https://doi.org/10.33261/jaaru.2019.26.3.0014 *Association of Arab Universities Journal of Engineering Sciences (2019) 26(3): 124–135*

Association of Arab Universities Journal of Engineering Sciences

مجلة اتحاد الجامعات العربية للدراسات والبحوث الهندسية

كلية الهندسة - جامعة بغداد

جمعية كليات الهندسة اعضاء اتحاد الجامعات العربية

محاكاة النُظم المنشئية للطبيعة الحية لتحقيق عمارة مستدامة

دُنيا حميد علي الأنباري [1]، ***بهجت رشاد شاهين*** [2،*]

[1] *قسم الهندسة المعمارية، جامعة بغداد، بغداد، العراق، d_h1803@yahoo.com*

[2] *قسم الهندسة المعمارية، جامعة بغداد، بغداد، العراق.*

[*] *الباحث الممثل: دُنيا حميد علي الأنباري، البريد الالكتروني: d_h1803@yahoo.com*

نشر في: 31 آب 2019

الخلاصة – يمكن التعرف على أنموذج التطور الايكولوجي العمراني عن طريق دراسة التطور الجيني للكائنات الحية وبيئتها المحيطة بها , و التي تجعل كلا منهما مكملا لاخر وجزء لا يتجزء منه والاساس في وجوده . فبدأ المهندسون المعماريون بالعودة إلى الطبيعة للبحث عن مفاتيح تحقق استمرارية الحياة للمباني , لأن مقومات الطبيعة هي مصدر خلاق وغني ومفيد للمعماريين والمصممين للاستلهام والتعلم لتقديم تصاميم مستدامة . أن الاستلهام او المحاكاة لأشكال الطبيعة الحية يجب ان لا يكون في عمل نسخة مطابقة لها بل للاستفادة من الفكرة الجوهرية وأساس النظام الطبيعي المكون لها . لذلك برزت المشكلة البحثية : قلة توفر دراسات محلية كافية حول اهمية و دور محاكاة الطبيعة الحية من حيث الشكل , والتكوين, والنُظم الهيكلية لخلق نُظم منشئية مستدامة. أما فرضية البحث : أن الانسجام الذي تظهره الهياكل الطبيعية العضوية والناتج من تكامل الشكل مع الوظيفة الهيكلية يمكن توظيفه في اشكال وهياكل العمارة عن طريق دمج الشكل والوظيفة في علاقة تعايشية تشبه الى حد كبير عملية التطور الجيني الحيوي في أعادة تشكيلاتها التي تظهر في تراكيب الطبيعة العضوية . الهدف من البحث: أستخلاص المحددات التكوينية والمنشئية لمقومات الطبيعة والخروج بمؤشرات تطبيقية في مجال محاكاة النظم المنشئية للطبيعة الحية و امكانية نقلها لتحقيق عمارة مستدامة. وقد أوضحت النتائج و الاستنتاجات الى ضرورة واهمية وفاعلية محاكاة النظم المنشئية للطبيعة الحية في تحقيق أستدامة عمرانية لأنها تمتاز بالكفاءة و التكيف و الاستمرارية عبر الزمن ومواجهة الظروف والمتغيرات المناخية, وادماج الحلول التقنية لخلق توازن بين البيئة الطبيعية و المصنعة واستغلال الطاقة, أعتماد النظم المنفعلة ودمجها مع انظمة التصميم و تعزيزها بالتكنولوجيا المناسبة (الدمج بين الطبيعة والتكنولوجيا). واخيراً تم طرح الاستنتاجات النهائية والتوصيات.

الكلمات الرئيسية – محاكاة,أستلهام, نمذجة, نُظم , هياكل ,منشئ , أنموذج , طبيعة حية, تصميم مستدام.

1. منهجية البحث

- بناء إطار نظري حول الاستدامة وعلاقتها بالطبيعة الحية من خلال محاكاة نظمها المنشئية .
- إنتقاء مجموعة من المشاريع بمجال محاكاة النظم المنشئية للطبيعة الحية وأستلهاماتها في العمارة). إعتمدت هذه المشاريع كعينات للدراسة العملية (للمقارنة).
- إجراء دراسة تطبيقية على هذه المشاريع المنتقاة وفقاً لاستمارة معلومات تتضمن مؤشرات عامة ومفردات خاصة .
- تحليل النتائج التي توصلت لها الدراسة التطبيقية.
- الوصول الى الاستنتاجات والتوصيات.

1.1 المدخل للبحث

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 الملائمة للإنسان التي لا يمكن أن تستمر بدون التكامل مع النظم الايكولوجية و البيئية الطبيعية. إلا أن بعض المتخصصين يحذرون من أن هناك توسع في شمولية مصطلح الاستدامة و تحمليه معاني و تأويلات متعددة الاتجاهات مما يوجب وضع تعريفات واضحة و محددة حيثما يستعمل مصطلح الاستدامة . التصميم المستدام ,والعمارة الخضراء ,والعمارة المستدامة ,والإنشاءات المستدامة.. هذه المفاهيم جميعها ما هي إلا طرق وأساليب جديدة لديمومة العمارة وجدواها الاقتصادية, التي ألقت بظلالها على مختلف القطاعات في هذا العصر، فالمباني الجديدة يتم تصميمها وتنفيذها وتشغيلها بأساليب وتقنيات متطورة تسهم في تقليل الأثر البيئي، وفي نفس الوقت تقود إلى خفض التكاليف وعلى وجه الخصوص تكاليف التشغيل والصيانة(Running Costs) ، كما أنها تسهم في توفير بيئة عمرانية آمنة ومريحة فهي منظومةعالية الكفاءة تتوافق مع محيطها الحيوي بأقل اضرار للبيئة , وتدعوا الى التعامل مع البيئة بشكل افضل بتكامل مع محدداتها ,حين تسد اوجه النقص او تصلح عيوبها او تستفيد من ظواهر هذا المحيط البيئي ومصادره (10) .ويتميز مفهوم ومصطلح الاتجاه الاخضر في اقامة البيئة المبنية بالشمولية في تصمم المباني, ولتحقيق الاستدامة في البيئة يجب ان تراعي عمارتها كافة الموارد التي يتضمنها المبنى, حيث تتضمن مبادئ عمارة البيئة المستدامة ما يأتي:

1. البيئة الصحية الداخلية (من حيث استخدام مواد البناء والانظمة الانشائية المناسبة ,وتجديد الهواء بالداخل بواسطة المزروعات والمرشحات) وكفاءة استخدام موارد الطاقة الاحفورية (حيث يستخدم المبنى اقل طاقة أحفورية ممكنة في عمليات التبريد والتدفئة والاضاءة) وذلك بأستخدام مقومات الطاقات الطبيعية.
2. أستخدام مواد البناء و المنتجات ذات التأثير القليل على البيئة . حيث التشكيل العمراني المرتبط بالبيئة المحيطة (عن طريق ربط التشكيل والتصميم الخاص للمبنى بالموقع و الطبيعة المحيطة به وبما يتلاءم مع المناخ السائد , وتوفير وسائل اعادة تدوير المخلفات.
3. اخيرا يجب على التصميم المستدام ان يحقق كفاءة تصميمية من حيث:

1726-4081© 2019 The author(s). Published by Association of Arab Universities Journal of Engineering Sciences. This is an open access article under the CC BY-NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

- العلاقات التبادلية السهلة بين مكونات المبنى والمساحات المستخدمة لضمان وظائف المبنى ومسارات الحركة الداخلية والخارجية المريحة.
- دقة تشكيل المبنى في أكتساب مقومات الطبيعة.
- استخدام النظم الميكانيكية والكهربائية المنفعلة وبأعلى كفاءة تكنولوجية بنائية , كما يراعى التعبير الرمزي عن العمق التاريخي للمنطقة والمكان, كذلك ضمان القيم والمبادئ الروحية , كاختيار مواد الانهاء الخارجي المناسبة, ودراسة الغلاف الخارجي ومدى حفظه للطاقة الأحفورية وأستخداماتها الواسعة للطاقات المنفعلة . (6)

1.2 *الرؤى النظرية والتطبيقية لبعض المعماريين*

إن دراسة النماذج الحياتية التي تتضمن الأحداث والأشكال التي تحدث بأنتظام في الطبيعة هي المفتاح إلى توجهات التصميم المستدام من قبل بعض منظري العمارة المعاصرة:

فالمعماريون (سانتياغو كالاتراف ونورمان فوستر وكين يانغ ..و غيرهم) طرحوا في تصاميمهم لمشاريع مختلفة ما تتمتع به الطبيعة من أشكال يمكن الإفادة منها في زيادة التكيف بين البيئتين الداخلية والخارجية , وخلق تفاعل فيما بينهما وبصور متكافئة حيث إن ميل المجتمعات الحديثة للخطوط المستقيمة والزوايا القائمة نشأ عنها الفصل المتزايد عن الطبيعة, وإن هذا يرجع إلى التجزؤ الإجتماعي الذي يشهده المجتمع, مما توجب على المصمم النظر إلى الطبيعة وأشكالها لتشكيل الإلهام التصميمي الملائم أكثر من النماذج التقليدية المتحررة التي تخللت العمارة الحديثة(5)كذلك فأن العديد من المصممين أمثال (أنطونيو غاودي)، أستعملوا أشكالاً من الطبيعة وأنماطاً كوسيلة (إلهام) لخلق تراكيب وأشكال مشابهة , وآخرون أشاروا إلى الطبيعة لكن كإحساس ظاهري وبصري حصراً . حيث وفرت النباتات والحيوانات ل(غاودي) أفكار جيدة لبناء الهياكل المعمارية وفي نفس الوقت اقترحت له احتمالات العلاقات الكونية ، ونمط التبليط ونوعية الديكور. كمحاكاة أشكال الزهور والطيور. أشكال وأنماط الطبيعة أعطت (لغاودي) وسيلة للتطوير والتبسيط بهدف تسهيل التعامل معها. هذه الضرورة دفعته لدراسة نوع جديد من الهندسة لتصميم الأشكال المعمارية ، وتم تطبيقها بنجاح في البناء وتحقيق نتائج مماثلة لتلك الطبيعة التي تطورت خلال المئات من السنين.هذه الفكرة الأساسية التي تنص على اخذ الطبيعة كأنموذج ، وإضافة التفاصيل التي تؤكد على فكرة الاستلهام التي تنتج من عناصر من علم الحيوان والجيولوجيا وعلم النبات , فأسلوب (غاودي) يكمن في استخدام الأعمدة المنحوتة في محاكاة جذوع الأشجار او ارجل الفيل .(14) كما أتجه العديد من المعماريين الرواد الذى اتخذوا من مبدا الأشتقاق من أشكال الطبيعة البيولوجية , كأساس لأشتقاق هياكلهم المعمارية و بطروحات خاصة بهم(نحو المماثلة مع الطبيعة) فاخرجوا اشكالاً معاصرة تتشارك باصولها مع مقومات الطبيعة. وقد ارجع المعماري الأسباني (5) (SantiagoCalatrava) أغلب أبنيته الى مصادر الطبيعة الحية , حيث استلهم العديد من مواصفات الطبيعة الحية في العمارة مثل حركة جناح الطير فى حالة الطيران كما في الشكل 1 و الشكل 2.

الشكل1: يوضح مشروع (محطة ليون , فرنسا , للمعماري سانياغو كالاترافا , 1994) (المماثلة مع الطير في حركة طيرانه)

الشكل2: يوضح مشروع(Switzerland (Emergency Services/ للمعمارSantiago Calaatrva/ 1998 (شكل السطح الخارجي أهليلجياً بارزاً مؤلفاً من شرائح زجاجية متحركة ، مماثلة الهيكل الإنشائي بالهيكل العظمي للسمكة)

مثال اخر لمحاكاة الطبيعة هو مبنى (معبد اللوتس فى الهند صممه المهندس المعماري الايراني فاريبورز)الذي استغرق ست سنوات لاستكماله وافتتح للجمهور في العام 1986. حيث استلهم هيكل المعبد من شكل زهرة اللوتس حيث يتكون من27 ورقة مماثلة لزهرة اللوتس مبنية من الرخام الأبيض والأسمنت والرمل, بواقع تسع وريقات في كل مستوى , وتحيط بها تسع برك مياه كأنعكاس و تعظيم لأثر الوريقات دلالة على السلام و الصفاء و النقاء , حيث يصل ارتفاع المعبد الى 40 متر كما في الشكل 3.

الشكل3: يوضح (معبد اللوتس فى الهند صممه المهندس المعماري الايراني فاريبورز) في العام 1986 (المماثلة مع زهرة اللوتس كأحدى جماليات الطبيعة)

في حين المعماري (نورمان فوستر) استخدم مبدا الاستعارة المجازية المتمثلة بمحاكاة الهيكل العظمي للانسان او الحيوان او الشرايين , من حيث الية الاتصال والانتقال بين العناصر, ومزجها مع المنشأ الذي يحمل طابع التقنية العالية (Hi-tech) ,وبذلك ظهرت عمارة منسابة جديدة تعرف الان بالعمارة ذات النظم المستقبلية (Future System) (Ibid)كما في الشكل4:

الشكل 4: يوضح مشروع (مبنى بنك شنغهاي في هونغ كو نغ للمعماري نورمان فوستر ,1986) / (يوضح التعبيرية المنشئية أساس الهيمنة الشكلية في المحيط البيئي)

وعلى الرغم من التوجهات المادية لحركة العمارة الحديثة, إلا أن التوجه البيئي للعمارة ظل موجودا حتى في تيار التقنية العالية , التي احتضنت مبادئ الاستدامة خاصة في التسعينات من القرن العشرين, حيث ظهر تيار التقنية البيئية Eco-tech و التي تداخلت فيها المعايير البيئية مع التقنية العالية و برامج الحاسوب المتطور, و أصبحت الأبنية أكثر خفة إنشائيا, وممتدة,

ومرنة وقابلة للتحرك في بعض أجزائها حيث تستمد العمارة الكثير من عناصرها من الطبيعة سواء في الفكرة التصميمية أو الكتل المعمارية أو معالجة الواجهات(14). يهدف تيار التقنية البيئية لجعل الأبنية أكثر تجاوبا مع المؤثرات الايكولوجية للحياة الطبيعية على كوكب الأرض , حيث يتضمن هذا التيار العديد من الآفاق والنظم و التوجهات, حيث يعد المبنى جزءا من النظام الايكولوجي لكوكب الأرض لكونه جزءا من المنظومة البيئية الحية. في هذا السياق يصف (ريتشارد روجرز) المبني بقوله: " على المبنى أن يكون مثل الطائر الذي يفرد جناحيه و يغير في شكل ريشه و فعاليته الحيوية ليتلاءم مع مختلف الظروف البيئية (12). و لا يمكن فصل هذا التيار عن حركة التقنية العالية في السبعينات و الثمانينات القرن الماضي من حيث التفاعل مع البيئة واستخدام الطاقات الطبيعية يتداخلان مع التكنولوجيا العالية.

1.3 مفهوم النظام (System)

يشير (بريجرز) إلى أن مفهوم النظام يشمل كل جوانب الحياة المختلفة فهناك نظم الأرقام , الزمان , المكان ,الحركة , الماكنات ... وغيرها , فضلاعن النظم الحية المختلفة مثل النظم العضوية , اللغوية , الفكرية ... لذا فان مسالة إيجاد تعريف محدد للنظام مسالة غير ممكنة ولكن المهم أسلوب التفكيرفي هذا النظام .أن للنظام تفسيرات مختلفة تعتمد على قواعد (Principles) وحقائق (Fact) تعتمد على طبيعة النظام (Natural of System) أو على طبيعة تفسيره بما يتلاءم مع المتغيرات الزمانية والمكانية التي تحكم وجود النظام وكيفية أدائه وطرق تطبيقه. و منه نصل إلى مجموعة من المصطلحات مرتبطة بفكرة النظام كالعملية والأدائية وعلاقة الجزء بالكل والارتباط والتي تعزز من مفهوم كلمة النظام المرتبطة بالكل (Whole) الذي تعمل أجزاءه بصورة منظومة حية أو غير حية مادية أو معنوية (2) .

1.3.1 أنواع الأنظمة

الانظمة ألحية: هي نظم مفتوحة تظهر وتزدهر في ظل الصراع المتفجر مع مقومات الطبيعة البعيد عن التوازن الاستاتيكي، حيث لهذه النظم القابلية على التكيف مع المتغييرات الخارجية , فتتلقى الغذاء وتنمو وتستبدل اجزاءها وتعيد انتاج ما فقدته , او انها تستمر دون اجزاءها المفقودة ودون مساعدة ميكانيكية, فهي حالات بعيدة عن التوازن الاستاتيكي وتولد تراتيب مفاجئة (2). حيث تمر الأنظمة الحية (Living systems) بدورات ثابتة منذ الولادة و تتطور وتعيد تكوينها عبر الزمن (regeneration) ثم تموت، لذا فإن عملية الحفاظ على المعلومات والنظام بكامله يكون عن طريق دورات الكائن الحي بذاته ، فكثيراً ما تشبهت الأنظمة بالنظم البايولوجية ، فلكي يبقى النظام حياً يجب ان يمتلك وظيفة ضمن سياق معين، والبيئة تشكل جزءاً من ذلك السياق، وتحدث حالة الموازنة لان الجينات تؤدي هذه المهمة ضمن عملية مقيدة من التنظيم الذاتي , وضمن آلية خاصة بالتطور بغية اعادة تكوين الوظيفة

النظام البيئي (16)**:** فيعرف بأنه مجتمع من الكائنات الحية المختلفة (community), من نباتات وحيوانات تعيش وتتفاعل مع بعضها في مكان معين مثل الغابات والبحيرات ويعرف أيضا بأنه يشمل (الكائن الحي ومنطقة تواجده وما يشمل من عناصر), وقد يكون النظام البيئي كبير أو صغير على حسب حجم الكائن الحي الذي يتواجد فيه مثل البكتريا (حيث حيز النظام عندها يكون مجهرياً) وهو يعني بصورة عامة التفاعل الديناميكي لجميع أجزاء البيئة مع التركيز بصورة خاصة على تبادل المواد بين الأجزاء الحية وغير الحية.الموطن البيئي (Habitat) هو وحدة النظام البيئي حيث يمثل الملجأ أو المسكن للكائن الحي لقد تم تحديد تعريف البيئة في مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة البشرية الذي انعقد في ستوكهولم في العام 1972 بأنها: رصيد الموارد المادية والاجتماعية المتاحة في وقت ما وفي مكان ما لإشباع حاجات الإنسان وتطلعاته. (16)

1.4 الية التبيؤ الوظيفي والحياتي للتكوينات الحية (مفهوم الشكل و التشكيل في الطبيعة الحية)

هو تعبير أو تحقيق للافكار ويأتي بصيغ متعددة: منها هيئة ، او صورة ، او نمط ،او بنية، فيكون الشكل هو البنية المتجانسة , التي يكون عدد العناصر المدركة فيها مرتبطا بعلاقات مناسبة لإدراك الصفات الشخصية للعقل التي ينتجها، تلك العلاقات هي (الإنشاء، التشكيل، الترتيب، التنظيم)" (3).

ولقد أوضحت دراسة (Steil) عن الشكل و التشكيل في الطبيعة: أن ما يميز الأشكال العضوية عن الأشكال غير العضوية وجود ظاهرة النمو في الأولى, فقد يتم النظر إلى النبات (كشكل) على أنه يمثل تجليات شكلية مختلفة متعددة المظهر والوجود لعلاقة جوهرية ثابتة أو لنمط بدائي في الشكل(كما في الكوخ الريفي البدائي) (18) . حيث (William McDonough and Michael Braungart)(9) يذكران : الطبيعة مليئة بالتصاميم الناجحة و الخالية من المشكلات التصميمية لذلك بدلا من استخدام الطبيعة بوصفها مجرد أداة للأغراض الإنسانية ، يمكن ان نرسخ عناصر و ادوات الطبيعة لتلبي حاجاتنا بمعنى ان الطبيعة تكون بمثابة الأم للمكان ، الأرض – الوطن. أما مفهوم المحاكاة بصورة عامة تُعد (عملية بناء وإعادة تركيب يستند الى مجموعة من العمليات الانتقائية الاستكشافية والنقدية حيث تهدف الى الكشف عن حقيقة التراث الحي, كما ترتكز على المظهر والجوهر معاً , بغية خلق نتاج معماري جديد. كذلك فأنها تعني إعادة تركيب وبناء لجوهر الشكل من المصدر الاصلي لأنتاج أعمال اصيلة مبدعة بمثابة صور تعكس ذلك الأصل اشكل5. وتعتمد على تأسيس حوار مبدع بين الأصل وصورته، فاسحةً المجال للإبداع والأبتكار والتواصل والكشف عن الحقائق(8).

الشكل 5: التركيب العمراني المستعار من الاشكال الحية

كذلك يذكر(Michael pawlyn) اذاردنا ان نتعلم من الطبيعة فأن البيئة الطبيعية تحوي نظم و اليات تكنولوجيا متقدمة , قد تؤثر على المبتكرين و المصممين وعلى الحياة لملايين السنين كهياكل و عمليات طبيعية مثل (التمثيل الضوئي ، أو ظاهرة حرير العنكبوت), فهي تعمل على نحو أفضل من التكنولوجيات الحالية ، حيث تتطلب كميات أقل من الطاقة و لاتنتج أي نفايات ملوثة(13).

1.5 الدراسات النظرية في مجال النظم المنشئية في العمارة وأستلهاماتها من الطبيعة الحية

1- دراسة (Yeang ,1995) (19)

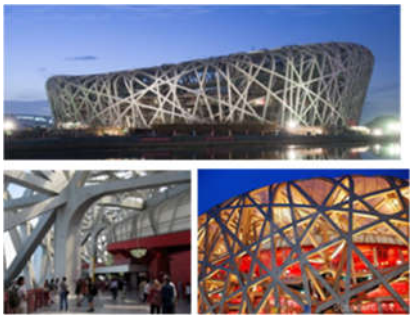
حيث تشير الدراسة الى استخدام النماذج الطبيعية للتشكيل(Using Natures modelsto inform) لان جميع الهياكل الإنشائية المستعملة في المباني والمأخوذة من الطبيعة قد خضعت للتجربة. فالأشكال، والتراكيب، والتكوينات والمواد المستعملة في الطبيعة مستمرة وغير منتهية, إن للطبيعة قدرة على التأقلم مع المتغيرات المناخية التي يمكن الاستفادة من نماذجها , عن طريق استخدام النظم المستقبلية التي تساعد في هذا التأقلم مع الأشكال الطبيعية, وقد اعتمد هذا المنهج كل من (Calatrava, Foster, yeang) في التصميم لما تتمتع به الطبيعة من أشكال , يمكن الإفادة منها في زيادة التكيف بين البيئتين الداخلية والخارجية. نستنتج من الدراسة ان الأشكال والتراكيب والتكوينات والمواد المستعملة في الطبيعة قد خضعت للتجربة تمتاز بالكفاءة و التكيف و الاستمرارية عبر الزمن و الظروف و المتغيرات المناخية التي يمكن الاستفادة من نماذجها و محاكاة نظمها الشكلية و الانشائية لزيادة التكيف بين البيئتين الداخلية والخارجية, و من خلال استخدام النظم المستقبلية التي تساعد في هذا التأقلم مع الأشكال الطبيعية ، إذ يصبح المبنى جزءاً لا يتجزا من الطبيعة فكل جزء من المبنى يعكس جزء منها وعلى مستوى متكافئ مع الاخر إذ يمكن عد الطبيعة منهجاً تصميمياً

2- دراسة (Magnoli Gian), 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 جزء 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 التكوين ومتكيفة للاحتياجات المتغيرة للمستخدمين وفعاليتهم 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 وخلق التهوية المناسبة لخلق توازن بيئي داخلي .الشكل 6 والشكل 7. نستنتج من الدراسة انها أشارت اهمية محاكاة الطبيعة في العمارة من خلال نظاميين اساسيين لها هما النظام الانشائي للعمارة المحاكي للنظام الهيكلي العضوي لانه اكثر كفاءة واستدامة حيث قدمت الدراسة امثلة من أشكال توليدات نمطية و بأشكال هياكل مفتوحة تشبه النظم الهيكلية العضوية التي تمتاز بمرونة و متكيفة للاحتياجات المتغيرة للمستخدمين و فعاليتهم ضمن مؤثرات البيئة المناخية , و كذلك الاشكال المعمارية العضوية لها القدرة على الاستجابة البيئية المماثلة لاستجابة الشكل الطبيعي على مستوى التصميم ككل في القدرة على النمو و التدفق مثل قدرة الشكل العضوي .

الشكل 6: يوضح مشروع (Fennell Residence) لمصممه المهندس المعماري روبرت هارفي Portland Oregon/2001_2005

المنزل مستوحى من شكل الحلزون او الصدفة حيث يتميز بسقف منحني خشبي شبيه بقشرة الصدفة المحيطة بالكتلة الداخلية, تم تصميم المنزل ليكون عائم فوق الماء لذلك نجد المنزل عبارة عن خطوط ملتوية و منسابة استلهمها المصمم من تموجات النهر و تصادماتها لذلك يعد منزل فينيل تصميما ابداعيا وفريدا من نوعه.



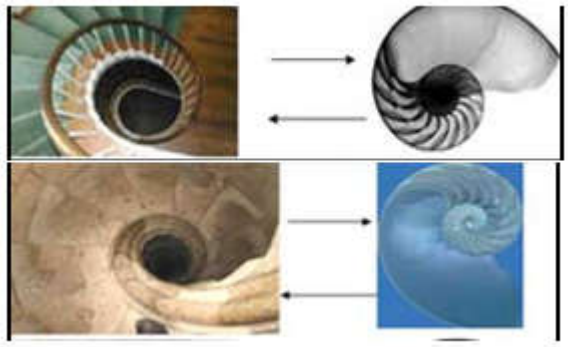
الشكل7: يوضح مشروع(National Olympic Stadium, Beijing) لمصممه المعماري هرتسوغ دي وموورون , حيث الفكرة التصميمية لهيكل من الصلب مستوحى من عش الطيور لتحقيق مبدأ الاحتواء و توزيع القوى بالتساوي و بما يتلاءم مع الوظيفة من حيث الأنسيابية الشكلية/2003-2008

3- دراسة (Jirapong & Krawczyk (2003) (7)

اشارت الدراسة الى الاستفادة من الطبيعة بوصفها مصادرغنية من اجل دراستها و الاستفادة من نماذجها وتوليد الأشكال المعمارية عن طريق تجريدها , خصوصا الهياكل والمنشأت اذ انها مرت بمراحل مختلفة وطويلة عبر السنين جعلت منها نماذج خاضعة للتجربة, منها ما اندثر و اختفى و منها تمكن من الاستمرار والتطور وتحصين نفسها بوجه المؤثرات و القوى المناخية و البيئية , من خلال استخدام النظم الهيكلية الاساسية والنظام الشكلي والمواد.حددت الدراسة القواقع والقشريات البحرية (Seashells) مصدراً للبحث وتوليد الأشكال والهياكل بوصفها إحدى الأشكال الطبيعية ذات الوظائف السهلة ,التي يمكنها تقريبها بواسطة علاقة رياضية بسيطة لفهم شكلها بحيث يمكن تطبيقه من قبل المعماريين اعتماداً على اساليب رقمية بوصفها لغة التحليل والتكوين ولمحاكاة شكل القوقعة البحرية , فضلاً عن اقتراح تنوع في الأشكال المعمارية الممكنة الشكل,كما أشارت الدراسة إلى ثلاثة مكونات رئيسة في تجريد الطبيعة تؤثر في النتيجة النهائية لشكل معماري مستوحى ما وهي:

- الخصائص المعمارية للقوقعة.
- الخصائص الهندسية للقوقعة.
- الخصائص الهيكلية للقوقعة.

فيما يتعلق بالخصائص الهندسية للقوقعة البحرية، هناك أربعة محددات في دراسة هندسة قوقعة البحر وهي الممر Path , والمقطع Section , والنمو growth , والإزاحة العمودية Vertical displacement كما في الشكل 8- أ ، إذ يتم تمثيل كل محدد بمنحني حسابي معين و يمكن استبداله بسلسلة من المنحنيات الحسابية المختلفة لغرض تطوير الشكل المعماري عن طريق استبدال المنحنيات الحسابية التقليدية لهندسة القوقعة البحرية المتمثلة باللولب والدائرة والشكل البيضوي واللوغاريتمي ، واستبدالها بدوال رياضية حسابية تمثلها منحنيات رياضية جديدة مغلقة ومفتوحة لتوليد أشكال معمارية جديدة والخروج عن الأشكال التقليدية للقوقعة البحرية الشكل 8-ب.

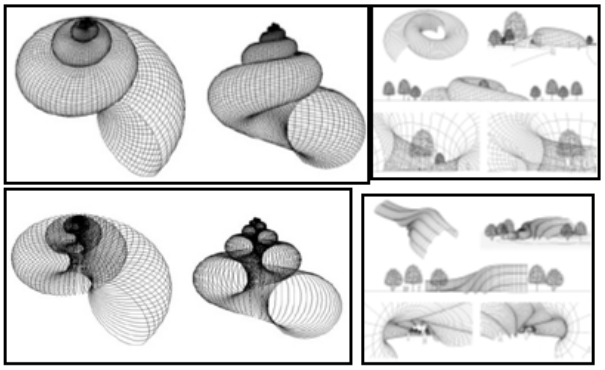


الشكل 8- أ/ب

وفيما يتعلق بالخصائص الهيكلية للقوقعة البحرية فان الهندسة الفعلية للقوقعة تستجيب إلى أي حمل خارجي , بواسطة إعادة توجيه القوى داخل مقطع خفيف جداً من هيكل القوقعة عبر منحنياتها المتعددة الطبيعية، ونقلها إلى المنطقة الساندة مثل الأرض أو الرمل اعتماداً على كيفية تموضع القوقعة في البيئة. إوفيما يتعلق بالخصائص المعمارية للقوقعة البحرية فان هنالك مجموعة معايير التصميم الأساسية التي تؤخذ بنظر الاعتبار من قبل المصممين المعماريين في عملية تطوير أشكال المبنى, وعدّها محددات معمارية تجعل من الأشكال المعمارية قابلة للسكن الشكل 9, ومن خلال تكامل هذه الخصائص الثلاث، تظهر المحصلة للشكل المعماري الذي يحتوي على خصائص القوقعة البحرية.

الشكل 9: يوضح مشروع مسكن محاكي لشكل حلزون Javier/ Senosiain/ Mexico City /2009 يعكس مفهوم العمارة البيولوجية القائمة على الاندماج مع الطبيعة من خلال الاشكال العضوية والنظم الطبيعية لخلق الانسجام والتكاملية.

فيمتاز الشكل المعماري الحلزوني بأنه غير مباشر وملتوي حول نفسه بطريقة متكررة ويمكن أن يملئ كل الفراغ ذو البعدين إلى مالا نهاية , انحناءه يبدأ من نقطة الأصل ويتقلص تدريجيا لانحناءات اكبر وكأنما تريد أن تتباعد عن هذه النقطة , النمو الحلزوني يتم بتكبير الأسطح الخارجية الأطول التي تلف حول الأسطح الداخلية الأقصر وتغلق عليها واختلاف السرعة في النمو يخلق مباشرة العمليات اللولبية .الحلزونيات مزدوجة بمعنى أن كل صورة منعكسة للثانية كما في الشكل (10)



الشكل 10: يوضح الشكل المعماري الحلزوني.

الهيئة الحلزونية في الكائنات الحي :تنمو القواقع الحلزونية بتكبير الأسطح الخارجية بسرعة بعيدة عن محور الدوران واختلاف سرعة النمو يخلق عمليات لولبية دون استخدام أي وسيلة أخرى ,فكرة الحلزون اللوغاريتمي نراه بوضوح في جذوع الأشجار ومن الحقائق الغريبة أن الحلزون الذي يدور ناحية اليسار هو القاعدة العامة في الطبيعة وهي أيضا قواعد حركة النباتات المتسلقة والأجسام الفلكية في الفضاء الشكل 11.

الشكل 11: يوضح الشكل المعماري الحلزوني حيث يمتاز بأنه غير مباشر.

وإذا ما رجعنا إلى منحنى الصدفة نجد أنها غاية في التعقيد والكمال الرياضي" الحسابي "ولقد خلقها الله لتعطي اقل مقاومة للحركات الموجية للسائل الضاغط الذي يهاجم الصدفة على سطح قاع المحيط , وملتوي حول نفسه بطريقة متكررة ويمكن أن يملئ كل الفراغ ذو البعدين إلى مالا نهاية , انحناءه يبدأ من نقطة الأصل ويتقلص تدريجيا لانحناءات اكبر وكأنما تريد أن تتباعد عن هذه النقطة والنقطة محققا مبدا الانغلاق و التضام. وقد استفاد الإنسان من تلك الخا صية في كثير من ابتكاراته والتي منها السلم الحلزوني, الشكل 12.

الشكل 12: يوضح استخدام الشكل الحلزوني اللوغارتمي في السلالم Logarithmic Spiral ,designed by Giuseppe Momo in 1932 in the Vatican Museum

4- دراسة (Giles , Harry ;Structural Hierarchy/2003) (5)

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 , وهذا يمكن الاستفادة منه في العمارة تحت نفس مبادئ سلوك النظام الهيكلي لتراكيب الطبيعة من حيث أستخدام :أ.الأغشية المرنة , ب. الانظمة المعلقة , ج.القشريات , د. الانظمة المسبقة الجهد و غيرها من الأليات. الشكل 13 أ , ب , ج , د . في عالم الحياة البيولوجية العضوية نجد حدوث تدرج او تسلسلا هيكليا و الذي يمكن ان يعرف على انه (الترتيب و التنظيم الهيكلي لأشكال الطبيعية الحية و المتطورة بكفاءة عالية للأستجابة للاحمال المسلطة الخاضعة تحته) و يحدث هذا سواء في الصدفة البحرية او شبكة العنكبوت او فقاعات الصابون او خلايا قرص العسل و تركيب ورقة السرخس او زنابق الماء.

الشكل (13 أ , ب , ج , د): نماذج لبعض التصاميم المعمارية المستوحاة من هياكل تراكيب الطبيعة الحية.

5- دراسة (Stach,2004) (16)

تناولت الدراسة عمليات خلق وتكوين الأشكال المعمارية من البنى والمنشآت البايولوجية والهياكل المتولدة ذاتياً في الطبيعة المستندة الى مفهوم المنظومات الهوائية ، إذ تشبه الطروحات تصميم مبنى معين مشابهاً لجسم كائن حي يتكون من عدة أنظمة كالعظام والعضلات والأنسجة الرابطة , فضلاً عن

الدماغ الذي يعرف كيفية الاستجابة حسب حاجة المبنى لتغيير وضعه باختلاف الظروف الداخلية والمحيطة به.ركزت الدراسة على مفهوم التنظيم المنفعل كمبدأ تعريفي في الطبيعة , فضلاً عن الخصائص الحسابية والهندسية والفيزيائية للتجمعات الفقاعية موضحة, أمثلة من الطبيعة وعلم الاحياء والهندسة بشكل سلسلة من النماذج الرقمية وتوضيحات لتجمعات فقاعية متعددة الجوانب والتشكيل .استخدم في التصميم الهيكلي أنظمة مستندة إلى نماذج منفعلة التوليد متجذرة في الأشكال الجينية(genetic forms) والبايولوجية , فضلاً عن القابلية التقنية للمهندسين في إدخال سلسلة من المتغيرات في برامج حاسوبية تقوم بدورها باشتقاق الهياكل الشكلية باستخدام اللوغاريتم الجيني لينتج عنه أكفأ استخدام للمواد والأشكال .الشكل 14.

الشكل 14: يوضح محاكاة النظام الشكلي و الحركي لزهرة عباد الشمس لتصميم منازل شمسية /
Heliotrope house , Rolf Disch Solar Architecture company, Germany

1.6 أستنتاج الجانب النظري للدراسات السابقة

ان الطبيعة غنية بالنظم والعناصر و المصادر التي يمكن الاستفادة منها في العمارة , كالبنى و الهياكل الطبيعية الحية و المواد المختلفة التي بتكاملها مع بعض تكون نظام متكافئ على كل النواحي مع الاشارة الى الاستفادة من بعض التقنيات الحاسوبية التي تسهل عملية الاشتقاق و المحاكاة. اهمية محاكاة الطبيعة في العمارة عن طريق نظاميين اساسيين لها هما النظام الانشائي للعمارة المحاكي للنظام الهيكلي العضوي لانه اكثر كفاءة , حيث قدمت الدراسة امثلة من أشكال توليدات نمطية و بأشكال هياكل مفتوحة تشبه النظم الهيكلية العضوية , التي تمتاز بمرونة و متكيفة للاحتياجات المتغيرة للمستخدمين و فعاليتهم ضمن مؤثرات البيئة المناخية , و كذلك الاشكال المعمارية العضوية لها القدرة على الاستجابة البيئية المماثلة لاستجابة الشكل الطبيعي, على مستوى التصميم ككل في القدرة على النمو و التدفق مثل قدرة الشكل العضوي الحي. 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. ويجب الاستفادة من هذا الانسجام الذي تظهره الهياكل الطبيعية العضوية و الناتج من تكامل الشكل مع الوظيفة الهيكلية يمكن توظيفه في اشكال و هياكل العمارة.

1.7 المشاريع المعمارية العالمية المنتخبة في مجال محاكاة النظم المنشئية للطبيعية الحية

1- مشروع Arts Seoul Performing Center/ سيؤول / كوريا الجنوبية / تصميم الشركة المعمارية (DMP /2009/ Archiworld magazine , Design &Detail/ الشكل 15.

الشكل 15

تصميم المشروع يمثل نظام فريد من نوعه من حيث تناغمه مع المحيط و توظيف النظم الطبيعية التي لا تؤثر على البيئة , فهو يعيد تعريف حدود الموقع لتشمل الجزيرة كلها ، يشتمل على الطابع المحلي باعتباره جزءا لا يتجزأ من التصميم تتجاوز مجرد اقتراح لمجمع مبنى وتصميم شامل لمدينة سيؤول من خلال مركز الفنون المسرحية لتصبح الجزيرة بأكملها وجهة ثقافية عالمية, المشروع صمم من قبل شركة (DMP) للهندسة المعمارية, مساحة الموقع : (52391 متر مربع, المساحة البنائية : (30108 متر مربع), نسبة التغطية البنائية : 54.47 ٪ , الهيكل الانشائي المستخدم (الخرسانة المسلحة+ هيكل فولاذي) عدد الطوابق : 7 فوق سطح الأرض + (1) تحت الأرض, المشروع يمتد على مسافة 51 متر , مادة الانهاء الخارجية: الواح معدنية ، ألواح خشبية ، زجاج , مواقف السيارات الخارجية: 861 سيارة ، والسرداب 833 سيارة يربط بين النسيج الاجتماعي والثقافي على جانبي النهر من خلال بنية ديناميكية تستجيب لموقعها و تنبع منه يتكون المشروع من مسرحين للأوبرا الشمالي والجنوبي (1600 مقعد ,2000 مقعد) , قاعة السمفونية (في الجنوب) , استوديوهات ومجموعة من المحلات التجارية الصغيرة , مطعم في الطابق العلوي ويحوي المشروع على ساحة خارجية كبيرة تستوعب الزائرين للاستمتاع بالهواء الطلق و مشهد موجات الماء و المناظر الطبيعية , الفكرة التصميمية للمشروع تستفيد من تضاريس الموقع وواجهته المائية حيث استخدمت الأشكال المتموجة المستلهمة من حركة موجات البحر ومحاكاة النظام الحركي لرفرفة اجنحة الطير , فجاءت متفاعلة و متكاملة مع المناظر الطبيعية المحيطة بها تحركه طاقة الرياح و تغذيه الاشعة الضوئية الطبيعية في تدفق مستمر للطاقة , وتعكس التواصل مع الماء من خلال انعكاسات متلئلئة نهارا من خلال قشرة المبنى المعدنية بينما في الليل يبدو متوهج فالتصميم يتكامل مع المياه المحيطة بها وابراز اتصال للجزيرة مع النهر في الطرف الشرقي من الجزيرة , الفكرة الايكولوجية للتصميم الصديق للبيئة يتحقق من خلال السقف , فهوعبارة عن هيكل متحرك ديناميكيا بأجهزة منفعلة ايكولوجيا في صيغة تكاملية مع الارض الخضراء , يحوي تقنيات مختلفة مثل تطبيقات نظام البناء المتكامل ضوئيا (BIPV) مثبتة على السقف لانتاج الطاقة الكهربائية بواسطة الطاقة الشمسية ، ونظم الطاقة الشمسية ، ونظم التهوية الطبيعية , غطاء نباتي يحوي مجموعة مختلفة من النباتات، يتغلغل ضوء الشمس إلى داخل المبنى من خلال فتحات كبيرة في السقف تساعد على الاستفادة من الاضاءة الطبيعية وتساعد على نمو نباتات مزروعة داخل المبنى وخلق جو لطيف يلعب الماء , دورا أساسيا في النظم البيئية التي يتبناها المشروع وتحقيق أقصى قدر من الكفاءة في استخدام

الطاقة والمياه حيث يمر عبر الأنابيب المغمورة في النهر الى المبنى ، حيث يتم تبريده وتستخدم مضخات و خزانات كنظام مستقل لجمع مياه الأمطار وتوزيعها على المحمية الطبيعية للنباتات بانواعها النباتية.

2- مشروع Milwaukee Art Museum, Milwaukee, 2001/Designed by Santiago Calatrava الشكل 16

الشكل 16

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 نوع من المزج بين البيئتين الداخلية والخارجية. استطاع المعمار توظيف 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 متر^2) 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 م^2) مساحة مرنة للمعارض المؤقتة وجسر للمشاة معلق يربط المتحف بالمدينة.. يختلف المتحف وظيفياً وشكلياً عن المتاحف التقليدية ذات الشكل المربع، إذ تدخل الاضاءة من الأعلى لتشير إلى لحظة تاريخية مهمة في العمارة وظيفياً وفنياً وشكلياً لكون 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.

3- مشروع The Planetarium of the city of Art&Science للمعمار Calatrava / فالنسيا، إسبانيا/ – 1996 2009 الشكل 17

الشكل 17

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 العضوية، 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 أماعناصر المشروع فهي :

أ- نصف قبة كروية

فكرة كالاترافا في شرنقة منحنية مصنوعة من الزجاج والخرسانة، طولها 110 مترا وعرضها 55.5 متر، والتي بداخلها أدرج حجم على شكل كوكب,التصميم الشكلي بمثابة عين عملاقة حيث القبة السماوية هي الحدقة والسقف بمثابة جفن يفتح ويغلق وكأنه عين حقيقية. بانعكاس الشكل في الماء تظهر صورة العين كاملة. الجفن يضمن نظام محاور مركبة على أجذاع مركزية مثبتة بوقفات. عندما تفتح الهيكل المتحرك تكشف الكرة الداخلية وتضيئها، مما يجعلها تبدو وكأنها عائمة. وبالتالي الفضاء المتاخم للقبة السماوية يكون مغطى تماماً أو جزئياً أو مكشوف

ب- متحف الأمير فيليب للعلوم

هو متحف علوم تفاعلي بشكل يشير إلى الهيكل العظمي لديناصور عملاق، الشكل 15منقسم إلى ثلاثة طوابق رئيسية تقريبا كل منهم (8000 م2)

ج- أومبركل

مبنى ال Umbracel يقع في الجزء الجنوبي من المشروع على طول 320 وعرض 60م ويتألف من طابقين لوقوف السيارات (900 موقف) وباصات (20 موقف) وفي الطابق العلوي مسار معروف بطريق المنحوتات, مزينة بمجموعة واسعة من الأنواع المختلفة من النباتات.هو أكثر جزء مستقبلي. تتكون من مشية بانورامية طولها 320 م وتتكون من غرانيت وخشب وفولاذ وأعمال فنية، ترافق الزوار على طول الطريق إلى مختلف أنحاء مدينة العلوم تتكون من 55 قوس ثابت و 54 متحرك، ارتفاعها يصل إلى 3280 متر. فوق الأقواس هناك نباتات متسلقة، والتي تدريجياً بدأت تُغطي كل الأقواس. النباتات التي اختارها كالاترافا هي Madreselva لقوتها و Bouganvillea جمالها. زين بلاط الأومبركل بخشب ألصاح الاستوائي الذي هو مقاوم للماء، والرياح والشمس

د- أوقيانوغرافية

يشكل واحد من أكبر أحواض الاسماك في أوروبا ؛ حديقة أوقيانوغرافية في الهواء الطلق،المساحة(000 11م2)يوجد في الداخل مختلف الموائل المائية للبحار والمحيطات لأكثر من (40000)نوع مختلف.

ه- قصر الملكة صوفيا للفنون

هي دار أوبرا ومركز ثقافي في فالنسيا (إسبانيا). افتتح المسرح في 8 تشرين الأول / أكتوبر 2005. بناء ضخم بأشكال فريدة, وظيفته إنشاء وتعزيز ونشر جميع الفنون المسرحية. ارتفاعه أكثر من 75 مترا ويغطي مساحة 40000 م^2 يشمل ثلاثة داخل القاعات : القاعة الرئيسية ل 1800 شخص، وقاعة الطعام بسعة ل 400 شخص وقاعة في الهواء الطلق، وعلى الجزء العلوي من المبنى ،لاستيعاب ما لا يقل عن 2500 شخص.

و- آغورا

مشروع مدينة العلوم يشمل أيضاً ساحة كبيرة على شكل (آغورا) تستضيف البناء الرابع الذي يحمل اسم" البحر المتوسط والذي خصص كمركز للمؤتمرات يسع 3 آلاف مقعد. سوف تكون جاهزة في نهاية العام 2009 ,الاغورا لها سقف متحرك الذي يمكن أن يفتح ويغلق تبعا للحالة المناخية و الحاجة الى ضوء الشمس و الهواء . ويتكون من شرائط من الصلب, مرتبطة بواسطة محور أساس مع واحد من الأقواس الهيكلية للسقف، فضلاً عن القوس المتحرك .الحركة العمودية لهذا للقوس المتحرك يسبب دوران المحور الذي يسمح بانتقال الشرائط إلى الأعلى أو إلى الأسفل. حركة القوس يمكن أن يتحقق بعمل واحد من المكابس.

جناح الأبحاث في جامعة شتوتغارت الألمانية /شتوتغارت /ألمانيا/تصميم معهد ICD والمعهد الكتلي للمباني والتصميم الإنشائي ITKE ومجموعةٍ من طلاب جامعة شتوتغارت /2011 الشكل 18

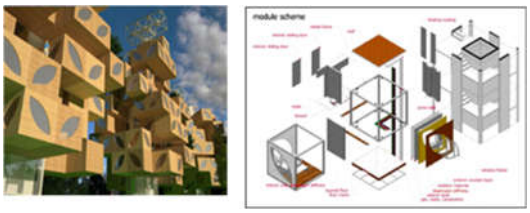
الشكل 18

يتبنى المشروع التحول المعماري للمبادئ البيولوجية المشكّلة لهيكل قنفذ البحر وحيوان الدولار الرملي بالاستعانة بطرائق التصميم والمحاكاة المحوسبة الحديثة إلى جانب طرائق التصنيع المحوسبة المساعدة في تطبيق المبنى. باستخدام صفائح رقيقة من الخشب المعاكس (6.5 ملم) كان من الممكن التوصل لهذه الكتلة المقببة، التي تم ربطها بشدة للتأكد من انعدام إمكانية تأثّرها بالهواء أو الرياح القوية , حيث تم ربط ألواح الخشب المعاكس مع بعضها البعض باستخدام مفصلات إصبعية، بنفس الطريقة التي ترتبط بها النتوءات الصغيرة الموجودة في هيكل قنفذ البحر, يهدف المشروع إلى إدخال المقدرة الأدائية للهياكل البيولوجية إلى التصميم المعماري، إلى جانب كافة الأنظمة الإنشائية المادية والأنظمة الفراغية الناتجة عن هذا الاختبار، بناءً عليه تمحور تركيز البحث على تطوير نظامٍ نمطي يسمح بدرجةٍ عالية من التعديل، وتقديم مستوىً عالٍ من الأداء اعتماداً على الاختلافات الهندسية في عناصر الألواح وفي المفصلات الإصبعية الآلية المصنّعة.من خلال عمليات تحليل الكتل البيولوجية المختلفة؛ مثل حيوان الدولار الرملي[1] وأنواعٍ من قنفذ البحر، زود تشكيل هياكل هذه الحيوانات الباحثين بالمبادئ الأساسية للكتلة الآلية التي تم إنجازها في النهاية.هنا تجدر بنا الإشارة إلى أن حيوان الدولار الرملي , قد جسّد بعد عمليات التحليل للانموذج المعتمد الأنسب للتبني في المشروع، حيث تم تطبيق المفصلات الإصبعية للربط بين عناصر الجناح، الذي أصبح أشبه بنظيرٍ فني لنتوءات جسد حيوان الدولار الرملي, باتباع نتائج التحليل حرفياً، تم تحويل شكل الكتلة الصفيحية لحيوان الدولار الرملي إلى تصميمٍ مميز للجناح، حيث تلتقي الصفائح ثلاثية الحواف في نقطة واحدة أينما ظهرت، في محاولةٍ لترجمة الشكل البيولوجي إلى تصميم معماري, وعلى عكس طرائق الإنشاء التقليدية التي يمكن تطبيقها فقط في الأشكال ذات الأحمال المثالية، يمكن تطبيق هذا المبدأ التصميمي على نطاقٍ واسعٍ من الاعمال الهندسية الخاصة .يتبنى المشروع التحول المعماري للمبادئ البيولوجية المشكّلة لهيكل قنفذ البحر وحيوان الدولار الرملي بالاستعانة بطرائق التصميم والمحاكاة المحوسبة الحديثة إلى جانب طرائق التصنيع المحوسبة المساعدة في تطبيق المبنى. باستخدام صفائح رقيقة من الخشب المعاكس (6.5 ملم) كان من الممكن التوصل لهذه الكتلة المقببة، التي تم ربطها بشدة للتأكد من انعدام إمكانية تأثّرها بالهواء أو الرياح القوية , حيث تم ربط ألواح الخشب المعاكس مع بعضها البعض باستخدام مفصلات إصبعية، بنفس الطريقة التي ترتبط بها النتوءات الصغيرة الموجودة في هيكل قنفذ البحر, يهدف المشروع إلى إدخال المقدرة الأدائية للهياكل البيولوجية إلى التصميم المعماري، إلى جانب كافة الأنظمة الإنشائية المادية والأنظمة

([1]) مخلوق ينتمي الى شوكيات الجلد البحرية.يعيش مدفونا في رمال المياه البحرية الضحلة.سمي بذلك الأسم نظرا لتشابه هيكله العظمي الجاف بقطعة النقود المعدنية البيضاء.

الفراغية الناتجة عن هذا الاختبار، بناءً عليه تمحور تركيز البحث على تطوير نظامٍ نمطي يسمح بدرجةٍ عالية من التعديل، وتقديم مستوىً عالٍ من الأداء اعتماداً على الاختلافات الهندسية في عناصر الألواح وفي المفصلات الإصبعية الآلية المصنّعة.من خلال عمليات تحليل الكتل البيولوجية المختلفة؛ مثل حيوان الدولار الرملي[2] وأنواعٍ من قنفذ البحر، زود تشكيل هياكل هذه الحيوانات الباحثين بالمبادئ الأساسية للكتلة الآلية التي تم إنجازها في النهاية.هنا تجدر بنا الإشارة إلى أن حيوان الدولار الرملي , قد جسّد بعد عمليات التحليل للانموذج المعتمد الأنسب للتبني في المشروع، حيث تم تطبيق المفصلات الإصبعية للربط بين عناصر الجناح، الذي أصبح أشبه بنظيرٍ فني لنتوءات جسد حيوان الدولار الرملي, باتباع نتائج التحليل حرفياً، تم تحويل شكل الكتلة الصفيحية لحيوان الدولار الرملي إلى تصميمٍ مميز للجناح، حيث تلتقي الصفائح ثلاثية الحواف في نقطة واحدة أينما ظهرت، في محاولةٍ لترجمة الشكل البيولوجي إلى تصميم معماري, وعلى عكس طرائق الإنشاء التقليدية التي يمكن تطبيقها فقط في الأشكال ذات الأحمال المثالية، يمكن تطبيق هذا المبدأ التصميمي على نطاقٍ واسعٍ من الاعمال الهندسية الخاصة.

5. مشروع Towering Community of Sustainable ResidencesT-Tree /urban suburban/Design by Adil Azhiyev and Ivan Kurryavsev /2009 الشكل 19



الشكل 19

المشروع عبارة عن تصميم مجمع سكني في المناطق الريفية كمحاكاة للطبيعة من خلال محاكاة النظم الهيكلية و الشكلية في الشجرة ونظام توزيع كالاغصان مكون من شقق سكنية موزعة كا لاغصان و بالتناوب و ترتبط في الوسط بنظام حركة يمثل النواة المركزية التي تحتوي على المصاعد والسلالم مشابه لجذع الشجرة , كل شقة تتكون من عدة وحدات مكعب الأسرة , وتتألف كل وحدة مسبقة الصنع على (غرفة معيشة و مطبخ و غرف نوم فضلا عن الخدمات الصحية و الاثاث واعتمادا على مساحة كل وحدة سكنية), هنالك اربع مساحات مختلفة من الشقق:

نوع A بمساحة 24 متر

نوع B بمساحة 32 متر

نوعC بمساحة 39متر

نوع Dبمساحة 55,5 متر + بالكون

المواد المستخدمة (الخشب والبلاستيك والزجاج والألومنيوم) معاد تدويرها وأيضا توجد طواحين الهواء على سطح المجمع لإنتاج الطاقة و التي تغطي 25 ٪ من الطاقة المطلوبة من خلال طاقة الرياح .

1.8 المؤشرات والمفردات المستخلصة من الاطار النظري

جدول 1: يوضح المؤشرات العامة والمفردات المستخلصة للاطار النظري و التطبيقي لمحاكاة النُظم المنشئية للطبيعة الحية /المصدر الباحثة

	المؤشرات العامة المستخلصة		المفردات المستخلصة		
محاكاة النظم المنشئية للطبيعة الحية	محاكاة نماذج الطبيعة الحية في تكوين الهيكل الانشائي	الاستلهام من الطبيعة النباتية*	هياكل عضوية	منحنية	مرونة في التكوين
		الاستلهام من الطبيعة الاحيائية ****		انسيابية	الاستمرارية
	محاكاة النظم المنشئية للطبيعة الحية	تكامل الشكل مع الوظيفة المنشئية*****	النمو		كفاءة تحمل القوى وتوزيع الاحمال
			التدفق		
			تسلسل هيكلي(تدرج)		
	اشتقاق وتوليد البنى والمنشأت البايولوجية	الدمج بين الطبيعة والتكنولوجيا	أشتقاق هياكل شكلية (نماذج منفعلة التوليد) *****		أشكال جينية
					أشكال بايولوجية
					لوغارتم جيني
		الانتماء الى المبادئ البايولوجية (الافكار البايولوجية) ***			
	الاندماج مابين العالم المبني و الطبيعة	الأندماج مابين الداخل و الخارج (بصرياً وحركياً)	استخدام الفضاءات المفتوحة****		
			ادخال المساحات الخضراء و برك المياه **		
	الاستفادة من طاقات الطبيعة و موادها	المستوى التعبيري للمبنى او الموقع			
		طبيعة المادة او المواد الانشائية المستخدمة*****			
		أعادة تدوير المواد المستهلكة**			
		المواءمة المناخية للاشكال المعتمدة	أستخدام الطاقات المتجددة المنفعلة****		
			أستخدام الطاقات المتجددة الفعالة (الخلايا الكهروضوئية ,الخلايا الحرارية) **		
			أستخدام نظم التحكم للفتح و الغلق للتحكم بكمية اشعة الشمس واتجاه الرياح***		

(2) مخلوق ينتمي الى شوكيات الجلد البحرية.يعيش مدفونا في رمال المياه البحرية الضحلة.سمي بذلك الأسم نظرا لتشابه هيكله العظمي الجاف بقطعة النقود المعدنية البيضاء.

1.9 استنتاجات الجانب النظري لمحاكاة النظم المنشئية للطبيعة الحية

الاستدامة تعني تكامل القضايا البيئية والاجتماعية والاقتصادية وتلبية متطلبات واحتياجات المجتمع في الوقت الحاضر و في المستقبل.

البيئة الطبيعية و تحولاتها الجينية تحوي نظم واليات تكنولوجيا متقدمة ,وقد أثرت في الهام المبتكرين والمصممين والحياة لملايين السنين , كهياكل وعمليات طبيعية, فهي تعمل على نحو أفضل من التكنولوجيات الحالية ، حيث تتطلب كميات أقل من الطاقة و لاتنتج أي نفايات ملوثة

استخدام النماذج الطبيعية الحية للتشكيل عن طريق محاكاة الأشكال , والتراكيب, والتكوينات , والمواد المستعملة فيها لانها مجربة, وتمتاز بالكفاءة والتكيف والاستمرارية عبر الزمن والظروف و المتغيرات المناخية و بالتالي اكثر استدامة.

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 الحية.

تعد الطبيعة الحيائية غنية بالنظم والعناصر والمصادر التي يمكن الاستفادة منها في العمارة , كالبنى والهياكل والمواد المختلفة التي بتكاملها مع بعض تكون نظام متكافئ على كل النواحي , مع الاشارة الى الاستفادة من بعض التقنيات الحاسوبية التي تسهل عملية الاشتقاق و المحاكاة.

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.

الاستفادة من الانسجام الذي تظهره الهياكل الطبيعية العضوية و الناتج من تكامل الشكل مع الوظيفة الهيكلية يمكن توظيفه في اشكال و هياكل العمارة.

ان للتكنولوجيا دور اساسي و مهم في عملية التصميم المستدام من خلال توفير الطاقة وتحديد الطاقة المستهلكة والسيطرة عليها وحماية المصادر الطبيعية من خلال دمجها مع انظمة التصميم و مواده.

1.10 استنتاجات الجانب العملي لمحاكاة النظم المنشئية للطبيعة الحية

توصل البحث بصورة عامة ان كل فقرة مرتبطة بصورة اساسية بالفقرة الاخرى و مكملة لها حيث ان محاكاة الهياكل العضوية لنماذج الطبيعة الحية يتحقق من خلال تكامل الوظيفة المنشئية مع الشكل الناتج من الدمج بين الطبيعة والتكنولوجيا (لماتمتاز بالمرونة في التكوين والانسيابية والتكيف وو الاستمرارية والكفاءة في تحمل القوى و توزيع الاحمال من خلال اشتقاق و توليد البنى والمنشأت البايولوجية بأستخدام التقنيات الحاسوبية) فضلاً عن خلق تناغم وانسجام مابين االعالم المبني و الطبيعة بصرياً وحركياً للاستفادة من طاقات الطبيعة (المنفعلة و الفعالة) وتوظيفها بما يحقق اقل استهلاك للطاقة واكثر كفاءة .

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

الجدول 2: اكثر المؤشرات و المفردات فعالية في مجال محاكاة النظم المنشئية للطبيعة الحية والتي يمكن استخدامها كمسطرة قياس في تقويم المنشاءات ذات المحاكاة مع النظم المنشئية الحية .

الاستلهام من الطبيعة الاحيائية
تكامل الشكل مع الوظيفة المنشئية)
الدمج بين الطبيعة والتكنولوجيا (أشتقاق الهياكل الشكلية)
الاندماج مابين العالم المبني والطبيعة(استخدام الفضاءات المفتوحة)
توظيف الطاقات المتجددة المنفعلة
أستخدام نظم التحكم للفتح و الغلق للتحكم بكمية اشعة الشمس واتجاه الرياح
طبيعة المادة او المواد الانشائية المستخدمة
الانتماء الى المبادئ البايولوجية (الافكار البايولوجية

1.11 التوصيات

1. أعتماد اشكال النباتات في محاكاة النماذج الشكلية للطبيعة الحية (من حيث المرونة في محاكاة عناصرها الانسيابية ووحداتها و كذلك ألية عملها).
2. أعتماد الفضاءات المفتوحة ومبدأ التواصل البصري بين الداخل والخارج , وادخال المساحات الخضراء , و برك المياه لتحقيق الاندماج بين العالم المبني والطبيعة (لخلق بيئة داخلية مصغرة , والاستفادة من التهوية والاضاءة الطبيعية وتقليل استهلاك الطاقة واستمرارية الفضاءات وانسيابيتها ,واستخدام العناصر الشفافة و الشبابيك البانورامية).
3. أعتماد المواد القابلة للتدوير لانها اكثر كفاءة و استدامة واقل استهلاك للثروات الطبيعية واقل تأثير على البيئة.
4. تكامل الوظيفة المنشئية للمشروع المعماري مع الشكل الناتج من خلال الدمج بين الطبيعة والتكنولوجيا .
5. اشتقاق و توليد البنى و المنشأت البايولوجية بأستخدام التقنيات الحاسوبية لعمل مقاربة محاكاتية للوحدات و العناصر و الية عملها مع بعض.
6. الاستفادة من طاقات الطبيعة و موادها من حيث أعتماد النظم المنفعلة (الذاتية) ودمجها مع انظمة التصميم مع الاخذ في الحسبان تقليل استهلاك الطاقة والمواد والموارد مع تقليل تاثيرات الانشاء والاستعمال على البيئة الطبيعية ومصادرها .

المصادر

[1] الأنباري , دنيا حميد علي, , 2012**محاكاة النظم الطبيعية الحية في قرارات الاستدامة العمرانية** رسالة ماجستير , جامعة بغداد , كلية الهندسة قسم الهندسة المعمارية , (أستل البحث منها) .

[2] بريجرز، جون وبيت ،ف ،ديفد ،1986،الكون مرآة ، ترجمة نهاد العبيدي ، بغداد، وزارة الثقافة والاعلام

[3] البعلبكي , منير , 1983 ,قاموس المورد : دار العلم للملايين , بيروت , لبنان.

[4] موسوعة ويكيبيديا /الحداثة وعبقرية أنطونيو غاودي

[18] Whyte ,L 1968,ancelot Low, Aspects OF FORM ,Lund Humphries ,Londn ,Great British,

[19] Yeang , Ken,1995,"Designing with Nature:The Ecological Basis for Architectural Design", McGraw Hill, N.Y,.

[20] مصادر الانترنت

[21] (http://www.Calatrava.com/projects)

[22] (http://www.Sustainability and Design. com) .

[23] /http://www.ecofriend.com/ heliotrope-house-follows-the-sun-to-maximize-energy-generation/

[24] Archiworld magazine , Design &Detail,2009

[25] http://svalbard.ted.com/talks/michael_pawlyn_using_nature_s_genius_in_architecture.html

[26] http://www. modernmet.com /sand-dollar-inspired-park-pavilion

[27] http://www.Calatrava.com/projects /2001

[28] http://www.cultureholidays.com/temples/lotus-temple.htm

[29] http://www.generativeArchiture.com/Jirapong.pdf(

[30] http://www.greatbuildings.com/buildings/Guggenheim_Bilbao.html(

[31] http://www.greatbuildingsonline.com/architects/Norman foster.html)

[32] http://www.valencia-cityguide.com/tourist-attractions/the-city-of-arts-and-sciences.html

[33] http://www.witpress.com/ design&natureI/Estach.html

[34] http:/ar.wikipedia.org

[35] ttp://www.generativeart.com/on/cic/papers2005/17.KarinaMoraesZarzar.htm

[36] www.greatbuildings.com

[37] http://www.re-burbia.com/tree-social-housing

Refrences

[5] Giles ,Harry,2003 ; Structural History ,The MIT Press, University of Massachusetts ,U.S.A

[6] Hui,S, 2001'Sastainable Architecture and Building' Design'.,

[7] Kamon Jirapong and Robert j Krawczyk,july,2003Seashell Architecture, faculty of Architecture,Sripatum University, Thailand, ISAMA/Bridges conference .

[8] Magnoli Gian, ; 2001," Design a DNA for responsive architecture "

[9] McDonough, William, and Michael Braungart. , 2002,Cradle to Cradle: Remaking.

[10] McDonough, William. 1996. 400-407. “Design, Ecology, Ethics, and the Making of Things.” Theorizing a New Agenda for Architecture. ed. K. Nesbitt. New York: Princeton Arch. Press.

[11] McKenzie,Stephen, 2004,Social Sustainability:Towards Some Definitions, Hawke Research Institute, University of South Australia, Magill, South Australia.

[12] Pawlyn ,Michael ,2010, Using nature's genius in architecture,TED.

[13] Rogers .R.1996 - 1997”Cities for a small planet “ edited by Philip Gumuchjiam. Faber and Faber Limited

[14] Smith, Leon, 2003,Eco-Tech or Off-the-Grid: Exploring a Dichotomy within Ecological Design, spring.

[15] Stach , 2004,Structure and Morphology and Self Organization Stach University of Tennessee College of Archietyure & Design , USA.

[16] Steele,James,1997Sustainable Architecture: Principles, Paradigms, and Case Studies, McGraw-Hill, USA.,

[17] Steil, Lucein, 1988 “ On Imitation ”, A.D.Vol. 58 ; No.9/10 ;London.

Simulation the Natural Living Structural Systems to Achieve Sustained Architecture

Donya Hameed Ali Al-Anbari [1], ***Bahjet Rashad Shaheen*** [2, *]

[1] *Department of Architecture Engineering, University of Baghdad, Baghdad, Iraq, d_h1803@yahoo.com*

[2] *Department of Architecture Engineering, University of Baghdad, Baghdad, Iraq.*

** Corresponding author: Donya Hameed Ali Al-Anbari, email: Email: d_h1803@yahoo.com*

Published online: 31 August 2019

Abstract— Architectural and ecological development model can be identified by studying genetic evolution of living beings and their surrounding environment, which makes every one of them complement the other, an integral part of it, and the basis of its existence. Architects started to get back to nature to look for the keys for building sustainability, because elements of nature are a creative, rich, and useful source of inspiration and learning for architects and designers to present sustainable designs. Getting inspired by or simulating living forms should not lead to making exact copies of them. The real lesson is to benefit from the substantial idea and the basis of the natural system composing it. This leads us to the problem of the present study: There are no enough local studies on the importance and role of living nature simulation in terms of shape, composition, and structural systems to create sustainable systems. Hypothesis of the study is: the harmony shown by natural, organic structures resulting from the integration of shape with structural function can be employed in architecture shapes and structures by merging shape and function in a symbiotic relationship resembling to a great extent biological , genetic development in their re-formations appearing in natural organic structures. Aim of the study: Discovering formational and environmental constraints of elements of nature and emerging with applied indications in the field of constructional systems simulation of living nature and the possibility of transferring them to accomplish sustainable architecture. The results and conclusions shows the need , importance and effectiveness of Simulation the Natural Living Structural Systems to Achieve sustained Architecture ,and the integration of technical solutions to create a balance between the natural environment and the manufacturers and energy exploitation, and the adoption of passive systems and merged with the systems design, integration between nature and technology. Finally we got that the final conclusions and practical framework and recommendations.

Keywords— Simulation, inspiration, modeling, systems, structures, model, living nature, sustainable design.