JAUES

Journal of Al Azhar University Engineering Sector

Vol. 14, No. 52, July 2019, 1304-1317

THE ROLE OF BIOMIMICRY IN DEVELOPING ARCHITECTURE DESIGN PROCCESS (CREATION & DESIGN PROCESS)

Aya Aboelkhair , Mohammed Ezzat and Ahmed Fared Abdelfatah Saaid Hamza
Architecture Department, Faculty of Shoubra, Benha Universiy
ayabashar237@gmail.com, enpag_2003@yahoo.com, afh_cairo@yahoo.com

ABSTRACT

Humanity has recently witnessed a huge scientific uprise in all fields. This is by the virtue of scientific revolution that broke many classical rules and shattered the unjustifiable illusions as well as associating many entities. The concept of nature mimesis “Biomimicry” has its effect which inspired many thoughts in several fields. This concept has inspired architects all over the world. Consequently, new architectural trends appealed to be directed towards imitation thought which aimed to mimicking nature. However, application of the concept differs with the diversity of thoughts & trends of each designer. Some adopt the application of form trend, others adopt the functional one, others make a harmonious combination the two parties & others resort to the ecological systems. Because of that many manifestations & trends have emerged. The combination of Biomimicry "Architecture of Nature", architectural strategies and creative strategies have led to a change in perception about the relationship between architecture and nature by breaking the restrictions of architectural features associated with Euclidean architecture which appeared in the modernity architecture. The need to preserve natural resources also necessitates a return to nature, and attention to natural forms, sciences and natural systems, and study living organisms that live in harmony and integration with their surroundings. The contemporary design relies on the use of digital and computer technology to simulate natural systems and to follow their forms, functional and structural characteristics that enable them to live in an optimal manner in order to achieve the dynamic and interactive relationship between architecture and the environment to achieve a dynamic balance between the various forms of life that govern natural systems. In this sense, it is important to study biomimicry as an input to the design process development and the extent to which architectural trends are influenced and taken into account in the design of buildings mimiking nature. Where the research seeks to reach an objective vision associating architecture to nature in a Creative Frames, we take advantage of our understanding of the interaction of organisms with the environment in a way that gives the balanced natural life of all organisms, thus achieving a dynamic balance between the different forms of life governed by natural systems and highlighting to such research in the development and improvement of the design of these buildings. Keywords: (Thinking, Creativity, Design Process, Architectural Space, the natural environment, Life's Genius, Biomimicry, Levels of Biomimicry, Voronoi algorithms, the architectural trends of Biomimicry).

Keywords: (Thinking, Creativity, Design Process, Architectural Space, the natural environment, Life's Genius, Biomimicry, Levels of Biomimicry, Voronoi algorithms, the architectural trends of Biomimicry).

محاكاة الطبيعة كمدخل لتطوير العملية التصميمية

آية ابو الخير عبد الفتاح عبد المعطي و محمد عزت سعيد و احمد فريد حمزة
قسم الهندسة المعمارية - كلية الهندسة بشبرا - جامعة بنها

الملخص:

شهدت البشرية في الاونة الاخيرة انتفاضة علمية ضخمة في كل المجالات، وذلك بفضل الثورة العلمية التي حطمت العديد من القوانين الكلاسيكية واسقطت قناعات الوهم والاشياء الغير مبررة، وربطت بين العديد من الكيانات. وكان لمحاكاة الطبيعة دور هام في استلهام العديد من الافكار في كل المجالات، وبالتالي تأثر المعماريون حول العالم كله وظهرت اتجاهات معمارية تناشد بهذه الافكار الهادفة نحو محاكاة الطبيعة، ولكن اختلاف الفكر جعل لكل مصمم اتجاه او قبعة يطبق بها افكاره تحت مظلة المحاكاة.

فالبعض اخذ التطبيق الشكلي، واخرون الوظيفي، والبعض جمع بين الطرفين، وهناك من قرر ان يتخذ من الطبيعة بيئة كاملة ليصبح علي المستوي الايكولوجي، فتنوعت المظاهر والاتجاهات.
فقد ادي الدمج بين علوم محاكاة الطبيعة "هندسة الطبيعة" والاستراتيجيات المعمارية والاستراتيجيات الابداعية الي تغيير الادراك حول العلاقة بين العمارة والطبيعة من خلال كسر الحدود الخاصة بالجماليات المعمارية المرتبطة بالهندسة الاقليدية في عمارة الحداثة. كما ادي الاحتياج للحفاظ علي الموارد الطبيعية ضرورة العودة للطبيعة، والاهتمام بالاشكال والعلميات والانظمية البيئية الطبيعية، ودراسة الكائنات الحية التي تعيش بانسجام وتكامل مع محيطها. ويعتمد التصميم المعاصر علي استخدام التكنولوجيا الرقمية والحاسوب لمحاكاة الانظمة الطبيعية، وتتبع خصائصها الشكلية والوظيفية والهيكلية التي تمكنها من العيش بالاسلوب الامثل، من اجل تحقيق العلاقة الديناميكية والتفاعلية بين العمارة والبيئة للوصول الي التوازن الديناميكي بين اشكال الحياة المختلفة التي تحكم النظم الطبيعية.
من هذا المنطلق كان هناك اهمية لدراسة محاكاة الطبيعة كمدخل لتطوير العملية التصميمية ومدى تأثر التوجهات المعمارية، وأخذها في الاعتبار عند تصميم المباني المحاكية للطبيعة ، حيث يسعى البحث إلى كيفية الوصول الي رؤية موضوعية تربط العمارة بالطبيعة بشكل جوهري غير ساذج، ونستغل فهمنا لتفاعل الكائنات مع البيئة بطريقة تمنح الحياة السليمة الطبيعية المتوازنة لجميع الكائنات مما يحقق التوازن الديناميكي بين اشكال الحياة المختلفة التي تحكمها النظم الطبيعية، وتوجيه الانتباه الى مثل هذه النوعية من الأبحاث في تطوير وتحسين تصميم تلك المباني.

الكلمات الدالة " كلمات مفتاحية": (الفكر، التفكير، الابداع،العملية التصميمية، الفراغ المعماري، الوسط الطبيعي، عبقرية الحياة، محاكاة الطبيعة، خوارزميات فورورنوي، مستويات التشكيل المحاكي للطبيعة، التوجهات المعمارية المحاكية للطبيعة).

٢- المقدمة: منذ ان خلق الله البرية وضع بها ثوابت ومتغيرات ضمن قوانين بعضها مرئي والاخر غير مرئي، ومع التقدم التكنولوجي بدأت تتبلور وتتضح هذه القوانين واستخدمت طفراتها في كل الجوانب العلمية والعملية. وليس من الغريب ان تثير الطبيعة داخل العقول البشرية العديد من الافكار، فدائما وابدا كانت الطبيعة المعلم الاول.
فالمحاكاة ليست بظاهرة جديدة، انها طبيعة بشرية فرغم كل ما توصلت إليه العلوم من تقدم فإننا إذا تأملنا نجد أن العديد من الإنجازات العلمية في مجال الرياضيات والفيزياء والطب والعلوم المختلفة التي لديها أهمية كبيرة في حياتنا اليومية استلهمت من الطبيعة. فاينما تواجد الانسان تتواجد بيئة طبيعية يؤثر بها وتتأثر به، ولكن كان للمصممين دور هام في جعل هناك علاقة تناغمية بين البيئة الطبيعية والصناعية.
فمن بين السطور السابقة يتبلور بطل متميز متخفي كان له الفضل في كل ما توصلت اليه البشرية، بل هو عامل اساسي الا وهو الفكر الابداعي. وللفكر دور هام جدا في جدولة استراتيجيات فكرية عبر العميات الابداعية المتطورة من اجل تحقيق تصميمات محاكية للطبيعة بشكل ونظام سليم. فتعتبر هذه المعالجات الإبداعية لها دور هام في التصميمات المعمارية المحاكية للطبيعة.

٣- الإشكالية البحثية: تتمثل إشكالية هذه الدراسة في محوريين رئيسيين هما:

- المحور الأول: هل هناك دور محوري لمحاكاة الطبيعة في تحفيز الابداع في العملية التصميمية؟
- المحور الثاني: ما مدى تأثير محاكاة الطبيعة علي التشكيل المعماري؟

٤- أهداف البحث:

- الوصول الى استراتيجيات ابداعية في العملية التصميمية للمباني المحاكية للطبيعة.
- الوصول الى خصائص ومبادئ تشكيلية توائم وتطبق مبادئ محاكاة الطبيعة للوصول الي التصميم الامثل، ومن ثم ظهور توجهات المعمارية ناتجة للمحاكاة التشكيلية للطبيعة.

٥- منهجية البحث: سوف تعتمد منهجية البحث على:
- المنهج الاستقرائي: بالتعرف على المشكلة البحثية وتحديد أبعادها من خلال صياغة مجموعة أسئلة تدور حول الموضوع لكي يتم الاجابة عنها من خلال الدراسة النظرية والتي ستتضمن المعلومات والقاعدة المعرفية للبحث فيما يخص منهجية الفكر الابداعي في العملية التصميمية والبرامج التطبيقية للفكر الابداعي في العملية التصميمية والفكر المحاكي للطبيعة وكيفية تأثر التوجهات المعمارية بذلك بواسطة الثورة العلمية الحديثة التي صنعت اختلاف جذري في رؤية الطبيعة، وسهلت تحليل النظم الطبيعية.
- المنهج التحليلي والتحليلي المقارن : حيث سيتم دراسة وتحليل عدد من نماذج مباني مستوحاة من الطبيعة ، كتحليل للواقع الذي أحدثته التطبيقات والبرامج الابداعية على التصميميات المعمارية المحاكية للطبيعة بفضل الثورة العلمية التي اظهرت عدة ادوات تشكيلية مساعدة، ومن خلال دراسة أهم المتغيرات التي أحدثها التفاعل بين التصميمات المعمارية المحاكية للطبيعة واستراتيجيات الفكر الابداعي على هذه المباني سيتم الوصول الى مؤشرات توضح العلاقة بين المعايير التصميمية والخصائص التشكيلية المحاكية للطبيعة والاستراتيجيات الابداعية في ظل الثورة العلمية.

٦- الدراسة النظرية

٦-١ ماهية الفكر والتفكير: يعرف الفكر انه اعمال العقل في الشئ (التأمل) ، مما يشكل مجموعة العمليات الذهنية والعقلية التي يقوم بها العقل البشري، والتي تجعلًه قادرا على تكوين شكلا مميزا للعالم الذي يعيش فيه الإنسان ، وبناءً على ذلك يصبح عالًما به، وقادرا على التعامل معه بفاعلية أكبر، وذلك من أجل الوصول إلى الأهداف والخطط والرغبات المراد تحقيقها، وذلك من أجل التأمل والكشف عن المعقول، لذا فهوّ عملية يتمّ بها نقل الحقيقة إلى المخ من خلال استخدام الحواس المختلفة.

اما التفكير فهو العملية العقلية التي يتم بموجبها حل المشكلات أو اتخاذ القرارات بطريقة علمية من خلال التفكير المنظم المنهجي وهو عبارة عن سلسلة من النشاطات العقلية التي يقوم بها المخ عندما يتعرض لمدخل مثير يتم استقباله عن طريق واحدة او اكثر من الحواس الخمسة، مما يجعل المخ يتعامل مع هذه المدخلات ويرتبها او يعيد صياغتها، عن طريق العديد من الانشطة بهدف ايجاد حلول او التوصل الي الحقيقة او ايجاد تفسير ما، لذا يعتبر التفكير أعلي الوظائف الادراكية. هناك العديد من أنماط التفكير التي يستخدمها العقل من أجل حل مشكلة ما، أو بغرض تفسير موقف ما، من هذه الانماط: التفكير الناقد، التفكير المتقارب، التفكير المتباعد، التفكير التلقيدي، التفكير المتشعب، و التفكير الجانبي، وغيرهم العديد.

٦-٢ ماهية الابداع وربطه بالفكر المعماري: الابداع هو القدرة على التخيل او اختراع أشياء جديدة عن طريق التوليف بين الأفكار وتعديلها او تغييرها، اي انه نوع من التفكير يهدف إلى اكتشاف علاقات وطرائق جديدة وغير مألوفة لحل مشكلة قائمة. فالاطار الابداعي (التخيلي) ليس هو الحالة الوحيدة المؤشرة لسمات العمل التصميمي بل لابد من وجود تدرج مرحلي منهجي لخطوات ذلك العمل ، كما أن التصميم المبدع يمتلك أصلا فنيا أكثر من الطرق النظامية، فالأحاسيس والمشاعر ذات سطوة كبيرة وتأثير واسع على الناتج التصميمي، وقابلية المصمم تستند إلى ملكته وخبرته فضلا عن جيناته المتأصلة فيه وراثيا. ففي هذا الاطار ظهرت فلسفة علم مناهج التصميم قلقا من النزاع بين الفنّ (الحدس) ، والعلم (العقلانية) ، حيث تطلب الأمر إلى تصنيف أو دراسة تطور طرائق التصميم، ومن أشهر تلك التصنيفات هو تصنيف "كريستوفر جونز" حيث ميز بين ثلاث نظريات للتصميم كما يأتي:

- المصمم كصندوق أسود Black box يمثل وجهة النظر الإبداعية حيث ينتج التصميم من الوثبة الإبداعية الغامضة.
- المصمم كصندوق زجاج Glass box يمثل وجهة النظر المنطقية حيث ينتج التصميم من العملية المنطقية المبررة.
- المصمم كنظام ذاتي التنظيم يمثل من وجهة نظر السيطرة حيث ينتج التصميم من إستراتيجية وعملية تصميم موضوعية، وتعتبر وسيلة للتغلب على التعارض الموجود بين المنطق التحليلي، والتفكير الإبداعي".

٦-٣ العملية التصميمية ضمن سياق فكري منظم و محدد: تعرف العملية التصميمية انها مجموعة الخطوات التي يتم اتخاذها لإيجاد حل لمشكلة معينة، وصياغة ذلك الحل على شكل أفكار وعلامات ورموز وصور ومخططات وغير ذلك من الوسائل الإيضاحية، ويعرف التصميم المعماري انه ابتكار اشياء جميلة وممتعة ونافعة للإنسان. فهناك مراحل عديدة وطرق مختلفة يمر بها التصميم ليظهر في هيئته الاخيرة، وذلك طبقا لموجز تتشكل من خلاله المتطلبات التي يجب على المصمم دراستها وفهمها ومن ثم اختبارها طبقا للمعايير التصميمية.

٦-٤ نظريات وبرامج تطبيقية للفكر الابداعي في العملية التصميمية: تنتظم مهارات وعمليات التفكير في مستويات متدرجة حيث تبدأ بمهارات التفكير الأساسية مثل الملاحظة والمقارنة والتلخيص والتصنيف والتطبيق وتنظيم المعلومات، ثم تتد رج إلى عمليات التفكير المركب كالتفكير الناقد والتفكير الإبداعي وحل المشكلات واتخاذ القرار. وتتكون كل عملية من هذه العمليات من عدد من المهارات والإستراتيجيات، فالتفكير الناقد يتضمن عددا من المهارات مثل تقويم ثبات ومصداقية المعلومة، وتفسير واستنباط واستخراج المعلومات الحقيقية، واختبار الفرضيات، وتقويم الحوار والنقاش، وإصدار أحكام منطقية، والتعرف على الإفادة الناقصة، والقدرة على التنبؤ، والعلاقة بين السبب والنتيجة، والتفكير الإبداعي يتكون من القدرة على توليد الأفكار والمعلومات التي تتصف بالأصالة والطلاقة والمرونة والإفاضة في التفاصيل.

اما حل المشكلات فيرتبط ايضا بمهارات وعمليات التفكير العليا عمليات التفكير فوق المعرفية، وهي تتضمن تحليل التفكير والخطوات التي مر بها، وذلك عندما يطلب من المصمم وصف الخطوات التي مر بها في الوصول إلى نتيجة معينة، مثل اتخاذ القرار أو حل مشكلة أو توليد فكرة إبداعية. وهذه المهارات والعمليات والإستراتيجيات ليست منفصلة عن بعضها، فبينها قدر كبير من التداخل والترادف في استخدام المصطلحات، ولكنها تكون في مجموعها خريطة التفكير التي يمكن استخدامها لأغراض تعليم التفكير ومكوناته ومهاراته.

٦-٤-١ نظرية الحل الابتكاري للمشكلات "تريز" 'Theory of Inventive Problem Solving' -: (TRIZ)'

نشأت نظريـة تريز في الاتحاد السوفيتي علي يد العالم الروسي الي هنري التشار (HenryAltchuller) واطلق عليها مسمى نظرية الحل الابتكاري للمشكلات، وهي عبارة عن مهارة معرفيـة تتضمن مجموعة من الطرائق لحل المشكلات، واقوى مميزات

هذه النظرية انها لها قدرة على اجتياز العوائق والمشكلات النفسية، ولها قدرت خارقة على تحليل العمليات لكي نستخدم المصادر المتاحـة لنا بافضل الطرق.
تعرف نظرية تريز بـ انها منهجية منتظمة ذات توجه إنساني تستند إل ى قاعدة معرفية حيث أن الإنسان هو هدف هذه النظرية، وتهدف إلى حل المشكلات بطريقة إبداعية، وتشير المنهجية إلى وجود نماذج عامة من النظم والعمليات ضمن الإطار العام لتحليل النظرية.

وجد التشار أن معظم الاختراعات تتضمن حل نوعين من التناقضات: المادية أو التقنية. فالتناقض المادي ينطوي على تعارض بين متطلبين ماديين منفصلين بشكل متبادل لنفس العنصر من النظام (الحرارة و البرودة) ، اما التناقض التقني (يطلق عليه المفاضلة) ينطوي على تعارض بين الخصائص داخل النظام حيث يؤدي تحسين احداهما إلى تدهور الأخرى. "مثال زيادة قوة المحرك (تأثير مرغوب) قد يؤدي الي زيادة في وزن كتلة المحرك (تأثير غير مرغوب).
وقد تم الاشارة الي استراتيجية (TRIZ) تمهيدا لاستراتيجية (Bio-TRIZ) التالية:

٦-٤-٢ استراتيجية الحل الابتكاري للمشكلات البيولوجية "بايو-تريز" (Bio-TRIZ) :-
ظهرت استراتيجية الحل الابتكاري للمشكلات البيولوجية "Bio-TRIZ" امتدادا لمنهجية استراتيجية الحل الابتكاري للمشكلات TRIZ لتضمين المحاكاة الحيوية BIOMIMCRY من الناحية الفلسفية، فهي منهجية تم تطويرها لتحليل ٥٠٠ ظاهرة بيولوجية وتغطي أكثر من ٢٧٠ وظيفة افادوا بتحليل أكثر من ٢٥٠٠ تناقض وقراراتهم في البيولوجيا. وتسمح هذه المنهجية للمصمم باستخراج الحلول البيولوجية لأي مشكلة في التصميم عن طريق خطوات منهجيةBio-TRIZ للمساعدة في إدخال المبادئ البيولوجية على المباني وذلك من خلال العملية التصميمية.

- **مبادئ استراتيجية الحل الابتكاري للمشكلات البيولوجية "Bio-TRIZ"**

تعتمد المنهجية عددا من المبادئ التي تتوافق بشكل مدهش مع المحاكاة الحيوية كما يلي:
- تحتضن المتطلبات المتناقضة اي المتضاربة كقوة إيجابية في حل المشكلات.
- تشجع على الاستخدام الامثل للموارد.
- تعترف بالمحدودية "محدودية الموارد"، بما في ذلك تحويل العيوب إلى موارد مفيدة.
- تركز على فهم المشاكل كنظام.
- تسعي لتحديد الحل المثالي.

٦-٥ ماهية الطبيعة والوسط الطبيعي: للطبيعة عدة مفاهيم ومصطلحات وهي تعني كل ما هو غير صناعّي، أو كّل ما هو منظر طبّيعي من جبال، وأنهار، وغابات، وتعني أيضا كّل ما هو من ردود أفعال أو فطرة الكائنات الّحية، والبشر، كما يستخدم لفظ (الطبيعة) لوصف كلّ ما هو موجود دون أيّ تدخل بشريّ. أما الفلسفة الطّبيعية أو فلسفة الطبيعة فهي التي يتّم بها دراسة الطبيعة بطريقة فلسفيّة، وتقوم بدراسة النظام الكونيّ الماديّ، وكل ما هو سائد قبل توافر ا لعلوم الحديثة، وتعتبر الطبيعة هي المقدمة للعلوم الفيزيائية، وهي الفلسفة الأولى التي انبثقت منها باقي الفلسفات، ويعود مصطلح فلسفة الطبيعة الي اصل يوناتي وهو يعني دراسة عمل الطبيعة، وتختصّ فلسفة الطبيعة بالتحليل، والتناقش في كيفيّة وصف الطبيعة. وتعتمد فلسفة الطبيعة عّدة مبادئ أساسيّة، حيث ان الطبيعة هي الشيء الحّقيقي الوحيد في هذا الكون وهي مفتاح الحياة، وّ كل شيء نقوم به في هذه الحياة هو جزٌء من الطبيعة ويتحرّك تبعا لقوانين الطبيعة. فمن اجل الاستلهام من الاشياء يجي التعرف علي مكوناتها وهيئتها كاداة اساسية تساعد في الوصول الي حلول مثالية، وهذا ما نستعرضه في السطور التالية من خلال التعرف علي الوسط الطبيعي ومكوناته. و يختلف الوسط البيئيّ من بيئة إلى أخرى حسب الطَّبيعة المكانّية، والجغرافية، والمناخّية للبيئة، وحسب نوع الكائنات الحّية التي تعيش فيه، فهناك الوسط البيئيّ المائيّ، أو الغابيّ، أو البحريّ، أو الصَّحراويّ، أو الاستوائيّ، أو المتوسّطيّ لذلك تختلف المكوّنات حسب نوع الوسط، وعلى الرّغم من هذا الاختلاف إلا أنّها توجد روابط مشتركة بين جميع مكوّنات الوسط البيئيّ.

٦-٥ -١عبقرية الحياة "Life's Genius":
"عبقرية الحياة" هو مصطلح جعلها أكثر إثارة للجدل في عصر التصميم الذكي، وتم صياغة هذا المصطلح بعناية شديدة كي يشير إلى أن تقنيات الطبيعة أكثر من ان تكون مجرد ذكاء، بل لديها شرارة رؤية حقيقية لأنها قد تطورت في استجابة لمتطلبات الحياة و البقاء علي سطح الأرض. عبـ قرية الحياة الحقيقية تكمن في كيفية مساهمة تقنياتها لاستمرارية الحياة و ليست حياة شئ او كائن او فصيلة واحدة ولكن جميع أشكال الحياة على الأرض. والتقاط هذا النوع من الحكمة يحتاج إلى أكثر من تسجيل للاحجام والمسافات، وهو ما يعني تأمل كل منا في بيئته اثناء الحيا ة اليومية، وبما في ذلك الاستراتيجيات الفسيولوجية والسلوكية واستراتيجيات المجتمع التي تجعل منها مساهما جوهريا لبيئتها. فالانتقال من النظرة السطحية للطبيعة إلى المحاكاة العميقة للطبيعة يتطلب منا قواعد وركائز معرفية ضخمة عن الطبيعة. وتوصل العلماء الي تسعة سلوكيات للطبيعة تتخذ منها نهجا يصل بها الي حلول عبقرية.

٦-٦ مفهوم محاكاة الطبيعة

يقدم علم محاكاة الطبيعة (biomimetics) دفعة هائلة من أجل المحاكاة الحيوية حيث يطلق طاقات جديدة بهدف الوصول إلى تكنولوجيا مستقبلية مثيرة. فمحاكاة الطبيعة هي نهج الابتكار الذي يسع ى إلى إيجاد حلول عبقرية لتحديات الإنسان عن طريق محاكاة أنماط واستراتيجيات اجتازت الاختبار الزمني للطبيعة. والهدف هو خلق منتجات والعمليات والسياسات التي تتكيف بشكل جيد (سبل جديدة للمعيشة) للحياة على الأرض على مدى فترة زمنية طويلة. حيث تدرس محاكاة الطبيعة أ فضل أفكار الطبيعة، ويطبق ذلك في هيئة اشياء غرضها خدمة الانسان ، وافضل مثال علي ذلك دراسة ورق الاشجار لاختراع الخلايا الشمسية، وافضل وصف لذلك بان "الابتكارات مستوحاة من الطبيعة".

٦-٦-١ مبادئ محاكاة الطبيعة:

قد اوضحت بينيوس ثلاثة مبادئ عن محاكاة الطبيعة حيث لخصتها في ثلاث جمل الطبيعة كنموذج، والطبيعة كمقياس، والطبيعة كمرشد، وذلك لتوضيح الفهم الأولي للوضع الفلسفي المميز للمحاكاة البيولوجية. وفي السطور التالية نستعرض توضيح لهذه المبادئ.

- مبدأ الطبيعة كنموذج: يوحي بمحاكاة طريقة الطبيعة لإحضار الأشياء اي لصنع الوظائف "الطبيعة تتناسب مع وظيفتها".
- مبدأ الطبيعة كمعيار(مقياس) : تستخدم محاكاة الطبيعة كمعيار بيئي حيث تدرك الطبيعة جيدا ما هو مناسب وصالح ودائم، فالطبيعة لا تقدم فقط نماذج يمكن أن نستمد منها الإلهام بل تقدم ايضا معايير مجربة ومختبرة تحدد ما قد نفعله وما لا نفعله. فالطبيعة تضع حدودًا أخلاقية على أعمالنا. لذلك يتم الاخذ بالطبيعة كمقياس في مبادئ الحياة.
- مبدأ الطبيعة كمعلم: يمكن تفهم المبدأ المعرفي الأساسي "الطبيعة كمعلم" من خلال الرؤية الموضوعية للطبيعة كموقع أساسي ومركز رئيسي للمعرفة والحكمة، والتعامل معها ككا ئن يمثل المعرفة التي يمكن الحصول عليها، حيث ان الطبيعة تتكشف للإنسان في سياق الكشف عن الذات.

٦-٦-٢ مستويات محاكاة الطبيعة:

تم تخصيص ثلاثة مستويات رئيسية تتم خلالهم محاكاة الطبيعة:

- المستوي الاول : المستوي التشكيلي للكائن الحي (محاكاة كائن معين): يشير المـ ستوى الأول من محاكاة الطبيعة وهو مستوى تشكيل الكائن الحي إلى تحفيز او محاكاة كائن حي معين مثل نوع معين من النباتات او الحيوانات، وقد ينطوي على محاكاة جزء من أو شكل الجسم بأكمله، أو المادة، أو الوظيفة، أو العملية.

- المستوي الثاني : المستوى السلوكي (محاكاة ا لطريقة التي يتصرف كائن حي أو يتصل السياق الأوسع): وهو محاكاة للعملية الطبيعية، حيث تحاكي الطريقة التي يتم بها شيء. فهو يمثل مستوى سلوك تقليد الطبيعة حيث محاكاة الكيفية التي يتصرف بها الكائن الحي، أو كيفية التعامل معه وربطه بسياق أكبر .

- المستوي الثالث: مستوى الأنظمة الإيكولوجية (محاكاة النظام البيئي) : حيث التعامل مع الكائن الحي كجزء من سياقه المحيط الذي هي جزء من منطقة إحيائية الذي هو جزء من المحيط الحيوي الايكولوجي الاكبر. وعلي نفس المنوال، فالنسيج المستوحي يجب أن يكون جزء من الاقتصاد الأكبر الذي يعمل على الاستعادة و الترميم بدلا من استنزاف الأراضي وشعوبها.

٦-٧ عمارة محاكاة الطبيعة:

تمثل المحاكاة بصورة عامة البناء واعادة تركيب حيث تستند الى عمليات انتقائية استكشافية ونقدية تهدف الى الكشف عن حقيقة التراث الحي "المكونات الطبيعية"، كما ترتكز على المظهر والجوهر بغية خلق نتاج معماري مبدع، حيث يتم اعادة تركيب وبناء الشكل من المصدر الاصلي لانتاج اعمال أصيلة مبدعة.

فمن اوئل النظريات التي سلطت الضوء علي المحاكاة، وبدأت في ابراز دورها المتميز في الدخول في حقبة علمية جديدة من التقدم والتكنولوجيا كانت النظريات التعريفية للثورة العلمية. حيث عرفت انها طريقة جديدة للتفكير في العالم الطبيعي الذي تحدى وجهات النظر التقليدية، وبدلاً من ذلك اعتمد على التجارب والاختبارات.

٦-٧-١ الخصائص التشكيلية للتصميمات المحاكية للطبيعة

ان استهداف التشابه البيولوجي جعل عمل المصممين على الشكل المعماري عملية دقيقة جدا، حـ يث ان تحقيق التشكيلات العضوية في المحاكاة البيولوجية عملية معقدة. حيث يحتاج المصمم الي قدرات ذهنية متميزة في الأداء للوصول إلى القرارات الصحيحة. حيث ان تكوين الكائنات الحية في الطبيعة مفتوح للتغيرات أو التحولات المحتملة فيما يتعلق بخطوات حياتهم.

على الرغم من أن التشكيلات المعمارية قد تضمنت مجموعة متنوعة من التصميمات والأساليب المختلفة على مر العصور، فإن المباني الأكثر نجاًحا في البيئات الحضرية لها قواسم مشتركة أساسية مع أشكال الحياة المختلفة " اي الخصائص المادية والطبيعة المجمعة". لذا يجب التمييز بين التشابه السطحي، الذي يمكن أن يؤدي إلى وجود مباني وظيفية غير إنسانية، وإلى اتباع نهج قائم على فهم حقيقي لعمليات الحياة حيث الامتزاج في الخصائص الشكليلية للطبيعة.

٦-٧-٢ خوارزميات فورونوي كأداة تشكيلية في التصميم المحاكي للطبيعة

تع رف هندسة فورونوي في الطبيعة علي انها ظاهرة تنظيمية يشار اليها بانها قاعدة الطبيعة، حيث تحاكي مخططات فورونوي العديد من التشكيلات الطبيعية، وبلامكان ملاحظة فورونوي ثنائية وثلاثية الابعاد في مجموعة متنوعة من اشكال الحياة المتعددة مثل خلايا النحل والاسفنج والبلورات والفقاعات وغيرها. تعرف مخططات فورونوي ك مبدأ رياضي يعتمد علي تقسيم مساحة ما الي مجموعة من المناطق (الخلايا) المتجاورة والقريبة من بعضها، كل منطقة ترتبط بنقطة داخلها تسمي المركز site .
ويختلف مخطط المتشكل تبعا لشبكة النقاط المولدة وكيفية توزيعها، فيمكن تمييز ثلاثة انواع:

- مخطط فورونوي منتظم Regular Voronoi
- مخطط فورونوي عشوائي Random Voronoi
- مخطط فورونوي تجميعي clustered Voronoi

٦-٧-٣ دور التشكيل المعماري للتصميمات المحاكية للطبيعة

تمتلك الطبيعة العديد من القدرات التي جعلت منها مركز قوي للاستلهام والمحاكاة، حيث يخضع كل من المبني/ التصميم و الكيان الطبيعي لظروف مماثلة. ويمكن للتشكيل المعماري تحقيق أداء العالم البيولوجي علي الثلاث مستويات المحاكية للطبيعة.
فمظاهر التشكيلات المعمارية المحاكية للطبيعة لها أهداف نموذجية من حيث الهيكل، وتدفق الحركة وملئ مة الظروف البيئية المناخية التي هي مفاتيح الطاقة. وقد تختلف التشكيلات والانماط ولكن يمكنها العمل علي اكثر من مستوي للمحاكاة الطبيعة، ولاكثر من وظيفة كما يلي:

- التشكيل المحاكي للطبيعة علي مستوي الكائن الحي: يمكن للتشكيل المحاكي للطبيعة التصرف كشكل طبيعي كائن في ذاته من حيث الهيكل لتحسين تشكيله البنائي، أو تخفيض الوزن لتخفيف الاحمال علي سبيل المثال، او تحمل ضغط معين. فكل التحليلات الهيكلية والبيئية تحدث لتعديل الظروف البيئية الداخلية للهيكل عن طريق الحد من صلابة الهيكل.
- التشكيل المحاكي للطبيعة علي مستوي سلوك ا لكائن الحي: يمكن للتشكيل المحاكي للطبيعة التصرف كشكل طبيعي سلوكي باتباع سلوك معين للسيطرة علي كل من الشكل العام والألياف المفصلية عن طريق إنشاء فتحات في القشرة للسماح بالضوء والهواء. حيث تحسن الطبيعة ذاتها دائما ولا تضخم الامور.
- التشكيل المعماري علي المستوي الايكولوجي الكائن الحي: يمكن للتشكيل المحاكي للطبيعة التصرف كشكل طبيعي ايكولوجي علي سبيل المثال فهو يمكنه تنظيم التعرض للطاقة الشمسية، وعرض توزيع وتوافر الإشعاع الشمسي المؤثر علي الكتلة، وتحديد اتجاهات الرياح السائد ودراسة أفضل توجيه وشكل ممكن للفتحات لتـ حقيق التهوية المناسبة، وللتكيف مع العوامل الداخلية والظروف الخارجية والاستجابة لها.

٧- الدراسة التحليلية

٧-١ مستويات الفكر

تنوعت تعريفات الفكر بين الادباء والمفكرين، وقد اوضح الجابري ثلاثة مستويات من تعريفات الفكر، فيما يلي الفكر كأيديولوجيا، والفكر كأداة، والفكر كمحتوى:

جدول (١) مستويات الفكر للجابري. المصدر: الجابري، ١٩٩٠

الفكر كأيديولوجيا	الفكر كأداة	الفكر كمحتوى
يعرف الفكر كأيديولوجيا بمعناها الواسع انها مضمون الفكر ومحتواه، أي جمله الآراء والأفكار التي يعبر بواسطتها هذا الشعب أو ذاك عن مشاكله واهتمـ اماته، عن مثله الأخلاقية ومعتقداته المذهبية وطموحاته السياسية والاجتماعية، وأيضاً عن رؤيته للإنسان والعالم.	**يعرف الفكر كأداة لإنتاج الأفكار سواء منها تلك التي تصنف داخل دائرة الأيديولوجيا أو داخل دائرة العلم، هو أداة بمعنى أنه جملة مبادئ ومفاهيم وآليات، تـ تظم وتترسخ في ذهن الطفل الصغير منذ ابتداء تفتحه على الحياة لتشكل فيما بعد "العقل" الذي به يفكر، أي الجهاز الذي به يفهم ويؤول ويحاكم، ويعترض، وهي عبارة عن عناصر متداخلة ومتشابكة بصورة تجعل منها بنية: أي منظومة من العلاقات الثابتة في إطار بعض التحولات، الأمر الذي يعني أن الفكر أداة تعمل بثوابت معينة وأن عملها ذاك لا يخترق حدوداً معينة كذلك، هي الحدود التي تنتهي عندها التحولات والتغيرات التي تقبلها تلك الثوابت، أي التي لا تمسها في ثباتها وتماسكها.**	**يعرف الفكر كمحتوى انه جملة من الأفكار والآراء والنظريات تنتظمها عناصر ترتبط بعلاقات بنيوية، علاقات تجعل منها أجزاء تستقي دلالتها ووظيفتها من الكل الذي تنتمي إليه، وهي بنية من التصورات، ومن الآراء والأفكار والنظريات".**

٧-٢ ربط التفكير بالابداع

فيما يلي نستعرض دور التفكير المتشعب كجسر ينقلنا من التفكير للابداع، وذلك من خلال الجدول التالي:

جدول (٢) تعريف التفكير المتشعب وربطه بالابداع- المصدر: الباحث

• التفكير المتشعب Divergent Thinking	
التعريف	يعرف بأنه نوع من التفكير الذي ينتجه المفكر عن تعامله مع مشكلات او اسئلة لها أكثر من حل صحيح، ويتميز بكونه تفكير مـ تحرر ومنفتح وغايته التوصل الي اكبر عدد من الافكار أو الارتباطات او الحلول، وهو من سمات الاشخاص المبدعين، ويعرف ايضا بأنه نمط التفكير الذي يمثل القدرة الذهنية والعقلية علي توليد عدد كبير من الافكار المبدعة المتنوعة، والقدرة علي توليد بدائل مختلفة لحلول متنوعة، وهو جحر الزاوية في الابداع و الابتكار.
علاقة التفكير بالابداع	يعود بنا التفكير المتشعب الي العقل البشري الذي هو البطل الاساسي لهذا النوع من التفكير ،حيث اجمعت ابحاث العقل البشري علي امكانية رفع كفاءة العقل البشري، وان العقل في حاجة الي معالجة لاكتساب خبرات مواقف متنوعة، وذلك يتضمن العديد من العمليات العقلية. كما اجمعت دراسات بنية العقل علي ان المخ يتكون من عنصرين اساسيين: خلايا عصبية، ووصلات بين هذه الخلايا تمكنها من الاتصال ببعضها، فكلما زاد عدد وحدات بناء المخ توفرت مقومات بناء افضل، ولكن كفاءة الاتصال تتحدد بمدي كثافة وجود الوصلات بين الخلايا. فهذه الخلية العصبية تتباين شكلا وحجما، ولكنها تشترك جميعا في ان لها زوائد كثيرة متفرعة تسمي التفرعات الشجيرية تسمح بمزيد من الاتصال بينها، بالاضافة الي زائدة واحدة طويلة تعرف بالمحور و تنتهي بمجوعة اخري من التفرعات تسمي بالتفرعات اللانهائية. لذا كان من الضروري الكشف عن انماط التفكير التي تيسر من هذه التشبكات و الالتقاءات ، وهنا ظهرت اهمية التفكير المتشعب لدوره في زيادة كفاءة الشبكة بزيادة عدد الوصلات بين الخلايا في متانتها و سعتها وسرعة توصيلها، حيث ان التشعب فـ ي التفكير يدعم حدوث اتصالات والتقاءات وتفريعات جديدة لمن تكن موجودة من قبل بين الخلايا، وهذا يسمح للتفكير ان يسير عبر مسارات جديدة (لم يسلكها من قبل) مما يتيح للعقل امكانات وقدرات جديدة تسهم في رفع كفاءته واثراء مكانته وامكاناته.

٧-٣ مقارنات مراحل العملية التصميمة طبقا للجمعية الملكية للمعماريين البريطانيين وروبرت سكوت

في القرن الماضي ظهرت العديد من طرق التصميم المختلفة، والتي اوضحت مراحل العملية التصميمية باشكال تختلف ظاهريا وتتشابه ضمنيا، وفيما يلي مراحل العملية التصميمية طبقا للجمعية الملكية للمعماريين البريطانيين (RIBA) :

جدول (٣) مراحل العملية التصميمية طبقا للجمعية الملكية للمعماريين البريطانيين - Divis, 2010

جمع المعلومات Assimilation	مرحلة جمع المعلومات وترتيبها وخاصة المعلومات الخاصة بالمشكلة، وتتضمن التعريف بالمشروع والبرنامج الاولى والبرنامج النهائى.
دراسة عامة General Study	دراسة عامة واستكشاف طبيعة المشكلة والحلول المتاحة وطرق الحل وايجاد الاشكال والتقييم.
تطوير الحل Development	تطوير الحل او الحلول المختارة خلال الخطوة الثانية.
توصيل الحل Communication	توصيل الحل او الحلول للاشخاص داخل او خارج فريق العمل.

وفيما يخص مراحل العملية التصميمية فقد صاغ روبرت سكوت مراحل العملية التصميمية كما يلي:

جدول (٤) مراحل التصميم المعماري طبقا لروبرت سكوت. المصدر: سكوت، ١٩٥٠

تجميع المعلومات Data Collection Briefing Stage	مرحلة إعداد المتطلبات والدراسات الخاصة بالمشروع وتشمل تحديد المشكلة وتحديد المتغيرات (الوظيفة ، تشريعات البناء، الموقع، الأبعاد التاريخية والاجتماعية والدينية، تشريعات البناء، مواد البناء ونظام الإنشاء، الخ).
تحليل المعلومات Data Analysis	عمل الد راسات اللازمة لمعرفة اتجاهات الرياح، الشمس، الطبوغرافيا والتربة، الضوضاء، الرؤية ،الحركة وكيفية الوصول للموقع، ... الخ.
تولد الفكرة Concept	تحديد عناصر المشروع، وضع مخطط العلاقات الوظيفية.
وضع الحلول الأولية Primary Solution	رسم المساقط وتحديد الشكل الأولي.
مقارنة و تقييم الحلول Evaluation	إجراء التقييم وتطوير الحل المناسب.

فى كل خطوة من هذه الخطوات فان المشاكل التى يجب حلها تتطلب من المصمم تنسيق حلول للمشاكل الاكثر فاعلية. وهناك العديد من النماذج النسقية المتبعة لمعالجة المشاكل افضلها نموذج بول لاسو المكون من الخطوات الخمس التالية:

جدول (٥) نموذج بول لاسو لحل المشكلات- المصدر: Laseau, 1980

تعريف المشكلة Problem Definition	تحديد المحددات الخاصة بالمشكلة المطلوب حلها. تحليل العناصر المختلفة للمشكلة لتحديد الاحتياجات والمعوقات والمصادر. ويحدد المصمم الاهداف الاساسية للتصميم.
تطوير مرادفات Developing Alternatives	يقوم المصمم باختبار الحلول المتوافرة و الجديدة ويقوم بتطوير عدد من المرادفات المقبولة.
التقييم Evaluation	يتم تبنى عدد من المعايير للتقييم بناء على اهداف التصميم. ويتم ترتيب مرادفات الحل حسب معايير التقييم.
الاختيار Selection	بناء على نتائج التقييم يتم اختيار مرادف واحد من مرادفات الحل. واذا لم يتوافر نرادف متميز عن الاخرين يتم ادماج اثنين او اكثر من المرادفات. وعلى اى الحالات يتم تعديل المرادف المختار باستخدام العناصر الناجحة من المرادفات الاخرى.
الاتصال Communication	الحل النهائى للمشكلة يجب ان يتم وصفه بطريقة تجعله قابل للاستخدام فى المرحلة التالية من التصميم

اختلف الباحثون في تعريف العوائق التصميمية، هناك من اطلق عليها المشكلة التصميمة والبعض اطلق عليها المهمة التصميمية "Design Task" كنوع من الفعالية، فكلا منهما ينصب باتجاه الاداء التصميمي، في حين يركز البعض الاخر على شخصية المصمم، ويتلخص ذلك في فهم المشكلة التصميمية وفهم اجراءاتها وسبل تحقيق الانجاز فيها، وفهم المنهج الذي يعتمد للتعامل معها، ولذلك يجب ان نتطرق لفهم ابعاد المشكلة التصميمية من اجل مساعدة المصمم في وضح الحلول التصميمية المناسبة.

٤-٧ أدوات استراتيجية الحل الابتكاري للمشكلات البيولوجية Bio-TRIZ

كما ذكرنا في السابق ان العملية تصميمية تحتوي مجموعة مراحل تصميمية، ويطلق عليها في هذه الاستراتيجية ادوات تصميمية والغرض منها مساعدة المصمم في تحليل المشكلة التصميمية في الوصول الي أفضل الحلول في أقصر وقت. طبقا لما ذكرنا سابقا عن مراحل او ادوات العملية التصميمية فهي لم تختلف كثيرا في هذه الاستراتيجية، فقط سيتم التركيز علي الأداة الرئيسية المستخدمة في عملية BIO-TRIZ وهي المعرفة والمعلومات التي تم جمعها من الطبيعة والتجارب السابقة. يتم تجميع المعلومات وجدولتها في أربعة أقسام:

جدول (٦) الاقسام التي يتم جدولة اداة المعرفة- المصدر: Barakat, 2016

القسم الأول	**يحتويا على المعلومات والبيانات الخاصة الطقس والموقع لتقديم الجغرافيا، والرطوبة، ودرجة الحرارة، والعديد من الجوانب الأخرى التي تحدد مكانًا محددًا للمشروع.**
القسم الثاني	
القسم الثالث	**يقدم جميع الميزات التي يمكن تطبيقها في الهندسة المعمارية مثل النظم الانشائية، والتغطيات المستخدمة، ونظم الإضاءة، والتهوية والعديد من الخصائص الأخرى.**
القسم الرابع	**يتضمن القسم الرابع جميع الوسائل والحلول المشتقة من الحيوانات والنباتات والطبيعة، والتي يمكنها تحقيق كل ميزة.**

لذا تعتبر المعرفة الأداة الرئيسية في عملية تصميم BIO-TRIZ، حيث أنها تشكل قاعدة بيانات ضخمة من المشاكل والحلول التي تقوم بها العملية. هناك اربعة مراحل لاستخدام هذه الأداة حيث يتم تمر هذه البيانات علي المراحل التالية:

جدول (٧) مراحل استخدام اداة المعرفة في عملية تصميم BIO-TRIZ - Barakat, 2016

– **مرحلة التحليلAnalyze phase**	**يتم فيها تحليل المشكلة بشكل منظم جدًا.**
– **مرحلة الاستخراجExtract phase**	**يتم فيها استخراج كل الحلول الممكنة من الطبيعة.**
– **مرحلة الفصلJudge Phase**	**يتم فيها فصل الحل لكل مشكلة حيث يتم تعيين الحلول المناسبة لكل مشكلة ويتم جمعها في شكل علمي.**
– **مرحلة الاختبارTesting Phase**	**حيث تتم مقارنة الحلول المختارة معًا ويتم استخراج النموذج الأمثل واختباره.**

تنتج من منهجية BIO-TRIZ "التي تعتمد على قاعدة بيانات ضخمة من المميزات التي يمكن تطبيقها على المباني، وعلى منهجية محاكاة لجميع الحيوانات والنباتات والطبيعة التي تكيفت مع نفس المميزات منذ ملايين السنين، وكان ذلك السبب وراء بقائها" مباني محاكية للطبيعة تتعامل بكفاءة تامة مع الطبيعة والوسط البيئي المحيط، وتنخرط في بيئة مبنية طبيعية، وتحافظ عليها من التدمير.

٥-٧ مبادئ الحياة "Life's Principles"

وضعت جانين بينيوس ومعهد المحاكاة الحيوية ستة مبادئ أساسية للحياة في دراسة المحاكاة البيولوجية استنادًا إلى الاعتراف بأن الحياة علي الارض مترابطة ومتوافقة، وتخضع لنفس ظروف التشغيل، وهذه المبادئ هي التي طورت الحياة التي استمرت لأكثر

من ٣.٨ مليار سنة، وتتمثل هذه المبادئ في الأنماط الشاملة الموجودة بين الأنواع التي تعيش وتزدهر على الأرض. ومن خلال هذه المبادئ يمكننا تصميم استراتيجيات مبتكرة، وقياس تصميماتنا من خلالها، والسماح لعبقرية الطبيعة بتوجيه البشرية باستخدام مبادئ الحياة كمبادئ لطموحاتنا المستقبلية. وتتمثل هذه المبادئ في يلي:

جدول (٨) مبادي الحياة -المصدر: Biomimicry Institute 3.8

المبادئ	طرق التطبيق
– التطور للبقاء على قيد الحياة: وذلك من خلال جمع المعلومات بشكل دائم لتأسيس ضمان مستمر "Evolve to survive"	أ- تكرار الاستراتيجيات الناجحة التي يمكن تطويرها من جيل إلى اخر، حيث يتم ذلك اما طبيعياً أو وراثياً أو من خلال تناقل خبرات الكائنات الحية أو التعلم من الآخرين. "Raplicate strategies that work"
	ب- الدمج غير المتوقع في نهج التصميم الطبيعي من خلال الاستفادة من الأخطاء ودمجها عند الضرورة، اي استخدام الاخطاء بتحويلها نتائجها من الضرر الي النفع. "Integrate the unexpected"
	ج- اجراء تعديل المعلومات من خلال إعادة تنظيم مجموعة متنوعة من المعلومات، وذلك يضمن خلق التنوع والخصائص الجديدة للحلول. "Reshuffle information"
– التكيف مع الظروف المتغيرة: الاستجابة بشكل مناسب للتغييرات والسياقات الديناميكية والحيوية "Adapt to changing coniditions"	أ- الصيانة من اجل تجديد الذات (المثابرة في التطوير المستمر للطاقة والمادة من اجل معالجة وتحسين النظام) "Maintain Integrity through self-renewal (Persist by constantly adding energy & matter to heal & improve the system)"
	ب- تجسد القدرة على التكيف من خلال الاختلاف، والتكرار، و اللامركزية) حيث يمكن للنظام الحفاظ على وظيفته بعد حدوث اضطراب من البيئة المحيطة به. ويتم ذلك عن طريق تطوير ودمج مجموعة متنوعة من الأشكال والانظمة والعمليات المكررة بالإضافة إلى الانتشار بحيث تحدث اللامركزية. "Embody resilience through variation, redundancy, and decentralization (maintain function following disturbance by incorporating variety of duplicate processor, systems that are not located exclusively together)"
	ج- الدمج المتنوع بين العديد من الاشكال والعمليات والوظائف لتلبية الإحتياجات. "Incorporation Diversity"
– الانسجام والاستجابة مع البيئة المحلية: حيث تنسجم وتتكامل كل العناصر مع البيئة المحيطة "Be locally attuned & responsive"	أ- استخدام المواد والطاقة المتاحة بسلاسة (الاستفادة المثلي من المواد والطاقة) "Use readily available materials & energy (Build with abundant, accessable materials while harnessing freely avaible energy)"
	ب- خلق علاقات تعاونية بين العناصر (الحصول علي القيمة من خلال تداخلات العناصر) "Cultivate cooperation relationships (Find value through win interactions)"
	ج- الاستفادة من العمليات الدورية/ الحلقية (الاستفادة من الظواهر المتكررة) "Leverage cyclic process (Take advantage of phenomena that repeat themselves)"
	د- استخدام ردود الافعال (المشاركة في تدفق المعلومات المستمر لتطوير رد فعل على نحو مناسب) Use feedback loops (Engage in cyclic information flows to modify a reaction appropriately)
– استخدام الكيمياء التي تدعم العمليات الحيوية "Use life-friendly Chemistry"	أ- البناء الانتقائي للنماذج المختارة من العناصر (حيث التشكيل الابداعي المميز للعناصر القليلة المقترنة) "Build selectively with a small subset of elements (assemble relativelyfew elements in elegent ways)"
	ب- تحليل المنتجات إلى عناصر و مكونات اساسية جيدة (استخدام الكيمياء في تحليل المنتجات دون ان تنتج او تسبب اي اضرار لاحقة) "Break down products into benign constituents (Use chemistry in which decomposition results in no harmful by products".
	ج- الاستفادة من علوم كيمياء المياه (استخدام الماء في حل المشكلات، حيث تكمن في المياه خصائص كيميائية منفردة) "Do chemistry in water (Use water as solvent)"

– كفاءة الموارد (المادية والطاقة): من حيث تكوين الدموارد(المواد والطاقة) واستخدامها بشكل محافظ وبكفاءة ومهارة بحيث يتم الاستفادة من الموارد المحلية والفرص المتاحة "Be Resource efficient (Material & Energy)"	أ- استخدام تصميم متعدد الوظائف لتلبية الاحتياجات المتعددة مع حل واحد متكامل " Use multi-funcational Design"
	ب- استخدام عمليات الطاقة المنخفضة من اجل تقليل استهلاك الطاقة عن طريق خفض درجات الحرارة المطلوبة، مما يقلل الضغوط المفروضة والوقت المتهدر. " Use low energy processes"
	ج- اعادة تدوير جميع المواد (إبقاء كل المواد في حلقة مغلقة) "Recycle all materials"
	د- النموذج يصلح للوظيفة: تحديد الشكل او النمط على اساس الحاجة اليه "Fit form to function"
– التطوير المتكامل اثناء النمو: الاستثمار الامثل في الاستراتيجيات التي تحقق التطوير والتكامل بين العناصر اثناء عملية النمو "Integrate development with growth"	أ- الدمج المعيا ري بين المكونات المتداخلة (تناسب الوحدات المتنوعة تدريجيا داخل بعضها البعض من البساطة الى التعقيد) "Combine modular and nested components (fit multiple units within each other progressively from simple to complex)"
	ب- البناء من اسفل إلى اعلى (تجميع العناصر كوحدة واحدة في وقت واحد) "Build from the bottom up (assembly components one unit at a time)"
	ج- التنظيم الذاتي (خلق حالة من تفاعل مكونات الخرسانة للتحرك نحو نظام متناسق ومتكامل) "Self-organize (creat condition to allow components to interact in concret to move towards an enriched system)"

٦-٧ منهجية التصميم بمحاكاة الطبيعة :

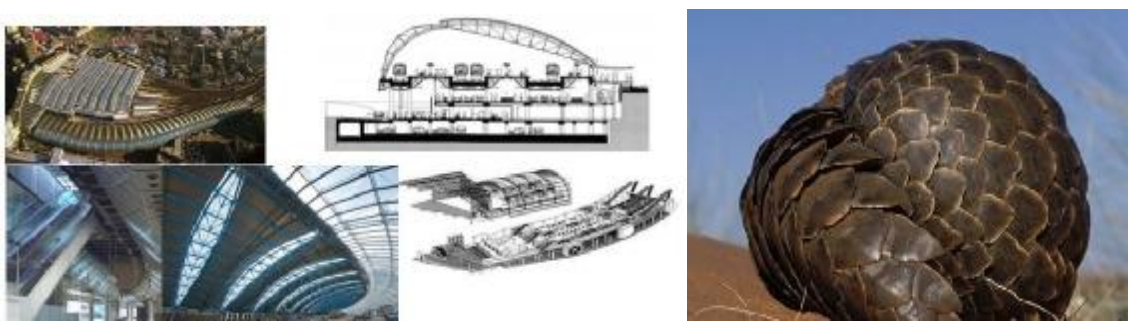
تتصنف منهجية التصميم بمحاكاة الطبيعة الي فئتين منهجية مباشرة، منهجية غير مباشرة، ولكن معهد محاكاة الطبيعة والمتعاونين فيه طوروا وابدعوا في المنهجية التصميمية للوصول للتصميم المحاكي للـ طبيعة الامثل وذلك عبر اداة تصميمية سميت بحلزونية التصميم بمحاكاة الطبيعة Biomimcry Design Spiral

جدول (٩) مقارنة بين المنهجية المباشرة والغير مباشرة - المصدر: McHarg, 1995.

المنهجية	المنهجية المباشرة للتصميم المحاكي للطبيعة:	المنهجية الغير المباشرة للتصميم المحاكي للطبيعة:
سمتها المميزة	الطبيعة تتبع التصميم Nature Follows Design	التصميم يتبع علوم الطبيعة Design Follows Nature
الخطوات المتبعة	– تحديد المشكلة التصميمية	– دراسة علوم الطبيعة جيدا من اجل الاسلتهام منها
	– الاستلهام من الطبيعة دون تعمق	– تحديد المشكلة التصميمية
	– ايجاد الحلول الممكنة	– ايجاد الحلول الممكنة
	– الوصول الحل النهائي	– الوصول الحل النهائي

٧-٧ حلزونية التصميم بمحاكاة الطبيعة:

تضم حلزونية التصميم بمحاكاة الطبيعة عدة مراحل على أساس افتراض أن بعد حل التحدي الواحد يتم تقييم مدى تطبيق مبادئ الحياة، ثم نلجأ غالبا لتحدي أخر، وتبدأ عملية التصميم من جديد.



شكل (١) محاكاة محطة واترلو الدولية لحيوان المنغول

المصدر: https://www.researchgate.net/figure/Grimshaws-Waterloo-terminal-mimicking-Pangolin-Zari

جدول (١٠) حلزونية التصميم بمحاكاة الطبيعة- المصدر: M.Benyus, 1997.

المرحلة	الشرح
- المرحلة الاولي: الاستخلاص Distill	يتم في المرحل الاولي استخلاص وظيفة التصميم من خلال الطبيعة عن طريق تحديد المشكلة، وتحديد الوظيفة المستهدفة من التصميم، والتفكير في تحديات التصميم من مختلف الإنطباعات من خلال تحليل المشكلة والقيود المتعلقة بها عبر تنظيم الحلول باستخدام الـ وظائف والعمليات المناسبة، وذلك عن طريق طرح عدة تساؤلات مثل وأين تكمن المشكلة؟ وأين سيتم تطبيق الحل؟ وكيف يمكن للطبيعة طرح نهج مبتكرة كل على حدة؟ فيجب تنظيم ذلك التحليل في إطار مرئي كامل، واستكشاف المفاهيم الكبيرة المتضخمة كنقاط بداية مع تحديد العناصر المشاركة في المشكلة وفي الحل.
-المرحلة الثانية: الترجمة Translate "LIFE TRANSLATE PRINCIPALS INTO DESIGN PARAMETERS"	تتضمن المرحلة الثانية ترجمة عناصر التصميم من منظور مبادئ الحياة، وهذا يسفر عن عدة تساؤلات رئيسية جديدة، حيث يتم وضع السؤال في سياق أوسع من اجل ترجمة مبادئ الحياة بشكل أفضل في حل عناصر المشكلة. فالمصمم دائما بحاجة إلى معرفة سياق المشكلة، ومناخها، والظروف الاجتماعية والزمنية وغيرها من عناصر المشكلة. لذا يشير معهد محاكاة الطبيعة أن هذه المرحلة تعتبر عملية احيائية (biologizing) للمشكلة اي تتعامل معها ككائن حي. في هذه المرحلة يتأهل المصمم استعدادا للبحث عن بطل في الطبيعة، لمراقبة ما هو متوفر للإجابة أو حل للتحدي الذي تم توضيحه، واستخلاصه، وترجمته الي عنصر من عناصر الطبيعة. فيمكن النظر في أمثلة حرفية و واقعية من الطبيعة أو يمكن استخدام نهج استعارية. ويمكن فتح مناقشات للتخصصات والمتخصصين في العلوم المختلفة من اجل الوصول الي حلول ابداعية مبتكرة.
- المرحلة الثالثة: الاكتشافات Discover (اكتشافات انماط الطبيعة)	تتضمن هذه المرحلة التالي: أ- العثور على أفضل النماذج الطبيعية لايجاد حلول المشكلة مع اتباع منهجيات الابداع السابق شرحها في مواجهة التحدي مع مختلف التخصصات مثل علماء الأحياء وغيرهم من التخصصات. ب- العثور على أنماط وعمليات مشابهة داخل الطبيعة تحقق المثالية، وتنشئ تصنيفًا للاستراتيجيات والمبادئ الأكثر ملائمة. ج-دراسة العلاقات بين المواد وأداء البيئة، واكتشاف وقائع الطبيعة وعمل تصنيف لعبقرية الطبيعة من اجل اختيار الحلول الأكثر ملاءمة للمشكلة و من اجل الوصول الي التحدي.
- المرحلة الرابعة: المحاكاة Emulate (محاكاة استراتيجيات الطبيعة)	هي مرحلة تطبيق الأفكار والحلول المبنية من النماذج الطبيعية ومن الدروس المستفادة من الطبيعة علي المشاكل المشابهة "فالطبيعة هي المعلم". وتندرج علي ثلاث مستويات: أ-محاكاة الكائنات الحية: حيث يبدأ المصمم بالتقاط صور لأشكال الحياة المختلفة، مع عمل ربط للعلاقات بشكل مبـ اشر أو غير مباشر بمشكلة التصميم ، ومعرفة تفاصيل مورفولوجية الشكل، و فهم تأثيرات المقياس، مع النظر في العوامل المؤثرة على فعالية شكل للكائن الحي. ويتم ايضا استخدام أدوات التشكيل ليتغير الشكل تدريجيا ليتناسب مع الوظيفة. ب- محاكاة السلوك: حيث يبدأ المصمم بالتـ حليل الوظيفي الذي يمكن تفسيره على أنه سلسلة من التحولات، ويمكن تقسيم كل سلوك معقد إلى عدة وظائف مفصلة، و معرفة تفاصيل العملية البيولوجية، وفهم آثار مقاييسها مع النظر في العوامل المؤثرة على فعالية العملية بالنسبة للكائن الحي ايضا، والبحث في طرق لتعميق العملية في محاكاة النظام البيئي، وذلك باستخدام التكنولوجيا المناسبة لتحقيق الوظيفة المثلى من خلال استشارة علماء الأحياء والفيزياء وعلوم الميكانيكا وغيرهم من التخصصات. ج- محاكاة النظام البيئي: حيث يبدأ المصمم بدراسة عن كثب الأساليب البيئية والايكولوجية في التصميم، ومعرفة تفاصيل العملية البيولوجية طبقا لسياق اوسع، وفهم العوامل المؤثرة على فعالية العملية بالنسبة للكائن الحي وسلوكه وتكيفه مع محيطه من اجل الوصول الي تكامل التصميم مع الطبيعة بشكل مترابط ومتناسق ودائم.
- المرحلة الخامسة: التقييم Evaluate	تدرس هذه المرحلـ ة قدرة التصميم على التكيف والتطور ومدى امكانيته فى توفير ظروف تساعد على الحياة وامكانية تحسين وتطوير هذا التصميم حيث يتم التقييم طبقا للتالي: أ- تقييم التصميم طبقا مبادئ الحياة السابق شرحها. ب- تحديد طرق لتحسين تعقيدات التصميم وكيفية التنوع والتكيف والتطور. ج-تحديد طرق لاعادة استخدام النفايات"المخرجات" ذات القيمة، واعادة استخدامها كمدخلات لعمليات اخري. د- تقييم التصميم، لقياس مدى جودة الاداء الوظيفي طبقا للاحتياجات الحيوية اللازمة. و- تقييم نتائج التصميم باستخدام الاستراتيجيات الايكولوجية والبيئية وطرق التقييم في المراحل الاولية من التصميم. ز- تقييم النظم بما في ذلك نظم الطاقة وأنظمة معالجة النفايات، ا لمعروفة باسم تقييم دورة الحياة (LCA) للتصميم.

٧-٨ مقارنة الخصائص التشكيلية الطبيعية والمصطنعة

فيما يلي يتم مقارنة بعض المفاهيم العلمية المختلفة التي تفرق بـ ين الهندسة الصناعية والهندسة الطبيعية. فهي تمّيز ايضا بين المظهر الكلاسيكي للهندسة المعمارية والتعقيد في الطبيعة، بفضل تطور الثورة العلمية في تفسيرها للطبيعة ظهرت مجموعة خصائص تكوينية طبيعية مختلفة لتشكيل الطبيعة، والتي تجعلها مختلفة عن التشكيلات المصطنعة كما يلي:

جدول (11) مقارنة الخصائص التشكيلية للطبيعة والخصائص التشكيلية المصطنعة- المصدر: الباحث

الخصائص التشكيلية الطبيعية	الخصائص التشكيلية المصطنعة
تتبع الهندسة الغيراقليدية	**تتبع الهندسة الاقليدية**
التشابه الذاتي	**التطابق الذاتي**
التكرار المتجانس "النسخ المتماثل"	**التكرار المتطابق**
التباين	**الاختلاف**
شكل ديناميكي	**شكل ثابت**
التعديل التكيفي الشامل	**الإنتاج المتضخم**
المرونة/القابلية للتطويع	**الصلابة**

٧- ٩ التوجهات المعمارية الناتجة من المحاكاة التشكيلية للطبيعة

يدرس علم التشكيل Morphing الشكل وبنية الهيكل وهو أحد فروع علم الاحياء الذي يتناول شكل الحيوان والنبات (شكل الكائن أو اجزائه) ، وهو علم التحولات الشكلية، ويدرس مظهر وشكل وهيكل الكائن الحي معتمدا علي عدة خصائص. وفي العمارة يهتم التشكيل ببناء أنماط شكلية مولدة ومعدلة عن الأشكال الطبيعية وغير الطبيعية، هجينة تحمل ملامح المرجعية الشكلية، وطور ذلك بعد اعتماد التكنولوجيا الرقمية في بناء وإنتاج أنماطاً شكلية هجينة .

هناك أنواع مختلفة من الاتجاهات المنطقية وراء المظاهر التشكيلية المحاكية للطبيعة. ويجب التمييز بين أهداف وأدوات هذه المظاهر، حيث تتجلى الأهداف ما بين الشكل الجمالي (اتجاه نحو الشكل) والتظهر الوظيفي (الموجه نحو الأداء). وهذا ما يتم عرضه كالتالي:

- توجه يمثل الشكل Biomorphic architecture (Bio-form) : الاتجاه المعماري biomorphic يمثل العمارة الموجهة نحو التشكيل. حيث يصبح النموذج هدفا في حد ذاته، وعادة ما يتعلق بكيفية ظهور تشكيل النموذج بغض النظر عن كيفية أدائه لتحقيق وظيفته، اي دون الاشارة الي الاعتبارات الوظيفية أو البيئية التي تتسبب بالفصل بين الشكل وأدائه.
- توجه يمثل الوظيفة بيولوجية منطقية Bio-logical architecture (Bio–Function) : الهندسة البيولوجية هي العمارة الموجهة نحو الأداء، ويهدف إلى إظهار مبادئ شكل الطبيعة فقط حيث تتشكل المبادئ لتشغيل الأداء.
- توجه يمثل الهندسة الحيوية الحركية (الحيوية وظيفة)Bio-kinetic architecture (Bio–Function) : الهندسة الحيوية الذاتية الحركية هي عمارة موجهة نحو الأداء، وتهدف إلى إظهار مبادئ الحياة لتحقيق متطلبات الأداء.
- توجه يمثل المنطق الحيوي الحركي المنحنى Bio-Kinetic-Morph (logic approach) : إن البنية المنطقية المورفولوجية الحيوية هي بنية موجهة نحو الأداء، وتـ هدف إلى إظهار كل من مبادئ الشكل والحياة للاهتمامات الأخلاقية والأداء. ويهتم بكل من شكل الطبيعة ومبادئ الحياة بنفس المقدارفي انشاء مباني تحقق أداء الطبيعة.

٨- الاستنتاجات:

- يمثل استخدام آلية "محاكاة الطبيعة" عامل مغاير مستحدث في حال تداخله في منظومة عمليات وّ اليات العملية التصميمية حيث يقوم بتحفيز القدرة الابتكارية الابداعية، محققا توجهات بديلة تختلف في مناهجها والتوصل الي نتائج ايجابية.
- تم الدراسة والتعرف علّي الاليات والعناصر المؤثرة علي شحذ الفكر الابداعي حيث امكن التأكيد علي امكانات مستحدثة مؤثرة تتحقق باستخدام عناصر "محاكاة الطبيعة" في دعم مناهج الفكر الابداعي لعمليات التصميم باختلافها و تنوعها.
- تم استخدام الية محاكاة الـ طبيعة منذ زمن بعيد واتضح ذلك في العديد من التصميمات المنتجة خلال الثورة الصناعية و قبلها، و يتضح ذلك في مجالات العلوم الطبيعية والهندسية وحاليا البيولوجية في توجهات متعددة، و ذلك في خلال العديد من الامثلة من حولنا حيث صناعة الطائرات و مركبات الفضاء و تكنولوجيا الاتصالات و الضوئيات و غيرها ، ما تم التوصل اليه من خلال دراسة محاكاة لخصائص الطبيعة مثل الجاذبية الارضية التي استخدمت في العديد من الابتكارات الابداعية و منها الصعود للفضاء.
- تجدر الاشارة الي ان استخدام الية محاكاة الطبيعة في التصميمات المعمارية حديثا كان له دور في التأثير علي تطور و تحديث المضمون و الدور الوظيفي و التشكيلي لها، و كان لم يتم تطويره ليمثل بعدا ايجابيا مؤثرا في المناهج والعمليات التصميمية المعمارية و الحضارية "Design proccess" كعامل مغ ـاير للمنظومة التصميمية يكون قادرا علي شحذ العملية الفكرية الابتكارية بصفة تطبيقية وعملية.

- يتوسع استخدام الية "محاكاة الطبيعة" في العمليات والمناهج التصميمية ليساهم بشكل مباشر وغير مباشر في بعض جوانب تحقيق الاتزان البيئي في نواحي متعددة للعمليات المرتبطة بالخصائص الطبيعية للمنتج التصميمي المستهدف.
- تقوم آلية استخدام "محاكاة الطبيعة" بالدور المؤثر لها خلال المراحل الاولي من العملية التصميمية "Design proccess" لتوجهات رئيسية محورية بما يحقق بدائل فعلية مغايرة تماما.
- عند استخدامّ الية محاكاة الطبيعة في مناهج ا لعمليات التصميمية لابد من التنبيه الي ان الامر يتطلب قدرة علي التحكم و السيطرة علي حجم و كفاءة التأثير علي كل من الامكانات العملية للتشكيل "Form" و المستهدفات الوظيفية "Function" للمنتج التصميمي خلال اداء المراحل التالية للمرحلة الاولية من تحليل البيانات كما ذكرت طريقة بايوتريز "Biotriz" خلال اداء العملية التصميمية "Design proccess" .
- مستقبل العمارة يرتبط بشكل قوي بتقدم فروع العلوم والرياضيات وعلم الاحياء والفيزياء. فالعمارة هو مظهر من مظاهر نموذج علمي لتفسير وفهم طبيعة الامثلة في الثورة العلمية الطبيعة من الكلاسيكية (الهندسة الاقليدسية) الي نماذج مستعارة من مظهاهر معقدة للطبيعة تعتمد علي (الهندسة الغير الاقليدسية).
- نوصي بأن تشمل الدراسات التصميمية والتطبيقية للهندسة المعمارية و التصميم الحضري التعريف بدور وامكانات آليات "محاكاة الطبيعة"، مما هو متوقع من تأثير حيوي و ايجابي يساهم في تنوع توجهات مستحدثة للعملية التصميمية وذلك من خلال منهجية التصميم بمحاكاة الطبيعة BIOMIMCRY DESIGN SPIRAL.

المراجع:

المراجع العربية:

١. -الجابري، محمد، **"اشكالية الفكر العربي المعاصر"**، مركز دراسات الوحد العربية، ١٩٩٠
٢. -الحدري، خليل، **"أطروحة دكتوراه: منهجية التفكير العلمي في القران الكريم"**، جامعة ام القري، ٢٠٠١
٣. -الحنان، اسامة، **"استراتيجيات التفكير المتشعب"**، دار السحاب للنشر و التوزرع، ٢٠١٦
٤. -السويدان، طارق، العدلوني، محمد، **"مبادئ الابداع"**، قرطبة للنشر، ٢٠٠٤
٥. -الفيروزآبادي، مجد، **"ا لقاموس المحيط"**، مؤسسة الرسالة للطباعة والنشر والتوزيع ، ٢٠٠٥
٦. -القيماقجي، ناهض، **"اطروحة دكتوراه: البنية المنطقية لعملية التصميم المعماري"**، الجامعة التكنولوجية ببغداد، 2008
٧. -ثرونبرك، باميليا و ديفيد، **"صندوق ادوات التفكير"**، ٢٠٠٦
٨. -رنكو، مارك، **"الإبداع نظرياته وموضوعاته: ترجمة شفيق فلاح علاونة"**، مؤسسة الملك عبد العزيز، ٢٠٠٤
٩. -سكوت، روبرت، **"اسس التصميم (ترجمة عبد الباقي ابراهيم و محمد يوسف)"**، مركز الدراسات التخطيطية، ١٩٥٠

المراجع الأجنبية:

1. -Altshuller, henry**, "The innovation algorithm: TRIZ, sys-tematic innovation and technical creativity"**, Technical Innovation Center, 1999, p 67:80
2. -Altshuller, henry, **"& Suddenly the Inventor Appeared: TRIZ, the Theory of Inventive Problem Solving, 2nd ed**.", Technical Innovation Center, 1996, p 5:55
3. BARAKAT, PA., BAKR, A., ELSAYAD, ZE**., "TOWARDS A NEW BIOMIMIC APPROACH, NEW BIO-MIM-TRIZ DESIGN PROCESS**", Proceedings of 34th IASTEM Int. Conf., Lon., 2016, P3:6
4. -Bullock, T.H., Bennett, M.V.L., Johnston, D., Josephson, R., Marder, E., **"Fields R.D.:The Neuron Doctrine, Redux, Science, V.310",** 2005
5. -Darwin, Charles, **"On the origin of species: By Means of nature selection",** Dover Publications, 2006
6. -Davis, I., **"Guide to RIBA Professional Services Contracts",** RIBA Publishing, 2010
7. -De Bono, Ed., **"Serious Creativity**", Harper Business, 1992
8. H.Maslow, Abraham," A theory of Human Motivation and personality", Third Ed,New York, Harper, 1987.
9. -Jones, Christopher, **"Design Methods: Seeks of human futures**", Wiley-Interscience, 1970Wilkinson, I.M.S, "Essential Neurology", Blackwell publishing, 1993
10. -Laseau, P, "Graphic Thinking for Architects and Designers", Willey,1980
11. -M.Benyus, Janine, "Biomimcry: Innovation Inspired by Nature", Harper Perennial, 1997.
12. -McHarg, Ian, "Design with Nature", Wiley, 1995.

13. -Mehdi Kavandi, Alireza Jozepiri, Sharareh Teimouri and Fatemeh Abbasi Mehdi Sadri, "Bionic Architecture, Forms and Constructions", Research Journal of Recent Sciences, march 2014.
14. -Pawlyn, Michael, "Biomimicry in Architecture", RIBA, 2016.
15. Rush, Richard D, "The Building Systems Integration- Hand Book", the American Institute of
16. Architecture, John Willy & Sons, New York, 1986.
17. -Weaver, Jonathan," Extending the TRIZ methodology to Connect Engineering Design Problems to Biological Solutions", Article for NCIIA 16th Annual Conference, 2015.

المواقع الإلكترونية:

-https://www.thoughtco.com/the-idea-of-nature-2670631
-https://plato.stanford.edu/entries/natphil-ren/
-https://biomimicry.org/
-https://biomimicry.net/the-buzz/resources/designlens-lifes-principles/