# الشكل ومحاكاة الطبيعة وتأثيرها على التصميم المستدام

**[٤]**

**محسن عبد القادر الحناوي[١]– حسن أحمد حسن يوسف[٢]– هشام أحمد محمد صبح[١]**
**جهاد غنيمى ابراهيم[٣]**
١) قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة الأزهر ٢) قسم العمارة، معهد هندسة وتكنولوجيا الطيران ٣) معهد طيبة العالى للهندسة

## المستخلص

فكرة محاكاة الطبيعة وتأثيرها على التصميم المستدام هى فكرة مفيدة للحفاظ على التوازن البيئى وهو موضوع حيوى فى ظل المظاهر التى تهدد كوكبنا، وعليه يناقش البحث تأثير الفكر المعمارى بمحاكاة الطبيعة وتأثيرها على إستدامة البيئة العمرانية، ومن ثم استنباط نموذج تقييم عمارة محاكاة الطبيعة من خلال مستويات التصميم المحاكى للطبيعة والذى يهدف إلى قياس وتقييم محاكاة المشروعات البيئية الحديثة للطبيعة فى البيئة العربية من خلال التوافق مع المبادئ وأفكار عمارة محاكاة الطبيعة، ثم التطبيق العملى لنموذج التقييم لقياس عمارة محاكاة الطبيعة على بعض المشروعات التى تم إختيارها كعينة للدراسة والتطبيق بعد دراستها من خلال دورة حياة المشروع من خلال مؤشرات قياس عمارة محاكاة الطبيعة المستنتجة فى الجزء النظرى، ثم ينتهى البحث بتحليل مقارن للمشروعات المختارة بهدف معرفة أكثرها محاكاة للطبيعة والاستفادة منه كنموذج قياس للمشروعات البيئية فى المنطقة العربية.
**الكلمات الدالة:** الشكل– محاكاة الطبيعة – التصميم المستدام.

## المقدمة

خلال العقود الثلاثة الماضية شهدت البيئة أزمات خطيرة كإستنفاذ الموارد غير المتجددة، إضمحلال طبقة الأوزون والعديد من الظواهر الأخرى التى نتجت عن سوء إستخدام وإستغلال الإنسان لبيئته المحيطة، فبالرغم من التسارع العلمى والطفرات المتلاحقة وتعددية الإتجهات المعمارية المعاصرة المحلية والعالمية التى حاولت تحقيق أهداف الإستدامة ومنها إتجاهات محاكاة الطبيعة، فقد تباين أسلوب استخدام المعماريين لإتجاهات محاكاة الطبيعة وتبينت قدرتهم على فهم وتوظيف الدور الذى يُمكن من تحقيق محاكاة الطبيعة أن يتم تحقيق مبادئ الإستدامة، وقد ظهرت إتجاهات متنوعة لمحاكاة الطبيعة لمجرد الشكل دون مراعاة الأسباب

الحقيقية لدور الشكل فى الاستدامة، وبالتالى تم إستنساخ عمارة شكلية لاتُمت لمفهوم الطبيعة الحيوية بصله. أدى ذلك فى الآونة الأخيرة إلى الدعوة للإستدامة على جميع أنحاء العالم تراعى الظروف البيئية. ولتحقيق الإستدامة من محاكاة الطبيعة ستتناول الورقة بإستعراض لمدى إدراك المعمارى لمحاكاة الطبيعة ومبادئها وأسس التصميم المحاكى للطبيعة ومستوياتها وإستنباط نموذج لتقييم المشروعات المعمارية التى التى حاكت الطبيعة فى مكوناتها تطبيقآ على البيئة العربية.

## المشكلة البحثية

الحاجة إلى تحقيق مبدأ العمارة المستدامة من خلال محاكاة الطبيعة فى الاشكال أفرزت أنماطآ معمارية توافقت كنموذج تقليد الشكل دون تحقيق المضمون، الأمر الذى أدى إلى تقييم هذا الفكر الحديث فى العمارة بإقتراح نموذج لتقييم مدى ملائمة محاكاة الطبيعة وتأثيرها على استدامة العمارة.

## هدف البحث

تصميم نموذج لتقييم وقياس مدى ملائمة الشكل بمحاكاة الطبيعة وتأثيرها على استدامة العمارة تطبيقآ على البيئة العربية.

## منهجية البحث

**يمر البحث بثلاث خطوات:**

**الخطوة الأولى:** استقراء شامل لإدراك إنسان لمحاكاة الطبيعة والتعرف على مبادئها المختلفة وأسسها ومستويات تقليدها.

**الخطوة الثانية:** استنباط نموذج قياس مقترح من مخرجات الخطوة الأولى لقياس محاكاة الشكل بالطبيعة ومحاولة تطبيقه على مشروع محلى وآخر دولى.

**الخطوة الثالثة:** تطبيق نموذج القياس على مشروعيته والخروج بأهم النتائج والتوصيات التى تعمل على إستدامة العمارة بمحاكاة الأشكال الطبيعية.

## الدراسات السابقة

1. **Amr F. Elgohary(2009) "Second Nature Architecture: A New Design Trend of EnvironmentalDesign" Ain ShamsJournal of Architecture and Urban Planning**

فكرة تكنولوجيا عمارة محاكاة الطبيعة مطلوبة لانها تمس جزءا هاما من احتياجات المجتمع والبيئة ككل لذلك فالبحث يناقش مفهوم التكنولوجيا والثورة المعلوماتية والمردود التقنى لهذه الثورة على العمارة ثم يتناول بالدراسة مستقبل تقنيات الثورة الرقمية وتأثيرها على تحقيق مبادئ واهداف عمارة محاكاة الطبيعة كاحد الاتجاهات الحديثة للعمارة البيئية.

2. **Steve Parnell 2012Designing the Future The EMBO Journal**

فى ندوة كلية مانشستر للعمارة تم انعكاس التمدن والصناعة، فكتب ستيف بارنيل حقيقة أن الطلاب من مدرسة مانشستر من MA الهندسة المعمارية في العمارة والعمران استضافت بهم ندوة "المستهلكة" في المؤسسة الدولية أنتوني بيرجس، فقد اوضح فى عدة ندوات ان الطبيعة لها عامل اساسى فى احياء وحى المعمارى فقام مايكل بولون بان الطراز القديم كان مستوحى ايضا من الطبيعة ولكن تقليد اعمى دون تروج فحركة التكنولوجيا العالية ٢١ تطبق النظم الطبيعية لمشاكل مصطنعة فى التشكيل والبناء فعمارة المستقبل هى مصدر للطبيعة المحيطة.

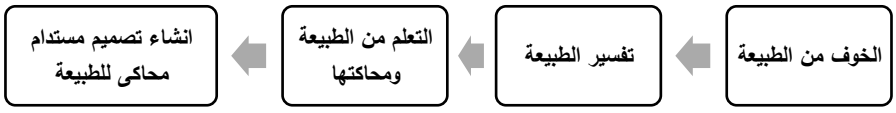
3. **Ghonimi Ibrahim، Islam(2012)Architecture Manifestation of Natural Scientific Paradigm Shift International Journal of Architecture and Design, ISSN: 2051-5820,**

يحدد البحث العلاقة بين الثورات العلمية وأثرها على نظرية مشابهة للهندسة المعمارية المعاصرة على وجه الخصوص، فيستكشف منهجية الطرق التي ادت للتحولات النوعية في الاستكشاف العلمي للطبيعة وإعادة تشكيل مظهر الطبيعة والهندسة المعمارية وفقا لصياغة لغة العمارة. يتتبع الرجل الطبيعة منذ عبر التاريخ، والمهندسين المعماريين يعملوا جاهدين بشكل واضح لمحاولة فهمهم لشكل الطبيعية. ولذلك فمن المهم تحديد مدى اختلاف ومبادئ التصميم التي هي مستمدة من النموذج الكلاسيكي العلمية عن تلك التي تعقد النموذج العلمي. يمكن تغيير النموذج العلمي زيادة وتعميق المعرفة العلمية للطبيعة.

١) **إدراك الإنسان لمحاكاة الطبيعة:** قدمت الطبيعة هدية للعلم لأنها أثبتت جدارتها في الصمود بوجه الزمن فمرت الطبيعة بأزمات خطيرة متكاملة على طول عمرها ( ٣,٨ مليار سنة) الذي لا يوازي عمر الإنسان شيئاً (Biomimicry.net,2017). فنجد أن الكائنات الطبيعية تتفاعل مع البيئة لملايين السنين بطريقة ناجحة ومستدامة، دون أن تتلاشى الموارد الطبيعية أو تلوث البيئة.

على هذا تقوم "محاكاة الطبيعة" لذلك يعتبر ٣,٨ الرقم الأساس في قضيتنا هذه فهو شعار المحاكاة وفيه كل تفاصيل تقليد الطبيعة فظهرت منظمة تقليد الطبيعة (٣,٨) وسميت بهذا الكود نظراً لما سبق ذكره عن تجربة الأرض فى البقاء مع التطوير منذ ظهور أشكال الحياة الأولى(Biomimic.org,2017). فمهمتهاهي تدريب وتجهيز وربط العلماء والمهندسين والمعماريين والمعلمين وغيرهم من المبدعين فى الطبيعة بوجه مستدام (AskNature.org,2016). فكتبت بينيوس في كتابها التقليد الحيوي: الابتكار المستوحى من الطبيعة" أنه مع الطبيعة، يوجد عالم مستدام بالفعل"، نحن بحاجة فقط لفتح أعيننا لرؤية إجابات للاستدامة من حولنا. وتعتبر أن الحكمة الطبيعية هي على تشكيل المستقبل (بينيوس، 2016).

كان الإنسان البدائى واعى بالطبيعة فى إدارة حياته والحصول على متطلباتها وفقاً للمحيط الذى يعيش فى محتواه، فكان يتصرف بوعي مع الطبيعة بالرغم من بدائيته وتلقائيته فى التعامل أما الآن بالرغم من التقدم والتكنولوجيا والعلم فى جميع المجالات إلا والإنسان قد أغفل الطبيعة وأهمية الإرتباط بها ورعايتها وبدلاً من أن تساعد التكنولوجيا فى موائمة الطبيعة فبدأت تساعد فى اقتحام الطبيعة والتعدى عليها مما أدى إلى تدهورها ومن ثم تدهور الإنسان نفسه إلى أن ظهرت عمارة محاكاة الطبيعة فبدأت تهدف لتحقيق التكامل بين الإنسان وبيئته (فوده،١٩٩١، "البيئة والعمارة").




**شكل(١):** يوضح تطور العلاقة البشرية مع الطبيعة

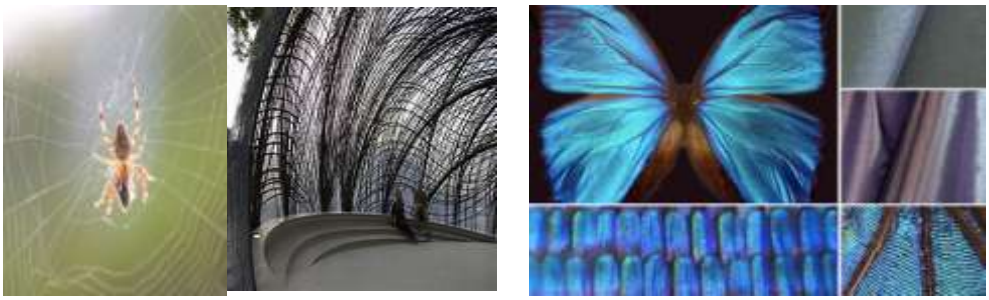
**المصدر**: الباحث

**٢) مبادئ محاكاة الطبيعة:** أعطانا الله الحكمة والإرادة للتعلم، وخلق الطبيعة لتكون معلمه من أجل البقاء على قيد الحياة على الأرض، فهى ليست مصدر للثروات المستخرجه من الطبيعة للبشر فقط ولكنها مصدر لتحويل طريقتنا في التفكير، فنرى الطبيعة (كنموذج، كمقياس وكمعلم ) سوف تكون هذه الرؤية مدخل أساسى لكى تقودنا لمحاكاتها بشكل صحيح.

نتيجة للتفاعل بين الإنسان والطبيعة نجد أن الطبيعة هى مصدر لإلهام الإنسان بشكل عام والمعمارى بشكل خاص، فالمعمارى يصف المبانى بأنها تدل على ظروف المجتمع كوحدات منتمية للطبيعة تشكل الإمكانيات المحاكية للطبيعة بحيث تتفاعل بشكل متجدد ومستمر لتشعر الإنسان كأنه جزء من الطبيعة وليس دخيل بها فمن خلال تحديد القوى الطبيعية تم تحديد أول توجه للبناء عند الإنسان عن طريق ترجمة علاقته بالطبيعة إلى إستراتيجية أنظمة رمزية وعلاقات شكلية ومظاهر مادية أنتجتها مظاهر فكرية ناتجه عن التطلع للطبيعة( Schulz, Christian , 1971 "Existence, Space Publishers, andArchitecture",NewYork,Prayer . فبعدالإشارة البسيطة لمفهوم الطبيعة والعلاقات بين (الإنسان والطبيعة والعمارة) فيجد الباحث البعد النظرى لإتجاه العمارة المحاكي للطبيعة هى :( علاقة الإنسان التفاعلية مع الطبيعة ونقل المعانى حسب المواقف الفكرية الناتجه عن التطلع للبيئة المحيطه شاملة للأنظمة الشكلية والمظاهر المادية).

**أ) الطبيعة كنموذج:** يعتمد الإنسان على سلوك الطبيعة فى التشكيل الحديث للتصميم، فتقوم الطبيعة بدور مهم فى وعى الإنسان لإيجاد طرق جديدة لتطوير الحياة بالمستقبل، حيث أن لايوجد نفايات داخل الطبيعة بل بالعكس يوجد أنظمة متداخلة داخل النظام البيئى

فيمكن إستخدام النفايات لكائنات كمنتجات ثانوية لإحتياجات كائنات أخرى فهذا يؤكد فكرة حل مشاكل الكائنات الحية بشكل مستدام، فمثلاً بإستخدام فضلات الحيوانات وبعض التركيبات البسيطة مع الشمس ننتج مواد قابله للتحلل تستخدم فى التصميم الداخلى مثل (الألياف والسيراميك والبلاستيك)، ويوضح شكل (٢) الألياف الفولاذية المنسوجة كنمط خيوط العنكبوت، والألوان المستنبطة من أجنحة الفراشات (بينيوس، 2017، "Biomimicry: Innovation in-spired by nature")



**شكل(٢):** يوضح محاكاة المعمارى للألياف المنسوجة كنمط خيط العنكبوت وإستنباط الألوان الموجودة على أجنحة الفراشات

**المصدر:-** https://biomimicry.org

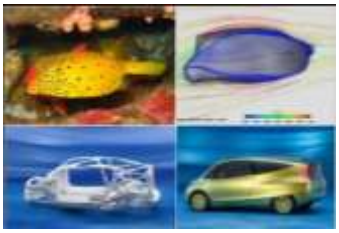
**ب) الطبيعة كمقياس:** يعتبر الإنسان البيئة هى المعيار الأساسى للحكم على صحة إبتكارتنا وفقاً لمنظمة تقليد الطبيعة، نظراً لتكيف البيولوجى المطبق داخل الطبيعة من قبل الخالق لتوفير وظائف مثلى للطبيعة والتى هى معجزه من الله فى قدرته على بقاء الطبيعة، وتفاعل كائنتها معاً يدل على الرحمة والقوة ويوضح شكل(٣) استخدام طريقة التوازن البيئى فى الحياة بمخطط منطقة لويد بورتلاند اوريغون بالولايات المتحدة ( 2016, http://scienceandquran.com)

**شكل(٣):** يوضح استخدام طريقة التوازن البيئى فى الحياة بمخطط ولاية بورتلاند اوريغون

بالولايات المتحدة الامريكية

**المصدر:-**(2016) http://scienceandquran.com

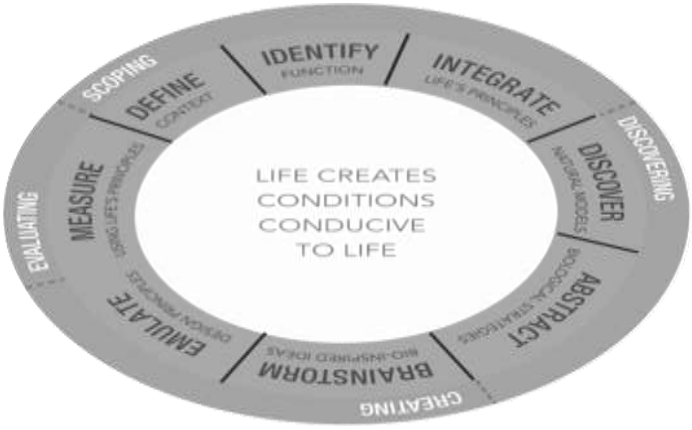
**ج- الطبيعة كمعلم:** توجد علاقة قوية بين النظام البيئى والبيئة البشرية حيث أن فكر الإنسان يتغير مع رؤية الطبيعة كمصدر للمواد الخام، وكمعلم لقدرتها على حل المشكلات حيث أن لديها حكمه ومعرفه من أجل البقاء على قيد الحياة بطريقة مستدامة، فتقليد الطبيعة هو وسيلة لتقييم الطبيعة وطريقه لتحفيز المصممين بأن ينظروا للطبيعة بشكل أعمق ليصلوا لتصورات جديدة موجودة ولكن غير مرئية سطحيا بوضوح ,Baumeister, D., (2007) "Bio-mimicry Presentation at the University of Washington College of Architecture"، ويوضح الشكل (٤)، (٥)، (٦) صورمختلفة لمحاكاةالطبيعة Seattle, USA.



**شكل(٤):** محاكاة زهرة اللوتس بالدهانات ذاتية التنظيف **شكل(٥):** محاكاة قرنية العين بمبنى العالم العربى **شكل(٦):** محاكاة هيكل السمكه واستخدامه بهيكل سيارة

المصدر:- Baumeister, D., (2007), "Bio_mimicry Presentation at the University of Washington College of Architecture"، Seattle, USA.

**٣) أسس التصميم المحاكى للطبيعة:** قدم معهد تقليد الطبيعة أداتان مساعدتان لعملية تقليد الطبيعة متمثلة فى "عدسة التصميم "، كما هو موضح بشكل(٧) والاتجاهات المختلفة لعدسة التصميم وفقآ للطبيعة البيولوجية كما هو موضح بالجدول (١) فهى دليل من سبع خطوات يساعد المصمم على النظر العميق لحل مشكلة بيولوجية بدل من تكرار سطحية الطبيعة فى التصميم، فهى عملية متتابعة وواضحة من أجل إنتاج تصميم مستوحى من الطبيعة يستخدم حلول موجودة فى الطبيعة لحل مشكلات بطرق ابداعية (Biomimicry.net,2017).




**شكل(٧):** يوضح عدسة التصميم المستخدمة فى محاكاة الطبيعة

**المصدر**: biomimicry.net

١- **الخطوة الأولى (Identify)تحديد الوظيفة:** تحديد جوهر المشكلة وطرح مواصفات التصميم لحلها ويتم ذلك من خلال تحديد الوظيفة الأساسية للتصميم.

٢- **الخطوة الثانية (INTEGRATE):** تحدى الطبيعة البيولوجية: دراسة الطبيعة بيولوجيا فهل تقدر الطبيعة على فعل الوظيفة التى تم تحديدها لحل مشكلة ما؟ فأهم مايميز أداة حل المشكلة أنها تتطلب النظر لنتائج مختلفة من ٣,٨ مليار سنه من البحث والتطوير البيئي الذي حدث في الطبيعة لإنتاج نظم مستدامة معقدة، من خلال تحديد شروط محددة يتم بموجبها تحقيق وظيفة في الطبيعة مثل المناخ، المواد الغذائية، الظروف الاجتماعية والزمنية، فإن البحث والدراسة أصبح أكثر تخصصاً من الإحتمالات (Zari, Maibritt Pedersen(2009): Biomimetic approaches to Architectural design for increased Sustainability.

٣- **الخطوة الثالثة(Discover):** إكتشاف الطبيعة البيولوجية: اكتشاف أمثلة ونماذج محددة من الحلول البيولوجية للمشكلة فتسعى الكائنات الحية فى تحدى تغيرات الطبيعة للبقاء على قيد الحياة ويوصى بالتعاون مع عالم الأحياء في هذه المرحلة للتقدم في المعرفة البيولوجية.

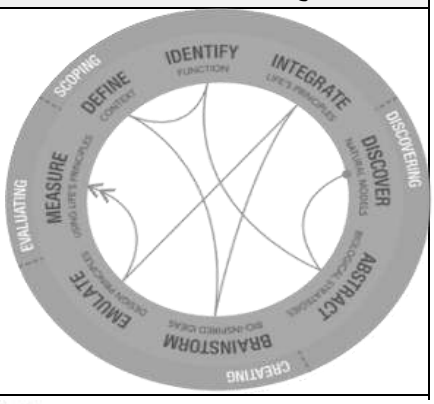
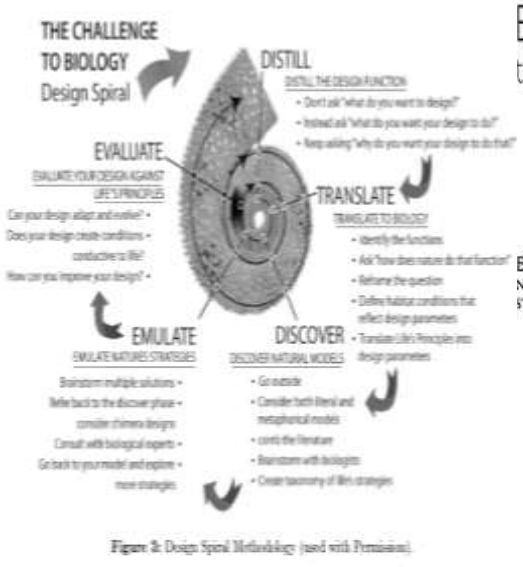
٤- **الخطوة الرابعة (Abstract):** البحث عن أنماط وعمليات متكررة في الطبيعة تحقق النجاح فى الإستدامة والبقاء. والتي يمكن توضح جوهر العمليات دون أن تهمل الظواهر الخفية ثم ترسل التفاصيل والمفاهيم التى تم الوصول إليها إلى تخصصات متعددة.

٥- **الخطوة الخامسة (Emulate):** تطوير حلول قابلة للتطبيق وفقاً للدروس التى تم إستنباطها من الطبيعة(الشكل – الوظيفه– النظام الايكولوجى). فهذه الخطوة تحتوى على تطوير حلول عملية لتحدي التصميم على أساس النماذج الطبيعية التي تم تحديدها في الخطوات السابقة. فالموقع عنصر قياس للحل فيجب أن يدرس بعناية لأنه عبارة عن الربط بين التصميم والبيئة المحيطة لضمان تحقيق نتائج بيئية مستدامة ,.Reap, J Baumeister, D. & Bras, B. (2005) Holism, Biomimicry and Sustainable Engineering. ASME International Mechanical Engineering Conference and Exposition. Orlando, FL, USA.

٦- **الخطوة السادسة(Evaluate):** تقييم الحلول وفقاً لمبادئ الحياة فتحتوى هذه الخطوة على كيفية تقييم التصميم وفقاً أم ضد "مبادئ الحياة" عن طريق طرح أسئلة مثل "هل التصميم يتطور وفقاً للطبيعة؟ وهل يتكيف مع التغيرات التى تحدث؟ وهل التصميم عبارة عن حلقة مغلقة(اكتفاء ذاتى)؟ من خلال هذه النقاط نصل لنتائج مستدامة.

٧- **الخطوة السابعة(Define):** هذه الخطوة الإضافية يتم بدء العملية مرة اخرى مع فهم أعمق للمشكلة والنظر في القضايا التي تم تحديدها في 'تقييم' الخطوة السابقة. هذا الجانب من هذه الأداة هو ما يجعل من عملية التكرار الوصول إلى نتائج أكثر تحديداً ودقة فى عملية تقليد الطبيعة وعملية التعلم والتكيف الذي يحدث من خلال حلقات ردود الفعل التى تتكرر.

**جدول(١):** يوضح اتجاهات عدسة التصميم وفقا للطبيعة البيولوجية

| **النوع الاول :Biology to Design** | **النوع الثانى:Challenge to Biology** |
|---|---|
|  | |
| |  |
| **كتشاف نماذج الطبيعية(ملخص مبادئ التصميم – محاكاة الإستراتيجيات الطبيعية–تقييم المبادئ ضد مبادئ الحياة تحدي الطبيعةالبيولوجية)** | **تحديد وظيفة– تعريف السياق– تحدي الطبيعةالبيولوجية** |

**المصدر :-** Baumeister, D., (2007), "Bio-mimicry Presentation at the University of Washington College of Architecture"، Seattle, USA. .

**٤) مستويات التصميم المحاكى للطبيعة:** من خلال تصنيف الطبيعة لثلاث مستويات يقدر الإنسان أن يحدد حيوية الطبيعة، وكيفية محاكاتها وهم (الكائنات الحية –سلوك الطبيعة–النظام الأيكولوجى). وداخل كل من هذه المستويات خمسة أبعاد لتقليد الطبيعة فقد تكون المحاكاة البيولوجية من حيث (الشكل، مواد البناء، كيفية البناء إنشائيا، ونفس العملية التى تقوم بالطبيعة، أن التصميم قادر على القيام بنفس الوظيفة).

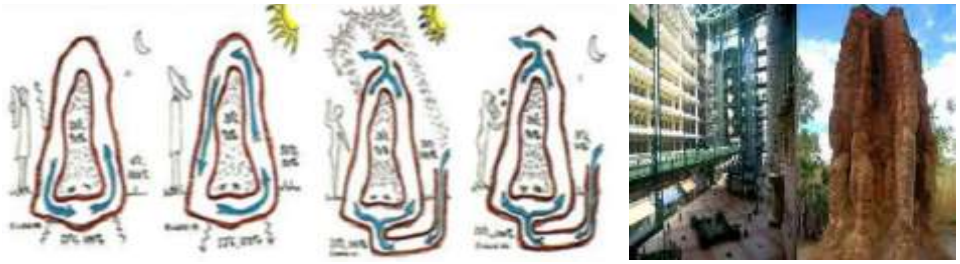
أ) **مستوى تقليد الكائنات الحية:** تقليد كائن معين كالنبات أوالحيوان من حيث (الشكل أو مواد البناء أو كيفية البناء إنشائيا أو نفس العملية التى تقوم بالطبيعة أو أن التصميم قادر على القيام بنفس الوظيفة) أى واحدة فقط من هذه العناصر السابقة. يوضح شكل(٨) مبنى وزارة شئون البلدية (MMAA) فى قطر تم تقليده من الطبيعة حيث تشبه نبات الصبار ليس فى الشكل وإنما فى وظيفة الصبار فى طريقتها للبقاء على قيد الحياة بنجاح فى البيئات الحارة والجافة وكيفية التعامل مع المناخ الصحراوى. وجعل البرج مستدام بشكل موفر للطاقة ومستغل للطبيعة و تنفيذ إستخدام لظلال الشمس التى يمكن فتحها وغلقها تلقائياً وفقاً لشدة أشعة الشمس أثناء النهار لحماية من الحرارة فهذا مماثل لكيفية إختيار الصبار لأداء النتح ليلاً:Cactus Building, (MMAA) in Qatar2015 .

**شكل(٨):** يوضح مبنى وزارة شئون البلدية المستوحى من الصبار

**المصدر:** Cactus Building, (MMAA) in Qatar2015

**ب) مستوى سلوك الطبيعة**

**محاكاة سلوك الكائنات الحية** فتعتمد على الوظائف وعلاقات الربط من حيث ( الشكل – مواد البناء– الإسلوب الإنشائى –الوظيفة)، يوضح شكل(٩) مركز إيستجيت هراري بزيمبابوي مستلهم من تلال النمل الأبيض حيث أعتمد المهندس المعماري مايكل بيرس في تصميمه على تصميم أكمات النمل الأبيض إذ تتم تهوية مبنى إيست جيت وتبريده وتدفئته بالكامل بإستخدام وسائل طبيعية. فيتكون المبنى من أربعة حوائط حجرية خارجية وبهو داخلي بعلو سبعة طوابق. ويتم سحب الهواء الخارجي إلى الداخل عبر العديد من فتحات التهوية ثم يتم إما تبريده أو تدفئته عبر كتلة المبنى حسب أيهما أكثر سخونة، خرسانة المبنى أم الهواء، وليس هذا فقط فهذا النظام يكلف عُشر تكاليف مكيفات الهواء المعتادة للأبنية، ويستهلك طاقة أقل بنسبة ٣٥% عن ستة مبانٍ تقليدية–http://www.ibda3world.com/10–green–structural–engineering–marvels .



**شكل(٩):** يوضح مركز إيستجيت هراري بزيمبابوي المحاكى لبيت النمل الابيض

**المصدر**: http://www.ibda3world.com/10-green-structural-engineering-marvels

**ج) مستوى تقليد النظام الايكولجى للطبيعة:** هي جزء لا يتجزأ من تقليد الطبيعة كما وصفها بينوس وفينسنت Vincent, J. F. V., Bogatyrev, O. A., Bogatyrev, N. R., Bowyer, A. & Pahl, A.–K. , April(2006)," Biomimetic – its practice and theory"، Journal of the Royal Society Interface. فتقوم على تفكيك مشكلة التصميم ويوضع الحلول من أداء تغيرات الطبيعة من حيث الوظائف والعمليات والحلول الماضية، ثم محاكاة مبادئ عبقرية الطبيعة التي هي ذات الصلة لمشكلة التصميم مما يتيح لهم توظيف التصميم بطريقة مستدامة ناجحة كجزء من نظام معقد والإستفادة من

العلاقات بين العمليات المختلفة في الطبيعة وبالتالي الوصول لأسس للنظام البيئي بأكمله، فيهدف مستوى النظام البيئي لتقليد الطبيعة إلى الدمج مع الطبيعة على أساس ستة مبادئ لتصميم الطبيعة ويوضح شكل(١٠) الاستفادة من الطبيعة :

- تشييد بإستخدام المواد المعاد تدويرها والرمل والطين (المواد المحلية).
- **التدفئة والتبريد:** من الشمس والأرض.
- **حصاد المياه:** حصول الأسطح على المطر والندى محاكاة ناميبيا خنفساء الجسم.
- **الكهرباء المتجددة:** يتم تخزين الطاقة الشمسية وطاقة الرياح لإنتاج الطاقة الكهربائية.
- **الصرف الصحي:** معالجة المياه الرمادية الناتجة من الإستحمام وغسل الصحون وفصلها عن المياه السوداء من الحمام ثم يعاد إستخدامها فى رى النباتات والمراحيض.
- **إنتاج الغذاء:** ينتج الغذاء من زراعة النباتات التى تروى بالمياه الرمادية التى تم معالجتها.

ويوضح الاشكال (ببرج الغد)، الإستراتيجيات الجزيئية الحيوية في جميع أنحاء المبنى. فتم الاستفادة من مياه الصرف الصحي لإعادة إستخدامها في ري الحدائق. في جميع أنحاء طوابق. فتم تصميم المنحنيات بكامل حجم المبنى وجعل أكثر فتحات هوائية للفراغ المحيط بكفاءة لتجنب تكاليف البناء المفرطة وتتكون الواجهة الجنوبية بأكملها من ألواح الخلايا الشمسية والكهربائية للمبنى(http://www.biomimetic-architecture.com ..،2010).

**شكل(١٠):** William McDonough's Tree scraper Tower of Tomorrow
**المصدر:** http://www.biomimetic-architecture.com/2010/william-mcdonoughstreescraper/

**من الدراسة النظرية السابقة:** لإدراك الإنسان لمحاكاة الطبيعة والتعرف على أهم مبادئها ومدى ترابطها مع الاستدامة للوقوف على أهم الاسس الحاكمة للتصميم المحاكى

للطبيعة.واستطاع الباحث إستنباط أهم المستويات والمعايير التصميمية التى تحاكى الطبيعة ذات التأثير الإيجابى على إستدامة العمارة.

من ثم سيتم تصميم نموذج لتقييم وقياس مدى محاكاة الطبيعة وتأثيرها على استدامة العمارة وتطبيقها على مشروعين معمارين لهما نفس الفكر الحاكم، تطبيقاً على البيئة العربية:

**٥) حساب المتوسط النسبى لنتيجة التقييم:**

- ثابت أساسى لتفاعل المبنى مع البيئة المحيطة ويمثل النسبة الكبرى فى نوذج التقييم ٦٠%.
- إختيار ثابت من ثلاث متغيرات تمثل المستويات الأساسية للتصميم المحاكى للطبيعة ويمثل ٤٠%، كما هو موضح بجدول(٢).

**جدول(٢):**

| | جدول (٢) يوضح نموذج القياس المقترح لقياس محاكاة الشكل بالطبيعة | | نسب التقييم | |
|---|---|---|---|---|
| تقليد الكائنات الحية | الشكل | الشكل يشبه شكل كائن حى | %٨ | %٤٠ |
| | مواد البناء المستخدمة | المبنى يصنع من نفس مادة الكائن الحى لتشير للكائن الحى | %٨ | |
| | النظام الانشائي | المبنى يبنى بنفس طريقة الكائن الحى ليعبر عن المثال المستعار منه. | %٨ | |
| | العملية | المبنى يعمل بنفس طريقة انقسام الكائن الحى فيشير لهذا الكائن المستعار | %٨ | |
| | الوظيفة | وظيفة المبنى تشبه الكائن الحى فى عمق تكوينه | %٨ | |
| تقليد سلوك الطبيعة | الشكل | المبنى بيشبه طريقة بناء الكائن الحى لمنزله | %٨ | %٤٠ |
| | مواد البناء المستخدمة | المبنى ينشأ من نفس مادة الكائن الحى لتشير للكائن الحى | %٨ | |
| | النظام الانشائي | المبنى يتم انشائه بنفس طريقة الكائن الحى فى طريقة الانشاء (تناسب المكان والوقت) | %٨ | |
| | العملية | المبنى يعمل بنفس طريقة الكائن الحى فى الجمع بين (التوجيه الدقيق – الشكل– مواد البناء –التهوية ) | %٨ | |
| | الوظيفة | وظيفة المبنى تشبه بالطريقة نفسها الوظيفة التى تتم بالكائن المستعار. | %٨ | |
| تقليد النظام الايكولوجى | الشكل | المبنى يشبه النظام الايكولوجى (يشبه حياة الكائن المستعار) | %٨ | %٤٠ |
| | مواد البناء المستخدمة | يتكون المبنى من نفس نوع المواد المستخدمة فى بناء البيئة للكائن المستعار واستخدامها كمركبات طبيعية مشتركة مع المياه واستخدامها كوسيلة كيميائية للبناء | %٨ | |
| | النظام الانشائي | يتم تجميع المبنى بنفس الطريقة المتبعة في النظام البيئي للكائن المستعار (تستخدم مبادئ الخلق مع زيادة التعقيد مع مرور الوقت). | %٨ | |
| | العملية | يعمل المبنى بنفس طريقة (الكائن الحى ) للنظام البيئي (أنه يجسد ويحول الطاقة من الشمس، إنه يخزن المياه على سبيل المثال) | %٨ | |
| | الوظيفة | المبنى قادر على العمل بنفس الطريقة التي تعمل بها (الكائن المستعار) فى النظام البيئي وهذا يشكل جزءا من نظام بيئى معقد. | %٨ | |
| التفاعل مع البيئة المحيطة | التكيف مع الظروف المتغيرة | | %٢٠ | %٦٠ |
| | ترشيد استهلاك الطاقة | | %٢٠ | |
| | استخدام الاساليب التكنولوجية الحديثة التى تعمل على استدامة العمارة | | %٢٠ | |

**ثانياً: اختيار عينات الدراسة:** يتم إختيار العينات من حيث عدة نقاط:

- سماتها الشكلية الظاهرة مرتبطة بمحاكاة الطبيعة.
- ان تحقق المبانى مبادئ العمارة البيئية.
- تستخدم التكنولوجيا الرقمية فى المعالجات البيئية والاشكال الطبيعية.
- ان تتدرج هذه المبانى فى فترة زمنية محددة خلال عشر سنوات سابقة.
- تكون عينات المشروع على المستوى الإقليمى(البيئة العربية).

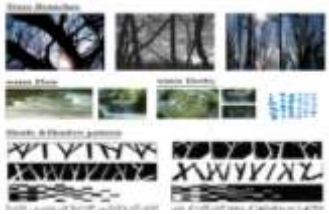
**جدول(٣):** يوضح تحليل عينات الدراسة

| **مشروع مبنى وزارة البلدية والتخطيط العمراني في الدوحة بقطر(الصّبار)** | | | |
|---|---|---|---|
| **تعريف المشروع** | يعتبر المبنى قادرا على توفير كل احتياجاته من الطاقة من خلال مصادر طاقة نظيفة مثل الطاقة الشمسية، بجانب احتوائه على قبة داخلية نباتية بداخله. ومن الجدير بالذكر أن هذا المشروع سيكون جزءا من مشروع أضخم، وهو مشروع مدينة الطاقة، التي ستكون أول مدينة في العالم تبنى فقط للطاقة وستقع شمال شرقي الدوحة. ظلال الشمس على النوافذ يمكن فتح أو إغلاق لتتناسب مع درجة الحرارة السائدة، ومحاكاة نشاط الصبار الذي يؤدي النتح ليلا بدلا من أثناء النهار من أجل الحفاظ على المياه. | | |
| | | | |
| **المصمم** | المكتب المعماري في بانكوك | **تاريخ الانشاء** | **٢٠٠٩** |
| **التصنيف** | مبنى إدارى | **التكلفة** | **٢,٦ مليار دولار** |
| **الموقع** | الدوحة بقطر | | |
| **التفاعل مع البيئة المحيطة** | **استخدام الاساليب التكنولوجية الحديثة التى تعمل على استدامة العمارة** | - اختيار انظمة بناء موفرة للطاقة.<br>- الاعتماد على الطاقة الشمسية فى توليد الطاقة عن طريق الخلايا الشمسية وتحويلها لطاقة كهربية . | |
| | **التكيف مع الظروف المتغيرة** | - حقق المبنى التنظيم الذاتى من خلال ظلال الشمس على النوافذ فيمكن فتح أو إغلاق لتتناسب مع درجة الحرارة السائدة، ومحاكاة نشاط الصبار الذي يؤدي النتح ليلا بدلا من أثناء النهار من أجل الحفاظ على المياه ديناميكيا | |

**تابع: جدول(٣):** يوضح تحليل عينات الدراسة

| | | |
|---|---|---|
| | **ترشيد استهلاك الطاقة** | من خلال ظلال الشمس على النوافذ يمكن الفتح أو الإغلاق لتتناسب مع درجة الحرارة السائدة، ومحاكاة نشاط الصبار الذي يؤدي النتح ليلا بدلا من أثناء النهار من أجل الحفاظ على المياه.<br> |
| | **دراسة التصميم (الشكل)**<br>**يتم دراسة مستويات تقليد الطبيعة**<br>**تقليد الكائنات الحية** | - **النظام الانشائى:** يحاكى نبات الصبار فى الشكل ويطبق فى هيكل المبنى<br>- **العملية:** يحاكى المبنى نبات الصبار فى عملية النتح حيث تستخدم ظلال الشمس على النوافذ ويمكن فتحها أو إغلاقها لتتناسب مع درجة الحرارة السائدة.<br> |
| **المشروع الثانى:- BUSSNIES- BARK** | | |
| **تعريف المشروع** | اعتمدت الفكرة التصميمية للمشروع على امتداد تأثير المشروع من الأطار المعمارى لمبنى ادارى مستقل الى الاطار الحضرى لمركز المدينة وكيفية تحقيق الربط بين الشارع الرئيسى والشارع الخلفى من خلال المبنى، لذلك اعتمدت الفكرت التصميمية على ان فراغ الأتريم يمتد داخل المبنى لتحقيق اهداف وظيفية وبيئية وهى محور مشاة للربط بين الشارع الرئيسى والشارع الخلفى حيث تم توظيفه كممر مشاة مغطى من خلال كتلة المبنى مما يعظم من الحركة وبالتالى زيادة معدلات الجذب للفراغات التجارية بالدور الأرضى | |
| | | |
| **المصمم** | الجبلى معماريون | **تاريخ الانشاء** تحت الإنشاء |
| **التصنيف** | مجمع إدارى ترفيهى | **التكلفة** ٥٠مليون جنيه |
| **الموقع** | التجمع الخامس ، القاهرة الجديدة | |

**تابع جدول(٣):** يوضح تحليل عينات الدراسة

| | | |
|---|---|---|
| **دراسة التصميم (الشكل)** | **دراسة النظام الإنشائى** | الإعتماد الأساسى على الخرسانة فى الهيكل الإنشائى للمبنى |
| | **يتم دراسة مستويات تقليد الطبيعة** | المبنى يحاكى شكل الطبيعة من خلال الأشجار على الواجهه  |
| | **تقليد سلوك الطبيعة** | |

**المصدر:** الباحث

**جدول(٤):** معايير القياس لعينات الدراسة

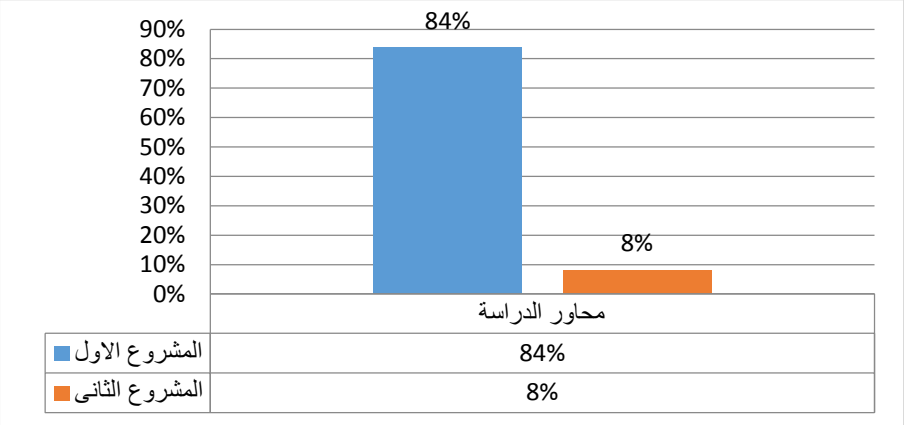
| | معايير القياس المستنبطة من الجزء النظرى | | | المشروع الاول | المشروع الثانى | نسبة تأثير المحور على الاستدامة |
|---|---|---|---|---|---|---|
| المحور الاول مستويات تقليد الطبيعة | تقليد الكائنات الحية | الشكل | الشكل يشبه شكل كائن حى | * | * | %٢٥ |
| | | مواد البناء المستخدمة | المبنى يصنع من نفس مادة الكائن الحى لتشير للكائن الحى | – | – | |
| | | النظام الانشائى | المبنى يبنى بنفس طريقة الكائن الحى ليعبر عن المثال المستعار منه. | * | – | |
| | | العملية | المبنى يعمل بنفس طريقة انقسام الكائن الحى فيشير لهذا الكائن المستعار | * | – | |
| | | الوظيفة | وظيفة المبنى تشبه الكائن الحى فى عمق تكوينه | – | – | |
| | تقليد سلوك الطبيعة | الشكل | المبنى بيشبه طريقة بناء الكائن الحى لمنزله | – | – | |
| | | مواد البناء المستخدمة | المبنى ينشأ من نفس مادة الكائن الحى لتشير للكائن الحى | – | – | |
| | | النظام الانشائى | المبنى يتم انشائه بنفس طريقة الكائن الحى فى طريقة الانشاء (تناسب المكان والوقت) | – | – | |
| | | العملية | المبنى يعمل بنفس طريقة الكائن الحى فى الجمع بين (التوجيه الدقيق – الشكل– مواد البناء –التهوية ) | – | – | |
| | | الوظيفة | وظيفة المبنى تشبه بالطريقة نفسها الوظيفة التى تتم بالكائن المستعار. | – | – | |

**تابع: جدول(٤):** معايير القياس لعينات الدراسة

| | معايير القياس المستنبطة من الجزء النظرى | | | المشروع الاول | المشروع الثانى | نسبة تأثير المحور على الاستدامة |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | تقليد النظام الايكولوجى | الشكل | المبنى يشبه النظام الايكولوجى (يشبه حياة الكائن المستعار) | – | – | |
| | | مواد البناء المستخدمة | يتكون المبنى من نفس نوع المواد المستخدمة فى بناء البيئة للكائن المستعار واستخدامها كمركبات طبيعية مشتركة مع المياه واستخدامها كوسيلة كيميائية للبناء . | – | – | |
| | | النظام الانشائى | يتم تجميع المبنى بنفس الطريقة المتبعة في النظام البيئي للكائن المستعار (تستخدم مبادئ الخلق مع زيادة التعقيد مع مرور الوقت). | – | – | |
| | | العملية | يعمل المبنى بنفس طريقة (الكائن الحى ) للنظام البيئي (أنه يجسد ويحول الطاقة من الشمس، إنه يخزن المياه على سبيل المثال) | – | – | |
| | | الوظيفة | المبنى قادر على العمل بنفس الطريقة التي تعمل بها (الكائن المستعار) فى النظام البيئي وهذا يشكل جزءا من نظام بيئي معقد. | – | – | |
| المحوراا ثانى التفاعل مع البيئة محيطة | التكيف مع الظروف المتغيرة | | | * | – | %٥٠ |
| | ترشيد استهلاك الطاقة | | | * | – | |
| | استخدام الاساليب التكنولوجية الحديثة التى تعمل على استدامة العمارة | | | * | – | |
| | نسبة تواجد المؤشر لكل مشروع على حدى من حيث (محورين الدراسة) | | | %٨٤ | %٨ | |

**المصدر:** الباحث

نتيجة للتحليل المقارن بين المشروعين (مبنى الصبار)، (BUSSNIES BARK ) فقد حقق مبادئ مشروع مبنى الصبارمحاكاة الطبيعة بنسبة ٨٤% بينما المشروع الثانى BUSSNIES BARK حقق مبادئ محاكاة الطبيعة بنسبة ٨%.كما هو موضح بالرسم البيانى الاتى:




**شكل(١١):** النسب المئوية لنتيجة التحليل المقارن لعينات الدراسة.

**المصدر**: الباحث

وقع مبادئ المحاكاة على محوريين رئيسيين فى الجدول: الأول مستويات تقليد الطبيعة وتم تحقيقه بنسبة ٢٤% حيث تم تحقيق تقليد الشكل بنسبة١٠٠%على مستوى المشروعين بينما محاكاة النظام الانشائى والعملية التصميمية تم تحقيقهم بنسبة ٥٠% على مستوى مشروعين لكل محور منهم، بينما الثانى التفاعل مع البيئة المحيطة وحقق بنسبة ٦٠% حيث تم تحقيق هذا المحور فى المشروع الاول ولم يحقق فى المشروع الثانى من خلال بعض العناصر كالتكيف مع الظروف و ترشيد استهلاك الطاقة و استخدام الاساليب التكنولوجية الحديثة التى تعمل على استدامة العمارة تم تحقيقها بنسبة ٥٠% لكل عنصر.

**شكل(١٢):** يوضح النسب المئوية لنتيجة التحليل المقارن لعينات الدراسة.

**المصدر:** الباحث

مما سبق ذكره نستنتج أن المشروع الثانى قام بتقليد الشكل دون مراعاة الوظيفة الحيوية فى المبنى وكيفية تفاعلها مع البيئة المحيطة فاذا حقق عنصر ترشيد استهلاك الطاقة من خلال تغطيات الخارجية واستخدام الاساليب التكنولوجية الحديثة للتكيف مع الظروف المتغيرة كان من الممكن ان يحاكى الطبيعة كما قال وليس تقليد.

## النتائج

١. اعتماد عمارة محاكاة الطبيعة على خلق الظروف المثالية بين الانسان والبيئة المحيطة.
٢. إندماج الاشكال المستنبطة من الطبيعة المحيطة فى خلق بيئة عمرانية تحاكى الشكل والوظيفة.
٣. حققت عمارة محاكاة الطبيعة التفاعل مع البيئة المحيطة فى تحقيق التوازن بين التفاعلات والتغيرات للعلاقات المتبادلة التى شملت الانسان بإمكانياته دون الاخلال بالموارد والامكانات الطبيعية.
٤. اعتمدت محاكاة الطبيعة على أخذ الشكل من الطبيعة مع القدرة على تنفيذ الوظيفة.

٥. بالرغم من ارتفاع التكلفة النظرية للمبانى المصممة بفكر عمارة محاكاة الطبيعة أثناء عمليات
٦. التصميم والانشاء إلا أنها تعتبر إقتصادية لتخيل التصميم وتلافى حدوث أخطاء ومشاكل غير متوقعة أثناء عملية التنفيذ بالاضافة إلى قصر مدة التنفيذ وخفض التكاليف.
٧. توفر تقنيات الثورة الرقمية تشكيلا لمراحل التصميم المعمارى ليس فقط لما تقدمه من تقنيات ذات مقدرة واعدة كأداة للإتصال البصرى، بل أيضآ لما تقدمه من خدمة على درجة عالية من الأهمية والفاعلية يمكن فهمها على أنها فرصة للتشغبل التجريبى بإستخدام تقنيات الواقع الافتراضى والمحاكاة وذلك لكى يختبر المعمارى تصميمه.
٨. ضرورية الاستفادة من تقنية الثورة الرقمية فى رفع الكفاءة الانشائية للمبنى لمردود الاستفادة منها فى العملية التصميمية.
٩. التكامل بين تكنولوجيا الثورة الرقمية والتصميم المعمارى وتكنولوجيا البناء هو الضلع الرابع المكون لعمارة محاكاة الطبيعية (الحفاظ على الطبيعة–التفاعل مع البيئة المحيطة–ترشيد استهلاك الطاقة–استخدام مصادر الطاقة المتجددة).
١٠. من خلال البحث تم قياس درجة محاكاة الطبيعة لبعض المشروعات فى البيئة العربية وقد تم إثبات وصول هذه المشروعات لتحقيق واقعها الزمانى والمكانى من خلال مواكبة التكنولوجيا الحديثة وتفاعلها وتكاملها مع البيئة المحيطة والترشيد الامثل فى استخدام الطاقة الغير متجددة واستخدام مصادر الطاقة البديلة وتقنين استخدام الموارد للمحافظة على التجدد والاستدامة على غرار ما يحدث فى الطبيعة.

## التوصيات

لكى يتم تحقيق اقصى كفاءة للاستدامة بالمبانى عن طريق تأثر الشكل لمحاكاة الطبيعة سيتم طرح التوصيات على أربع مستويات أساسية للوصول إلى بيئة عمرانية مستدامة تحتوى على مبانى تحاكى الطبيعة.

**المستوى الاقليمى**

- لابد لسياسات الدول العربية أن تضع سياسات وتشريعات لحماية البيئة والإهتمام بالأحزمة الخضراء حول المدن وحماية الزراعة والمناطق الخضراء مع سن قوانين حاسمة بشأن التلوث والتخلص من النفايات.
- مراعاة تشكيل المدن العربية الجديدة لتكون تجمعات عمرانية متوازنة داخليا تتكامل بها العوامل البيئية والاجتماعية والاقتصادية مما يحقق التكامل والتوافق مع المحيط البيئى مع مراعاة إضفاء الانتماء الثقافى والاجتماعى.
- إتباع مدخل االتصميم البيئى المتكامل لتنمية المدن المستقبلية لتحقيق مجتمعات مستدامة تحقق الأهداف التخطيطية وذلك عن طريق إحياء فكرة استنباط الاشكال من محاكاة الطبيعة.
- النمو العمرانى الجديد والأسس التصميمية لابد أن تكون محكومة عن طريق قوانين وتشريعات.
- إهتمام البلديات والمحليات بزراعة الأشجار فى المدن لتنقية الهواء و المحافظة على البيئة.
- ضرورة الاستفادة من الجوانب المرتبطة باستراتيجية محاكاة الشكل للطبية فى المدينة العربية بهدف الاستفادة من التجارب والخبرات العملية والتصميمية ونتاجلتها الشكلية المتميزة لخلق عمارة متواصلة مع حضارتها.
- الاستفادة من التجارب العالمية فيما يخص التقنيات والمواد الانشائية والتى توفر امكانية اكبر فى تحقيق عمارة تحاكى الطبيعة .

**مستوى المبنى**

- لابد أن يراعى تصميم المبنى العوامل المناخية من حرارة ورياح وأمطار، مع الاهتمام بالإضاءة والتهوية الطبيعية وتشجيع استعمال الطاقة المتجددة لأنظمة التدفئة والتبريد وترشيد استعمال المياه.
- الاهتمام بتطبيق الأكواد الخاصة بتوفير الطاقة وترشيدها فى المبانى.
- لابد أن يشجع المصمم إعادة استخدام المخلفات وإعادة معالجة المياه لرى الحدائق واستعمالات النظافة.

- الاستعانة بالتكنولوجيا الحديثة فى البنية الأساسية للمساكن وربطها الكترونيا بالشبكات الخاصة بالمدن والأحياء.
- تطبيق أنظمة القياس العالمية مثل leed، Msdg خلال السنوات العشرة القليلة القادمة على المبانى سيكون له أثر كبير، فكلما زادت تكلفة البناء يجب أن يعطى حوافز فى صورة خفض الضرائب وأسعار الخدمات.

**مستوى القوانين والتشريعات**

- لابد من تطوير تشريعات البناء والنظم التحتية وأنظمة الإدارة المحلية حتى تتوافق مع متطلبات المدن المستدامة.
- الاهتمام بان تكون النظم التخطيطية وتشريعات البناء بها من المرونة والقابلية للتكيف بحيث تستوعب تلك المقترحات.
- اتساع نطاق كودات المبانى لتشمل كل مناحى العمارة لاستيعاب التكنولوجيا الحديثة وسبل توفير الطاقة ومتطلبات العمارة الخضراء.
- لابد من انتشار هذا التوجه فى كافة بلدان الوطن العربى حتى يمكن فى خلال المرحلة المقبلة ان يكون التوجه نحو العمارة المستدامة هو الاتجاه السائد فى عمراننا العربى.
- التركيز على استخدام مصادر الطاقة المتجددة بطرق اقتصادية متطورة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح الطاقة الحيوية والطاقة الكهرومائية وطاقة جوف الأرض والاستفادة من تجربة دبى فى البناء الأخضر.

## المراجع

قاعدة بيانات معتمدة عن ظواهر الطبيعية (AskNature.org)
منظمة دولية للدعوى لمحاكاة الطبيعة(Biomimic.org)

Baumeister,D, (2007): "Bio mimicry Presentation at the University of Washington College of Architecture". Seattle, USA .

Benyus, J. M، (2002): "Biomimicry: Innovation in-spired by nature"، NY: Williams and Morrow.

Benyus, M, Janine, (1997): "Innovation inspired by nature" published by Harper Perennial.

Chris W. Scheuer and Gregory A. Keoleian,(2002): Evaluation of LEED Using Life Cycle Assessment Methods, Center for Sustainable Systems University of Michigan, Ann Arbor, MI

http://scienceandquran.com.

Meyers ,Marc André, P.-Y. C. (2015): Biological Materials science: Biological materials, Bioinspired materials and biomaterials. Cambridge University Press.

Neal Panchuk, (2006): An Exploration into Biomimicry and its Application in Digital &Parametric [Architectural] Design, Waterloo, Ontario, Canada.

Reap, J., Baumeister, D. & Bras, B ،(2005): "Biomimicry and Sustainable Engineering". ASME International Mechanical Engineering Conference and Exposition. Orlando, FL, USA.

Reed, B، "Shifting our Mental Model، (2006): "Sustainability to Regeneration Rethinking Sustainable Construction"،Next Generation Green Buildings. Sarasota, Florida.

Schulz, Christian N.,(1971): "Existence, Space andArchitecture", Prayer Publishers, INC., NewYork.

Vincent, J. F. V., Bogatyrev, O. A., Bogatyrev, N. R., Bowyer, A. & Pahl, A.-K. (2006): Biomimetics - its practice and theory. Journal of the Royal Society Interface, April

Yedekci Arslan, G. (2014, December): Biomimetic Architecture A New Interdisciplinary Approach to Architecture. NIVERSITI UTRA ALAYSIA Alam Capita vol 7.

Zari, Maibritt Pedersen،(2009): Biomimetic approaches to Architectural design for increased Sustainability. School of Architecture,

Victoria University, PO Box 600, Wellington, New Zealand.

# THE SIMULATION OF NATURE EFFECT ON SUSTAINABLE ARCHITECTURE DESIGN

**[4]**

**El-henawy M. A. [(1)] Youssef, H. A. H.[(2)]; Sobh, H. A. M.[(1)] and Ibrahim, Gehad, G.[(3)]**

1) Department of Architecture, Faculty of Engineering, Al-Azhar University 2) Department of Architecture, Aviation Engineering and Technology Institute 3) Higher Institute of Engineering

## ABSTRACT

The idea of simulating nature and its impact on sustainable design is a useful idea to maintain ecological balance, which is a vital subject in the face of the phenomena that threaten our planet. The research discusses the effect of architectural thought on the simulation of nature and its impact on the sustainability of the urban environment. Which aims to measure and evaluate the simulation of modern environmental projects of nature in the Arab environment through compatibility with the principles and ideas of nature simulation architecture, and then practical application of the evaluation model to measure the nature simulation architecture on some projects The study ends with a comparative analysis of the selected projects in order to identify the most simulated nature and use it as a model for measuring environmental projects in the Arab region.

**Key words**: Nature Simulation - Sustainable Design.