محـــاكاة النُـــــظم الطبيـــــعية في قـــــرارات الاستـــدامة العمـــرانية

مقدم من قبل : م. أ. دُنيا حميد علي / ماجستير هندسة معمارية (بيئة و تكنولوجيا العمارة)/ وزارة الأعمار والأسكان والبلديات العامة – دائرة الأعمار الهندسي/ d_h1803@yahoo.com

مستخلص البحث

فى ظل ما يواجهه العالم من نقص للموارد و التغييرات الجوّية التى نتجت عن سوء استخدام و استغلال الإنسان لبيّئته و تأثير أنماط حياتنا الحالية على البيئة تقودنا إلى استنزاف الموارد الطبيعية للأرض, والطريقة لمعالجة هذه الحالة هي إما بالحفاظ على الموارد الطبيعية أو محاكاة هذه الطبيعة والتي هي مستدامة بطبيعتها من خلال اتخاذ الطبّيعة كنموذج و مقّياس, و إن عملية تقليد الطبيعة أو محاكاتها التي تعرف أيضا باسم (Biomimetic) أو التصاميم المستوحاة بيولوجياً كأداة واستراتيجية لتحقيق الاستدامة ، تنطوي على إيجاد حلول لمشكلات تصميمية عن طريق محاكاة العالم الطبيعي. ويتم ذلك من خلال عمليات تقليد للأشكال الموجودة بالطبيعة، ووظائفها ونظمها البيئية والتعلم من عبقريتها المتزنة وجمالياتها التي هي من صنع الخالق عز وجل ، طبيعة النظم والمواد والعمليات والهياكل والتي طالما كانت الوسيلة المثلى والكتاب الذي لا تنضب أفكاره لاستلهام الحلول لاحتياجات الأجيال المتعاقبة والمشكلات التصميمية عبر الأزمنة وصولا إلى الاستدامة المنشودة على نحو يواجه تحديات التصميم باستدامة وبفعالية أكثر وهي أيضا مؤطر لنظم عمل الطبيعة ومن ثم أداة منتجة وملهمة لإعادة تصور العالم المبني , استند البحث إلى مجموعة من الطروحات المعمارية والأدبيات السابقة فيما يخص الموضوع, والتي من خلالها و نظراً لأهمية محاكاة الطبيعة كنظام برزت **المشكلة البحثية :** بعدم توفر دراسات كافية حول اهمية و دور محاكاة النظم الطبيعية الحية من حيث الشكل و التكوين و الهيكل المنشئي والنظم البيئية كأحد الوسائل و السبل لتحقيق الاستدامة في العمارة , **و يهدف البحث** الى أستخلاص المؤشرات و المحدادات التكوينية والمنشئية و التبيؤية في مجال محاكاة النظم الطبيعية الحية وامكانية نقل بعض تحولاتها في عمارة مستدامة , واستند البحث في **تحقيق هدفه الى فرضية** مفادها (يمكن الاستفادة من الطبيعة و نماذجها من خلال محاكاة أشكالها و اختيار النظم الهيكلية و البيئية المناسبة لها التي تساعد في تحقيق عمارة مستدامة). إعتمد البحث إسلوب الدراسة الوصفية التحليلية لمجموعة من المشاريع المعمارية العالمية وضمن ثلاث محاور:

أ- **محاكاة الطبيعة الحية .**

ب-**قرارات النظم البيئية المستدامة .**

ج- **محاكاة النظم المنشئية للطبيعة الحية .**

و قد أوضحت النتائج والاستنتاجات الى فاعلية الشكل الانسيابي في الاستعارة الشكلية من الطبيعة والاندماج و التناغم فضلاً عن فعالية محاكاة الهياكل العضوية لنماذج الطبيعة الحية حيث تمتاز بالكفاءة في تحمل القوى و توزيع الاحمال و المرونة المنشئية وتكامل الوظيفة المنشئية للمشروع المعماري مع الشكل الناتج من خلال الدمج بين الطبيعة والتكنولوجيا في اشتقاق وتوليد البنى والمنشأت البايولوجية بأستخدام التقنيات الحاسوبية لعمل مقاربة محاكاتية للوحدات والعناصر والية عملها مع بعض. كذلك اشارت الاستنتاجات الى الاستفادة من طاقات الطبيعة و موادها من حيث أعتماد النظم المنفعلة (الذاتية) ودمجها مع انظمة التصميم وأعتماد التوجه الشكلي الكفوء للمشاريع المعمارية (للاستفادة من طاقة الرياح في التهوية الطبيعية و الطاقة الشمسية) وادماج الحلول التقنية لخلق توازن

بين البيئة الطبيعية و المصنعة واستغلال الطاقة و اعتماد النباتات الطبيعية و المساحات الخضراء على السطوح و بين الطوابق (الحدائق المعلقة). وأخيراً تم طرح الاستنتاجات والتوصيات .

Abstract

Within the lack of the resources that the world is facing which was resulted from the misuse of human to his mother nature and the impact of the patterns of our current life on nature,leads to consume the natural resources of the earth.

The way to deal with this situation is either to protect the natural resources or Simulation the nature which is sustainable by taking it as a model and a standard.

The process of Simulation nature, is also called Biomimicry which is also used as a tool and a strategy in order to Achieve continuity,which was also intended to find solutions for the designing problems through imitating the natural world.

This is done through imitating the shapes which are already existed in the nature through its samples , systems , work mechanism , elements , and functions and then learning its functions, its natural structure systems, its balance genius and beauty which is created by God.

The nature of the systems, materials process and structures which have been so far the best suggestion and the book that its ideas are never finished, to inspire solutions for the needs of the following generation as well as the designing problems across the time to reach the desired systems and productive, inspiring tool for re-imagining the building world.

The research is based on a group of architecture hypothesis and previous principles concerning the subject, taking into consideration the importance of biomimicrythe Mother Nature as a system.

A researching problem has appeared that there aren't enough studies about the importance and the role of biomimicryof the living natural systems that deals with shape, structure and the origin structure and the mother nature systems as one of the means that can accomplish sustainability in the architecture.

The research is aimed to elicit remarks, structure, origin and predictive limitations in the area of biomimicry of the living natural systems and the possibility of transforming them into continuous architecture.

In order to achieve its object, the research is based on a hypothesis which is saying(we can make use of nature and its models through Biomimicry of its shapes and selecting the natural structural systems suitable for achieving sustainable architecture).

The results and conclusions shows the need , importance and effectiveness of biomimicry systems formal , structural and environmental natural organisms in achieving sustainable urban what the advantage of its efficiency and sustainability of using computational techniques to work approach biomimicryunits , elements and mechanism of action with some, and the integration of technical solutions to create a balance between the natural environment and the manufacturers and energy exploitation, adoption of green space on the surfaces and between floors (Hanging Gardens) and the adoption of passive systems (self) and merged with the systems design, integration between nature and technology. Finally we got that the final conclusions of the research represented the conclusions of the theoretical and practical frame work and recommendations.

مقدمة البحث

لكون الطبيعة هي المجال الخصب الحافل بالقيم الجمالية والمفردات التي تثير عند الذات الإبداع و تغنيه بالتجارب و الحلولة الناجحة رغم الظروف و عبر الزمن, فهي تعد مصدر خلاق و غني و مفيد لمن يدرسها و يحللها و يحاكيها متأملاً ومدققاً في أشكالها و جوهر ألوانها وما تحويه من تشكيلات و آلية ترابط عناصرها وعمل مكوناتها مع بعض. لذلك تعد الطبيعة المعلم الأول والملهم والمنهل الذى يستقى منه الانسان عامة و المعمارى خاصة عبر الزمن لحل اى مشكلة, فيستوحى المصمم رموزه وعناصره فى الغالب من الطبيعة وينظم تلك العناصر في ضوء ما تملكه الطبيعة من عناصر متنوعه ومختلفة لانها تمتاز بالتنوع والتوزان والتناسب و التماثل.

وهذا مايقدمه البحث فهو يؤكد على أهمية وفعالية و أمكانية الاستفادة من اتجاه محاكاة الطبيعة (Biomimicry) أى تقليد الطبيعة كأداة واستراتيجية لتحقيق الاستدامة العمرانية ، فالتنوع الهائل في الأشكال الطبيعية يعلمنا أن هناك العديد من الطرق والنماذج والنظم لمحاكاة والاستفادة من الطاقة الموجودة بالموقع و النموذج نفسه. حيث ان استعمال الهندسة ليس لتنظيم الفضاء و التفاعلات الاجتماعية فقط بل لخلق التوازن مع المساحات الخضراء و البيئة الطبيعية و البيئة المصنعة. اي دمج عناصر المشروع مع الطبيعة الاساس في التصميم وأيجاد القرارت والحلول الاساسية والنظم المناسبة لتحقيق أستدامة عمرانية و خلق الترابط بين الثقافة و الطبيعة و التكنولوجيا .

الهيكل التنظيمي للبحث

يتضمن اربعة محاور و كما يأتي:

- المحور الأول : تناول أختبار فرضية البحث ضمن مجاليين أساسيين :
  - المجال العام: الأستدامة في العمارة.
  - المجال الخاص: محاكاة النظم الطبيعية الحية .
- المحور الثاني : ناقش الدراسات النظرية السابقة التي تناولت الاستدامة المعمارية وعلاقتها بالنظم الطبيعية الحية
- المحور الثالث : تناول العلاقة مابين الاشكال الطبيعية الحية واستدامتها والاشكال العمرانية المعاصرة ومن خلال تحليل امثلة منتخبة (عالمية) واستخلاص المفردات و المؤشرات النظرية لكل مجال لتحقيق استدامة عمرانية.
- المحور الرابع : تناول الاجراءات التطبيقية و التحليلية والاستنتاجات والتوصيات.

أستخلاص المشكلة البحثية والهدف من البحث

من خلال تحليل الدراسات المحلية المتعلقة بموضوع البحث نجد ان معظم الدراسات قد ركزت على الطبيعة من خلال محاكاة شكلها وتأثيراتها البيئية لتحقيق الاستدامة **الا انها تناولت جوانب محددة منها سواء خلق اشكال معمارية تقترب فى شكلها و فعلها من سلوك الاشكال الطبيعية فى قدراتها على التكيف مع الظروف المحيطة او المقارنة بين نتاج الشكل في الطبيعة ونتاج الشكل عند الانسان ومدى تأثير البيئة المحيطة في تكوينه ,الا انها لم تتطرق الى الطبيعة كنظام حي يمكن الاستفادة منه وتوظيفه لتحقيق أستدامة عمرانية .**

لذلك برزت المشكلة البحثية : بعدم توفر دراسات محلية كافية حول اهمية و دور محاكاة النظم الطبيعية الحية من حيث الشكل و التكوين والنظم البيئية كأحد الوسائل و السبل لتحقيق الاستدامة عمرانية .

هدف البحث: أستخلاص المحدادات التكوينية و التبيؤية والخروج بمؤشرات تطبيقية في مجال محاكاة النظم الطبيعية الحية و امكانية نقلها لتحقيق استدامة عمرانية , **وأستند البحث في تحقيق هدفه الى فرضية مفادها:**

(يمكن الاستفادة من الطبيعة و نماذجها من خلال محاكاة أشكالها واختيار البيئية المناسبة لها التي تساعد في تحقيق أستدامة عمرانية)

المحور الاول للبحث (مصطلحات ومفاهيم)

- **المجال العام :** يتناول مفهوم الاستدامة وابعادها وستراتيجيتها ومفهوم العمارة و التصميم المستدام

مفهوم الاستدامة

مصطلح ذو معنى شمولي, و هو لا يقتصر على المفهوم الضيق لتقليل استهلاك موارد الطبيعية اللازمة لاستمرارية الحياة, بل أنها تعبير عن تحقيق البيئة الملاءمة للإنسان التي لا يمكن أن تستمر بدون التكامل مع النظم الايكولوجية و البيئية الطبيعية. إلا أن بعض المتخصصين يحذرون من أن التوسع في شمولية مصطلح "الاستدامة" و تحمليه معاني و تأويلات متعددة الاتجاهات مما يوجب وضع تعريفات واضحة و محددة حيثما يستعمل مصطلح "الاستدامة". إن أهم شيء عند تعريف الاستدامة هو المضمون الذي يتوجه إليه التعريف و هو أكثر أهمية من اختيار و تنميق الكلمات. و هذا ما يدعو إليه " فيليب ساتونPhilip Sutton " حيث يقول:" الاستدامة ليست "حول" تكامل القضايا البيئية و الاجتماعية و الاقتصادية أو "عن" تحسين نوعية الحياة فحسب, بل أنها حول الحفاظ على شيء ما و إمداده بأسباب الحياة و الاستمرارية "(18). لذا و لفهم فكرة الاستدامة لابد من تحديد الهدف الذي نسعى إليه بالعمل على "تحسين نوعية حياة الإنسان ضمن الإمكانيات المتاحة في النظام الايكولوجي" كما ورد في تعريف الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة و الموارد الطبيعيةالاستدامة (21) .

المحاور الرئيسية للأستدامة

تعد المحاور الاساسية الثلاث من الدعاءم الرئيسة للاستدامة بأختلال أحدها تتأثر الأهداف الرئيسية للتنمية أو للإستدامة وهذة المحاور هى ما يأتي (14) :-

1- **محور الابعاد البيئية** (Environmen) :

الحفاظ على الطبيعة بصورة رئيسة وسليمة , وعلى نظام بيئي سليم ينجز هيكليا ووظيفيا , فضلا عن ذلك الحفاظ على الطبيعة من النفايات والتلوث , وفي نفس الوقت الاستفادة من تلك النفايات عن طريق اعادة التدوير والتجديد .

2- **محور الابعاد الاقتصادية** (Economy): تحقيق انخفاض للكلفة من خلال تحسين الكفاءة وتقليل استخدام الطاقة وادخال مواد أولية متوفرة في الطبيعة .

3- **أما محور الابعاد الاجتماعية** (Society): فهي تعنى بالمجتمع والانسان من حيث توفير وسائل الراحة و سبل الامان و التأكيدعلى الحفاظ على الهوية والتراث , المساواة , التماسك الاجتماعي .

مفهوم العمارة المستدامة

هي العمارة التي تمتلك أقل مايمكن من الصفات المؤثرة سلباً على البناء والبيئة الطبيعية. الغرض منها تحقيق نوع من التكاملية بين الجوانب الإقتصادية، والإجتماعية، والإيكولوجية بطريقة واسعة جداً. ويساهم الإستخدام العقلاني للمصادر الطبيعية والإدارة الملاءمة في وقاية المصادر النادرة أي إستهلاك الطاقة بصورة مخفضة لتحسين نوعية البيئة (14).

مفهوم التصميم المستدام

ايجاد ادارة بيئية صحية تعتمد على كفاءة استخدام الموارد و احترام المبادئ المؤدية الى تجانس مع البيئة, فالمباني المصممة بأسلوب مستدام تهدف الى خفض اثارها السلبية على البيئة ,من خلال كفاءة استخدام الطاقة و الموارد(22).

مبادئ التصميم المستدام

- ترشيد استهلاك الموارد غير القابلة للتجدد , خفض او ازالة استخدام المواد الملوثة ,الاستفادة المثلى من مقومات الموقع,الاستخدام الأمثل للطاقة الطبيعية,حماية وحفظ المياه واعادة تدويرها,اختيار واستخدام المواد التي يمكن اعادة تدويرها وصالحة بيئيا,الاستفادة من التهوية الطبيعية ,الاستفادة من الضوء الطبيعي في فضاءات المبنى.

- خلق مساحات خضراء افقياً وعمودياً ,خلق ظروفا بيئية صحيةخلال جميع مراحل دورة حياة المبنى (16).

المجال الخاص

هذا المحور ينقسم الى جزءين أساسيين :

الجزء الاول: يتناول مفهوم البيئة الطبيعية كنظام حي

حيث يتطرق مفهوم النظم البيئية وانواعها و تصنيفاتها و مكوناتها .

النظام البيئي :هو علم دراسة الأحياء في مواطنها الطبيعية وقد عرّفها عالم الحيوان الألماني (Ernst Haekel, 1866) بأنها "علم دراسة علاقة الأحياء بمحيطها الخارجي". يعنى بدراسة التفاعلات بين الكائنات الحية ومحيطها، ويأتي مصطلح "ايكولوجي" من الكلمة اليونانية (oikos) التي تعني البيئة أو المسكن، و(logos) التي تعني علم، فهي بذلك علم البيئة أو علم التبيؤ، علم العلاقات بين الكائنات الحية مع العالم المحيط بها، أي بمفهوم شامل علم شروط الوجود(26).

- هو الوحدة البنائية الأساسية في علم البيئة وان النظام كما يشير (RusselAckoff) في كتابه Redesigning "The Future" أي مجموعة مكونة من عنصرين أو أكثر مترابطين داخليا كما في نظام الأعداد أو الجسم البشري، وهو ليس عنصرا مطلقا غير قابل للتجزئة وانما هو كل يمكن تقسيمه إلى اجزاء. وان سلوك كل عنصر في المجموعة ومميزاته يؤثر في سلوك ومميزات المجموعة (4) .

مكونات النظام البيئي

1. **البيئة الطبيعية** : وهي التي تتكون من الموارد الأولية للحفاظ على دوام الحياة و تشتمل على المكونات الحية والمكونات غير الحية (15).

أ- **مكونات حية**(**Biotic Components**) تشمل المكونات الحية جميع الكائنات الموجودة ضمن النظام البيئي من حيوان ونبات وكائنات حية دقيقة .

ب- **المكونات غير حية** (**Abiotic components**) وتشمل:

- المواد غير العضوية مثل الكربون والأكسجين والنيتروجين.
- المواد العضوية مثل البروتينات والكربوهيدرات والدهون .
- عناصر المناخ مثل الحرارة والرطوبة والرياح والضوء.
- عناصر فيزيائية مثل الجاذبية و الإشعاع .

2. **البيئة المستحدثة أو المشيدة** : وهي التي تتكون من البنية الأساسية المادية التي شيدها الإنسان والمؤسسات التي أقامها التي تقوم على تكييف القوانين الطبيعية لخدمة غايات الانسان وتحقيق اهدافه وكذلك يعمل هذا النوع على تحقيق الحماية والانسان وبناء العلاقات الاجتماعية التي مكنت البشر من الاجتماع في مجتمعات انسانية مميزة وهي تشمل على المناطق السكنية وكذلك المناطق الصناعية والمراكز التجارية والمدارس والمعاهد والطرق والموانئ وما شابه ذلك (24).

سمات البيئة الطبيعية الحية

يذكر (**Barry/ Closing Circle / 1971**) ان هنالك أربع سمات او قوانين للبيئة الطبيعية هي :

- البيئة الطبيعية كل مكون فيها يرتبط بمكون اخر و يتأثر به و مايؤثر على احدها يؤثر على الجميع .
- البيئة الطبيعية لا تحوي نفايات فكل عنصر تنتهي دورة حياته يتم استغلاله في مكان ما ويعاد تدويره .
- البيئة الطبيعية مصدر غني وشامل استطاع الانسان التعلم منها وتطور على مر العصور من خلال محاكاة نظمها وعناصرها وألية عملها الحيوية , ولكنه يشير انه قد تكون هذه التغييرات من قبل الانسان ضارة على النظام الطبيعي.

- استغلال البيئة الطبيعة بصورة غير صحيحة من قبل الانسان تعني تحويل الموارد المفيدة الى أشكال غير نافعة.

الجزء الثاني: محاكاة الطبيعة الحية في العمارة

يتطرق هذا الجزء الى مفهوم المحاكاة وانواعه وخصائصه وستراتيجياته والهدف منه ومراحله ومستوياته والاستفادة من نظم الطبيعة الحية المتنوعة والمختلفة المكونة لها بأعتبارها نظم مستدامة يمكن عكسه بالعمارة لخلق حلول تصميمية موحدة و رابطة بين الطبيعة و الثقافة والتكنولوجيا تدمج وتلبي الحاجات الخاصة بألانسان والمجتمع وبالتوازن مع الطبيعة .

مفهوم المحاكاة

بصورة عامة عملية بناء وإعادة تركيب يستند الى مجموعة من العمليات الانتقائية الاستكشافية والنقدية تهدف الى الكشف عن حقيقة التراث الحي, كما ترتكز على المظهر والجوهر معاً بغية خلق نتاج معماري جديد.

- تعرف المحاكاة بأنها : " تقليد أو نسخ " أو "صورة أو شبه عام بين شي و بين الأشياء الطبيعية التي يحيا وسطها" أو" شبه الشكل للمظهر الخارجي للأصل "(20).
- كذلك فأنها تعني إعادة تركيب وبناء لجوهر الشكل من المصدر الاصلي لأنتاج أعمال اصيلة مبدعة بمثابة صور تعكس ذلك الاصل. وتعتمد على تأسيس حوار مبدع بين الأصل وصورته، فاسحةً المجال للإبداع والأبتكار والتواصل والكشف عن الحقائق(6).

أولاً : انواع المحاكاة

ذكر (Steil) أن طرائق التعامل مع المصدر كانت من خلال صيغتين أساسيتين هما: 1- النسخ , 2- المحاكاة وأن الأختلاف بين الصيغتين نتج عن الأختلاف في وجهات النظر تجاه التقاليد والتي شملت مواقف محافظة وأخرى متحررة.

مفهوم محاكاة الطبيعة كنظام

تعد الطبيعة هي البرهان على معنى كونها "خلاقة" فالفكرة الواحدة تعطي أعدادا لا تحصى من الحلول والأشكال، يستطيع المصمم ان يستخرج من فكرة ما تصميمات لا حصر لها، و قد ظهر اكثر من توجه للتعامل مع اشكال الطبيعة تختلف في الشكل و الفكر و الاسلوب فمخلوقات الله (عز و جل) اصبحت مصدرا في كمالها لالهام الفكر الانساني للابداع والمحاكاة . فالانسان لا يخلق في نتاجه و انما يعيد اظهار ماهو مخلوق في الطبيعة بأشكال مختلفة سواء على مستوى الشكل الظاهر او على مستوى النظام الداخلي و الية عمل هذا النظام وتكيف الشكل مع البيئة المحيطة به فالانسان في تفاعل دائم مع محيطه فالطبيعة كانت و ماتزال مثال للكمال وكنز لايفنى ومصدرا لاينضب من الافكار والاشكال و النظم و الاليات التي يسعى المعماريون والمبتكرون دائما لمحاكتها وللاستلهام منها وعلى مر العصور من أجل خلق توازن وتجاذب وانسجام طبيعي بين البيئة الطبيعة والكتلة.

طرق التعامل مع الطبيعة او ايجاد الطريقة المثلى لمحاكاتها :

يشير روجز الى ان الطبيعة يمكن محاكاتها وان تستعمل كملهم فضلا عن كونها مصدر مهم يمكن الاستفادة منه للحصول على معلومات تساعد المصمم عند قيامه بتصميم المبنى(13).

- قد يكون المحاكاة لأشكال الطبيعة أرضاء لدافع ديني او رمزي او عقلي , او قد يكون المحاكاة دافع لا شعوريا اذ من الجائز ان المعماريين القدماء بتقليدهم لاشكال العضوية لم يضعوا نصب اعينهم بلوغ هدف معين من هذه المحاكاة (8) .
- ان يكون العمل الفني معتمدا على مبادئ و اسس في قوانين الحياة العضوية, اي ان يكون التعامل مع الطبيعة على اساس معرفة جوهر الاشياء و مبادئ تكوينها و بنائها(9).

محاكاة النظم الطبيعية الحية في العمارة

هو عملية تقليد الطبيعة أو محاكاتها التي تعرف أيضا باسم(biomimetic)أو التصاميم المستوحاة بيولوجياً والتعلم من عبقريتها المتزنة وجمالياتها التي هي من صنع الخالق عز وجل، طبيعة النظم والمواد والعمليات والهياكل والتي طالما كانت الوسيلة المثلى والكتاب الذي لا تنضب أفكاره لاستلهام الحلول لاحتياجات الأجيال المتعاقبة وتنطوي على إيجاد حلول لمشكلات تصميمية عن طريق محاكاة العالم الطبيعي. ويتم ذلك من خلال عمليات تقليد للأشكال الموجودة بالطبيعة، ومحاكاة ، نماذجها، نظمها، الية عملها، وعناصرها ، ووظائفها ونظمها البيئية على نحو يواجه تحديات التصميم باستدامة وبفعالية أكثر. وهي أيضا مؤطر لنظم عمل الطبيعة ومن ثم أداة منتجة وملهمة لإعادة تصور العالم المبني فيركب الاجزاء ضمن علاقات و روابط جديدة **(12)**.

أهداف محاكاة نظم الطبيعة الحية

- زيادة فعالية استخدام الموارد بصورة كبيرة .
- تغير منحى الاستهلاك من خطي الى حلقي كي نقلص التلوث الناتج عن ذلك
- التحول من إقتصاد الوقود الاحفوري الى إقتصاد الطاقة الشمسيةوفيما يخص هذه الثلاثة نستخلص ان محاكاة الطبيعة تقدم عدة حلول (27) .

قوانين ومبادئ محاكاة النظم الطبيعية الحية

1. نظم الطبيعة تعمل على أشعة الشمس.
2. نظم الطبيعة تستخدم فقط الطاقة التي تحتاجها.
3. شكل نظم الطبيعة يناسب طبيعة عملها.
4. نظم الطبيعة تقوم بأعادة تدوير لكل عناصرها.
5. نظم الطبيعة تمتاز بالتنوع و الكفاءة.
6. نظم الطبيعة تتطلب خبرة محلية.(12)

المحور الثاني: بناء الاطار النظري للبحث

تناول البحث مجموعة من الادبيات النظرية العالمية التي تهدف الى بناء قاعدة معلوماتية حول المعرفة المطروحة عن مفهوم محاكاة النظم الطبيعية الحية و أستدامتها و تبين الأسس النظرية لمحاكاة النظم الطبيعية الحية لتحقيق الاستدامة العمرانية في البيئة الحضرية.

اولاً: دراسة (Jencks, 1997)

.Jencks, Charles, "The Architecture of the Jumping Universe" , Editions, 1997

تشير الدراسة الى ان هناك محاولات عديدة لربط العمارة بالطبيعة ابتدأ من التوجه الايكولوجي نحو الاشكال العضوية المنحنية و المستمرة و هذا ماانعكس في التغييرات التي طرأت على اعمال المعماري (روجرز) حيث اوضحت الدراسة الى ان توجه العمارة من التقنيات العالية الى التقنيات العضوية,حيث ان من اساسيات العمارة العضوية هي توافقها مع البيئة الطبيعية المحيطة بها و محاكاتها ليس فقط للتشكيل الكتلي الاقرب للطبيعة و انما للمرونة المنشئية للبيئة الطبيعية من خلال تعزيزها بالتكنلوجيا و الاقتصاد بالطاقة و هذا مايطلق عليه بمفهوم (techno _organic) .

ثانياً: دراسة (Van der Ryn, 1986)

"Van der Ryn,Sim "sustainable communities: Anew design synthesis for cities

أشارت الدراسة إلى التصميم الإيكولوجي والذي يعني سد الحاجات الإنسانية والحفاظ على البيئة الطبيعية متضمنة تخطيط الموقع وتصميم الطاقة والحدائق والبناء...الخ. أوضحت الدراسة الغرض من التصميم الإيكولوجي وهو

الدمج بين الطبيعة والتكنولوجيا مستعملاً الإيكولوجيا كقاعدة أساسية في التصميم. إن الستراتيجيات الخاصة بحفظ الطاقة وإعادة التوليد والتجديد يمكن تطبيقها بمستويات مختلفة من المقاييس لإنتاج ثورة من أشكال الأبنية والمساحات الطبيعية والمجتمعات والمدن وتطبيق التكنولوجيا، لذا أشارت الدراسة إلى التصميم الإيكولوجي بأنه يمثل مفهوم حول خلق حلول تصميمية موحدة ورابطة بين الطبيعة والثقافة والتكنولوجيا لدمج وتوحيد الحاجات الخاصة بالإنسان والمجتمع بالتوازن مع الطبيعة. مشيرة إلى العمليات الأساسية في التصميم الإيكولوجي، والمتمثلة بتصميم المكان والمشروع مع الطبيعة الأساسية في التصميم. إن إستعمال الهندسة ليس لتنظيم الفضاء وتأشير التفاعلات الإجتماعية فقط بل لخلق التوازن مع المساحات الطبيعية.

ثالثاً : دراسة (Yeang, 1999)

"**The Green Skyscraper: The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings**"

- أشارت الدراسة إلى إن إستخدام النظم المنفعلة(passive) لخلق بيئة داخلية أكثر راحة من خلال التصميم (البيومناخي) وكيفية تعامله مع تصميم الطاقة المنفعلة و القوى المناخية الطبيعية والظروف المحلية لتحقيق الراحة لمستخدمي الابنية عن طريق:
- تقليل الحرارة العالية
- دخول الإشعاع الشمسي عبر الغلاف الخارجي
- إيجاد تهوية طبيعية لتحقيق الراحة من خلال تقنيات مستخدمة عن طريق تصميم الواجهات، والسيطرة الشمسية، ولون غلاف البناية، والحدائق المعلقة، وإستخدام الرياح والتهوية الطبيعية، وتقنيات أخرى لأغراض التبريد المنفعل (كالنافورات، أو إستثمار باطن الأرض.... الخ)

رابعاً: دراسة (Norman foster ,2000) "Analog and Digital Ecology"

تشير الدراسة إلى الاعتماد على مصادر الطاقة الطبيعية ، من خلال التوجهات الفكرية العصرية المستندة على المبادئ الايكولوجيا باستخدام النظم المنفعلة في العمارة التي تستهلك اقل طاقة و تنتج اقل ملوثات و تعكس بذلك المبادئ الاساسية التي اعتمدت عليها العمارة التقليدية على المستوى الاقتصادي و المناخي و الأهم الاجتماعي و الثقافي, مشيرا إلى أن على العمارة أن تصنع طاقتها ذاتيا و يكون ذلك من خلال تحقيق التكامل ما بين التقنيات والمواد وعمليات الإنشاء في التصاميم البنائية لتقليل إستخدام الطاقة والتوصل إلى بيئة حضرية مستدامة، وتتبنى الدراسة التوجه التكنولوجي لتحقيق الإستدامة إذ ظهرت معظم الأبنية بصورة مستجيبة للعوامل الوظيفية والمناخية والثقافية المحلية ضمن محددات الموقع، وعن طريق زيادة الإنارة والتهوية الطبيعية والإستفادة القصوى من الطاقات الطبيعية الأخرى للتوصل إلى مبنى مستدام. بحيث تصبح العمارة متكاملة على مستوى الحضري من خلال التوافق مع السياق و البيئة المحيطة به و على المستوى الايكولوجي من خلال اعتماد النظم المنفعلة و على المستوى التكنلوجي لتحقيق تصميم ذو اداء عالي و كفوء باستهلاك الطاقة.

خامساً : Magnoli Gian;(Design a DNA for responsive architecture /2001)

تشير الدراسة الى ان النظام البيئي الايكولوجي يمتاز بالديمومة و الاستمرارية حيث ان النظم الهيكلية التي يتكون منها تبقى تعمل حتى اذا توقف عنصر او تهالك منها , بعكس النظم الخطية التقليدية التي لاتمتاز بالاستمرارية و الديمومة حيث ينهار النظام اذا اما انهار عنصر فيه , لذا بينت الدراسة بأن النظام الانشائي للعمارة المحاكي للنظام الهيكلي العضوي اكثر كفاءة و استدامة .

و أشارت الدراسة الى امثلة من أشكال توليدات نمطية و بأشكال هياكل مفتوحة تشبه النظم الهيكلية العضوية و تمتاز بمرونة و متكيفة للاحتياجات المتغيرة للمستخدمين و فعاليتهم ضمن مؤثرات البيئة المناخية , وتمتاز الاشكال العضوية في قدرتها لاستجابة البيئية مماثلة لاستجابة الشكل الطبيعي على مستوى التصميم ككل في القدرة على النمو و التدفق مثل قدرة الشكل العضوي , و على مستوى المبنى اتخذت لأغلفة المبنى و خاصة السقوف اشكالا

منحنية و انسيابية مشابهة لأغلفة القشريات الحية , وبأداء حركي للاستجابة لمؤثرات درجة الحرارة و الأشعاع الشمسي و خلق التهوية المناسبة لخلق توازن بيئي داخلي واشارت الدراسة إلى الثروة الاجتماعية بأنها أهم ثروة بإمكان الوجود البشري أن يبحث فيها , فهي تشير إلى الروابط والسلوك الذي يشكل نوعية وكمية التفاعلات الاجتماعية للمجتمع , فالثروة الاجتماعية هي الهيكل الفعلي للمجتمع ، بينما تمثل البيئة العمرانية الهيكل الطبيعي الذي بإمكان المجتمع تطويره .

سادساً: دراسة (Giles ;Structural /2003)2003, , Giles ,Harry; Structural Hierarchy

أظهرت الدراسة ان الاشكال الموجودة بالطبيعة متشابهة في نظامها الهيكلي من حيث توزيع القوى و مقاومتها للاحمال مع اختلاف في الشكل الظاهر الخارجي حيث ان الهياكل الطبيعية تتميز بالتسلسل الهيكلي و كذلك صفة التدرج التي تحدث في معظم الاشكال الطبيعية ,و قد اثبتت الاشكال الطبيعية و نظمها الهيكلية الكفاءة على مر السنين في مواجهة و تحمل الظروف البيئية المحيطة بها و مقاومتها للأحمال و هذا بدوره انعكس في المظاهر المختلفة لأشكال بسبب اختلاف الطبيعة الوظيفية لكل كائن , فتظهر هياكلها حسب ما تفرضه وظيفة كل كائن حي و تتكامل وسائل الاسناد و الدعم بالمادة التي تبقيها مترابطة , وهذا يمكن الاستفادة منه في العمارة تحت نفس مبادئ سلوك النظام الهيكلي لتراكيب الطبيعة من حيث أستخدام :

1. الأغشية المرنة .
2. الانظمة المعلقة .
3. القشريات .
4. الانظمة المسبقة الجهد و غيرها من الأليات.

المحور الثاني:الاطار النظري مستخلص لمحاكاة النظم الطبيعية في قرارات الاستدامة العمرانية

ان(**الاستدامة)** مصطلح ذو معنى شمولي و هو لا يقتصر على المفهوم الضيق لتقليل استهلاك موارد الطبيعية اللازمة لاستمرارية الحياة, بل أنها تعبير عن تحقيق البيئة الملاءمة للإنسان التي لا يمكن أن تستمر بدون التكامل مع النظم الايكولوجية و البيئية الطبيعية تكامل الانظمة الطبيعية مع الانماط الانسانية .

ان**(التصميم المستدام)** هو اتجاه تصميمي جديد ظهر في بداياته تحت تسمية **(العمارة الخضراء)** وهو يركز على اهمية العلاقة و الأندماج مابين المباني والطبيعة و يسعى للتكامل والتوافق مع البيئة.

ان **(البيئة الطبيعية تعد نظام حي)** بأعتبارها هي الاساس لتعلم الانسان و تطوره حيث كانت وماتزال مثال للكمال ومصدرا لاينضب من الافكار والاشكال والنظم والاليات التي يسعى المعماريون والمبتكرون دائما لمحاكتها و للاستلهام منها وعلى مر العصور من أجل خلق توازن وتجاذب بين البيئة الطبيعة والكتلة المبنية, **ان (مفهوم محاكاة النظم الطبيعية الحية)** هو العلم الذي يدرس نماذج الطبيعة ومن ثم يقلد أو يأخذ الإلهام من هذه التصاميم والعمليات من أجل حل مشاكل البشرية , فهي طريقة جديدة لعرض وتقييم الطبيعة لا يقوم على استخراج ما في وسعنا من العالم الطبيعي , **وان (عملية تقليد الطبيعة أو محاكاتها)**التي تعرف أيضا باسم (Biomimetic) أو التصاميم المستوحاة بيولوجياً، تنطوي على إيجاد حلول لمشكلات تصميمية عن طريق محاكاة العالم الطبيعي. ويتم ذلك من خلال عمليات تقليد للأشكال الموجودة بالطبيعة، ووظائفها ونظمها البيئية على نحو يواجه تحديات التصميم باستدامة وبفعالية أكثر. وهنالك **(عدة ستراتيجيات لمحاكاة النظم الطبيعة الحية لتحقيق استدامة عمرانية)** , تضمنت ثلاث مجالات اساسية تمثلت بما يأتي :

1. **مجال محاكاة الطبيعة الحية .**
2. **مجال قرارات المباني العمرانية المستدامة بيئياً.**
3. **محاكاة النظم المنشئية للطبيعة الحية .**

المؤشرات المنتخبة
1) المواءمة الشكلية مع الطبيعة
2) الاستلهام من الطبيعة النباتية
3) الاستلهام من الطبيعة الأحيائية
4) الأندماج مابين الداخل و الخارج
5) المستوى التعبيري للمبنى او الموقع
6) طبيعة المادة او المواد الانشائية المستخدمة
7) مدى تغطية الجانب الوظيفي
8) المواءمة المناخية للاشكال المعتمدة
9) الانتماء الى المبادئ البايولوجية (الافكار البايولوجية)
10) أعادة تدوير المواد المستهلكة (الأنتروبي)(المخرجات)
11) ضمان مايستهلكه المبنى من طاقة (الأكسيرجي)(المدخلات)
12) أستخدام الطاقات المتجددة المنفعلة
13) أستخدام الطاقات المتجددة الفعالة (الخلايا الكهروضوئية ,الخلايا الحرارية)
14) أستخدام نظم التحكم بفتح و غلق النوافذ للتحكم بكمية اشعة الشمس واتجاه الرياح

(3-1) يوضح مؤشرات الاطار النظري المستخلص لمحاكاة النظم الطبيعية الحية في قرارات الأستدامة العمرانية /المصدر الباحثة

المفردة الرئيسية	المفردة الثانوية			
في مجال محاكاة الطبيعة الحية	الاستعارة الشكلية من الطبيعة و الاندماج و التناغم معها	الأشكال الحرة	الاشكال العضوية	
			الاشكال الانسيابية	
			الاشكال الديناميكية	
	محاكاة النماذج الشكلية للطبيعة الحية		اشكال الحيوانات	
			اشكال النباتات	
	الاندماج بين العالم المبني و الطبيعة		ادخال المساحات الخضراء وبرك المياه	
			استخدام الفضاءات المفتوحة	
			التواصل البصري بين الداخل و الخارج	
	محاكاة طوبوغرافية الموقع		شكل أنسيابي	
			شكل متدرج	
في مجال محاكاة النظم المنشئية في الطبيعة الحية	محاكاة نماذج الطبيعة الحية في تكوين الهيكل الانشائي	هياكل عضوية	مرونة	
			استمرارية	
	محاكاة النظم المنشئية للطبيعة الحية	تكامل الشكل مع الوظيفة المنشئية	كفاءة تحمل القوى و توزيع الاحمال	
	اشتقاق و توليد البنى و المنشأت البايولوجية		الدمج بين الطبيعة والتكنولوجيا	
في مجال قرارات	الاستفادة من طاقات الطبيعة وموادها	اعتماد النظم المنفعلة	التوجه الشكلي الكفوء	

المباني المستدامة بيئياً		(الذاتية) ودمجها مع انظمة التصميم	التداخل والاندماج مع الطبيعة
			طمر جزء من المبنى
			استخدام الكاسرات الشمسية
			استغلال الطاقة الشمسية (خلايا كهروضوئية)
			جمع مياه الامطار واعادة استخدامها
			أعادة تدوير المياه غير النظيفة
			ادماج الحلول التقنية و التكنلوجيا لخلق توازن بين البيئة الطبيعية و المصنعة (العمارة)
	اعتماد المواقع الخضراء (الحدائق المعلقة)	ادخال النباتات الطبيعية والمساحات الخضراء على السطوح و بين طوابق المبنى	
		استخدام التشجير حول المبنى	
	استخدام مبدأ الفناءات و الفضاءات المفتوحة	الاستفادة من التهوية و الاضاءة الطبيعية	

جدول (3-2) يوضح مؤشرات و مفردات الاطار النظري المستخلص الخاصة بكل مجال من مجالات محاكاة النظم الطبيعية الحية في قرارات الأستدامة العمرانية /المصدر الباحثة

المحور الثالث : الدراسة العملية (تحديد العينات البحثية المنتخبة للدراسة العملية) :

اعتمدت العينات البحثية المنتخبة من قبل الباحثة على مجموعة من المشاريع الاجنبية و العربية التي تم الحصول عليها و تحليلها ووصفها من خلال اعتماد الباحثة على مجموعة من الكتب المعمارية و المجلات المعمارية و الكثير من مواقع الانترنت , وتم انتخاب مجموعة من العينات الدراسية بمجموع 9 مشاريع معمارية عالمية بما يتلاءم مع طبيعة البحث و مجالاته واهدافه من حيث الاستلهام من نظم الطبيعة الحية و ضمن مجالين (4 مشاريع بمجال محاكاة الطبيعة الحية و 5 مشاريع في مجال قرارات المباني العمرانية المستدامة بيئياً) وروعي في المشاريع المنتخبة التباين بين المصممين و التباين الوظيفي.

أ- مجموعة من المشاريع المعمارية العالمية المنتخبة في مجال محاكاة الطبيعة الحية

1 - مشروع Fukuoka's Tenjin Central Park / للمعماري الارجنتيني Emilio Ambasz / Fukuoka /اليابان

الفكرة التصميمة للمشروع جاءت من خلال تحويل حديقة عامة في اليابان بمساحة 100,000 متر مربع إلى 14 طابق من الحدائق المعلقة و المتدرجة فضلا عن 4 طوابق تحت الارض لصالح شركة((ACROS Asian Crossroads Over the Sea)) نجح المشروع بخلق نموذجٍ زراعي وعمراني مبتكر في كتلةٍ واحدة من خلال سلسلةٍ من الحدائق المعلقة التي تتسلق على كامل ارتفاع المبنى، وتبلغ ذروتها في حديقة رائعة تتيح مشهداً مؤثراً لميناء المدينة.أما تحت طوابق الحدائق الخمسة عشر تقبع هنالك مساحات متعددة الاستخدامات على أكثر من (93000 م^2) ، وتضم هذه المساحة قاعة معارض ومتحف ومسرحاً يستوعب 2000 مقعد، إلى جانب قاعات لعقد المؤتمرات ومكاتب حكومية وخاصة، فضلاً عن العديد من الطوابق الخاصة بمواقف السيارات تحت الأرض ومحال بيع المفرد.بالنسبة للموقع الذي تعود ملكيته للمدينة، يعد آخر بقعةٍ

غير مطورة في مدينة (Fukuoka) المركزية، توجد ردهة الزجاجية المركزية داخل المبنى، والتي تسمح بنشر الضوء من خلال الزجاج الذي يفصل ما بين البرك. كما يسترعي الانتباه أيضاً وجود حجرٍ كبير عند سفح الحديقة المصطبة، حيث يقوم هذا الحجر بتشكيل مدخلٍ على شكل حرف V، ويوحي هذا الحجر الخام بالطبقات الجيولوجية الكامنة وراءالغطاء النباتي التي تجعل من المبنى يبدو وكأنها كتلةٌ ضخمة تم اقتطاعها من الأرض، كما يساعد هذا الفراغ على تهوية الطوابق تحت الأرض ويقابل الجانب الآخر من المبنى أكثر الشوارع ذات الطابع المالي ويتألف من زجاجٍ مخطط، تعكس كل زاوية من زوايا طوابقه المارة في الأسفل، وتخفف بالتالي من كتلة المبنى

2 – مشروع Okinawa Institute of Science and Technology معهد العلوم والتكنولوجيا/ تصميم (نيكين سيكي)//أوكيناوا/اليابان/2008–2010

تصميم المشروع يستفيد من بيئة و محيط اوكيناوا الفريد من نوعه من خلال تطبيق مفهوم التصميم البيئي ونظم الطاقة المنفعلة للحفاظ على الطاقة و للحفاظ على الجمال الطبيعي لأوكيناو و في نفس الوقت توظيف الطبيعة في المشروع من خلال تكوين الموقع وتقسيم المناطق , و التاكيد على التواصل الاجتماعي و التفاعل مع المحيط (منطقة سكنية تعرف باسم القرية) من خلال ربط الحرم الجامعي بالمجتمع المحلي من خلال محور حركي يربط المشروع ككل يؤدي مباشرة الى البحر وهو عبارة عن نفق يمر تحت الارض , و ترتبط المختبرات و باقي الفضاءات من خلال ثلاث جسور و بنفس الوقت تربط بين المشروع و المناظر الطبيعية المحيطة بها و البركة الموجودة أصلا في الموقع , الفناء الوسطي عبارة عن بيئة طبيعية داخلية تتخلله المساحات الخضراء و الاشجار و برك المياه المشروع بالكامل يطل عليه من خلال نوافذ كبيرة , بنفس الوقت يعمل كنظام تهوية طبيعية من خلال سحب الهواء الساخن من المبنى و تلطيف الجو وبيئيا من خلال تقليل من أشعة الشمس القوية في الصيف والاعاصير ومن خلال الاندماج بشكل جيد مع الغابة الخضراء , معهد العلوم و التكنولوجيا هو كيان فريد و متميز في اليابان, ,المشروع يقع على التلال المطلة على البحر الأزرق.

أ–3 مشروع//GRIN GRIN" Island City Central Parkخليج هاكاتا/ اليابان / صممها تويو ايتو بين 2002 –2005

المشروع عبارة عن جزيرة اصطناعية تقع في خليج هاكاتا ، إلى الشمال من مدينة فوكوكا ، على الطرف الجنوبي الغربي لليابان صممها المهندس المعماري (تويو ايتو), فكرته التصميمية تتمثل نحت أشكال من الطبيعة و من الموقع و كأن المشروع ينبع من محيطه , يتألف المشروع من ثلاث باب منحنية تمثل ثلاث فضاءات طبيعية تحت الأرض تضم مجموعة مختلفة من النباتات شبه الاستوائية فضلا عن مجموعة متنوعة من الزهور و حديقة ترفيهية , القباب مغطاة جزئيا بسقوف زجاجية مفصلية مكونة مناور بيضاوي الشكل(بمساحة تصل الى 25 متر^2) تسمح بمرور اكبر كمية من اشعة الشمس لنمو النباتات وللاضاءة الطبيعية , فحين يتم تغطية الباقي بسقوف خضراء من الغطاء النباتي, الشكل التصميمي للمشروع شبيه بسلسلة صغيرة متموجة من التلال الصغيرة على طول امتداد البحيرة المطلة عليها و الحدائق المحيطة بها لتصل إلى نحو (190 مترا) افقيا وكأنها جزء من تضاريس الارض و حبات اللؤلؤ غير النظامية , تصميم الفضاء الداخلي ممتد الى الخارج ومتداخل معه بصورة متناوبة نحو الاعلى و الاسفل, فضلا عن ان أجزاء من القباب ناتئة لخلق اماكن جلوس

خارجية تحتها و لتوفير الظل لها و بنفس الوقت تشير الى مداخل المشروع , المشروع يغطي ما يقرب (5000 م2) ، و يحيط بالمشروع بيئية طبيعية متمثلة بحدائق بمساحة 15 هكتار متصلة بالبحيرة ، وهناك ممر للمشاة حول السقف ومطل على الحديقة و منساب مع التموجات الارضية , مساحة كل قبة تتراوح بين(900- 1000 م2) , الهيكل الانشائي المستخدم (خرسانة مسلحة و هيكل فولاذي) , مستوى المشروع (0 متر) , مساحة الموقع (129170 م2) , مساحة البناء (5162 م2) . يتم التحكم في المناور تلقائيا وفقا لدرجة الحرارة المحيطة ، مما يسمح للتهوية في الأيام الحارة أو إغلاقها في حالة المطر أو البرد . فضلا عن ان هيكل القباب الناتئ يوفر الحماية من حرارة الصيف في حين خلال فصل الشتاء يتم التحكم في درجة الحرارة لتوفيرالحرارة اللازمة للنباتات الاستوائية داخل القباب.

أ-4: مشروع Eden Project /في شرق الأمازون /إنجلترا /بريطانيا / للمعمار نيكولاس غرمشو وشركاءه / Nicholas Grmshaw and Partners 2001/

هو مجمع بيئي صناعي ضخم يحوي على عدة قباب كل منها تحاكي بيئة أحيائية معينة محتويةً على أصناف عديدة من النباتات من مختلف بقاع العالم. القباب مكونة من مئات الأجزاء سداسية الشكل مع بعض الأجزاء الثمانية الشكل. القباب مصنوعة من مادة الاتفي البلاستيكية .أولى تلك القباب تضم البيئة الاستوائية . استغرق بناء المشروع عامين ونصف حتى تم افتتاحه للعامة في عام 2001, المشروع يقع في مدينة كورنوال ، يتكون المشروع من ثمانية قباب في مساحة مقدارها(15 هيكتاراً) متداخلة على شكل جيوديسي شبيه بالفقاعات في تسلسل متعرج يبلغ حجمها (18-65 م^3) لتحوي الإرتفاعات المختلفة للحياة النباتية , تم اختيار مواقع الفقاعات بحسب النمذجة الشمسية (Solar Modeling)، وهي تقنية متقدمة تبين المناطق التي ستستفيد الهياكل أكثر من المحصول الشمسي غير المباشر, يستخدم مشروع إيدن استراتيجيات مستدامة عدة مثل استخدام نظام تجميع مياه الأمطار و توربينات الرياح لتوليد الطاقة الكهربائية(المشروع لا يحتاج إلى استخدام كمية كبيرة من المياه للحفاظ على أنواع كثيرة من النباتات التي تعيش هناك حيث يستخدم نظام لتطهير مياه الأمطار وهناك نظام تدفئة "فعّال Active" داخل كل فقاعة كوسيلة "للتنظيم الصحيح" للنظام الطبيعي الذاتي. وعلى هذه الشاكلة فإن التهوية وستراتيجية الماء تم إستنباطهما بمساعدة دراسات ديناميكية السوائل التخمينية التجديدية لتقليل الضياع الطبيعي. ويعاد تدوير مياه الأمطار للترطيب وحتى المياه الجوفيه تم تحويلها إلى مصدر إيجابي، حيث تم توزيعها ضمن شبكة المياه لأغراض السقي. في هذا المشروع تم ابتكار مادة (ETFE) نوع من البلاستيك (من البوليميرات عالية التماسك حيث يمكن رصف ثلاث طبقات منها ويتم لحمها في الاطراف ومن ثم تضخم حسب الطلب والجميل في هذه المادة انه يمكن صنع وحدات منها اكبر بسبع مرات من تلك التي يمكن صنعها بواسطة الزجاج رغم انها تزن 1% من وزن الواح الزجاج المزدوج) يُعد مشروع إيدين هو مثال جيد عن كيفية استعارة الافكار من البيولوجيا يمكنها ان تفيد في زيادة هائلة في فاعلية استخدام الموارد بتقديم نفس الكفاءة و استهلاك كميات اقل من الموارد .

<u>ب- مجموعة من المشاريع المعمارية العالمية المنتخبة في مجال قرارات المباني العمرانية المستدامة بيئياً</u>

1: مشروع BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT(مركز بحوث البناء)/ Feilden Clegg 1994/, UNITED KINGDOM/

اتخذ المشروع شكل هندسي (L shape) تتخلله بعض الفراغات الوسطية فضلا عن احاطته بالمساحات الخضراء واعتماده التوجيه الشكلي

الكفوء باتجاه الجنوب والشمال. يشير المشروع الى طبيعة المعالجات المستخدمة فية والتي تهدف الى التقليل من استهلاك الطاقة والاخذ بنظر الاعتبار تكامل نهج البيئة بالطاقة, حيث يعد المشروع مثال عن تصميم الطاقة الكفوءة.كما تم استخدام المساحات الزجاجية بكثرة في المشروع لاستغلال ضوء النهار الطبيعي , فضلا عن استخدام نظام ادارة البناية BMS للسيطرة على النوافذ القابلة للفتح بكلا الاتجاهين وبمستويات عالية , واعتماد التهوية الطبيعية بأنها الاختيار الافضل للتصاميم المفتوحة, واعتماد الشكل الموجي للسقوف من الداخل وتقاطعه مع شريحة أنابيب التهوية وذلك لدمج طرق التهوية وتجنب المشكلات السمعية فضلا عن مايزوده هذا الشكل الموجي من اثر كبير في زيادة سعة الشريحة مزودا سقفا جميلا وزيادة مساحة السطح المكشوف للاسمنت فضلا عن المواد الخاصة المستخدمة في الانهاء للاوجه الداخلية للبناء وقنوات التبريد والتي تساعد في خفض درجة الحرارة كذلك تم استخدام اعمال الانابيب في واجهات الطوابق المقسمة الى اشرطة وبمسافة 1,5 م حيث تستعمل للتسخين في الشتاء بالتمازج مع الاشعاعات وللتبريد في الصيف. كما استخدمت فتحات ذات ثقوب عميقة في الجدران لتجهيز الماء مرورا عبر مبدل الحرارة ورجوعا الى الفتحة ثانية لخفض درجة الحرارة والحفاظ على البيئة الداخلية.اعتمد المشروع على التهوية الطبيعية كأستراتيجية اساسية تتطلب مقاييس بديلة للتعامل مع حرارة الصيف, لذا استخدمت بادكيرات التهوية(المدخنة الهوائية) (chimney) على الواجهة الجنوبية للبناية والمرتبطة بالطوابق الاخرى لتعمل على تحديد مجرى الهواء من خلال قنوات السقف في تركيب الطوابق مرورا بفضاءات المكاتب الى الفضاءات المفتوحة الكبيرة , فضلا عن الفجوة الموجودة في الواجهة الجنوبية الشكل الموجي للسقف والذي يعمل على صرف الهواء الحار من النقاط العالية المجاورة لفراغات المكتب. كذلك تم استخدام المراوح لزيادة كفاءة البادكير (Stack) لدفع الهواء خلال أنابيب التهوية ومرورها بالفضاءات الاخرى. كما تم تزجيج البادكيرات بكتل زجاجية منقوشة للاستفادة من الطاقة الطبيعية للشمس.لقد اعتمد المشروع مبدأ الفناءات الوسطية في التكوينات الشكلية لزيادة الكفاءة المناخية, فضلا عن تأثره بالعناصر الطبيعية المتوفرة في الموقع. كما اعتمد التوجيه الشكل الكفوء بأتجاه الجنوب والشمال, واعتماد مبدأ الدعم المنفعل للشكل عن طريق تكيف تقنية النظم المنفعلة كأستخدام الخلايا الشمسية. كما تم استخدام الخشب في تركيب السقف و الارضيات و تم اعادة تدوير 96% من مواد بناء المبنى القديم و استخدم 90% خرسانة معاد تدويرها في الموقع واعتماد مصدات عمودية تعكس نور الشمس مباشرة الى اعمق نقطة في السقف والسيطرة علية بشكل محدد للتعامل مع الكسب الشمسي وتقليل الابهار في الفضاء.

2: مشروع (City Hall (GLA/ للمعمار Norman Foster / England ,London /1998-2002/

المشروع هو المقر الرئيسي للسلطة لندن الكبرى (GLA) الذي يضم عمدة لندن، وجمعية لندن .ويقع في ساوث وورك، على الضفة الجنوبية لنهر التايمز بالقرب من جسر البرج, يبلغ ارتفاع المبنى (45 متر) و يتكون من (10 طوابق+ 1ط تحت الارض) ،المشروع عبارة عن شكل شبيه بالبيضة يتدرج إلى الأسفل متخذاً شكلاً مخروطياً شبيهاً بالشكل البصلي حيث يحوي سلالم حلزونية تمتد على طول المبنى ويمثل انموذجاً ناجحاً للمحاكاة الاحيائية باشتقاق الشكل من مقطع الرئة يتم توفير التبريد للمبنى عن طريق ضخ المياه الجوفية المحيطة بالمبنى من خلال ثقوب وضعت في مستوى المياه الجوفية , يطلق على الطابق العلوي اسم 'غرفة المعيشة " الذي يؤدي الى شرفة بانورامية مطلة على المدينة و هي قاعة اجتماع اللجنة التي يمكن أن تستوعب ما يصل إلى 250فرد فضلا عن المبنى يتكون من مكاتب عامة، وغرف لجنة و خدمات عامة ويمتاز الهيكل بأنه ذو شكل غريب بالنسبة للمجاورات لغرض إعطاء بيت الحكومة الجديدة في لندن شيئاً من العظمة في الشكل. نجح المشروع باعتماد تقنيات إنتاج كتلية للبناء ومعتمدة على التكنولوجيا في السيطرة على الظروف البيئية

والمداره مناخيا. الغرض من المشروع هو اعتماد مفهوم حفظ الطاقة في التصميم من خلال تكامل التقنيات الجديدة مع الشكل المعتمد المحاط بالمنحدر الملتف حول الفضاء الداخلي الرئيس ,الايكولوجية الطبيعية المعتمدة فضلاً عن اتخاذ الشكل بعض المعالجات الشكلية كالتدرج والتموج لخفض الحرارة الشمسية المكتسبة والتوجيه الشكلي الكفوء باتجاه الواجهة الجنوبية اعتماد المبنى على التهوية الطبيعية للمساحات المكتبية من خلال مجموعة من النوافذ الزجاجية التي يتم التحكم بها عن طريق نظم التحكم بالفتح و الاغلاق وسيتم إعادة تدوير الحرارة التي تولدها أجهزة الكمبيوتر والاضواء .في الطوابق العليا ومن ثم يمكن توجيهها إلى محيطه الخارجي الهدف توفير الطاقة يعني أنه لن تكون هناك حاجة لأجهزة التبريد في المبنى كذلك هناك نظام تبريد باستخدام المياه الجوفية وكلها تسهم في التأكد من أن استهلاك الطاقة ليست سوى نحو 25% من كمية الطاقة التي تحتاجها المباني التقليدية, حيث اعتمد الشكل البيضوي للمبنى لتقلل من المساحة السطحية المعرضة لاشعة الشمس حيث تم وضع قاعة الجمعية الرئيسية شمالا وذلك لتقليل كمية أشعة الشمس المباشرة, هيكل المبنى يميل الى الوراء، طابق بعد طابق نحو الجنوب، وبالتالي تحقيق مناطق ظل طبيعية.

3: مشروع برج ميسينياجا بكوالالمبور (Menara Mesiniaga) /1992/ من تصميم المعماري Ken Yeang / كوالالمبور بماليزيا هو مقر شركة (آي بي إم) / حائز على جائزة الآغا خان للعمارة، 1995

المشروع يعكس مبادئ و خبرة (Yeang) في تصميم العمارة المستدامة (العمارة البيومناخية), فالمبنى يعتبر كنموذج طبق قواعد العمارة الماليزية التقليدية و القواعد الحديثة على التوازي بالاعتماد على أشكال من مسطحات خضراء عمودية كأداة أساسية للتصميم, كما يعتبر كنموذج مثالي للمباني المرتفعة الصديقة للبيئة, يعكس العلاقة القوية بين المبنى و المحيط و المناخ و المساحات الخضراء من خلال عشرة طوابق دائرية من المساحات المكتبية مع شرفات حدائقية متدرجة وكاسرات شمسية خارجية لحجب اشعة الشمس الداخلة تم تركيب خلايا شمسية على السطح لالستغلال الطاقة الشمسية , فضلاً عن يحتوي البرج على ساحة دخول كبيرة لعرض المنتجات و قاعة متعددة الاغراض سعة 130 مقعد و غرف جلوس و غرفة صلاة و كافتيريا و مطبخ و مكاتب إدارية و خدمات ادارية و كراج للسيارات أسفل المبنى , ارتفاع المبنى 63 م , يتكون من طابق أرضي+ 13 طابق فوق الارض + 1ط تحت الارض وهو ذو مسقط دائري لولبي باتجاه الاعلى , هيكل المبنى من أعمدة فولاذية تحمل بلاطات الأرضيات الخرسانية المثبتة على جمالونات فولاذية, المساحة الإجمالية للطوابق 6503 متر مربع ,المشروع يحوي حوائط زجاجية (Curtain Walls) في الواجهات الشمالية و الجنوبية الخدمات الرئيسية تقع في الواجهة الشرقية الحارة المعرضة للشمس لتوفير الحماية للفراغات الداخلية من أشعة الشمس القوية , كما تسمح بالإضاءة و التهوية الطبيعية للسلالم و المصاعد و دورات المياه والممرات, مع استخدام كاسرات شمسية في جانب المبنى المعرض للشمس , فضلاً عن شرفات خارجية و أفنية معلقة تلتف بشكل حلزوني حول الواجهات لتوفير التهوية الطبيعية للفراغات الداخلية , وجود نظام لتجميع مياه الأمطار على السطح, واعادة تدويرها و استخدامها في ري المزروعات والمسطحات الخضراء وبالتالي يوفر المبنى سنويا ما يقارب 13590 $ من تكاليف الطاقة .

4:مشروع أكاديمية كاليفورنيا للعلوم(California Academy of Sciences) /سان فرانسيسكو / كاليفورنيا/ تصميم المهندس المعماري (رينزو بيانو)/ 2008

المشروع عبارة عن مؤسسة متعددة الأوجه تمثل نهجا شاملا للتصميم المستدام من خلال اعتماد نظم طبيعية في التصميم , يقع في سان فرانسيسكو ، كاليفورنيا يتكون المشروع من (متحف ، والقبة السماوية ، أكواريوم ، مختبرات ، معرض ,مجموعات التخزين والمكاتب),. يتكون المبنى من أربعة طوابق عدا سطح المبنى الممو ج الذي

يبدو كقطعة من حديقة وتبلغ مساحته (2.5 فدان امريكي اي حوالي 10115 م^2)لزراعة النباتات ويقوم هذا السطح باستيعاب من 90-98% من مياه الأمطار والتي يستفاد منها في ري النباتات وشرب الكائنات الحية داخل المشروع كما توجد خلايا ضوئية في سطح المبنى والتي تقوم بتوفير 6 KW من الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية وهذه الكمية تكفي لتغطية من 5-15% من حاجة المبنى من الطاقة. وهناك قبب من الزجاج في سطح المبنى لدخول الضوء للطابق الثاني والذي يحوي الغابات المطرية. الشكل الخارجي للمبنى شبيه بالكرة المتموجة سقفها بارز عن سطح الارض مغطى بمساحة (2.5 فدان امريكي) اي حوالي 10115 متر^2) من الحدائق كأنه رقعة من الحديقةالرئيسية اي نابع من الارض , السقف الاخضر يستفاد منه للحد من جريان مياه الأمطار سقف و يوفر مزايا اداء اخرى بما في ذلك امتصاص تقريبا جميع مياه الأمطار التي تسقط عليه و عندما يتم تجاوز نقطة التشبع يتم تصريفه الى غرفة التغذية الجوفية ثم يتسرب ببطء في التربة المحيطة به , ولأن البيانو أراد بديلا للأواني البلاستيكية المستخدمة عادة في معظم وحدات نظم السقف الأخضر ، وضعت حاوية بقياس 17 بوصة مربعة قابلة للتحلل مصنوعة من المطاط و قشورجوز الهند .و يستفاد من السقف ايضا لتوفير العزل ، وإنشاء موئلا للطيور ، فضلا عن ان السقف يحوي فتحات دائرية الشكل تمثل مناور تسمح بمرور اشعة الشمس الى الداخل و حاوية على خلايا كهروضوئية وهو المظهر الأكثر بروزا للأكاديمية "لاستكشاف وشرح وحماية عالم البيئة الطبيعية" . المعرض الرئيسي صليبي الشكل و مركزي محاط بهيكل فولاذي و زجاج سقفه زجاجي يساعد على دخول الضوء والهواء الطبيعي (skylight) , و للاستفادة من المناخ المعتدل في سان فرانسيسكو وضع نظام التهوية الطبيعية يعمل من خلال سلسلة من أجهزة الاستشعار قابلة للفتح و الغلق لنوافذها وفتحات السقف والستائر الخارجية لتقليل كمية اشعة الشمس النافذة الهواء النقي يدخل قاعة المعرض من خلال فتحات في اعلى و اسفل الواجهة الزجاجية و ومن خلال المناور السقفية . القبة الفلكية التي تمثل الغابة المطرية يتم الحفاظ على البيئة دافئة ورطبة والضوء اللازم لنمو النباتات الاستوائية من خلال المناور والإضاءة الكهربائية التكميلية.و الغلاف الخارجي يضمن درجات الحرارة لا ترتفع فوق معايير التصميم من (26_28,8 مئوية) مع نسبة رطوبة (50 % إلى 70%) ، وتيار من الهواء عالي السرعة يمنع من تشكيل التكثيف على الجزء الداخلي .

5: مشروع مركز التسوق ومبنى المكاتب (East Gate)، القائم في هاراري في زيمبابوي/ 1996 / صممه المهندس المعماري (Mick Pearce) بالتعاون مع المهندسين في مؤسسة أروب

لعل أشهر المباني المستوحاة من الطبيعة الحية هو مركز التسوق ومبنى المكاتب إيست غيت (البوابة الشرقية) حيث يجسد أفضل ما في العمارة الخضراء والتكيف الحساس بيئيا .أكبر مكتب في البلاد ومجمع تجاري هو أعجوبة معمارية في استخدامها لمبادئ تقليد الطبيعة .مبنى متوسط الارتفاع ، صممه المهندس المعماري (Mick Pearce) بالتعاون مع المهندسين في مؤسسة أروب وربما كأول مبنى في العالم لاستخدام التبريد الطبيعي إلى هذا المستوى من التطور .افتتح في عام 1996 على روبرت موغابي، ويوفر 5600 متر مربع من مساحات البيع المفرد، 26000 متر مربع من المساحات المكتبية ومواقف ل 450 سيارة. ، تم استخدام مادة البناء الخرسانة و طوب زيمبابوي الأصلي و استوحي التصميم من تلال النمل الأبيض الأفريقي، التي يحافظ فيها النمل على درجة حرارة ثابتة تبلغ 30,5 درجة مئوية (لحفظ الفطر الذي يجمعه النمل كغذاء) وذلك عن طريق فتح

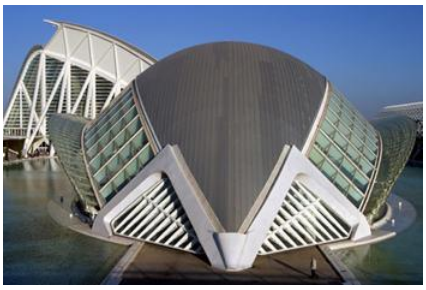
وإغلاق منافذ يخرج عبرها الهواء الساخن .ولا يوجد في مبنى (إيست غيت) نظام لتكييف الهواء بالشكل المعتاد بل يعتمد على مبدأ التبريد المنفعل عن طريق تخزين الحرارة في النهار والتخلص منها في الليل, حيث تقوم مراوح كبيرة خلال الليل بسحب الهواء الخارجي البارد الى الداخل عبر فراغات مبنية بين أرضيات الطوابق. وخلال النهار تقوم مراوح أصغر بدفع الهواء الساخن الداخلي الى الخارج عبر نفس الفراغات، حيث تساعد الخرسانة الباردة على تحقيق اعتدال درجات الحرارة. وعندما يسخن الهواء يرتفع عبر 48 قمع قرميد مستدير الشكل إلى سطح المبنى(المدخنة الهوائية) . ويدور الهواء النقي في المبنى مرتين في كل ساعة خلال النهار. ويقال إن المبنى لا يستهلك إلاّ عشرة بالمئة من الطاقة التي تستهلكها عادةً المباني التقليدية من نفس الحجم .ويتكون المجمع من مبنيين مفصولين بساحة وسطية مفتوحة شبيهة بالكورت يغطيها الزجاج القابل للفتح للتيارات الهوائية.

ج- المشاريع المعمارية العالمية المنتخبة في مجال محاكاة النظم المنشئية للطبيعية الحية

1. مشروع Santiag Calatrava /2001/ Milwaukee, Wisconsin /, Milwaukee Art Museum

يمثل البناء بكونه يشبه جناح الطير وبحركة الفتح والغلق مشكلاً احاطة حول الشكل المخروطي الزجاجي للبناية المشروع احد المشاريع الغريبة في الولايات المتحدة المازجة بين الطبيعة والعلوم والفنون. يمتاز التصميم بالضخامة والقوة والأدائية مازجاً بين الهندسية والعضوية فضلاً عن الانفتاحية لخلق نوعٍ من المزج بين البيئتين الداخلية والخارجية. استطاع المعمار سوغ العديد من العناصر التصميمية في المشروع كجسر كبير للممشى محتوياً على سقف متحرك ضخم يحوم حول المكان فضلاً عن خلو المشروع من الخطوط المستقيمة في اشكاله التعبيرية , أنجز المشروع في عام 2001 على شاطئ بحيرة ميشيغان في ويسكونسن ، الولايات المتحدة الأمريكية , ربما الميزة الأكثر دراماتيكية هو مجموعة الاجنحة التي يبلغ عددها(271) الشبيه باشعة الشمس التي تفتح و تغلق بحركة شبيها برفرفة جناح الطير على مدار اليوم لتوفير الظل إلى داخل المتحف وتخلق نوعا من الحركية الحضرية. فصلا عن ان الهيكل الانشائي يحوي تراكيب شبيهة بالزعانف يبلغ عددها 72 ، يتراوح طولها(8-32 متر) ، وتزن 90 طنا. تستغرق ثلاث ونصف دقيقة لفتح أو إلاغلاق حيث يحوي أجهزة استشعار ترصد سرعة الرياح واتجاهها ، وكلما تتجاوز الرياح سرعة 23 ميلا في الساعة لأكثر من ثلاث ثوان يغلق الجناح تلقائيا. طول الجناح(217 قدم حوالي 66 متر2) يفتح خلال النهار، ويتقوس في الليل وأثناء العواصف. هذة ألأجنحة أصبحت رمز لمدينة ميلووكي فضلا عن معرض الأعمال الفنية المؤقتة,ارتفاع السقف الزجاجي يبلغ 28 متر , يتكون المشروع من متحف ,قاعة الاستقبال ، وقاعة محاضرات ، متجر ومقهى ومواقف السيارات ، فضلا عن (930 م2) مساحة مرنة للمعارض المؤقتة وجسر للمشاة معلق يربط المتحف بالمدينة المشروع شبيهاً بحركة جناح الطير لحظة البدء بالطيران والهبوط مما يعبر عن طرح واقعي وخيالي. يعبر شكل المشروع من الداخل عن تجريد الشكل الطبيعي وتغير العلاقة بين المحددات الشكلية الأساسية لجناح الطير وعمليات التهجين مع هيكل السمكة، وهذا ما نراه واضحاً في الهيكل الإنشائي المحاكي لجناح الطير كأحد الاستلهامات للنظم الانشائية للطبيعة وعمليات التهجين مع هيكل السمكة .

2. مشروع Calatrava / The Planetarium of the city of Art&Science / إسبانيا/1996 - 2009



المشروع عبارة عن مجمع معماري يتألف من خمسة هياكل مختلفة مقسمة في ثلاثة مجالات : الفن، والعلم والطبيعة. يقع في فالنسيا، إسبانيا، على نهر توريا ويغطي مساحة(350000 (m2 بدأ في تموز / يوليو 1996،

هو مثال للعمارة العضوي، وذلك بفضل نوعية فن البناء، تمكن من الجمع بين العناصر الشكلية والمحتوى، عاكساً تقاليد الحوض البحر الأبيض المتوسط من خلال الألوان الزرقاء وبرك المياه والاسمنت الأبيض, المشروع يتكون من متحف للعلوم و قبة فلكية تحوي على مسرح و دار اوبرا و مساحات طبيعية واسعة ,الهيكل الانشائى شبيه بالهيكل العضمي مستوحاة من(عظام السمك) و قرر كالاترافا جعل الماء العنصر الاساسي فى المشروع مستغلا اياه كمرأة للعمارة مع محاكاة النظام الهيكلي لعظام السمكة كنظام انشائي حاوي للمبنى, هيكل البناء من الصلب,الارتفاع 85 = مترا,الطول يصل إلى 70 مترا

يمتاز المشروع برفض المعماري لمفهوم القشرة Skin)) والاعتماد على الهيكل الإنشائي المفتوح للربط بين البيئتين الداخلية والخارجية فضلا عن تفرد المشروع بالاستقلالية لكونه غير متكامل مع السياق . يعد المشروع كحدث تاريخي محددا الفضاء بوضوح بأشكاله البيضاء المتميزة والمكيفة مع البيئة المحيطة .

المحور الخامس: الأستنتاجات التطبيقية و النظرية

الاستنتاجات المرتبطة بنتائج التطبيق

أ : توصل البحث الى ان اكثر المؤشرات فعالية في مجال محاكاة الطبيعية الحية هي :

1. المواءمة الشكلية مع الطبيعة
2. الاستلهام من الطبيعة النباتية
3. الأندماج مابين الداخل و الخارج
4. المواءمة المناخية للاشكال المعتمدة
5. أستخدام الطاقات المتجددة المنفعلة

ب: توصل البحث الى ان اكثر المؤشرات فعالية في مجال قرارات المباني العمرانية المستدامة بيئياً هي:

1. أستخدام نظم التحكم بفتح وغلق النوافذ للتحكم بكمية اشعة الشمس واتجاه الرياح
2. طبيعة المادة او المواد الانشائية المستخدمة
3. ضمان مايستهلكه المبنى من طاقة (المدخلات)
4. أستخدام الطاقات المتجددة المنفعلة
5. أستخدام الطاقات المتجددة الفعالة (الخلايا الكهروضوئية ,الخلايا الحرارية)
6. المستوى التعبيري للمبنى او الموقع

ج–فضلاً عن توصل البحث الى ان اكثر المؤشرات فعالية في مجال محاكاة النظم المنشئية للطبيعة الحية هي:

1. الاستلهام من الطبيعة الأحيائية
2. طبيعة المادة او المواد الانشائية المستخدمة

3. أعادة تدوير المواد المستهلكة (الأنتروبي)(المخرجات)
4. الانتماء الى المبادئ البايولوجية (الافكار البايولوجية)
5. أستخدام نظم التحكم بفتح و غلق النوافذ للتحكم بكمية اشعة الشمس واتجاه الرياح

أما أكثر مؤشر مشترك من حيث الفعالية في المجالات الثلاث هو **مدى تغطية الجانب الوظيفي** فنجاح اي مشروع مرهون بمدى تغطيته و تلبيته للوظيفة التي انشأ من اجلها .

المؤشرات المنتخبة للدراسة العملية	الجانب الذي حقق اعلى نسبة مئوية %
1. المواءمة الشكلية مع الطبيعة	الطبيعي
2. الاستلهام من الطبيعة النباتية	الطبيعي
3. الاستلهام من الطبيعة الأحيائية	المنشئي
4. الأندماج مابين الداخل و الخارج	الطبيعي
5. المستوى التعبيري للمبنى او الموقع	البيئي
6. طبيعة المادة او المواد الانشائية المستخدمة	البيئي و المنشئي
7. مدى تغطية الجانب الوظيفي	كافة الجوانب
8. المواءمة المناخية للاشكال المعتمدة	الطبيعي و البيئي
9. الانتماء الى المبادئ البايولوجية (الافكار البايولوجية)	المنشئي
10. أعادة تدوير المواد المستهلكة (الأنتروبي)(المخرجات)	المنشئي
11. ضمان مايستهلكه المبنى من طاقة (الأكسيرجي)(المدخلات)	البيئي
12. أستخدام الطاقات المتجددة المنفعلة	البيئي و الطبيعي
13. أستخدام الطاقات المتجددة الفعالة (الخلايا الكهروضوئية ,الخلايا الحرارية)	البيئي
14. أستخدام نظم التحكم بفتح و غلق النوافذ للتحكم بكمية اشعة الشمس واتجاه الرياح	المنشئي و البيئي

جدول(4-2) يوضح استنتاجات تحليل نتائج الدراسة العملية التطبيقية لكافة العينات الدراسية المنتخبة بمجالات محاكاة النظم الطبيعية

استنتاجات الجانب النظري

1. الاستدامة تعني تكامل القضايا البيئية والاجتماعية و الاقتصادية و تلبية متطلبات واحتياجات المجتمع في الوقت الحاضر وفي المستقبل وتحسين نوعية الحياة
2. أن التقنيات التكنولوجية ليست الا وسيلة لتحقيق عمارة مستجيبة للظروف البيئية من خلال تعزيز النظم الطبيعية بها لزيادة كفاءتها وملائمتها لمتطلبات التطور .
3. التوجه نحو الإستفادة من بعض تكوينات وتشكيلات الطبيعة و نظمها و الدمج بينها وبين التكنلوجيا بإستخدام الحاسوب للتعرف على مدى ملاءمة هذه المفاهيم لتكيفها مع البيئة الطبيعي ,ودعم النظم الطبيعية بالتكنولوجيا المتقدمة لخلق حلول تصميمية موحدة ورابطة بين الطبيعة والثقافة والتكنولوجيا .
4. تعد الطبيعة غنية بالنظم والعناصر والمصادر التي يمكن الاستفادة منها في العمارة , كالبنى و الهياكل و المواد المختلفة التي بتكاملها مع بعض تكون نظام متكافئ على كل النواحي .

5. ان التصميم البيوميناخي هو احد اساسيات تحقيق الاستدامة من خلال الاعتماد على النظم المنفعلة لخلق بيئة داخلية أكثر راحة لمستخدمي الابنية .
6. ان للتكنولوجيا دور اساسي ومهم في عملية التصميم المستدام من خلال توفير الطاقة وتحديد الطاقة المستهلكة والسيطرة عليها وحماية المصادر الطبيعية و دمجها مع انظمة التصميم و مواده.
7. التوجه نحو الإستفادة من بعض تكوينات وتشكيلات الطبيعة و نظمها و الدمج بينها و بين التكنلوجيا بإستخدام الحاسوب للتعرف على مدى ملاءمة هذه المفاهيم لتكيفها مع البيئة الطبيعي ,و دعم النظم الطبيعية بالتكنولوجيا المتقدمة لخلق حلول تصميمية موحدة ورابطة بين الطبيعة والثقافة والتكنولوجيا لدمج وتوحيد الحاجات الخاصة بالإنسان والمجتمع بالتوازن مع الطبيعة
8. ان الاشكال الموجودة بالطبيعة و نظمها الهيكلية قد اثبتت كفاءتها على مر السنين في مواجهة و تحمل الظروف البيئية المحيطة بها و مقاومتها للأحمال فهي متشابهة في نظامها الهيكلي من حيث توزيع القوى و مقاومتها للاحمال مع اختلاف في الشكل الظاهر الخارجي.
9. الاستفادة من الانسجام الذي تظهره الهياكل الطبيعية العضوية و الناتج من تكامل الشكل مع الوظيفة الهيكيلية يمكن توظيفه في اشكال و هياكل العمارة.

التوصيات

بعد ان اثبتت فاعلية الاطار النظري المطروح في محاكاة النظم الطبيعية الحية في الوصول الى الية واضحة لتحقيق استدامة عمرانية يوصي البحث بما ياتي :

- أعتماد الشكل الانسيابي (من ضمن الاشكال الحرة) في الاستعارة الشكلية من الطبيعة و الاندماج و التناغم معها (الاشكال الحرة) (حيث انه الانسب رغم تباين طرق توظيفه في المشاريع المعمارية من حيث الاستمرارية و التناغم و الاندماج مع البيئة الطبيعية المحيطة)
- أعتماد اشكال النباتات في محاكاة النماذج الشكلية للطبيعة الحية (من حيث المرونة في محاكاة عناصرها الانسيابية ووحداتها و كذلك ألية عملها)
- أعتماد الفضاءات المفتوحة ومبدأ التواصل البصري بين الداخل و الخارج و ادخال المساحات الخضراء و برك المياه لتحقيق الاندماج بين العالم المبني والطبيعة (لخلق بيئة داخلية مصغرة و الاستفادة من التهوية و الاضاءة الطبيعية و تقليل استهلاك الطاقة و استمرارية الفضاءات و انسيابتها و استخدام العناصر الشفافة و الشبابيك البانورامية)
- أعتماد المواد القابلة للتدوير لانها اكثر كفاءة و استدامة و اقل استهلاك للثروات الطبيعية و اقل تأثير على البيئة .
- أعتماد الشكل المتدرج و الشكل الانسيابي في محاكاة طوبوغرافية الموقع حيث تتباين طرق التواصل مع البيئة المحيطة و الموقع نفسه.
- محاكاة الهياكل العضوية لنماذج الطبيعة الحية (حيث تمتاز بالكفاءة في تحمل القوى و توزيع الاحمال و المرونة المنشئية).
- تكامل الوظيفة المنشئية للمشروع المعماري مع الشكل الناتج من خلال الدمج بين الطبيعة والتكنولوجيا
- اشتقاق و توليد البنى و المنشأت البايولوجية بأستخدام التقنيات الحاسوبية لعمل مقاربة محاكاتية للوحدات و العناصر و الية عملها مع بعض.

- الاستفادة من طاقات الطبيعة و موادها من حيث أعتماد النظم المنفعلة (الذاتية) ودمجها مع انظمة التصميم مع الاخذ في الاعتبار تقليل استهلاك الطاقة والمواد والموارد مع تقليل تاثيرات الانشاء والاستعمال على البيئة الطبيعية .
- أعتماد التوجه الشكلي الكفوء للمشاريع المعمارية (للاستفادة من طاقة الرياح في التهوية الطبيعية و استغلال الطاقة الشمسية من خلال الخلايا الشمسية).
- ادماج الحلول التقنية لخلق توازن بين البيئة الطبيعية و المصنعة واستغلال الطاقة .
- اعتماد النباتات الطبيعية و المساحات الخضراء على السطوح و بين الطوابق (الحدائق المعلقة) و لتحقيق الراحة النفسية و البصرية و التواصل مع المحيط الخارجي و تنقية الجو من الغبار و امتصاص غاز ثاني اوكسيد الكاربون و تقليل الضوضاء و غيرها من الفوائد .

المصادر العربية

1. الباباني، سامال عثمان،2004 "**العمارة المستدامة: اثر مناهج محاكاة الطبيعة على ستراتيجيات البناء الشكلي المستدام**"، رسالة ماجستير، الجامعة التكنولوجية، كلية الهندسة , قسم الهندسة المعمارية.
2. البجاري، احمد لؤي، 2007"**الاستدامة في العمارة الداخلية**"، رسالة ماجستير، الجامعة التكنولوجية، ، كلية الهندسة قسم الهندسة المعمارية.
3. البدري، امجد محمود، 2006" **التطور والتغير في الفكر الجديد لعمارة الابنية الصناعية الذكية** "، اطروحة دكتوراه، جامعة بغداد، ، كلية الهندسة ,قسم الهندسة المعمارية.
4. بيثون، رنا ممتاز، 2006"**الاستدامة المعمارية: ستراتيجيات محاكاة الطبيعة والشكل المعماري في العمارة المستدامة**"، رسالة ماجستير، الجامعة التكنولوجية ، كلية الهندسة, قسم الهندسة المعمارية.
5. الزبيدي , مها صباح, "الاستدامة البيئية في تشكيل التجمعات الإسكانية في العراق", أطروحة دكتوراة , جامعة بغداد ,2006
6. الزهاوي، عمر سامي، 1995"**الشكل والبيئة: دراسة ايكولوجية العمارة**"، رسالة ماجستير، جامعة بغداد، قسم الهندسة المعمارية , غير منشورة.
7. السلطاني ,خالد, 1985"**حديث في العمارة** ", دائرة الشؤون الثقافية و النشر , بغداد .
8. الشيباني،وجدان ضياء عبد جليل،1995"**العضوية في الحركة المعمارية الحديثة**" رسالة ماجستير(غير منشورة) جامعة بغداد , كلية الهندسة. قسم الهندسة المعمارية.
9. مبارك، ندى عبد الامير، 2006"**تكنولوجيا العمارة المستدامة: دراسة تحليلية للانظمة التشغيلية الذاتية والفعالة**"، رسالة ماجستير، الجامعة التكنولوجية، كلية الهندسة, قسم الهندسة المعمارية.
10. وزيري، يحيى , 2007"**التصميم المعماري الصديق للبيئة: نحو عمارة خضراء**" ، الطبعة الأولى, مكتبة مدبولي، القاهرة.

المصادر الأجنبية

11. Benyus Janine, 1997**'Biomimicry Innovation Inspired by Nature'**, United States of America, .
12. Edward, Brian , 2001" Green Questionnaire, **'Green Architecture in Architectral Design'**, Editor, Vol 17, N0 4, July
13. Goodland . R . and H . Daly 1996 " **Environmental sustainability universal and negotiable Ecological application'**
14. Hillier, Bill 1996"**Space is the Machine**", Cambridge: Cambridge University Press..
15. Hui,S,2001**'Sastainable Architecture and Building Design'**..
16. McDonough, William, and Michael Braungart. 2002. *Cradle to Cradle: Remaking*

17. McKenzie, Stephen, (2004), **Social Sustainability: Towards Some Definitions**, Hawke Research Institute, University of South Australia, Magill, South Australia.
18. Norman Foster : Analog and Digital Ecology,2000, by Michael J. Crosbie, ArchitectureWeek
19. Steil, Lucein1988.“ **On Imitation** ”, A.D.Vol. 58 ; No.9/10 ;London
20. Sutton, phillip, 2000"sustainability, **'what Doesitmean", Green Innovations the Way We Make Things'**, New York: North Point Press..
21. Sykes ,M, 1995**'Environmental Sustinable Architecture'** ,Project Hubs .USA..
the Way We Make Things. New York: North Point Press .22
23. Williams,Daniel. 2007, **'Sustainable Design Ecologe Architecture & Planing'** ,Forewords by David W. Orr and Donald Watson, FAIA ,.
24. Yeang , Ken,1995,"**Designing with Nature:The Ecological Basis forArchitectural Design**", McGraw Hill, N.Y,.
25. Yeang, Ken,1999,"**The Green Skyscraper: The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings**",pestle ,Munich,47

مصادر الأنترنت

26. http://svalbard.ted.com/michael_pawlyn_using nature genius_in_architecture.html
27. http://www.greatbuildingsonline.com/architects/Norman foster.html)
28. http://www.RobertGilman-Sustainability.com
29. http:/ar.wikipedia.org
30. Rating Green Buildings, ASTM International,Conshohocken,Pennsylvania,September/ 2008
31. www. green Innovations. asn. Au/ sustblty/
32. www.ecological designinstitute.htm/ Van der Ryn, edi/ecodesign.org
33. www.greenbiz.com/2008/what-can-architecture-learn-nature
34. www.greenbiz.com/blog/2008/09/07/what-can-architecture-learn-nature
35. www.Sustainability and Design. com .
36. www.worldarchitecturefestival.co
37. www.worldwildlife.org /2005