي تعتمد على الهواء المضغوط في تصميمها حيث تصغر فيها النوافذ عندما تشتد الحرارة و و تكبر في الجو البارد .

٧-مفهوم الاستدامة بمحاكاة الطبيعة

لا يقتصر هدف الاستدامة فقط علي العناية بكل ما من شأنه تأمين سلامه البيئة ومواردها لنا وللأجيال القادمة بمحاكاة النظم الطبيعية ، وإنما يمتد هذا الهدف ليشمل الاهتمام بوسائل الحفاظ على هذه السلامة لتوفير المحيط الصحي للإنسان بهدف الحفاظ على انسانيته واعتبار التكنولوجيا هي مصدر هذه الوسائل . [١٩]

وللوصول الى تصميم يحاكي الطبيعة في اطار مفهوم الاستدامة وبعدها البيئي لابد من التكامل التام بين العمارة وكل التخصصات الهندسية المكملة بالإضافة الى كل القيم الجمالية والتناسب و التركيب و الظل و الدراسات المكملة من مختلف النواحي البيئية و الاقتصادية و البيئية وذلك باستخدام احدث التقنيات و التكنولوجيا الحديثة. [٧]

٨-مفهوم التصميم البيئي المستدام بمحاكاة الطبيعة

يعكس مفهوم التصميم الايكولوجي طبيعة تطور التصميم البيئي بما يشمل العوامل البيئية بما في ذلك نماذج دوره الحياة من خلال تدفق الطاقة و المواد كما يأتي ايضا بمفهوم محاكاة النماذج المستمدة من النظم الإيكولوجية الطبيعية كإطار عمل لتصور القضايا البيئية و التقنية. [١]

اما عمليه محاكاة الطبيعة فهي اداة و استراتيجية لتحقيق الاستدامة العمرانية من خلال ايجاد حلول لمشاكل تصميمية عن طريق المحاكاة ويتم ذلك من خلال عمليه تقليد للكائنات و الاشكال الموجودة بالطبيعة ومحاكاة نماذجها وآلية عملها ووظائفها ونظمها البيئية .. [١٥]

والعلاقة بين الكائنات الحيه في بيئتها تكمل بعضها بعضا من خلال تدفق المادة و الطاقة بين العناصر ضمن البيئة كأساس لوجودها ضمن السياق المكاني المحيط بها ، وفي هذا السياق يظهر مفهوم محاكاة الطبيعة المستمد من العلوم البيئية ، فالمباني ينظر اليها كنظم تستخدم الموارد التي يستحسن اعاده تدويرها. [٥]

٩-المداخل الفكرية لمحاكاة الطبيعة

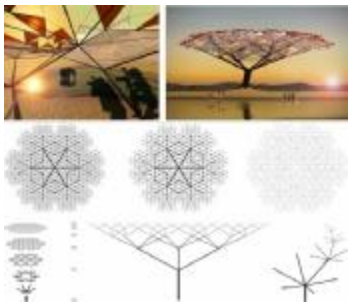
قدمت الكاتبة جانين Benyus) (في ١٩٩٧ كتاب "تقليد الطبيعة" ، حيث عرفت محاكاة الطبيعة فيه على انها "العلم الجديد الذي يدرس نماذج الطبيعة " ومن ثم يقلد أو يأخذ الإلهام من هذه التصاميم والعمليات لحل مشاكل الإنسان ،و تقترح الكاتبة أنه يمكن لمحاكاة الطبيعة العمل على ثلاثة مستويات : الكائن الحي وسلوكياته و النظام البيئي ، حيث يشير المستوى الاول (مستوي الكائن الحي) الى كائن حي معين مثل النبات او الحيوان حيث يمكن ان تشمل المحاكاة جزء من الكائن الحي او الكائن الحي كله ، اما المستوى الثاني (محاكاة السلوك) فيشير الي كيفيه عمل الكائن الحي ، أما المستوى الثالث فهو محاكاة للنظم الايكولوجية بأكملها و المبادئ التي تحكمها وعلى حسب تصنيف (Maibritt Pedersen) فان داخل هذا التصنيف خمسه ابعاد ممكنة للتقليد ، فقد يكون التصميم المحاكي للطبيعة من حيث (الشكل) ، من ماذا يصنع (المادة) ، ،طريقة بناءه (الانشاء) وكيف يعمل (العملية) ، وما يستطيع القيام به (الوظيفة) . [١٠]

اولا : محاكاة شكل النموذج الاصلي

وفيه يستلهم المعماري التصميم من النموذج المراد تقليده وتكون الاستعارة من حيث الشكل والكيفية ولكن على حسب قواعد تصميم المنتج نفسه حيث تستغل الطبيعة للاستلهام ولكن بصوره مختلفة من حيث المقياس على حسب الظروف البيئية و المناخية. [١١]

مثال ١: برجولة مصممه ومستوحاة من شكل الاشجار والغرض من هذا التصميم هو التقاط صور الحيوانات مع توفير الحماية لملتقطي الصور شكل (٥) .

مثال ٢: مشروع عدن في كورنوال بإنجلترا عبارة عن سلسله من المناطق الإحيائية الاصطناعية ذات القباب المصممة و المستوحاة من فقاعات الصابون حيث تم بناء تلك الفقاعات الجيوسيديه وملأها بغاز الأثيلين وهي ماده خفيفة وقويه اقل في الوزن من الهواء شكل (٦) .



شكل (٥): برجولا مصممه ومستوحاة من شكل الاشجار .

شكل (٦): مشروع عدن في كورنوال مستوحى من فقاعات الصابون

مثال ٣: مركز بكين الوطني للألعاب المائية

والمعروفة أيضًا رسميًا باسم National Aquatics Centre،]والمعروفة بالعامية باسم Water Cube، هو مركز للألعاب المائية تم بناؤه بجانب ملعب بكين الوطني في الأولمبية الخضراء لمسابقات السباحة في الألعاب الأولمبية الصيفية لعام ٢٠٠٨. شكل (٧) على الرغم من الاسم المستعار ، إلا أن المبنى ليس مكعبًا حقيقيًا ، لكنه شبه مكعب (مربع مستطيل). بدأت اعمال البناء فيه في ٢٤ ديسمبر ٢٠٠٣ ، وتم الانتهاء منة وتسليمه للاستخدام في ٢٨ يناير ٢٠٠٨. يعتمد الجدار الخارجي على هيكل وير - فيلان ، وهو هيكل مستمد من النمط الطبيعي للفقاعات في رغوة الصابون. في هيكل Weaire-Phelan الحقيقي ، تكون حافة كل خلية منحنية من أجل الحفاظ على ١٠٩.٥ درجة زوايا في كل قمة (قواعد بلاتو) ، ولكن بالطبع كنظام دعم هيكلي ، كان يلزم كل حزمة أن تكون مستقيمة من أجل مقاومة أفضل ضغط محوري. تم تطوير نمط Weaire-Phelan المعقد من خلال تقطيع الفقاعات في رغوة الصابون ، مما أدى إلى أنماط عضوية غير منتظمة أكثر من هياكل فقاعات الرغوة التي اقترحها العالم كلفن في وقت سابق. باستخدام هندسة Weaire-Phelan ، تتكون الكسوة الخارجية لـ Water Cube من ٤٠٠٠ فقاعات ETFE ، بعضها يصل إلى ٩.١٤ متر (٣٠.٠ قدمًا) ، مع سبعة أحجام مختلفة للسقف و ١٥ للجدران. [١١]

مثال ٤ : مركز تايبه المالي

بالإنجليزية (Taipei) :كما يعرف أيضا باسم مركز تايبيه المالي "*Taipei Financial Center*" ناطحة سحاب ومعلم بارز تقع في حي شينيي، تايبيه، تايوان .المبنى صممه c.y وشركاءه وشركة *KTRT* في مشروع مشترك بينهما ، المبنى كان يعتبر بين عامي ٢٠٠٤ و ٢٠١٠ أطول ناطحة سحاب أنجزت وفقا لمجلس المباني الشاهقة والمساكن الحضرية.

يتضمن البناء ١٠١ طابق فوق الأرض و٥ أسفلها ، بأسلوب يجمع بين الأوروبي الحديث والآسيوي التقليدي ، وهي مصممة لتحمل الزلازل والأعاصير شكل(٨).

يتميز المبنى بالأفكار الغريبة المتبعة عند تصميمه والمستمدة من افكار بسيطة استخدمت في حزام الامان في السيارات وكذلك التوازن المستخدم بالقوارب اضافة إلى الشكل المستوحى من نبات قصب السكر.

تعتمد فكرة حزام الامان في السيارة على ما يسمى بعزم القصور الذاتي وهي ممانعة الجسم لتغيير حالته إلى حالة اخرى وهي مطبقة في حزام الامان على شكل كرة موضوعة تحت مسنن بحيث تقاوم تغير الحركة وتتسبب في اعاقة حركة المسنن الذي بدوره يؤدي إلى اعاقة حركة الحزام واستخدمت هذه الطريقة في البرج حيث وضعت كرة كبيرة في اعلى برج تعمل على مقاومة حركة البرج الناتجة من الرياح فإذا تحرك البرج لليمين تتحرك الكرة بدورها لليسار وبالتالي تعمل على تخفيف الميلان في قمة البرج بطريقة تمكن الاشخاص من تناول طعامهم دون الاحساس بحركة المبنى. [١٢]

وتكمن الفكرة العبقرية الاخرى في وجود عوارض افقية تعمل على توزيع الوزن الناتج من المبنى على عوارض اخرى عمودية موجودة على جوانب المبنى حيث ان مبدأ عملها مشابه لمبدأ توزيع الحمل في القوارب السريعة .

كما ان شكل المبنى مستمد من شكل نبات قصب السكر حيث ان المبنى يقاوم الانحناء بشكل كبير وذلك لوجوده على شكل طبقات وليس كوحدة واحدة .

شكل (٧): مركز بكين الوطني للألعاب المائية وتغطيه بهيكل يشبه فقاعات الصابون

شكل (٨): مركز تاييه المالي مستمد شكله من شكل نبات قصب السكر

مثال ٥ : تمثال السمكة لفرانك جيري

حيث تم بناء تمثال السمك لأولمبياد برشلونة عام ١٩٩٢.من تصميم فرانك جيري ويستخدم الهيكل المعدني ذو اللون الذهبي كغطاء للكازينو والمطاعم التي تربط فندق الفنون الفاخر بالواجهة البحرية ، شكل (٩) .
وكان هذا أول مشروع قام بتصميمه جيري بتجربة الكمبيوتر لمساعدته في بناء هيكله المعقد وأشكاله المنحنية
ويقع هذا الهيكل التذكاري في ميناء Olympic ، بجوار الأبراج و Mapfre Arts Barcelona

المبني عبارة عن شبكة من الخطوط المعدنية الرفيعة تتقاطع لتشكيل هيكل سمكه بأسلوب تجريدي بشكل ملحوظ. ومع ذلك تشعر بشخصية سمكة اكتسبت قشورها الذهب عندما تؤثر على أشعة الشمس.

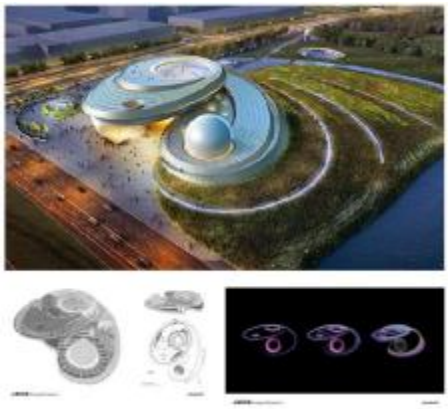
ويصف جيري الفكرة التصميمية لمنشآته "السمكة". بأنة هناك هيكل وأعضاء داخليه للأسماك تمنحها شكلها الديناميكي الخارجي الجميل ،وعلى الرغم من وجود جلد يغطي هذه الاعضاء ة إلا انها تظهر في اشكال جميلة ، وهي مصممة خصيصًا لتناسب بيئتها ، ويتم استخدام جلدها للحفاظ على ثبات الجسم ديناميكيًا.

كما يستعين Gehry في التصميم بالكمبيوتر لتوفير مواصفات دقيقة لأشكالها الغير متماثلة خاصة عند البناء

مثال ٦: قبه شنغهاي الفلكية
Shanghai Planetarium

بدأ المعماري Ennead Architects في بناء القبة السماوية في شنغهاي ، وهو مشروع جديد تبلغ مساحته ٣٨٠٠٠ متر مربع وسيحدد هوية جديدة لمتحف شنغهاي للعلوم والتكنولوجيا (SSTM) في منطقة Lingang في شنغهاي ، الصين ، شكل (١٠) ، و المشروع مستوحى من المبادئ الفلكية ، ويرتكز التصميم على مفهوم الحركة المدارية. "كل شكل من الأشكال الثلاثة الرئيسية للمبنى ـ العين والقبة المقلوبة والكرة ـ يعمل كأداة فلكية ويتتبع الشمس والقمر والنجوم. [١٢]

شكل (٩): مشروع تمثال السمكة لفرانك جيري ذو بناء هيكلي وأشكاله منحنية



شكل (١٠): مشروع قبه شنغهاي الفلكية مستوحى من المبادئ الفلكية

ثانيا محاكاة سلوك الكائن الحي

ويتم محاكاة رد فعل الكائن الحي وكيف يتفاعل مع بيئته والذي يمكن ان يتغير فيها سلوك هذا الكائن حتي يتكيف مع البيئة ضمن حدود الطاقة وتوافر المواد وهناك امثله عديدة عن هذا السلوك من المحاكاة .

مثال ١:مركز ايستجيت

من تصميم المعماري ميك بيرس (MICK Pearce) وهو مجمع مكاتب ومركز تسوق في هراري في زمبابوي تم تصميمه ومستوحى من تلال النمل الابيض وذلك لتقليل التكاليف المحتملة لتنظيم درجات الحرارة الداخلية للمبنى حيث ان تلال النمل لا تحتوي على اجهزه تكييف او تدفئه ولكنها تنظم درجات الحرارة مع نظام تبريد سلبى ، ومع ذلك لا يتعين على هيكل المبنى ان يبدو مثل تل النمل من حيث الشكل ، شكل (١١) .

مثال ٢: مبنى الصبار الفطري

في قطر وهو خاص لوزارة الشئون البلدية والزراعة و هو مبنى مستوحى من علافه الصبار ببيئته كنموذج للبناء في الصحراء حيث يحافظ نبات الصبار الفطري على نفسه من المناخ الحار من خلال اليه معينه تحافظ على المياه خلال النهار ، شكل(١٢)، كما ان وجود القبه في المبنى المستوحى من الصبار سيخلق مناخا مكوما ومسيطرا يمكن استخدامه لزراعه مصدر غذائي للموظفين بالمبنى كما انه يقلل من كميه موارد الطاقة الخارجية اللازمة للوفاء بهذه المهمة . [١٣]

شكل (١١): مركز ايستجيت مجمع مكاتب مستوحى من تل النمل

شكل (١٢): وزارة الشئون البلدية والزراعة مستوحى من نبات الصبار

ثالثا : محاكاة النظام البيئي

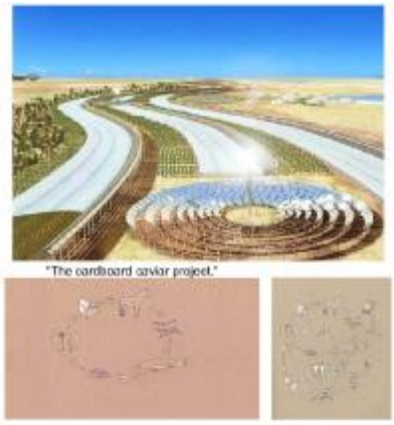
وفيه يقدم المعماري بناء منتج مستلهم من نظام ايكولوجي تحقق فيه الكائنات توازن مع الطبيعة مع صياغته حسب احتياج التصميم و البيئة المحيطة ، فهي عمليه محاكاة تعتمد على الفهم المتعمق لجوهر الكائن الحي من اجل اعاده صياغة صورته في شكل مبتكر جديد مستوحى الاصل ويستوعب التغيرات البيئية المحيطة به .

مثال ١ : مشروع (Cardboard) في ويكفيلد

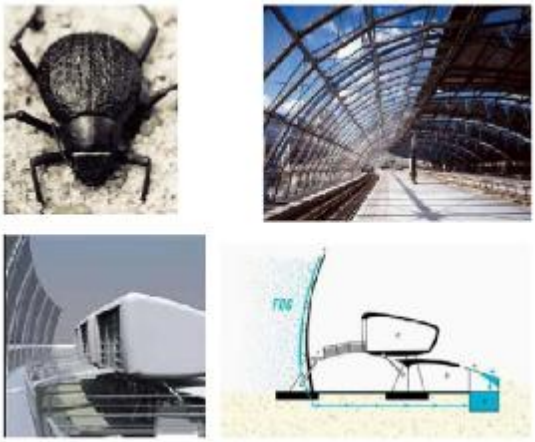
بالمملكة المتحدة ، وهو نظام دائري مغلق يستخدم النفايات كمواد تغذيه ويقوم المشروع بدفع ثمن المطاعم من الورق المقوى الخاص بهم وقطعها وبيعها الى مراكز الفروسية ثم يتم شراء فراش متسخة ووضعها في نظام التسميه الذي يتيح الكثير من الديدان التي تغذي الاسماك والتي بدورها تنتج كافيار يتم بيعه مرة اخرى للمطاعم ،شكل(١٣) .

مثال ٢ : مشروع غابه الصحراء (المركز الهيدرولوجي لجامعه ناميبيا) ويهدف المشروع الى الاعتماد على الطاقة الشمسية وحدها كنظام لتجنب ايجاد نفايات ، ونجد مكونات المشروع تعمل معا في نظام ايكولوجي دوري ويحاكي المشروع خنفساء الصحراء الناميبية لمكافحه تغير المناخ في بيئة قاحلة حيث تعتمد قدره الخنفساء على درجه حرارة جسمها الذاتي عن طريق تراكم الحرارة خلال النهار وجمع قطرات الماء التي تتشكل على اجنحتها .شكل (١٤).

ويستخدم المشروع المياه المالحة لتوفير التبر يد والترطيب داخل البناء حيث يتكاثف الهواء المتبخر الى ماء عذب يسمح للمبنى بالتدفئة ليلا ، وينتج هذا النظام كميات من المياه تفوق ما تحتاجه النباتات الداخلية . [١٤]



شكل (١٣) : : مشروع (Cardboard) في ويكفيلد بالمملكة المتحدة نموذج لمحاكاة النظام البيني



شكل (١٤) : مشروع غابه الصحراء نظام بيني يحاكي خنفساء الصحراء

مثال ٣ : برج نورمان فوستر برج (Swiss Re Tower)

ناطحة سحاب تستخدم كمكاتب عامه تقع في لندن بالمقاطعة المالية تحديدا. تعود ملكيته إلى شركة "سويس ري" السويسرية العملاقة في مجال إعادة التأمين. المبنى ذو ارتفاع ١٨٠ م (٤٠ طابق). بنأيه ترمز إلى بداية طفرة جديدة بالإنشاءات شاهقة الارتفاع في لندن حيث يعد سادس أعلى مبنى في المدينة. وهو من تصميم السير نورمان فوستر .تم إنجازه بين عامي ٢٠٠١ - ٢٠٠٤ بواسطة شركة "سكانسكا" السويدية، شكل(١٥). هناك فجوات في كل طابق تخدم كنظام تهوية طبيعية لكل المبنى. تكسو البرج طبقة مزدوجة من الزجاج ، حيث ينحصر الهواء في طبقتي الزجاج و يتم عزل الفضاء الداخلي للمكاتب. (برج غركتين) ويستخدم المبنى طرق عديدة لتوفير الطاقة ، حيث يستهلك البرج نصف طاقة أي برج مماثل له. كما توجد فجوات في كل طابق تعمل كنظام للتهوية الطبيعية بالمبنى. البرج معزول بطبقتين من الزجاج تحصر بينها الهواء محققة عزل فعال للفضاء الداخلي للمكاتب. [١٦].

وتعمل المناور على سحب الهواء الدافئ من المبنى صيفا ، وتدفئته شتاء من خلال نظام التدفئة الشمسي السلبي، هذه المناور أيضا تسمح لأشعة الشمس بالمرور إلى داخل المبنى جاعلة العمل داخل البرج أكثر متعة ، بالإضافة لخفض تكاليف الإضاءة.[١٧]

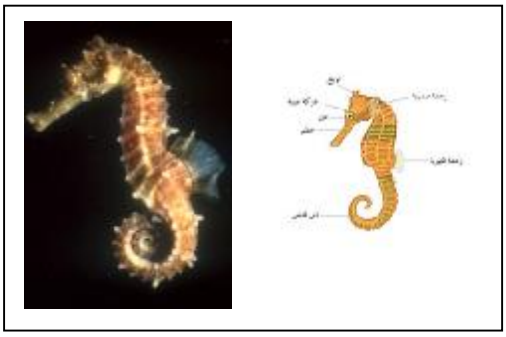
شكل (١٥) : برج المعماري نورمان فوستر (برج غركتين)

١٠-الدراسة التحليلية:

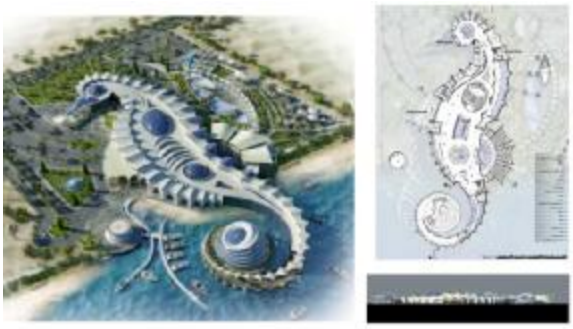
- ان دمج استراتيجيات المحاكاة الطبيعية في مشاريع الطلبة المعماريين كاداه لزيادة الاستدامة في التصميم البيئي و الاطلاع على التطبيقات المعاصرة لهذا الاتجاه الحديث يؤدي الى الخروج بمجموعه من الافكار و التشكيلات المعمارية الغير مسبوقة و كذلك الي انشاءات حديثه بنظم إنشائية تستفيد من تقنيات الطبيعة الحيه و المادية وتدمجها مع تكنولوجيات التصميم الحديثة وسوف نقوم في هذه الدراسة التحليلية التالية بعرض مشاريع لطلبه معماريين تحاكي نماذج من الطبيعة وتستخدم استراتيجيات مستوحاة من هذه النماذج و سلوكها مع بيئتها

١٠-١-المشروع الاول:
متحف مائي
١٠-٢--مستوي المحاكاة (شكل الكائن الحي)
١٠-٣-النموذج المستوحى منه : حصان البحر(كائن حي)

فرس البحر أو حصان البحر(الاسم العلمي:Hippocampus) (بالإنجليزية: Seahorse)
هو جنس من الأسماك يتبع فصيلة زماريات البحر (شكل (١٦) ، ويوجد أكثر من ٣٢ نوعاً معروفاً من افراس البحر التي تتواجد غالباً في المياه الاستوائية والمتوسطة الضحلة. تفضل افراس البحر العيش في المناطق المحمية من البحار ، كالشعاب المرجانية، وأشجار المنغروف . يتلون فرس البحر باللون الرمادي أو البني القاتم ، الذي يندمج مع لون الحشائش البحرية كما يساعده في عمليه التنظيم الحراري اثناء النهار و الليل ، و الذكر هو الذي يحمل الصغار و ليس الأنثى وتفتقر أفراس البحر لوجود القشور كما في معظم الأسماك ، غير أنها مغطاة بجلد سميك ممتدة على سلسلة من الصفائح العظمية المرتبة على هيئة حلقات في أجسامها توفر له الحماية من البيئة المحيطة وخاصة تيارات الماء ذات درجات الحرارة المتغيرة [٢٦] . يسبح هذا الحيوان بشكل عمودي على عكس باقي الأسماك التي تسبح بشكل أفقي. ، ومن الحركات الشهيرة التي يجيدها، ويكاد أن ينفرد بها حصان البحر نتيجة لتكوين هيكله العضوي هو، (التطوُّح)، أو الانثناء يمينا ثم يسارا بسرعة كبيره متمحورا على ذيله، حتى أن السمكة تبدو كما لو كانت بندولاً سريعاً في حركته الترددية و يقضي فرس البحر معظم أوقاته متمسكاً بشيء صلب وجامد بواسطة ذيله القابض لمقاومه التيارات المائية . ولأفراس البحر أيضاً خطم (خرطوم) ، يستخدم في شفط الغذاء وعينان تتحركان بصورة مستقلة عن بعضهما كعينا الحرباء. [٢٧] ، [٢٨]



شكل (١٦) : حصان البحر كائن بحري



شكل (١٧) : مشروع متحف مائي مستوحى من شكل حصان البحر

١٠-٤-الفكرة التصميمية للمشروع

يعتمد نظام المحاكاة في هذا المشروع على مستوى محاكاة الكائن الحي ذاته (شكل حصان البحر) ، شكل (١٧) .
حيث يأخذ التصميم شكل عضوي يحاكي شكل حصان البحر المميز المصمم خصيصا ليتناسب مع بيئته من خلال بنيته الهيكلية الصلبة و الخفيفة المتلائمة مع بيئته المائية المتواجد بها وقد واقترح تصميم النظام الانشائي للمبني بحيث يكون هيكلي مكون من اعصاب خرسانيه ممزوجة بماده الفيبر لتعطيه الصلابة و الخفة وفي نفس الوقت تحافظ على ثبات الهيكل ديناميكا في موقع ساحلي تكثر فيه حركه المد والجزر ، كما تم استخدام الهياكل المعدنية في تغطيه الاسقف مما حافظ على الفراغ الداخلي بدون اعمده داخليا ، كما تم تصميم الغلاف الخارجي للمبنى وخاصة الاسطح باستخدام الواح عازله مفرغه يتم ملئها بماده متغيره الطور لتنظيم درجات الحرارة المتفاوتة في المنطقة ما بين حارة نهارا و شديد البرودة ليلا وجعلها مستقرة طوال اليوم .
اقترح التصميم ايضا نظام محاكاة لاستراتيجيه تغير لون الجلد المتميز بها حصان البحر حثي يتأقلم مع البيئة المحيطة حيث تم اقتراح تنظيم الوان التشطيبات الخارجية لتبدو في الاسقف داكنة بلون البحر و الأعشاب المرجانية المنتشرة اما الوان الحوائط فأخذت الالوان الفاتحة ملائمة للون السماء و الافق .
وكمثال لمحاكاة الاستراتيجية التي يعتمد عليها حصان البحر كغيره من الكائنات البحرية في تنظيم درجات حرارة اجسامهم وتسمى (Ector hems) تم تصميم واقتراح لوحات كهر وضوئية تعمل على تنظيم درجات حرارة المبنى من البيئة الخارجية ،
ولمقاومه التيارات المائية التي يتميز بها الموقع الساحلي قام المصمم باستلهام سلوك حصان البحر في مقاومته للتيارات البحرية عن طريق التفاف ذيله حول مصدر ثابت واقترح مبني المطعم الموجود وسط المياه ليكون مصدرا لتثبيت الهيكل الخارجي ذو الشكل الرمزي لحصان البحر.

١١-المشروع الثاني : مركز ابحاث مائية

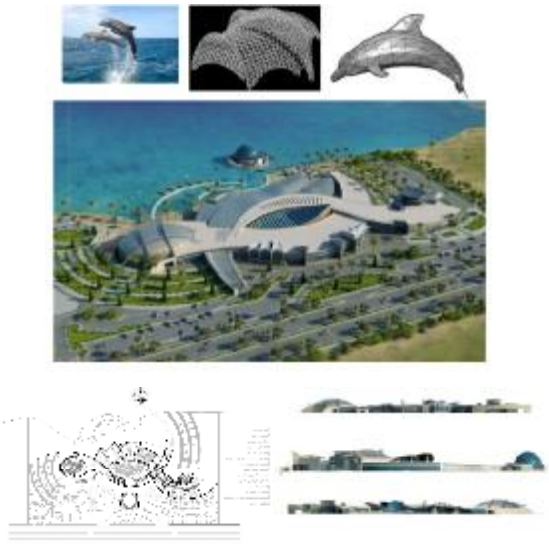
١١-١--مستوي المحاكاة (شكل الكائن الحي)

١١-٢-النموذج المستوحى منه الدولفين (كائن حي)

الدَّلافين مثل كل الحيتان ثدييات وليست أسماكًا. وأيضا بعكس الأسماك فإن للدّولفين رئة ، وهي ذات دم حار أي أن درجة حرارة جسمها تبقى دائمًا ثابتة وتتبع استراتيجية الاعتماد على درجة الحرارة الداخلية (Endotherms) ، مثل الثدييات والطيور والتي تنتج الحرارة الخاصة بها من خلال عمليات التمثيل الغذائي وتكون قادرة على الحفاظ على درجات حرارة الجسم ثابتة ، و العديد من الكائنات الحية التي تتأقلم مع المناخ الذي تعيش به بغض النظر عن درجة الحرارة المحيطة بها. تكوّن الدَّلافين والحيتان مجموعة من الثدييَّات المسمّاة الحيتانيات.. يعيش معظم أنواع الدلافين البحرية في المياه المالحة فقط. ، شكل (١٨) ، وتتراوح أطوال الأنواع المختلفة من الدلافين بين١,٥ و٢,٥م ، ووزنها يصل إلى نحو ٧٥ كجم. [٢٥]

أجسام جميع الدلافين تشبه الطوربيد وهذا ما يمنحها مرونة يساعدها على التحرك في المياه بسرعة وبسهولة. ولها زوج من الأطراف الأمامية مجدافيه الشكل تسمى الزعانف ولكن لا توجد لديها أطراف خلفية. ولمعظم أنواع الدلافين أيضًا زعنفة ظهرية على ظهرها تساعد في المحافظة على اتزان الحيوان أثناء العوم.

شكل (١٨) : الدولفين كائن بحري نموذج للمحاكاة بمستوى شكل الكائن الحي



شكل (١٩) : مشروع مركز ابحاث مائية كنموذج للمحاكاة على مستوى شكل الكائن الحي

جلود الدلافين ناعمة ومطاطية. وتوجد طبقة من الدهن تُسَمَّى دهن الحوت تحت الجلد مباشرة تعمل علي تنظيم درجات الحرارة وتحفظ الدلفين دافئًا ليلا ، كما يخزن به الطعام. وهو أخف من الماء وربما يساعد الدلافين على البقاء طافيا. كما يساعد ان لون الجلد الداكن في الظهر علي امتصاص اشاعه الشمس وتخزينها حني يستفيد بها الجسم. [٣١] ، وللدلافين رئات مثل بقية الثدييات الأخرى وهذا ما يفرض عليها الخروج إلى سطح الماء بانتظام لاستنشاق الهواء كما لها حاسَّة سمع قوية جدا فبإمكانها سماع مدى واسع من الأصوات منخفضة وعالية الطبقات ، بما في ذلك كثير من الأصوات خارج مجال السمع الإنساني. ولها ايضا حاسَّة بصر جيده وللسطح الكلي لأجسامها حاسة لمس قوية. وتؤدي هذه الحواس وظائفها بكفاءة فوق سطح الماء[٣٣] .وللدلافين نظام طبيعي للموجات الصوتية يسمى تحديد موقع الصدى يساعدها في تحديد موقع الأشياء تحت سطح الماء أثناء عومها.

١١-٣-الفكره التصميمية

يعتمد نظام المحاكاة في هذا المشروع على مستوى شكل الكائن الحي حيث يعتبر البنيه العضوية المرنة والهيكل العظمي للدولفين هو مصدر الالهام الرئيسي للمنحنيات و التحولات المستخدمة في التصميم فنجد مباني المشروع تنحني بنفس الطريقة المرنة التي يعمل العامود الفقري للدولفين وتكون فيما بينها فراغ ومساحه داخليه معرضه للسماء ومغطاة بسقف زجاجي يتكون من الواح متحركة تسمح بالرؤية و التهوية ، لذا اقترح المصمم نظام (Parametric trusses) كنظام انشائي متطور يحاكي البنيه العضوية المرنة للدولفين حيث يستخدم هذا النظام هياكل معدنية مرتبطة بأنواع مختلفة من العقد الثلاثية مما يعطي هذا النظام البنائي امكانيات كبيره في التشكيل كما يقلل الاجهادات المتولدة نتيجة التغيرات الحرارية الخاصة بالموقع ، اما الغلاف الخارجي للمباني فهي تحاكي في تكوينها جلد الدولفين حيث اقترح التصميم تغطيه الاسقف

بألواح معدنية داكنة اللون مزدوجة مملوءة بماده إنشائية تنظم درجات الحرارة عن طريق امتصاصها في فترات النهار وتعيد اطلاقها ببطيء داخل المباني ليلا حيث درجات الحرارة بارده ،اما الحائط عياره عن ستائر معدنية مزدوجة بها مسطحات زجاجيه كبيره لإعطاء المبني خاصية الشفافية والانسجام مع البيئة المائية المطل عليها ،شكل (١٩).

١٢-المشروع الثالث : مشروع قبة فلكيه (Planetarium **)**

١٢-١-مستوي المحاكاة (النظام البيئي)

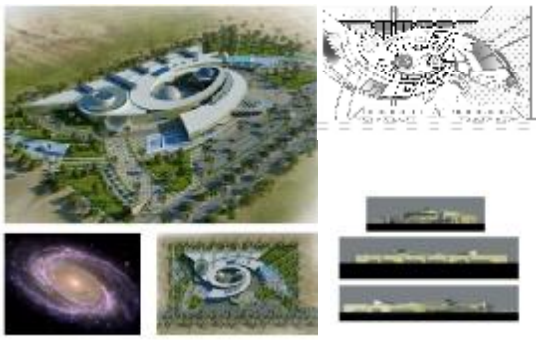
١٢-٢-النموذج المستوحى منه المجرة (كائن مادي)

المجرة عبارة عن تجمع هائل الحجم تحتوي على مليارات النجوم والكواكب والأقمار والكويكبات والنيازك وتحتوي كذلك على غبار كوني ومادة مظلمة، م وتتخللها مجالات مغناطيسية مروعه و تتبع المجرة نفس القوانين الفيزيائية التي يتبعها أي جرم فلكي آخر لذا حينما يكون الجرم بعيداً عن مركز ثقله ، (مركز الكتلة) فإنه يدور حول المركز بسرعة أبطأ من لو كان قريباً من المركز ، وكلما زاد البعد زاد البطء والعكس بالعكس صحيح . [٢٣]

وتتشكل المجرات من ثلاثة أنواع: إهليجية، حلزونية، وشاذة أو غير منتظمة ، على أن هناك أنواعاً أخرى أكثر شمولية تختلف اختلافاً بسيطاً عن تلك سالفة الذكر موجودة في تصنيف المجرات الذي ابتدعه هابل، شكل (٢٠) .

وتحوي المجرات الحلزونية على قرص دوار من النجوم والسدم والوسط بين النجمي، بالإضافة إلى حوصلة مركزية تحوي غالباً على نجوم مُعمرة ، ومن الحوصلة تمتد نحو الخارج أذرع أو استطالات مضيئة ، في تصنيف هابل تأخذ هذه المجرات التسمية S ويتبعها أحد الأحرف الثلاثة التالية :(c،b،a) حيث تمثل هذه الأحرف مدى ضيق الأذرع الحلزونية أو توسعها ، وكذلك حجم الحوصلة المركزية ، حيث أن Sa لها امتدادات ضيقة للغاية وأذرع لا تكاد تستطيع تمييزها ، لكن منطقتها المركزية كبيرة نسبياً ، أما النوع Sc على النقيض تماماً من سابقه ، لأن له أذرع متباعدة يمكن ملاحظتها بوضوح ، ومنطقة مركزية صغيرة نسبيا ، [٢٤] .

شكل (٢٠) : نموذج لمجرة حلزونية ذات اذرع



شكل (٢١) : مشروع قبه فلكيه كنموذج للمحاكاة على مستوى شكل الكائن الحي

١٢-٣-الفكره التصميمية

وهو مشروع قبة سماوية (Planetarium) مع مسرح ثلاثي الابعاد يتسع ل ١٢٠ مقعدا مغطى بقبة طول قطرها ٥٠ قدم ، ويختلف نظام المحاكاة في هذا المشروع حيث تعتمد المحاكاة هنا على الطبيعة الغير حيه بمكوناتها المادية ، والمشروع مستوحى من المبادئ الفلكية حيث يرتكز على مفهوم الحركة المدارية للمجرات الحلزونية ، فنجد الفراغات الرئيسية للمشروع تشكل الكتلة الرئيسية للمجرة و هي مركز ثقل المشروع ويمتد منها مجموعه من الأذرع التي تحاكي تصميم المجرات الحلزونية ، شكل (٢١) .

وتدور فكره المحاكاة عن تحقيق الاتزان في صوره مركزيه بين فراغات المشروع الرئيسية و علاقته بين باقي الفراغات الاخرى والمستوحى من مركز المجرة وحوصلتها و علاقته الديناميكية المتزنة بباقي الأذرع الحلزونية التي تدور حولها في تتابع زمني يخضع لقوانين فيزيائية خاصة بها ، وهذا يأخذ زوار المتحف في تجربه زمنيه ويذكرهم بان هناك مفهوم للوقت ينشأ في اشياء فلكيه بعيده ، كما ان الفراغات المختلفة الحجم و الشكل والمحيطة بحوصله المشروع تشبه الموجات التي تحدث في ملاعب كره القدم عندما يرفع المشجعين ايديهم و يخفضوها وفقا لتسلسل معين على شكل موجه.

كما اقترح التصميم ايضا بعض الافكار الإنشائية التي تستخدم تقنيات الطبيعة وتتوافق مع مبادئ التصميم الفلكي من حيث استخدام اسلوب الانشاء البارا متريك (Parametric design) وخاصة في فراغ القبه السماوية وتغطيه المبني بمظلات معدنية متنوعة بغرض التحكم في الاكتساب الحراري وبذلك يكون الاقل في استهلاك الطاقة كما توجد الواح كهر وضوئية علي اسطح المظلات يستمد المبني الطاقة منها .

بالإضافة الي الفكرة الإنشائية للمبني قام المصمم باقتراح العديد من التقنيات الفضائية التي تعتمد علي ظاهرة المحاكاة الطبيعية واستخدامها في انظمة تشغيل المشروع مثل الاعتماد على الروبوتات في تنظيم وتشغيل اجهزه الكمبيوتر و المرصد الفضائي داخل المبنى و استخدامها بديلا للإنسان بهدف استكشاف كواكب جديدة في الكون ، ويعتبر الاعتماد على الروبوتات المقترحة من احدي نواتج علم المحاكاة الطبيعية حيث يتم استخدام البوليمرات الفعالة الكهربائية في صنع اذرع الروبوت التي تحاكي اليد البيولوجية الطبيعية و يملأ بواسطة المشغلات من المواد البوليميرية المذكورة آنفاً و ذلك بالاعتماد على مطاط عازل ملفوف يعمل كمشغل خطي .[٦]. بشكل عام اقترح التصميم حلولا تلبي الكثير من المتطلبات و التحديات التي تكون مترافقة مع عمليه محاكاة الفضاء ، و كان لابد من إيجاد هذه الحلول في صوره متطورة وعلى أسس ووسائل علميه جديدة من أجل إثارة الفكرة ووضعها موضع التجريب ترافقاً مع تطوير الأجهزة و المشغلات الحديثة. ليمنح الزوار تجربه مثيره من اكتشاف الكواكب وربما القيام برحلات فضائية مستقبليه .

١٣-النتائج:

يوضح الجدول التالي نتائج تقييم وتحليل نماذج المشاريع التي اعتمدت على دمج استراتيجيات المحاكاة الطبيعية في فكرتها التصميمية كاداه لزيادة الاستدامة في التصميم البيئي ، جدول (١) .

جدول (١): يوضح نتائج تقييم مشاريع المحاكاة

نتيجة المحاكاة	مستوي المحاكاة	كائن المحاكاة	مشروع المحاكاة
اعتمد التصميم على تقليد شكل الكائن المميز بهيكله الصلب والخفيف في النظام الانشائي المقترح للمشروع كما استلهم التصميم شكل وأداء الجلد للكائن في اقتراح غلاف خارجي يمكنه من تنظيم درجات الحرارة المتفاوتة في موقع المشرع .	شكل الكائن الحي		
اعتمد التصميم علي اسلوب الانشاء البارامتري المرن الذي يحاكي الشكل ويحقق الوظيفة ،كما استخدم تقنيات في التغطية تحاكي الكائن الحي وتلبي المتطلبات المناخية كما حقق المشروع بعض الافكار الإنشائية (Parametric design) التي تتوافق مع مبادئ محاكاة هياكل الكائنات الحيه	شكل وسلوك الكائن الحي		
استخدم المشروع طرق إنشائية حديثة تحقق الجانب الشكلي و الوظيفي للفراغ ،كما حقق المشروع بعض الافكار التصميمية الخارجية كالمظلات والألواح الكهروضوئية التي تحقق اتزان حراري وتوفر في الطاقة ، كما استخدم تقنيات داخليه حديثه كاستخدام البوليمرات والروبوتات من اجل اثراء التجربة التصميمية.	الشكل و النظام البيئي		

الخلاصة:

- يعتبر علم المحاكاة الطبيعية و خاصة المحاكاة البيولوجية مصدر هام للفكر التصميمي و هذا العلم ينتج نتائج و انماط تصميميه مختلفة تحت غطاء التصميم البيئي .
-ان الافكار التصميمية للعمارة المستدامة تتاح مباشره للتعامل مع النظم البيئية وغالبا ما يكون شكل المنتج النهائي مرتبط بالتشكيل العضوي معتمدا على تحقيق التوازن داخل البيئة الطبيعية .
- وفرت تقنيات الثورة الرقمية التي تم استخدامها في مراحل التصميم مجالا جديد وفرص لتكوين نظم إنشائية حره و مواد بنائيه غير مسبوقة من حيث التشكيل تحاكي اشكال الكائنات الحية .
- ان مفهوم محاكاة الطبيعة التي تحقق عماره متناغمة و متوازنة مع الطبيعة تلبي ابعاد الاستدامة و تتحقق من خلال الفهم الشامل للنظم الإيكولوجية متضمنة الاسس البيولوجية للكائنات الحيه التي تحقق لها التوازن في الطبيعة .
- يعتبر محاكاة النظام الايكولوجي للكائن الحي هو السياق الاشمل و الاوسع و الذي يضم جميع مبادئ ونظم السياقات الاخرى كمحاكاة الشكل و السلوك .
- تعتبر الهياكل المادية المقلدة كجزء من الطبيعة الغير حيه شبكه اكبر من البيئة الحيه او العضوية وان هذه الهياكل و الاشكال و البيئة الموجودة بها تؤثر بعضها على بعض تماما كما هو الحال في الأنظمة البيئية الحيه .
- يعتبر دور المصمم المعماري دورا مركزيا عندما يتعلق الامر بإيجاد الحلول التصميمية عن طريق استخلاص الاستراتيجيات البيولوجية و التي يمكن تطبيقها من اجل الحلول التصميمية .
- ان الدراسات التي قدمت توضح أن محاكاة الطبيعة يمكن ان تكون في ثلاثة مستويات يمكن تطبيقها عند تناول المشكلة التصميمية و هم الشكل و السلوك و النظام البيئي .
- أهميه ان يتلقى الطلاب الجامعيون وخاصة في مجال العمارة والذين سيعملون فيما بعد في مجال المحاكاة الحيوية تدريبات في هذا المجال ، حيث يُفترض أن يتلقَّى هؤلاء الطلاب مقررات في مجال علم الأحياء وخاصة علم الكائنات الحيه الأكثر ارتباطًا بهم .
- الاهتمام بالمحاكاة الحيوية أي محاكاة الصفات أو الأنظمة الحيوية في تطبيقات تمتد من التصميمات المعمارية والمواد إلى علم الروبوتات وهندسة الأنسجة .
- ان دمج استراتيجيات المحاكاة الطبيعية في مشاريع الطلبة المعماريين و التركيز على التصميم البيئي المستدام و التطبيقات المعاصرة يؤدي الى الخروج بمجموعه من الافكار و التشكيلات المعمارية الغير مسبوقة و كذلك الي انشاءات حديثه بنظم إنشائية تستفيد من تقنيات الطبيعة الحية و المادية وتدمجها مع تكنولوجيات التصميم الحديثة .
- لا ينبغي ان يكون علم محاكاة الطبيعة مجرد نسخ للكائنات الحيه او الاشكال المادية في الطبيعة و لا ينبغي الاستلهام من مبادئ تصميم تلك الاشكال في خلق بيئة معماريه جديدة تعتمد على مفاهيم الطبيعة .

مراجع

١. أميره سعودي. (٢٠١٥) . المحاكاة البيولوجية و تطبيقاتها في الشكل المعماري و العمارة الداخلية. مجله العمارة و الفنون. العدد السابع.
٢. سناء ساطع عباس ، رنا ممتاز داود .(٢٠١٧). استراتيجية محاكاة الطبيعة و الشكل المعماري المستدام . دراسة تحليليه للأشكال العضوية - من خلال اعمال المعماري،Eguen Tsui الجامعة التكنولوجية ، قسم الهندسة المعمارية.
٣. عمرو فارق الجوهري. (٢٠٠٩). عماره محاكاة الطبيعة كأحد الاتجاهات الحديثة للعمارة البيئية ، قسم الهندسة المعمارية ، مجله جامعه عين شمس، نوفمبر ٢٠٠٩.
٤. محي الدين سلقيني. (١٩٩٤). العمارة البيئية و التراث، دار قابس للطباعة و النشر، حلب، سوريا.
٥. مراد عبد القادر، أمل كمال. (٢٠١٨). صابرين، محاكاه البيئة الطبيعية لتحقيق الراحة الحرارية في البيئة الصحراوية ، المؤتمر الدولي الثالث: الابداع و الابتكار و التنمية في العمارة و التراث و الفنون و الآداب، رؤى مستقبليه في حضارات وتفافات الوطن العربي ودول حوض البحر الابيض المتوسط، الإسكندرية.
٦. مرستاتي بسام. (٢٠١٥) . علم محاكاة الطبيعة و تطبيقاته المتنوعة ، منظمه المجتمع العلمي العربي .
٧. ميسون محي هلال، خوله هادي، خوله كريم .(٢٠١٤) . الاستدامة في العمارة - دور استراتيجيات التصميم المستدام في تقليل التأثيرات على البيئة العمرانية ، مؤتمر الازهر الهندسي الدولي الثالث عشر.
٨. ندى عبد المعين حسن .(٢٠٠٩). استراتيجية محاكاة الشكل في المدينة العربية التقليدية . المجلة العراقية الهندسية المعمارية. العدد السادس عشر.
٩. هدى عبد الصاحب، ياسمين حقي. (٢٠١٧) . تناغم العمارة مع الطبيعة - التصميم المستدام نحو صحة ورفاه الإنسان مجله الامارات للبحوث الهندسية، 2017) 55-37(1) 22 .

10. Ahmed.N. (2016), Biomimetic Principles role towards adaptive Building Envelope in Egypet, Master Thesis, Faculty of Fine Arts, Helwan University.
11. Benyus, J. (1997) Bio mimicry - Innovation Inspired by Nature, New York, Harper Collins Publishers.
12. Benyus, Janine. (1997). Bio mimicry: Innovation Inspired by Nature. New York, NY, USA: William Morrow & Company, Inc.. ISBN 978-0688160999
13. Bio mimicry Guild (2007) Innovation Inspired by Nature Work Book, Bio mimicry Guild, April.
14. Charest, S. (2007). Ecosystem Principle Research, personal communication, May.
15. Elmeligy, D. A. (2016). Bio mimicry for ecologically sustainable design in architecture: a proposed methodological study. Eco-Architecture VI: Harmonisation between Architecture and Nature.
16. Kelth Evan Green.(2005). The "*Bio*-logic" Architecture (Environmental Design Inspired by Slime Mold, Lichen and Other Natural Sources), THE ART OF ARCHITECTURE/THE SCIENCE OF ARCHITECTURE • ACSA National 2005**.**
17. Lan Ma. (2014). **Form Bionic Design of the High-Rise Buildings,** Institute of Art & Fashion Tianjin Polytechnic University, Tianjin, China
18. Mazzoleni, I. (2013). Architecture Follows Nature-Biomimetic Principles for Innovative Design (Vol. 2). Crc Press
19. Pedersen, Maibritt, Zari. (2007). BIOMIMETIC APPROACHES TO ARCHITECTURAL DESIGN FOR INCREASED SUSTAINABILITY, School of Architecture, Victoria University, PO Box 600, Wellington, New Zealand.
20. Rer.nat.Oliver, Phil,Gerd de Bruyn. (2015).Organism concepts in biology and architecture as the basis for an interdisciplinary synopsis of constructio*n*al biomimetic
21. Sheta, A. (2010). Bio mimicry in environmental architecture: Exploring the Concept and Methods Of The Bio-Inspired Environmental Architectural Design, Faculty of Engineering, Cairo University, MS.C.
22. -http://biomimicry.(http://biomimicry.net
23. - https://ar.m.wikipedia.org/wiki/مجرة
24. - https://ar.m.wikipedia.org/wiki/ذراع حلزوني
25. Https://Ar.Wikipedia.Org/Wiki/%D8%AF%D9%84%D9%81%D9%8A%D9%86
26. Https://Ar.Wikipedia.Org/Wiki/%D8%AF%D9%84%D9%81%D9%8A%D9%86
27. Https://Ar.Wikipedia.Org/Wiki/%D9%81%D8%B1%D8%B3_%D8%A7%D9%84%D8%A8%D8%AD%D8%B1
28. Https://Mawdoo3.Com/فوائد_حصان_البحر
29. Https://Hyatok.Com/فوائد_حصان_البحر
30. www.britannica.com, Retrieved 30-3-2018. Edited.
31. Jennifer Kennedy. (17-6-2017), "Why Whales are Mammals and Not Fish" ،www.thoughtco.com, Retrieved 30-3-2018. Edited .
32. James G. Mead.(30-3-2018). "Cetacean" ،www.britannica.com, Retrieved 30-3-2018.
33. David A. Duffus. (30-3-2018). "Whales" ،www.encyclopedia.com, Retrieved 30-3-2018.