Received 21 January 2022: accepted 05 September 2022.
Available online 28 September 2022

إطار منهجي لتفعيل مفهوم التصميم العمراني "التجديدي" باستخدام " تكنولوجيا المحاكاة الطبيعية " كمدخل بيئي مستدام للعمران المصري.

م. احمد محمود محمد عبد الوهاب
معيد تصميم عمراني وتنسيق مواقع
قسم التصميم العمراني
كلية التخطيط العمراني والاقليمي
جامعة القاهرة
ahmedmahmoud50014@gmail.com

أ.د. سعاد يوسف حسنين بشندي
استاذ التصميم العمراني، رئيس القسم سابقا
قسم التصميم العمراني
كلية التخطيط العمراني والاقليمي
جامعة القاهرة
sybashandy@gmail.com

أ.د. هشام محمد البرملجي
استاذ التصميم العمراني، عميد الكلية
قسم التصميم العمراني
كلية التخطيط العمراني والاقليمي
جامعة القاهرة
barmelgy@cu.edu.eg

ملـــــخص الـــبحث

يشهد قطاع العمران المصري ثوره فعليه على ارض الواقع ورغم من أن الدولة المصرية أعلنت تبني مفهوم الاستدامة كأساس لتحقيق أي تنمية ألا أن التنمية في قطاع العمران تكاد تكون بعيده كل البعد عن أهداف التنمية المستدامة وخاصة البيئية. وأصبح الوضع الحالي يستدعي التدخل العاجل لوقف التدهور البيئي واقتراح مجموعه من المداخل العمرانية التنموية المبتكرة التي يمكن أن تحقق أهداف التنمية العمرانية للدولة المصرية مع الحفاظ على التوازن البيئي للمنتج العمراني الجديد. وبناء عليه قام البحث من خلال دراسة نظرية مقارنة للمداخل العلمية الحديثة إلى تحديد مدخل "التصميم العمراني التجديدي" كأحد أهم المداخل العلمية الحديثة التي يمكن أن تحقق أهداف التنمية العمرانية المستدامة لقطاع العمران المصري. يهدف مدخل "التصميم العمراني التجديدي" إلى إنشاء مجتمعات عمرانية قادرة على تجديد مواردها ومواجهة الكوارث ويتم ذلك باستخدام "علم المحاكاة الطبيعية "والذي يمثل أداة لتحقيق التجديد من خلال نقل خصائص الكائنات الحية والبيئة الطبيعية إلى العمران لإعطائه نفس القدرة على التأقلم البيئي. وقد اعتمدت منهجيه البحث على منهج استنباطي من خلال مجموعه من الدراسات النظرية توصل من خلالها البحث لإطار مبدئي لتفعيل مفهوم وفكر التصميم العمراني التجديدي في العمران المصري. ثم من خلال دراسة تحليلية لمجموعة من التجارب التي طبقت مفهوم علم محاكاة الطبيعة قام البحث بتدقيق الإطار المبدئي وصولا للإطار النهائي المقترح لتفعيل منهج التصميم العمراني التجديدي كمنهج بيئي مستدام مقترح لتحقيق أهداف التنمية المستدامة للعمران المصري.

الكلمات الدالة: الاستدامة - التصميم العمراني التجديدي –علم محاكاة الطبيعة – التصميم المعالج – محاكاة النظام البيئي.

A Systematic Framework for Activating the Definition of "Regenerative" Urban Design using "Bio-mimicry Technology" as a Sustainable Environmental Approach to the Egyptian Urbanism.

[1] **Eng. Ahmed Mahmoud Mohamed Abdul-Wahab**

[2] **Prof. Soad Youssef Hasanein Bashandy**

[3] **Prof. Hesham Mohamed El- Barmelgy**

[1] Teaching Assistant at Urban design department, Faculty of Urban and Regional Planning, Cairo University-Giza-Egypt
[2] Professor and Former Vice-Dean at Urban design department, Faculty of Urban and Regional Planning, Cairo University-Giza-Egypt
[3] Professor at Urban design department and Dean of Faculty of Urban and Regional Planning, Cairo University-Giza-Egypt.

ABSTRACT

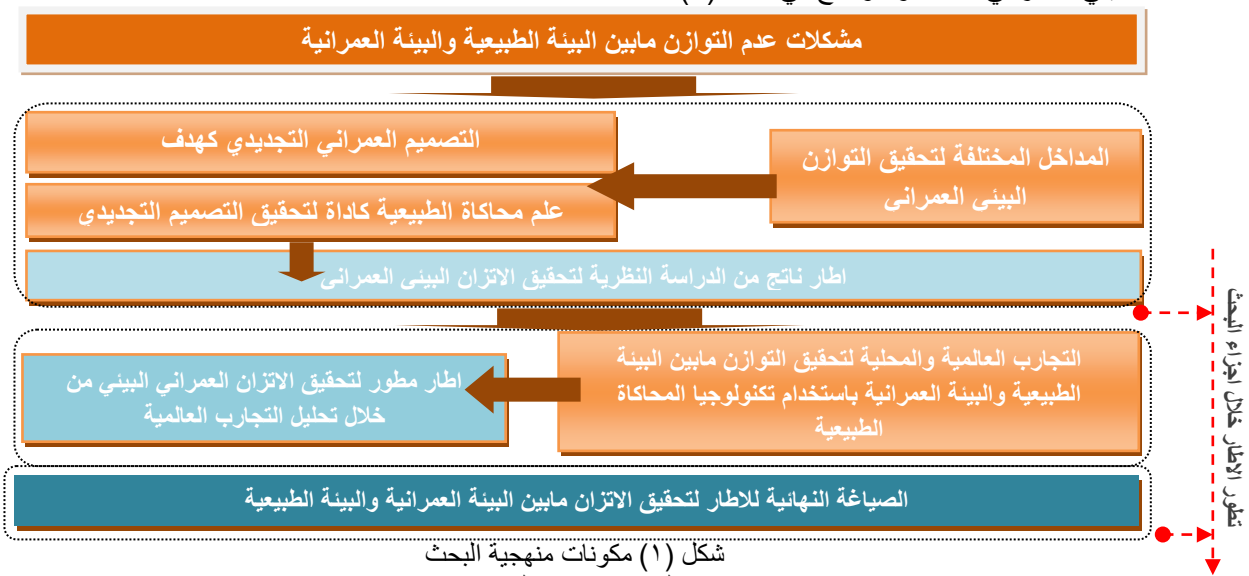
Recently, the Egyptian government has announced sustainability as the sin quo for any development plans on all the governmental sectors. The Egyptian urban development sector has been the main target concerning the ability to introduce sustainability aiming to minimize the negative impacts of the sector. Although, the government plans to introduce sustainability the achieved development is still existing negative impacts especially on the environmental dimension. The situation urges for a new approach that bare the ability to satisfy the development of the sector while maintaining and preserving the environmental assets of the developed urban areas. The paper aiming to target the appropriate approach conducted a comparative analytical study for the various new urban development approaches. The study

announced the ‘urban regenerative’ as the most effective approach being able to address the challenges and mitigate the impacts of the Egyptian urban developments. The approach is set to have the ability to promote a kind of sustainable urban product that can maintain and recharge its resources and mitigate the natural environmental hazards. Based on adoption of the biomimicry technology where features of biotic and abiotic characteristics of nature are transferred to the urban of our cities. Based on literature review and theoretical studies a framework for promoting the approach within the Egyptian context has been inducted. International case studies where analyzed to refine the initial inducted framework, based on which the final proposed framework was concluded.

Keywords: Sustainability; Regenerative Urban design; Bio-mimicry Technology; Restorative design; Ecosystem.

المـــــقدمة

تشهد مصر طفرة في مجال التنمية العمرانية بشكل ملحوظ وسريع، ولكن مع هذا التطور يوجد قصور شديد في وضع حقوق البيئة في الاعتبار او تطبيق المعايير والمداخل البيئية في التصميم العمراني، فهو عمران يهدف لسد العجز وليس من اجل التناغم العمراني البيئي. تتمثل مشكلة البحث في عدم وجود توازن ما بين البيئة الطبيعية والبيئة العمرانية، واهم مظاهر ذلك البلوكات الخرسانية المكدسة في المجتمعات العمرانية الجديدة، واحدي ابرز هذه المظاهر ايضا والتي برزت مؤخراً ان معظم المجتمعات العمرانية الجديدة لا تحتوي علي بنية تحتية بيئية قادرة علي استيعاب الكوارث البيئية علي سبيل المثال الامطار والفيضانات الي ظهرت في سنة ٢٠١٨، قد ادت الي غرق التجمع الخامس علي الرغم انه يمثل احدي المجتمعات الجديدة، ارتفاع معدل التلوث بشكل رهيب، ضياع البنية الطبيعية الخضراء من المدن، تأثير ذلك ظهر بشكل ملحوظ في غرق المدن باقل معدلات امطار، عدم وجود بيئات حيوية صديقة للعمران، تآكل الرقع الزراعية والزحف العمراني، شرايين الطرق الكثيفة التي تغذو البيئة زادت من حجم التلوث والغزو الاصفر للبيئة، فهذا البحث هو علامة استفهام وتعجب في استنفار وجود تلك المشكلة علي الرغم من وجود العديد من المداخل الخاصة بالتصميم العمراني البيئي فمن خلال البحث تم عرض مجموعة من الاستراتيجيات والمداخل وكان اهمها التصميم العمراني التجديدي والذي تم تحيده في البحث بناءا علي تحقيقه للعديد من الجوانب الايجابية في شكل مقارنة مع باقي المداخل، فهو مفهوم يهدف الي تجديد الموارد ذاتيا مماثلا للنظام البيئي (Cole, Busby, Guenther, Briney, Blaviesciunaite, & Alencar, 2012) وذلك باستخدام احدي ادواته لترسيخه علي الارض وهو "علم المحاكاة الطبيعية" فهوعلم يقوم بنقل خصائص الكائنات الحية والنظام البيئي الي العمران متمثلا في تشكيل عمراني مبتكر وظيفيا قادر علي استعياب الكوارث البيئية ومجدد ذاتي لموارده ويتكون علم المحاكاة الطبيعية من ثلاث مستويات، مستوي الكائن الحي - سلوك الكائن الحي -النظام البيئي (Zari ,2007) وهو ما يمثل الاطار الاساسي لموضوع البحث صياغة اطار منهجي يعتمد في تشكيله ومكوناته علي مستويات المحاكاة الطبيعية وربطها بعناصر تشكيل المدينة (Urban City Form)، فمنهجية البحث تتكون من اجزاء تراكمية تحليلية الي ان يتم الوصول الي الاطار النهائي الخاص بالتصميم العمراني البيئي الذي يهدف الي" الاتزان البيئي العمراني" كما هو موضح في شكل (١).



شكل (١) مكونات منهجية البحث
المصدر: اعداد الباحث

١. مداخل تحقيق التوازن مابين البيئة الطبيعية والبيئة العمرانية

١,١. مشكلات عدم التوازن مابين البيئة العمرانية والبيئة الطبيعية

الوضع القائم في مصر يزداد سوا حيث ان معدلات التلوث تزيد على ثلاثة أمثال المعدلات العالمية.. و٢٤ مليارا خسائر سنوية.. والقمامة تنشر ٤٢ مرضا خطيرا.. واغتيال ٣٠ ألف فدان سنويا.. وأزمة المياه في الطريق مشاكل التلوث البيئي أبرز المخاطر التي تكبد الدولة خسائر بالمليارات سنويا تؤثر سلبا علي العديد من الجوانب كما هو موضح بالجدول (١)، كل هذا ادي الي عدم وجود اي توازن ما بين البيئة والعمران. مظاهر ذلك تفشي الأمراض الناتجة عن التلوث ومحاربتها، فضلا عن تدهور الثروات الطبيعية وتشمل المخاطر التي تهدد البيئة المصرية عدة نماذج، تتضمن بجانب التلوث الذي يزيد على ثلاثة امثال المعدلات العالمي أشكال أخرى من بينها ارتفاع فقدان الأراضي الزراعية والتصحر وخطورة ندرة المياه فضلا عن الاحتباس الحراري الذي يهدد بغرق الدلتا كما هو موضح في شكل (٢).

شكل (٢) مظاهر عدم التوازن مابين العمران في مصر" انعكاس للوضع القائم"

المصدر: (الغمري، 2017)

جدول (١) رصد وتحليل مشكلات وتاثيرات عدم التوازن مابين البيئة الطبيعية والبيئة العمرانية في مصر.

	انماط المشكلات	الجانب الاقتصادي	الجانب الاجتماعي	الجانب الثقافي	الجانب السياسي	البعد البيئي	البعد العمراني
مشكلات عمرانية	وجود فراغات مهدره تفتقد الحيوية	✓	✓				✓
	وجود مسطحات كبيرة كاماكن لتجمغ القمامة	✓	✓	✓		✓	✓
	ارتفاغات شاهقة للمباني تسيطر غلي البيئة الطبيغية وتخفي هويتها الاصلية					✓	✓
	ارتفاغ الكثافات العمرانية	✓	✓		✓	✓	✓
مشكلات بيئية	عدم وجود انظمة بيئية قادرة على مواجهة الكوارث االبيئية وعدم وجود اتزان عمراني بيئي	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	لا يوجد انظمة عمرانية قادرة على مواجهة واستيعاب مياه الامطار	✓	✓		✓	✓	✓
	تخلخل البيئة العمرانية داخل البيئة الطبيعية والتعدي على المحميات والاراضي الزراعية	✓	✓	✓	✓	✓	
	وجود بيئات عمرانية منبغ للغازات الضارة المؤثرة على البيئة الطبيعية المحيطة		✓		✓	✓	✓
	مشكلة تدني مستوي المياه العاذبة	✓	✓		✓	✓	
	تجمغات غمرانية تغاني من الجزر الحرارية		✓			✓	✓

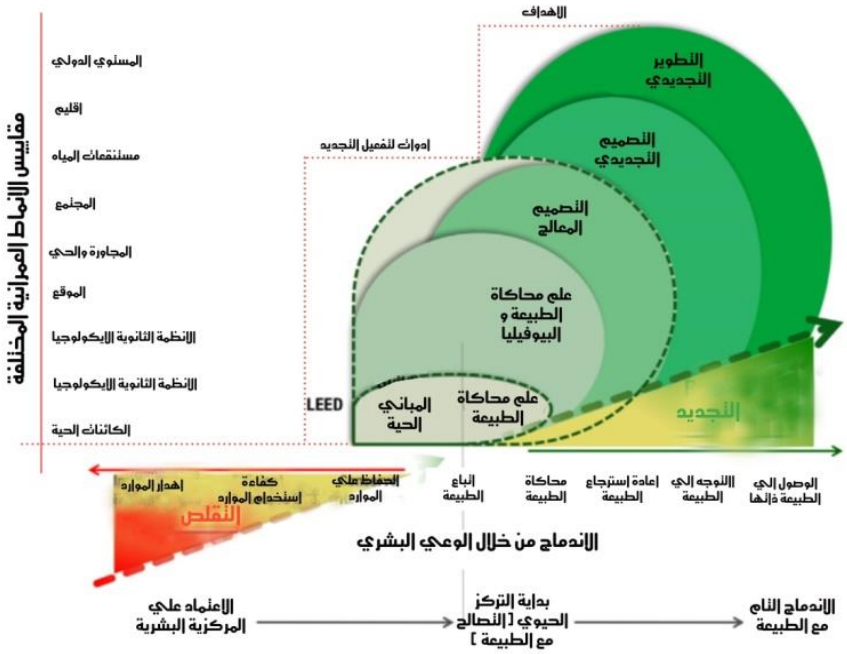
المصدر: اعداد الباحث

يوضح الجدول (١) التنوع في مصادر التلوث سواء على المستوي العمراني او المستوي البيئي فهناك مشاكل توثر بحد ادني علي الجوانب المختلفة وهناك مشاكل اخري تصيب كافة الجوانب وبالاخص ما يمس البيئة الطبيعية فاكبر الكوارث التي تشمل الجانب العمراني البيئي هي عدم وجود عمران قادرعلي استعاب الكوارث بل فقط عمران تكدسي من اجل تغطية الاحتياجات، وليس من اجل التناغم البيئي وتلاشي الاعباء المستقبلية.

٢,١. المداخل المختلفة لتحقيق التوازن البيئي العمراني

تم تطوير عدد من الاستراتيجيات والمداخل الخاصة بالبيئة لتطوير مفهوم الاستدامة خلال فترة الثمانينات والتسعينات التي قد نظمت حول مجموعة أساسية من المفاهيم الفلسفية والنظرية والعلمية التي تكمن وراء المنظور الإيكولوجي للواقع، كانت جميع الاتجاهات نحو مجموعة اهداف ايجابية للبيئة المبنية، والقيام بدمج الهياكل والعادات البشرية والسلوكيات التي يقوموا بها و البنية التحتية للعمران مع النظم الحية الطبيعية لهذا الغرض اختلف علماء البيئة والمصممين في نطاقات تحقيق دمج الجانب البشري مع الطبيعة بدرجات متفاوته

في تطبيق مزج الطبيعة والبشر (Cole , 2015)، تقع هذه النطاقات في خمس فئات واسعة وكان ابرزهم "التصميم التجديدي" الذي يهدف الي اعادة التجديد الذاتي للموارد كما هو موضح في شكل (٣).



شكل (٣) مداخل التوازن البيئي العمراني ومستوياتها

المصدر: الباحث مستندا الي (Cole , 2015; Wahl ,2006)

في هذه المداخل نوايا واتجاهات مختلفة واستراتيجيات حل مختلفة تتناسب مع الزمان والمكان علي حسب الادوات المستخدامه (Reed, 2007) بها فهناك استراتيجيات تعتمد علي التصميمات والانتاج البشري فقط وهناك اهداف اخري لتحقيق التوازن مابين الحفاظ علي حقوق البيئة وحقوق البيئة العمرانية كما هو موضح في جدول (٢) الذي يعقد مقارنة مابين المداخل المختلفة لتحقيق التوازن للخروج باكثر المناهج المتناسبة مع البيئة والموارد المصرية .

جدول (٢) مقارنة مابين المداخل المختلفة لتحقيق التوازن البيئي العمراني مابين اهداف وادوات تحقيقها

المصطلحات	التعريف بالمصطلح	اهم الرواد	الابعاد التي يعمل عليها	هدف / اداة		علاقته بالبيئة وتحقيق اهدافها
الاستدامة	الاستدامة هو مفهوم كتطوير للمدينة الخضراء من خلال هدف اوسع وهو الحفاظ علي الموارد الحالية وعدم استنزاف الموادر البيئية .	بيتلي	- اجتماعية - اقتصادية – مؤسسية- بيئية- عمرانية	✓		تعتمد علي التوازن في استهلاك الموارد ولكنها لا تكبح الاستهلاك البشري ولكن تحاول تقليل سرعة الاستهلاك.
التطوير التجديدي	هو مفهوم يحاول التوصل لاكثر من التجديد، بل الاستكشاف والتوصل الي ما ابعد من الكرة الارضية المستوي الكوني وما وراء الطبيعة.	Jermaine Lamarr Cole	يعمل علي البعد الكوني وما وراء الطبيعة والسعي الي الابتكارات المختلفة	✓		يعتمد علي ايجاد طرق ابتكارية خارج حدود الكرة الارضية وبالتالي يعتمد علي ايجاد بديل للموارد البشرية وهذا يقلل من الضغط علي موارد الكرة الارضية من حيث ايجاد كوكب وبيئات صالحة للحياة والخ .
التصميم التجديدي	هو محاولة ايجاد علاقة وثيقة مابين البيئة العمرانية والطبيعة وتجديد الموارد وليس الحفاظ عليها كما في الاستدامة.	Maibritt Pedersen Zari Jermaine Lamarr Cole-	ابعاد اجتماعية- اقتصادية – عمرانية – بيئية – مؤسسية	✓		يعتمد علي تحقيق التوازن والسلام ما بين الطبيعة والعمران –محاولة تجسيد العمران والعمليات الطبيعية في البيئة الطبيعية حتي لايكون العمران غازي .
التصميم	هو احدي ادوات التجديد	Jermaine	ابعاد بيئية		✓	الطبيب اللحظي في حالة

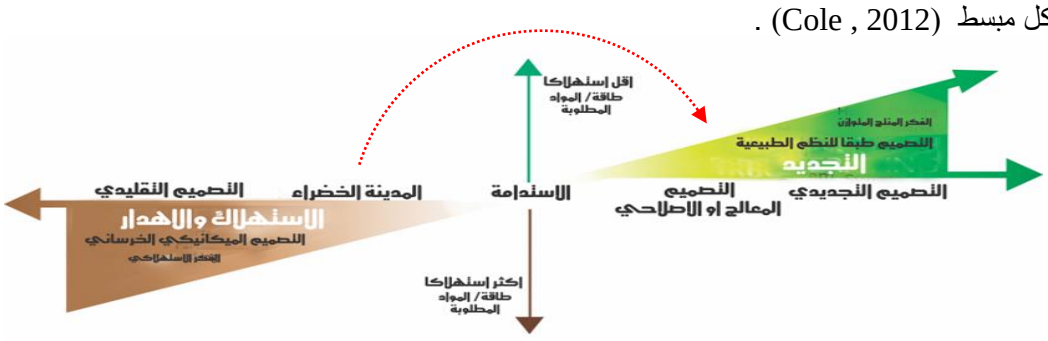
المصطلحات	التعريف بالمصطلح	اهم الرواد	الابعاد التي يعمل عليها	هدف / اداة		علاقته بالبيئة وتحقيق اهدافها
المعالج	ويختص بدور الطبيب البيئي حيث هو مختص بدور محدد بمعالجة ما تم اتلافه في البيئات باليات معينة فقط .	Lamarr Cole	(المحتوي البيئي للغابة كمثال)			حدوث مشكلة بيئية – يضمن سير العمليات الطبيعية بالبيئة واحداث التكامل مره اخري .
التعايش البيني	هو مصطلح لا يحث علي التنافس مع المصطلحات الحالية سواء في الاستهلاك او الانتاج والتي تحاول ان تقلل تاثيرها علي بيئة هو مجرد حث علي تقليل استهلاك الطاقة وانتاج النفايات .	Stephen Robert Kellert	ابعاد بيئية		✓	دراسة السلوكيات الخاصة بالكائنات وتفاعلها مع البيئات المحيطة.
تكنولوجيا المحاكاة الطبيعية)	هو محاكاة للطبيعة بمجموعة من المستويات المختلفة لتحقيق التوازن ما بين البيئة والعمران حيث انه يمثل سفير مابين الطبيعة والعمران ويمثل التجديد علي ارض الواقع.	Maibritt Pedersen Zari	ابعاد عمرانية وبيئية (توازن مابين البيئة العمرانية والطبيعية		✓	تجسيد حي في شكل عمران شكلا ونوعا للبيئة الطبيعية – ادارة لتحقيق التجديد والذي يمثل احدي صفات الطبيعية وبالتالي المحاكاة حرم اخضر للطبيعة مع العمران البشري (Maccown ,2010). .

المصدر: اعداد الباحث مستندا من (Arnarson, 2011) ;(Zari ,2007) ; (Callebeut ,2011) ; (Beynus,1997) ; (Mang & Reed ,2012) ; (Cole,2015)

احدي ابرز هذه المفاهيم بناءا علي ما تم استنتاجه من المقارنة هو التصميم التجديدي (Regenerative Design Development)

"التصميم التجديدي" هو منهج قائم على نظرية العمليات الموجهة للتصميم وهو يمثل هدف اسمي للاستدامة وليس اداة كما هو موضح بالشكل (٤). يصف المصطلح "التجديدي" العمليات و الوظائف التي تعمل على استعادة أو تجديد أو إعادة تنشيط مصادر الطاقة والمواد الخاصة بهم، وإنشاء أنظمة مستدامة وما هو ابعد من الاستدامة، يمكن دمجها مع احتياجات المجتمع مع سلامة الطبيعة في نفس الوقت (توزان عمراني بيئي). ويستمد اساسه وقواعده من الأنظمة الإيكولوجية (Ecosystem) والتي يمكن تطبيقها من خلال تهيئة علم المحاكاة الطبيعية على مستوي محاكاة النظام البيئي، من معاييره ان المدخلات والمخرجات البيئية يجب ان يكون فيه الناتج أكبر من أو مساوٍ للمدخلات مع جميع المخرجات الصالحة وجميع المدخلات التي يتم حسابها (Reed ; Mang , 2012). التصميم التجديدي هو تقليد الطبيعة للأنظمة البيئية (محاكاة الطبيعة علي مستوي النظام البيئي) التي تعامل جميع الأنظمة العمرانية كنظام اقتصادي إيكولوجي قابل للتطبيق وقابل للإستمرار لجميع الانشطة. إنه يوازي النظم الإيكولوجية في تلك المادة العضوية (الأحيائية) والمواد الاصطناعية (اللاأحيائية) لا يتم تحويلها فحسب بل تتحول إلى مواد جديدة قابلة للحياة (Zejnilović ; Husukić, 2015).

الأنظمة البيئية والأنظمة المصممة للتجديد هي أطار شامل يسعى إلى إنشاء أنظمة خالية تمامًا من النفايات والتلوث وتقوم بتجديد مواردها اي عمران ذاتي الانتاج. ويهدف هذا النموذج إلى تطبيقه على العديد من الجوانب المختلفة للبشرية مثل البيئات العمرانية الحضرية والمباني والاقتصاد والصناعة والنظم الاجتماعية. بشكل مبسط (Cole , 2012) .



شكل (٤) مفهوم التصميم التجديدي. في ضوء الاستدامة والمدينة الخضراء والتصميم التقليدي
المصدر: اعداد الباحث مستندا الي (Cole , 2012)

٣,١. التصميم العمراني التجديدي كاحدي الاستراتيجيات لتحقيق الاتزان البيئي

بناء علي دراسة الاستدامة والتصميم التجديدي والعلاقة فيما بينهم ومزايا التصميم التجديدي نتجه الي سرد ابعاد التصميم التجديدي وهو تحسين البعد العمراني البيئي وهو ما سوف يتم سرده وبناء البحث عليه حيث يركز البحث علي مشكلة عدم التوازن مابين البيئة الطبيعية والعمرانية، فالتصميم التجديدي كاطار لايعتمد فقط علي الجزء البيئي وانما مكون من عناصر وابعاد اخري مثل (جودة البيئة –الرفاهية الاجتماعية –الافق الاقتصادية – الجانب المؤسسي الحضري (Plessis ,2012) كما هو موضح في جدول (٣) .

جدول (٣) ابعاد واهداف ومستويات التصميم العمراني التجديدي الخاصة بتحسين البعد العمراني البيئي

الابعاد	العناصر	اهداف الابعاد
تحسين البعد العمراني البيئي	**الضغوط السكنية**	الحث علي تقليل الازدحام والكثافات في المكان من خلال بنية اساسية متناسبة مع الكثافات العمرانية والسكنية في ضوء التفكير المستدام.
	البيوفيليا والمحاكاة الطبيعية	تعزيز ودعم زيادة قوة العلاقة مابين البيئة العمرانية والطبيعية وحث الغريزة او الفطرة البشرية علي التعامل السلمي مع البيئة الطبيعية ويحدث ذلك عن طريق البيوفيليا وترجمة مفاهيم المحاكاة الطبيعية في التعامل مع الموارد الطبيعية في العمران اكثر منها بلوكات خرسانية جذب الحياة الطبيعية وتخللها العمران البشري وان تطغي عليه بشكل اكبر وبهذا يتم تحقيق التجديد
	الطاقة	استخدام موارد الطاقة المتجددة والخضراء، المهجنة من خلال ترشيد كفاءة استخدام الطاقة عن طريق الانظمة الحضرية الحديثة المتفاعلة مع البيئة.
	الموارد المائية	تعزيز كفاءة استهلاك المياه وترشيد استخدمها – لفت الانتباه والتشريع في تكنولوجيات الاستفاة من مياه الامطار وتجميعها وكذلك الاستفادة من بخار الماء – اعادة تنقية واستخدام مياه الصرف الصحي مره اخري.
	الموارد المحلية	التعامل مع الموارد المحلية كمادة خام وطنية وتصنيعها بشكل مستدام لتعزيز الاقتصاد المحلي – تدعيم زيادة الانتاج والنمو.
	المخلفات	التصديق على مخطط زيزو مخلفات، عمليا تصريف المخلفات بشكل طبيعي واعادة تدوير المخلفات بالنظم المدمجه
	مباني ذات اداء عالي	استخدام مباني ذات كفاءة بيئية (من حيث المدخلات والمخرجات وكذلك البنية الاساسية) مباني طبيعية من مواد طبيعية ذاتيه الانتاج
	جودة البنية الاساسية	استخدام نظام بنية اساسية مدمجة متوافقة مع الاستعمالات المحيطة عن طريق المعايير البيئية والعمرانية المسموح بها.
	المشاركة المجتمعة واصحاب القرار	المشاركة المجتمعية في كافة المشروعات مابين كافة ممثلي المجتمعات وذلك لانتاج وابراز مشروعات ذات رضا وعوائد اجماعية.

المصدر: الباحث مستندا الي (Reed , 2007) , (Cole , 2015) .

٢. علم محاكاة الطبيعية كاداة لتحقيق التصميم التجديدي

هناك فرق ما بين الهدف وادوات تحقيقه فالاستدامة هدف يحاول توفير الموارد والحفاظ علي البيئة قدر المستطاع وهناك ادوات لتحقيق ذلك علي ارض الواقع علي نفس الوضع فالتصميم العمراني التجديدي فهو يهدف الي تجديد الموارد واعادة تشكيلها ذاتيا وليس مجرد الحفاظ عليها فقط وتحقيق ذلك يكون عن طريق اتباع احدي المفاهيم المعنية بالطبيعة وهو المحاكاة الطبيعية التي تقوم بنقل الخصائص الموجوده في الكائن الحي والنظام البيئي الي العمران بشكل جزئي متمثل في خصائص واشكال هندسية تحاكي الطبيعة وظيفيا من حيث اعادة تكوين الموارد والقدرة الذاتية علي مواجهة الكوارث (Zari;Story,2007) .

١,٢. مراحل ظهور علم محاكاة الطبيعة من ممارسة بشكل تلاقائي الي علم يتم الاستعانه به

تطورت علاقة البشر مع الطبيعة كما هو موضح بالشكل (٥) منذ بدء الخلق ابتداءً من أولاد آدم، وتعلموا طقوس الدفن من تقليد الغراب (القرآن سورة المائدة ٢٧٣١)، مع التأكيد على هذا التصور حقيقة أننا جميعًا خلقنا من التراب وإلي التراب سنعود، إغلقت حلقة النظام الإيكولوجي للحياة البشرية. ومنذ ذلك الحين تغيرت العلاقة من خوف الانسان من الطبيعة إلى تقليد الطبيعة، حيث كان رجال الكهف قادرين على تعلم أشياء كثيرة من مراقبة انواع الكائنات الحية ومن خلال تمكنهم من تلاشي الخوف من الاشياء المجهولة وقلة المعرفة ، ومع الوقت وتكييف الانسان مع البيئة الطبيعية اصبح هناك ادراك كبير باهمية البيئة حيث في البداية اعتمد الانسان علي الاستهلاك والصيد الجائر دون وضع حدود للبيئة وبمرور الوقت انقلبت البيئة بردود فعل قوية من كوارث وظواهر فاتجه الانسان الي عملية تصالح من خلال دراسة لعلاقة العمران بالطبيعة وامكانية اعادة التوازن فاصبح هناك تامل ثم تقليد وتوظيف باستخدام علم المحاكاة الطبيعية وهو محاكاة غير مباشرة باسس واساليب

مختلفة فكانت هذه الخطوة نقلة من مجرد محاكاة الانسان بالفطرة لتلبية احتياجاته الي عناية اكبر بالبيئة وتعايش بشكل كلي حتي يصبح العمراني بيئي والعكس ويصبح مجدد لموارده وفلتر لملوثاته .

شكل (٥) علاقة الانسان بالطبيعة على مر التاريخ من الخوف الي المحاكاة
المصدر: اعداد الباحث

٢,٢. ما هو علم محاكاة الطبيعة (Biomimicry Science)

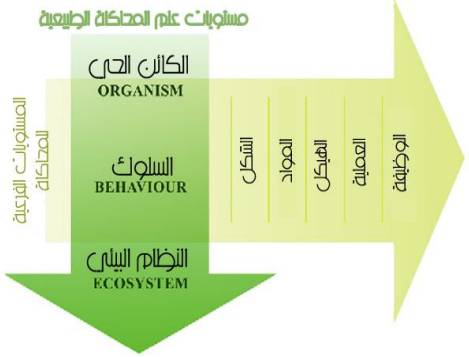
علم المحاكاة الطبيعية يعنى (bios تعنى حياة –mimesis) تعني تقليد (علم جديد يدرس أفضل الافكار الطبيعية ومن ثم يقلد هذه التصميمات والعمليات هذه لحل المشاكل البشرية وبالاخص في التصميم والطريقة التي تتم بها عملية التصميم هي أن ينظر المصممين الي الطبيعة ولا سيما الكائنات الحية أو النظم الايكولوجية من أجل حل حاجة إنسانية معينة وبواسطة القيام بذلك و تحويل العمليات السلوكية إلى حلول تصميمية مزيج من علم الاحياء والطبيعة والهندسة المعمارية والعمرانية .(Snijders ; Pronk, 2016)، وهو مايميز هذا العلم الربط التراكمي في آن واحد. وقد نظر المعماريون والمصممون إلى علم الاحياء للإلهام منذ بدايات العلم في أوائل القرن التاسع عشر(.(Royall, 2016).

لم يسعوا فقط إلى تقليد أشكال النباتات والحيوانات، ولكن لايجاد أساليب في التصميم مماثلة لعمليات النمو والتطور والتكييف مع المشكلات والكوارث الموجودة في الطبيعة(Bakırlıoğlu, 2012) .

الافكار البيولوجية بارزة في العديد من الكتب والابحاث العلمية من المعمار بين الحديثة، منهم لو كوربوزييه وفرانك لويد رايت (Zari ,2007) (El Ahmar,2011).

٣,٢. مستويات المحاكاة الطبيعية

أشارت بدرسن زاري إلى أن هناك ثلاثة مستويات رئيسية من المحاكاة الطبيعية كما هو موضح في شكل (٦) تتمثل في:



شكل (٦) تصنيف مستويات المحاكاة الطبيعية بالنسبة للتصميم العمراني
المصدر: الباحث مستندا الي (Zari , 2007)

• مستوى الكائن الحي (Organism Level) - مستوى سلوك الكائن الحي (Behavior Level)- مستوى النظام البيئي (Ecosystem Level) مثل Benyus، حددت Zari ثلاثة مستويات من التقليد الحيوي ، لكنها حددت المستوى الأول على مستوى الكائن الحي، والثاني، مستوى السلوك، واتفق كلاهما على المستوى الثالث، مستوى النظام البيئي ولكن بينوس بدلا من مستوي الكائن الحي اضافة مستوي الشكل وهو اكثر عامية ومن الممكن تقليد الجماد كشكل فهو ليس دقيق مثل ذاري حيث تعاملنا مع الكائنات وليس الجماد.

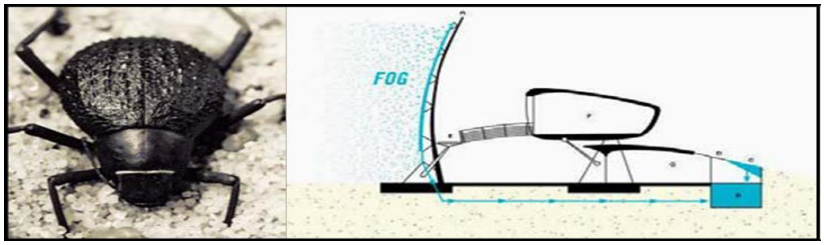
ضمن كل مستوى من هذه المستويات، تعتقد زاري أن هناك خمسة أبعاد أخرى ممكنة للتقليد وتعطي التصميم أكثر واقعية ودقة في نقل الخصائص. قد يكون التصميم محاكيًا حيويًا على سبيل المثال من حيث:

• ما يشبه (شكل). ما هو مصنوع من (المواد) • كيف يتم صنعه (الهيكل - البناء). • كيف يعمل (عملية). • ما هو قادر على القيام به (وظيفة)

١,٣,٢. مستوي محاكاة الكائن الحي: Organism Level

المستوى الأول هو الكائن الحي (Organism) وهذا يشير إلى محاكاة كائن حي معين. المحاكاة يمكن أن تمثل الكائن الحي بأكمله أو جزءًا من الكائن الحي في اتخاذ هذا المستوى من تقليد الطبيعة، على مستوى الكائنات

الحية، التكنولوجيا التي تم العثور عليها في الكائن الحي نفسه ومحاكاته لإنتاج مبتكر، بسيط، من صنع الإنسان حل مستدام لما كان ينظر إليه من قبل على أنه مشكلة صعبة ومعقدة (Parker; Lawrence , 2001) كما هو موضح بالشكل (٧).



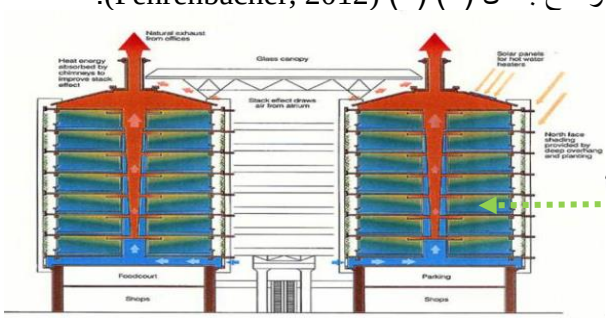
شكل (٧) نموذج لوحدات سكنية قائمة على تكنولوجيا المحاكاة في جذب القشرة الخارجية لخنفساء نامبيا للمياه بالمجتمعات الصحراوية القاحلة.
المصدر: (Parker; Lawrence, 2001).

٢,٣,٢. مستوي محاكاة سلوك الكائن الحي

المستوى الثاني هو السلوك - وهذا يشير إلى محاكاة نوع معين من السلوك أو الفعل او رد الفعل الذي يقوم به الكائن الحي للبقاء على قيد الحياة. على مستوى السلوك، يحاكي المبنى كما في شكل (٨) كيف يتفاعل الكائن الحي مع بيئته لبناء بنية يمكن وضعها أيضًا دون مقاومة في البيئة المحيطة (Fahmy,2018).

"النمل الابيض" من الكائنات الحية التي اعطاها الله سبحانه وتعالي معايير هندسية في انشاء مبيتتها او اعشاشها فهي تعيش في الاماكن ذات درجات الحرارة العالية وتقوم ببناء شكل مخروطي من الطين والمواد المحيطة المدهش انها تقوم بتخزين الفطريات باسفله في نقطة مركزية وهذه الفطريات تتعفن في درجات الحرارة المرتفعة لذا يقوم النمل الابيض بعمل دومات ومسارات للتهوية داخل هذا العش تثبت درجات الحرارة عند ٢٤ درجة مئوية وهي الدرجة التي يمكن حفظ الفطريات بها فقام احدي المصصميين المعماريين بعمل مبني بلدية بزنمباوي استخدم نفس تكنولوجيا النمل الابيض في عمل المبني للحفاظ علي درجات الحرارة بداخله وجعله اكثر رطوبة بعمل دوامات هندسية شبيها كما هو موضح بشكل (٨) (٩) (Fehrenbacher, 2012).

شكل (٨) قطاع لعش النمل الابيض يوضح الدوامات والفتحات الهندسية لصرف المياه وعمل خلخلة للتهوية.
المصدر: (Fehrenbacher, 2012) .



شكل (٩) قطاع يبين التوازن الحراري بداخل المبني تطبيقا لاستراتيجية النمل الابيض في الحفاظ على درجة حرارة العش عند درجة معينة.
المصدر: (Fehrenbacher, 2012) .

٣,٣,٢. مستوي محاكاة النظام البيئي (Eco System)

مستوي النظام البيئي هو المستوي الاشمل والذي يشمل فيه عناصر المستويات الاخري ولكن بشكل فرعي فالطابع العام لنظام بيئي هو الغالب من حيث تعامل البيئة بشكل عام مع الكوارث والدورات الحية التي تتم بها من حيث التخلص من مياه الامطار والسيول وكيفية تصريفها وتخفيف حدية درجات الحرارة وضخ غاز الاكسجين وامتصاص غاز ثاني اكسيد الكربون (Zari ;Storey ,2007).

٤,٢. منهج مقترح لتفعيل علم محاكاة الطبيعة في التصميم العمراني

هناك مجموعة من المناهج المتبعة في التصميم العمراني البيئي القائمة علي علم المحاكاة الطبيعية (Faludi,2010) منها منهجيات خاصة بالوضع الراهن ومنها منهجيات لاعطاء حلول مستقبلية وايجاد حلول وابتكارات ولكن مايخص البحث هو الوضع الراهن لذا يتم عرض منهجية بينوس كما هو موضح بالشكل (١٠) والاكثر تحديدا من خلال النقاط التالية :.(Helms; Vattam ; Goel; Yen; & Weissburg, 2008)

شكل (١٠) الخطوات المختلفة لصياغة التصميم باستخدام المحاكاة الطبيعية بشكل منهجي

المصدر: (Benyus, 1997)

أ- تحديد المشكلة: تحديد الوظيفة التي تريد أن ينجزها تصميمك، ماذا تريد أن يفعل التصميم الخاص بك او المغزي منه؟ ولكن ليس "ماذا تريد أن تصمم ليس مجرد تصميم وانما وظيفة التصميم. التفكير في تحديات التصميم من منظور مختلف اعادة صياغة العمران مع البيئة. البدء بتفكيك المشكلة من حيث الوظائف والعمليات والحلول والقيود المختلفة، ثم السؤال عن كيفية تعامل الطبيعة مع بعضها بشكل فردي؛ البدء في تنظيم هذا التحليل إلى إطار مرئي كامل، واستكشاف المفاهيم الكبيرة داخل وضعك كنقاط بداية. حدد ما هي اسباب المشكلة ومن سيشارك في الحل، وأين المشكلة، أين سيتم تطبيق الحل (Callebaut,2011)، (Bhushan,2009).

ب- الترجمة: جعل اتصال بين مشكلة التصميم والعالم الطبيعي. ترجمة التصميم إلى وظائف يمكن ان تنفذ في الطبيعة. اسأل كيف تفكر الطبيعة في هذه الوظيفة في حلول الاستدامة في المراحل الأولى من التصميم. تحديد الموائل / الموقع، الظروف المناخية، الظروف الغذائية، الظروف الاجتماعية، الظروف الزمنية.

ج-الاستكشاف: العثور على أفضل النماذج الطبيعية للإجابة على الأسئلة المختصة بحل المشكلة التصميمية. عصف ذهني بتحديك مع التخصصات المختلفة مثل علماء الأحياء، والهندسة الميكانيكية لتوفرها في التصميم الخاص بك، هذا يتم من خلال موقع ask nature لاعطاء الحلول البيولوجية المختلفة او المعرفة والاجتهاد الذاتي والذي يعتبر بالغ الصعوبة في الوصول لحلول.

د- تلخيص: البحث عن الأنماط والعمليات المتكررة داخل الطبيعة التي تحقق النجاح، قم بإنشاء تصنيف لمبادئ التصميم، اختر الأبطال (الكائنات والأنظمة) بأكثر الاستراتيجيات ذات الصلة لتحدي التصميم الخاص بك والحاجة اليه، الخلاصة من هذا هو الوصول لمجموعة من الانجازات والمبادئ المتكررة التي تحقق هذا النجاح. دراسة العلاقات بين المواد، والبيئة، والأداء، والتصميم.

هـ- المحاكاة

كما تم ذكره سابقا مستويات المحاكاة (وهي الخطة التي تمثل الإطار حيث يمثل الإطار جزء من المنهجية (إطار منهجي)

٥,٢. الإطار الاولي الناتج من الدراسة النظرية لتحقيق التوازن مابين البيئة الطبيعية والعمرانية

بناءا علي ما تم دراسته في الجزء النظري فتم الخروج باطار مبدئي مبني علي مجموعة من المستويات المختلفة للمحاكاة في التصميم العمراني كما هو موضح في جدول (٤) فيتكون من مستويات رئيسية وهي الكائن الحي عن طريق محاكاة الكائن الحي ذاته سواء في الشكل الخارجي او المادة المكونة ومحاكاة مثيله ومن الممكن محاكاة الهيكل الداخلي له والعملية التي يقوم بها الكائن الحي لكي يكون لديه المناعة او القدرة لمواجهة

الكارثة وايضا الوظيفة الخاصة به اي القدرة الذاتيه علي مواجهة مشكلة بعينها والوظيفة تتوقف علي مجموعة من العمليات ,اما مستوي سلوك الكائن الحي وهي ردت فعله تجاه المشكلة في عمل بناءا بعينة او عش ومستوي النظام البيئي هو الالية العامة لنقل الخصائص العامة بنظام بيئي معين داخل التصميم العمراني لاعطائة مناعة ذاتيه تلقائية لمواجهة الكوارث فباستخدام الاطار لابد من تحديد اولا المستوي الاساسي للمحاكاة السابق ذكره ثم بعد ذلك التدقيق عن طريق المستويات الفرعية وبهذا يتم الخروج بالمودل النهائي ولكن الاطار في هذا الجزء في مراحله الاولي، خلاصة لذلك ان الاطار مجموعة من المستويات الرئيسية يتخللها مجموعة مختلفة من المستويات الفرعية لتدعيم الاطار واذالة عامية الاستلهام حتي لايصبح تقليدي فكما ذكرنا ان المحاكاة الطبيعية هدفها توازن بيئي عمراني وليس مجرد تقليد للاشكال فقط .

جدول (٤) الإطار المبدئي لمحاكاة الطبيعة بالتصميم العمراني بناءا على الجزء النظري.

<table>
<tr><td colspan="4">١.معرفة الاسباب وتحديد المشكلة</td></tr>
<tr><td colspan="2">مشكلات بيئية
مشكلات عمرانية
مشكلات عدم توازن مابين البيئة والعمران</td><td colspan="2">من خلال ما تم سرده من مشكلات في الجزء النظري فان علم محاكاة الطبيعية يتعامل مع المشكلات التي تمس البيئة والعمران وعدم التوازن فيما بينهم</td></tr>
<tr><td colspan="4">٢.الترجمة</td></tr>
<tr><td colspan="4">وهو محاولة ترجمة المشكلة الي مشكلة موازية بالبيئة الطبيعية يمكن تحويلها الي وظائف في التصميم لتسهيل عملية اكتشاف النظام البيئي او الكائن الحي القادر على حل مثل تلك المشكلة بنفس الكيفية قدر المستطاع.</td></tr>
<tr><td colspan="4">٣. موقع Ask Nature (الاكتشاف)</td></tr>
<tr><td colspan="4">هو موقع متخصص في ايجاد حلول بيئية مختصة بالمحاكاة الطبيعية في كافة المجالات على المستويات التي تم ذكرها.</td></tr>
<tr><td colspan="4">٤. محاكاة الطبيعة</td></tr>
<tr><td colspan="2">١,٤. المستويات الاساسية للمحاكاة الطبيعية</td><td colspan="2">٢,٤.مستويات المحاكاة الفرعية</td></tr>
<tr><td rowspan="6">١- مستوي كائن الحي محاكاة كائن محدد</td><td rowspan="6">مستوي الكائن الحي يتم محاكاته بانتقاء كائن حي بعينة يعيش في بيئة معينة وقادر على مواجهة نفس الكارثة التي يعاني منها العمران بيتم نقل خصائصه</td><td>الشكل</td><td>تقليد الشكل الخارجي للكائن الحي لاعطاء نوع من الابتكار والايحاء البيئي للتصميم العمراني انه هناك علاقة مابين الطبيعة والعمران.</td></tr>
<tr><td>المواد</td><td>المادة الخام في نقل خصائصها للعمران على سبيل المثال نقل خصائص المادة المكونة لزهرة اللوتس في كيفية التنظيف الذاتي في تصنيع دهانات الواجهات، ولكن تعميمها عمرانيا ضعيف نظرا للمقياس.</td></tr>
<tr><td>الهيكل</td><td>الهكيل يتم محاكاته بالنسبة للكائن الحي من حيث مرونته في التشكيل وهو ما يوازي النسيج العمراني في المتانه والقوة وتقسيط التاثير الخارجي ويمكن الاستعانة بها انشائيا.</td></tr>
<tr><td>العملية</td><td>العملية وهي الخطوات المختلفة التي يقوم بها الكائن الحي لمواجهة كارثة عمرانية مثل النباتات تقوم بامتصاص ثاني اكسيد الكاربون واخراج الاكسجين فيمكن انشاء عمران يقوم بنفس الكيفية.</td></tr>
<tr><td>الوظيفة</td><td>الوظيفة وهي نتاج الخطوات التي تم القيام بها في العملية على سبيل المثال الكائن وظيفته التغلب علي درجات الحرارة العالية او التكيف مع الملوثات (ماذا يستطيع الكائن الحي ان يفعل).</td></tr>
<tr><td rowspan="5">٢- مستوي سلوك الكائن الحي محاكاة سلوك كائن حي في كيفية ابتكاره للبيئة الخاصة به</td><td rowspan="5">مستوي سلوك الكائن الحي وهو رد الفعل المضاد لردود فعل البيئة من مشاكل وكوارث فيتبني الكائن انشاء احدي السلوكيات التي تتمثل في مبيتات اعشاش بناء طبيعي ذو هندسة ربانية قادرة علي مواجهة الكوارث.</td><td>الشكل</td><td>وهو محاكاة التشكيل الخارجي لعش واو بناءا خاص للكائن الحي بتكنولوجيا طبيعية ونقل بعض خصائصها للتصميم العمراني للقيام بنفس التكنولوجيا.</td></tr>
<tr><td>المواد</td><td>المواد التي استعان بها الكائن الحي في انشاء المبيت او التكوين الخاص به وليكن لجعل العش أكثر رطوبة واقل حرارة فيتم بذلك داخل العمران الاستعانة بنفس التكنولوجيا لعمل مباني معمارية تقوم بنفس الكيفية.</td></tr>
<tr><td>الهيكل</td><td>نقل الهيكل الداخلي لهذا المبيت الي التصميم العمراني في تكوين عمراني قادر علي سبيل المثال علي تلقي الصدمات والزلازل بنفس الكيفية التي يقوم بها مبيت الكائن الحي.</td></tr>
<tr><td>العملية</td><td>وهي التقنية التي يقوم بها المبيت او البناء في مواجهة كارثة معينة او مجموعة الخطوات</td></tr>
<tr><td>الوظيفة</td><td>هي نتاج مجموعة العمليات التي تم توفيرها في المبيت وليكن مبيت متخصص في التكيف مع الحمم البركانية (ماهي وظيفة هذا المبيت او المنشا الطبيعي ماذا يستطيع ان يواجه ويتغلب على ؟).</td></tr>
<tr><td>٣- المحاكاة علي مستوي</td><td></td><td>الشكل</td><td>هو المقصود بها هنا الشكل العام للنظام البيئي من نسيج بيئي وعناصر وروح عامة للبيئة او السمة الغالبة سواء صحراوية غابات بيئة ساحلية وتشكيل هذا في</td></tr>
</table>

النظام البيئي محاكاة نظام بيئي لكائن حي من حيث التغلب علي المخاطر المحيطة	وهو نقل خصائص نظام بيئي معين قادر علي مواجهة نوع معين من الكوارث المشابها في العمران		التصميم العمراني البيئي.
		المواد	استخدام المواد التي تغلب علي السمة العامة للنظام البيئي واستخدامها كمواد طبيعية للعمران حتي لايكون العمران عدو او عنصر منفر للطبيعة فلابد من التناغم باستخدام نفس العناصر.
		الهيكل	استخدام الهيكل المكون للطبيعة او النظام ككل من الممكن محاكاة انماط الترسيم البيئي او الحدود الارضية للنظام وليكن التماشي مع هيكل مخرات السيل او الجبال (Pattern of nature).
		العملية	انشاء تصميم عمراني يقوم بمجموعة من الخطوات مثله مثل النظام البيئي ولكن بتكنولوجيا بشرية لمواجهة كارثة بيئية.
		الوظيفة	وهي نقل الوظيفة النهائية للبيئة للعمران للتعلب علي كارثة معينة.
٥.التقييم			
تقييم نهائي لتحقيق الاطار الاهداف من حيث تصميم عمراني قادر علي حل مشكلة معينة وقام بتحقيق المفردات التصميمية التي تم تصميم المشروع علي اساسها والتقييم قائم علي استبيان الخبراء المختصيين بالتصميم العمراني وعلماء البيولوجي والاحياء.			

المصدر: الباحث مستنداً الي (Beynus ,1997), (Zari ,2007)

٣.التجارب العالمية لتحقيق التوازن البيئي العمراني باستخدام تكنولوجيا المحاكاة الطبيعية

١,٣. اسس اختيار التجارب العالمية والمحلية

تمت دراسة مجموعة من التجارب على المستوي العالمي التي تم تطبيق علم المحاكاة الطبيعية بها بالتصميم العمراني مكونة من ثلاث تجارب بمشكلات مختلفة فكان هناك اسس لاختيار التجارب وهي كالتالي:

١. تناسبها مع البيئة المصرية من حيث تشابه البيئات والكوارث مع الواقع المصري.
٢. تناولها لمستويات مختلفة من المحاكاة وذلك لزيادة التعمق في خصائص الكائنات الحية والاسس البيولوجية ولتسهيل عملية استخلاص الصفات والسمات الطبيعية وتطبيقها بالتصميم العمراني.
٣. تنوع المناهج المختصة للتعامل مع التصميم العمراني البيئي واختلاف الخطوات طبقا لكل مدرسة.

٢,٣. دراسة وتحليل التجارب العالمية

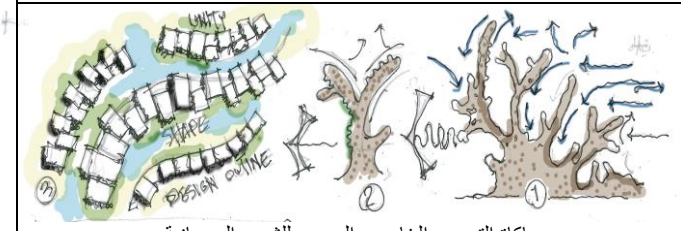
١,٢,٣. مشروع هايتي القائم على الاستلهام من الشعب المرجانية

جزيرة هايتي هي جزيرة نائية بامريكا الشمالية تعرضت لزلال مدمر يصل الي ٩ ريختر قضت على نصف سكانها بالإضافة الي اعصار مائي قوي جدا فلجا فنيست كولوبنت وهو معماري معني بالهندسة البيئية والمعمارية بوضع تصور للجزيرة بانشاء تصميم عمراني محاكي للشعب المرجانية كما هو موضح بالشكل (١١) وتم اختيار الشعب المرجانية لقدرتها علي مواجهة قوة الامواج والتيارات دون الانكسار والتهدم حيث تم دراستها هندسيا حيث تستمد قوتها من الانحناءات الموجودة بهيكلها الخارجي والتي تقوم بتقسيط القوة علي جدرانها

وتم تمثيل ذلك في انشاء أطراف عمرانية مكونة من مجموعة من الوحدات تتوزع عليها بطرق هندسية تقسط القوة بحيث لا تسمح بالسقوط الافقي للوحدات وتهدمها، بل تسمح بوجود ازاحات افقية قصيرة لتستطيع تقسيطها علي الكثير من الوحدات ميكانيكيا وتم ايضا اضافة محاكاة النظام البيئي المائي من خلال انشاء بحيرات متصلة بالمحيط لاعطاء تكييف عام للمشروع ونمذجة طبيعية تستمد قوتها وجمالها من البيئة المائية (Callebaut,2011) وتم تحليل هذا الهيكل المبتكر بالاطار المستنتج كما هو موضح بالجدول (٥).

شكل (١١) الموقع العام لمدينة ابوجا بعد محاكاة الخلايا الحية
المصدر:(Callebaut,2011:p 23)

جدول (٥) دراسة تطبيقية للإطار المقترح الخاص بالجزء البيولوجي للمحاكاة على منطقة هايتي.

انماط المشكلات: مشكلات عدم توازن ما بين العمران والبيئة المحيطة			
المستويات الاساسية للمحاكاة الطبيعية		**مستويات المحاكاة الفرعية**	
١- مستوي كائن الحي محاكاة كائن محدد	في تجربة جزيرة هايتي المدينة اليوتوبية تم محاكاة الشعب المرجانية لمتانتها وقدرتها علي مقامة التيارات والاعاصير المائية دون انكسار فاثبتت مروة عالية وتم الاستعانة بذلك في ترسيم النسيج العمراني وعمل اخبارات له.	**الشكل**	 محاكاة التصميم الخارجي الموجي للشعب المرجانية
		الهيكل	تم محاكاة الهيكل الداخلي والخارجي للشعب المرجانية ودراستها هندسيا حيث الهيكل الخاص بها مرونته تاتي من الانحناءات الطبيعية المشكله له فتقوم بتقسيط قوة الدفع فلا يؤثر عليها بالاضافة الي انه تم تشكيل الوحدات باكثر من مديول للحفاظ علي التوزان وهي نفس الكيفية التي تتشكل بها الشعب المرجانية.
		الملمس	وهو محاكاة الشعب المرجانية من حيث ملمسها الخارجي في تصميم الوحدات السكنية من حيث البروزات الدائرية والرواسم الموجية علي الوجهات وهذا يزيد من واقعية المحاكاة.
٢- مستوي النظام البيئي	في هذا المستوي يتم محاكاة البيئة المائية من خلال استلهام بعض مفردات البيئة البحرية من التشكيل المرجاني في النسيج مع ادخال المياه والنباتات المائية اي تخلخل المياه بنسبة اكبر.	**المواد**	ادخل المياه بداخل الجزيرة في بعض الاجزاء لاعطاء تناغم للبيئة بالجزيرة مع تشكيل المباني او الوحدات بنفس كيفية الشعب المرجانية فتعتبر احدي مواد البيئة البحرية بالاضافة الي استخدام النباتات البحرية كاحدي عناصر الموقع مع البحيرات المغلقة ولقدرتها الاكبر علي اطلاق الاكسجين مقارنتا باليابس .
		العـ	
		الوظيفة	هي قدرة البيئة المائية علي اعطاء حيوية وحركة اكبر للمكان بالاضافة الي التفاعل الحيوي الموجود بها من كائنات بحرية ونباتات هذا التفاعل يجعل من التصميم كتلة حية مرنة متوازنة بيئيا.
		الطاقة	الجزء الخاص بمحاكاة مصدر الطاقة وهو اهم مورد مميز ومشاع بالبيئة التي يتم محاكاتها وهي البيئة المائية وعنصر الطاقة الموجود بها هو المياه من خلال استغلال المد والجزء والامواج في انتاج طاقة متجددة نظيفة، والجزء الاخر وهي الاعشاب البحرية والطحالب الدقيقة التي تمثل احدي اهم مصادر الطاقة للبيئة المائية سواء علي مستوي الغذاء للكائنات البحرية والاخر استخدامها في هايتي وتربيتها في برك مفتوحة لاستخلاص الوقود الاخضر منها كاحدي مصادر انتاج الطاقة بشكل غير مباشر (Abd elhady, Abdulwahab ,2019)

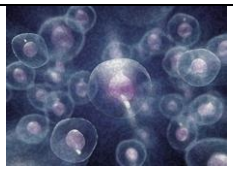
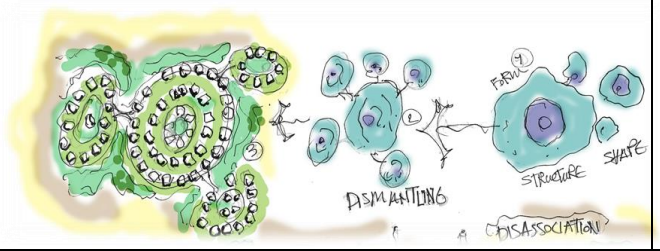
المصدر: اعداد الباحث

٢,٢,٣. مشروع مدينة ابوجا بنيجيريا

تم محاكاة النواة والخلية الحية كنوع من اعادة الشمل والعادات والتقاليد النيجيرية فتلعب النواه بشكل وظيفي هذا الدور من خلال انشاء مجتمعات تتخذ شكل الانوية كعائلات والترابط فيما بينهم بشرايين ففي هذه التجربة تعالج مشكلة اجتماعية بجانب مشكلة بيئية وهي تلاشيء البيئة الطبيعية بنيجيريا ككجزء من الطبيعة الافريقية نتيجة الغذو البريطاني ولكن المميز بهذه التجربة معالجتها مشكلة لم تكن في اطار مفهوم محاكاة علم الطبيعة وترجمتها الي تشكيل عمراني وظيفي للمساعدة علي الاتصال الاجتماعي كما هو موضح في شكل (١٢) وتم القيام بتحليل الهيكل العمراني لهذا التصميم بالاطار المستنتج كما هو موضح في جدول (٦).

شكل (١٢) التصميم العمراني لمدينة ابوجا متخذه شكل الخلية الحية كغلاف تصميمي للمدينة
المصدر: (Elakhya , 2020)

جدول (٦) دراسة تطبيقية للإطار المقترح على الجزء البيولوجي الخاص بالمحاكاة علي منطقة ابوجا.

انماط المشكلات: مشكلات اجتماعية من حيث تفكك المجتمع النيجيري وضياع الهاوية – مشكلاتن بيئية ضياع البيئة الاستوائية نتيجة الغزو والتعمير			
المستويات الاساسية للمحاكاة		**مستويات المحاكاة الفرعية**	
١- مستوي كائن الحي محاكاة كائن محدد	 في تجربة ابوجا كائن مستوي الكائن الحي ومحاكاته هو اساس التجربة وهي تجربة فريدة وتعاني من مشكلة مخالفة لهدف البحث وهي مشكلة اجتماعية تم استخدام الخلية الحية كنوع من الاساس لحمل الجينات الاصيلة لسكان ابوجا وهو الترابط والتكاتف فالمشكلة كانت نتيجة الغزو فكانت الخلايا العمرانية تقوم بتجميع الاهالي في وحدات ذات خصائص واحدة بدلا من النسيج المفكك بعد الغزو . (John, 2010)	**الشكل**	تقليد التشكيل الخارجي لجدار الخلية والذي يحاكي انوية عمرانية او المجاورات السكنية التي تحمل عائلة نفس الخصائص والطابع 
		الهيكل	تم القيام بانشاء هيكل داخلي للخلية مكون من مجموعة من الانوية الداخلية والتي تمثل المجموعة السكنية حيث العائلة الواحدة مكونة من مجموعة من العوائل ذا الصفات والطابع الواحد.
		العملية	ترابط مجموعة من الخلايا التي تمثل الانوية العمرانية والربط مابينهم بمحاور خضراء من حدائق ومتنزهات للحفاظ علي التماسط والترابط وارجاع الهاوية النيجيريا القاعمة علي المجتمعات المتقاربة.
		الوظيفة	هي نتاج العمليات وهي الحفاظ على التقارب والعادات والتقاليد حيث وظيفة الخلية حمل الجينات الاصلية
		الشكل	الاستعانة بالشكل والمظهر الحارجي لبيئة الغابات مرة اخري
		المواد	المواد تتمثل في نوعية الاشجار والعناصر البيئية التي كانت موجودة من قبل
		الهيكل	الهيكل العام للغابة من قبل
		العملية	تفاعل بيولوجي بين البيئة والسكان دون تدخل بشكل فطري

٣- مستوي النظام البيئي	كان المجتمع النيجيريا افتقد اجزاء كبيرة من البيءة الخضراء الغنية بالاشجار والكائنات النادرة فتم محاكاة النظام البيئي للغابة مرة اخري.		
		الوظيفة	الغابة الكثيفة كاحدي العناصر المميزة لبيئة المجتمع النيجيري
		الطاقة	البيئة بنيجيريا هي بيئة استوائية حارة ذات اشعاع شمسي عالي فيتم محاكاة الطاقة باستخدام الخلايا الشمسية والاستفادة منها وهو المصدر المغذي للغابة نفسها بيتم محاكاة ذلك في ان نفس مصدر الطاقة يغذي العمران المثيل للطبيعة(Karofi, 2020) .

المصدر: اعداد الباحث

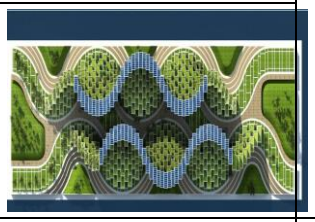
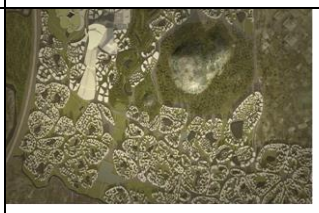
٣,٢,٣. مشروع محطة لافاسا بالهند

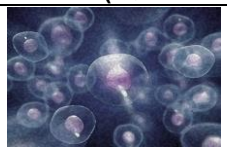
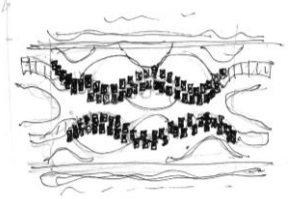
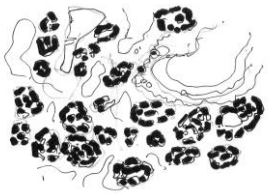
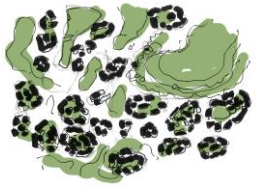
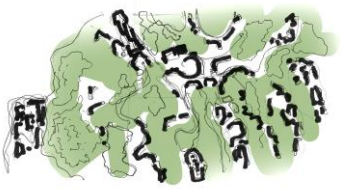
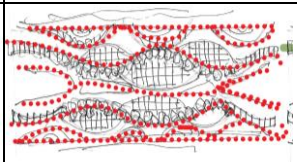
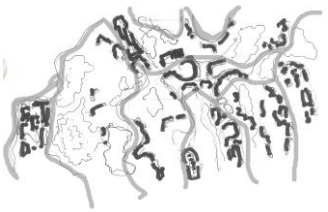
بتجربة محطة لافاسا تم محاكاة مستوي الكائن الحي متمثلا في ارواق الاشجار في نمط تشكيل اسطح المباني (القشرة الخارجية ذاتها)عن طريقة محاكاة ورقة التين البنغالي المدببة بالاضافة الي محاكاة سلوك الكائن الحي في عمل بنية تحتية تماثل الدوامات الداخلية لعش النمل الابيض ولكن ليس من اجل التهوية ودرجة الحرارة وانما للتصريف الطبيعي للمياه في خزنات تحت الارض دون تكاليف باهظة يالاضافة الي محاكاة النظام البيئي للغابات الاستوائية في اعادة زراعة الف شجرة صنوبر لاسترجاع الطبيعة الاولي قبل التصحر والجرد لما تعطيه من قيمة وهاوية للمكان وهذا علي مستوي النظام البيئي كنظام متصل والجزء الاخر هو محاكاة النظام البيئي عن طريق رسم انماط الارض ووذلك عن طريق ترسيج وتصميم العمران متناغم مع التضاريس ومخرات السيول (Svec , Berkebile, Todd., 2012).

٣,٣. دراسة مقارنة لتطابق مفهوم محاكاة الطبيعة على التجارب العالمية

بعد تحليل التجارب تم عمل مقارنة لها كما هو موضح في جدول (٧) من خلال عناصر الإطار والتعرف علي اهم مزايا وعيوب التجربة وعلاقتها بانماط تشكيل المدينة بالاضافة ايضا الي التعرف علي العناصر الجديدة بكل تجربة والتي من خلالها يتم تطوير الاطار والصياغة النهائيه له لامكانية تفعيله.

جدول (٧) دراسة تحليلية مقارنة لقياس مدي تطابق المنهج المقترح مع خصائص الحالات الدراسية

	هايتي بامريكا الشمالية	**محطة لافاسا بالهند**	**ابوجا بنيجيريا**
الموقع			
انماط المشكلات والكوارث	غرق جزيرة هايتي بتيارات مائية وزلزل بمقياس ٨ ريختر ادي الي دمار البيئة العمرانية الموجوة وعدم وجود بنية قوية لمواجهة ذلك	ضياع الهاوية الاجتماعية للشعب النيجيري نتيجة الغزو البريطاني الذي استمر لمائة سنة بالاضافة الي ضايع الهاوية البيئية حيث كانت تكتسح البيئة العمرانية الغابات ولكن مع التقدم والحراك الاجتماعي والاحتياجات تلاشت.	عدم وجود تناسق مابين البيئة العمرانية والبيئة المحيطة علي سبيل المثال مخرات السيول وبيئة الغابات المخلخلة – بالاضافة الي عدم وجود نظام قادر علي الاستفادة من مياه الامطار .
الاهداف	٢-تحقيق تصميم عمراني قادر علي مواجهة الزلازل والاعاصير المائية	١-اعادة الترابط الاجتماعي مره اخري وتجميع القبائل حيث كان احدي مميزات المجتمع النيجيري	-الاستفادة من اختلاف المناسيب للاستفادة من الرؤية الواسعة للمياه - محاولة انشاء نظام بيئي عمراني قادر

		الترابط ٢- اعادة الحياة البرية المتناغمة مع المجتمع العمراني	علي الاستفادة من مياه الامطار .
المنهجية المستخدمة	منهجية بينوس للتعامل مع الوضع الراهن	منهجية بينوس للتعامل مع الوضع الراهن	منهجية بينوس للتعامل مع الوضع الراهن
مستويات المحاكاة الطبيعية في التصميم (Biological Part)	**محاكاة مستوي الكائن الحي (الشعب المرجانية)**	**محاكاة مستوي الكائن الحي (االخلية البشرية)**	**محاكاة اوراق الاشجار – وعش النمل الابيض**
			
مستويات تطبيق المحاكاة بعناصر تشكيل المدينة (Physical Part) – النسيج العمراني	 نسيج متضام يماثل طريقة ترابط الشعب المرجانية مع بعض كوحدة واحدة رغم التعدد وهو ما يعطي القوة ضد التيارات المائية	 نسيج متضام في شكل انوية مغلقة لتحقيق الترابط والتجانس وفي نفس الوقت الخصوصية العائلية .	 نسيج مبعثر شرياني يتوافق مع الطبيعة الكنتورية وستفاد منها بالاضافة الي انه يقوم بمنوارات مع الطبيعة الاستوائية للمكان .
شبكة المناطق الخضراء	 تشكيل المناطق الخضراء يتخذ التشكيل الخارجي للشعب المرجانية من حيث التضام والتقارب	 تشكيل المناطق الخضراء يتخذ تشكيل ال pockets	 تشكيل المناطق الخضراء هنا يتبع تشكيل الغابات والتكوينات الشجرية اي يتبع محاكاة النظام البيئي .
شبكة طرق الالبات والمشاه	 تشكيل مسارات المشاه انسيابي يتناسب مع هيكل تكوين الشعب المرجانية وامواج البحر مما يعطي مرونة اكبر للتصميم.	 شبكة الطرق متداخلة ما بين الانوية لتسهيل عملية الوصول واعطاء الاحساس بالترابط.	 شبكة طرق مرنة متماشية مع الطبيعة الكنتورية الموجودة
المميزات	تصميم عمراني بيئي وعصري ومتناسق مع البيئة البحرية – قادر علي مواجهة الزلال والكوارث البحرية	تصميم عمراني بيئي متجانس انوية متعددة لتجميع القبائل ٢- ترابط بين البيئة العمرانية والغابات	- تعدد اساليب المحاكاة اعطي قوة في تحليل المشروع وكثرة اتجاهات حله . - نظام قوي في الاستفادة من المياه العاذبة في خزنات مائية تحت الارض
التقييم	تكلفة عالية جدا بالاضافة الي استخدام انظمة وحلول انشئية صعبة وتعتبر في محط التجربة	كثرة الانوية وتشابها ادي الي اختلاط الاتجاهات واعطي احساس العشوائية المنتظمة	شبكة طرق غير واضحة عدم بروز المحاكاة حيث يمكن القيام بنفس عناصر التصميم دون اللجوء الي علم المحاكاة نسيج عمراني غير واضح وغير قادر علي ابراز تشكيل اوراق الاشجار.

المصدر: الباحث مستنداً الي (Callebaut ,2011) , (, (Beynus ,1997), (Zari ,2007)

يظهر من نتائج المقارنة وجود عناصر جديدة مثل الملمس والجلد او القشرة الخارجية بالاضافة الي وجود عنصر الطاقة كاحدي عناصر محاكاة النظام البيئي ومحاكاة النظام البيئي ينقسم الي محاكاة النظام البيئي ذاته .

٤,٣. نتائج مقارنة التجارب والتقييم لعناصر الإطار بكل تجربة

من دراسة التجارب وتطبيق الإطار واختبار عناصره هناك عناصر لم تكن معني بها علم محاكاة الطبيعة ومنها

١. المشاكل الاجتماعية ففي تجربة ابوجا بنيجريا كانت تعاني من مشكلة اجتماعية وهي التفكك فتم الاستعانة بالخلايا الحية كنوع من العناصر التي تحتوي على جينات الترابط بين الشعب النيجيري وتشكيل العمران في شكل خلايا مترابطة اما بالنسبة للمستويات فمستوي الكائن الحي يمكن ان ينقسم الي:

٢. من خلال تحليل التجارب تم استنباط عنصر محاكاة فرعي ضمن محاكاة النظام البيئي وهو محاكاة مصدر الطاقة الخاص بالنظام البيئي ككل علي سبيل المثال تجربة هايتي يتم فيها محاكاة النظام البيئي المائي بتفعيل مجموعة من العناصر منها الشعب المرجانية ومحاكاتها في النسيج العمراني وادخال المياه بشكل طبيعي داخل الجزيرة فالمياه في حد ذاتها عنصر لانتاج الطاقة من خلال حركات المد والجزر وحركة الامواج بالاضافة الي استخدام احدي النباتات المائية وهي الاعشاب البحرية في ادخلها داخل البيئة الداخلية للجزيرة وهي وظيفيا تنتج اكسجين بشكل كبير من مثيلها باليابس تعمل كفلتر .

٣.من خلال دراسة التجارب يتم المحاكاة علي قسمين: القسم الاول وهو ما تم استنتاجه من الجزء النظري المحاكاة الطبيعية علي المستوي الاحيائي والبيولوجي بمعني في هذا المستوي يتم نقل الخصائص قدر المستطاع والاستفادة من تلك الخصائص في خدمة التصميم وهو الجزء الابتكاري المباشر مع الكائن الحي، والجزء الاخر المحاكاة الطبيعية علي المستوي المدي الاتصال المباشر بعناصر تشكيل المدينة من تطبيق المستويات علي النسيج العمراني وشكلة الطرق والاليات والخ .

٤. تم استشفاف عناصر فرعية اخري وهي المحاكاة المباشرة بمستوي الكائن الحي حيث اصبح هناك جزء خاص محاكاة مباشرة وغير مباشرة فالمحاكاة الغير مباشرة يتم من خلالها نقل خصائص بشكل غير مباشر والطريقة المباشرة وهي استخدام الخصائص البيولوجية للكائن ذاته ليس فقط كعنصر مشكل للنسيج العمراني (Physical Part) وانما استخدام الخصائص البيولوجية مباشرة (Biological Part) (Abd elhady, Abdulwahab ,2019)

٥.ظهور عناصر بمستويات المحاكاة الفرعية مثل الملمس كما في تجربة هايتي حيث يتم استخدام الاعشاب البحرية كنسيج متضام مشكل للنسيج العمراني وتم ايضا استخدام الخصائص الاخري مثل الملمس الموجي المدبب للها بالوجهات كنوع من نقل الخصائص بشكل شبه متكامل وذلك لاعطار قوة ابتكارية للتصميم ، تم ايضا اكتشاف عنصر فرعي اخر وهو محاكاة الجلد (Skin) او القشرة الخارجية في تشكيلها هذا العنصر متقارب بشكل كبير الي محاكاة الشكل لكن هناك اختلاف فمحاكاة الشكل يقوم بمحاكاة الغلاف الخارجي بشكل سطحي اي الشكل العام لاحدي المستويات، وهذا ما يمثل قديما المحاكاة التقليدية شكل دون وظيفة ولكن محاكاة القشرة اكثر عمقا في التفاصيل يتم تشكل الرواسم الداخلية بشكل اكبر (Pattern) وهي المرحلة التي تسبق محاكاة الهيكل .

٤. دراسة تحليلية للدراسة النظرية والتجارب العالمية المطبقة لمدخل المحاكاة الطبيعية كمصدر لعمران بيئي متزن.

ملخص لما تم دراسته وتم تطوير الإطار من خلاله بالأجزاء المختلفة بالبحث كما هو موضح بجدول (٨)

جدول (٨) دراسة مقارنة لتطابق الإطار خلال خطوات البحث المختلفة

عناصر الإطار النهائي للبحث لتحقيق التوازن مابين البيئة الطبيعية والبيئة العمرانية		الاجزاء المكونة للبحث ويتطور الإطار من خلالها			
		١.الإطار النظري	٢.التجارب العالمية والمحلية		
			لافاسا	ابوجا	هايتي
١.تحديد المشكلة ومحاولة ترجمتها وتطويعها بالشكل الذي يمكن من خلاله انتقاء مشكلة مشابه بالبيئة الطبيعية او يواجها الكائن الحي او النظام البيئي عامة.	مشكلات بيئية	✓		✓	
	مشكلات عمرانية	✓			
	مشكلات توازن عمراني بيئي	✓			
	مشكلات اجتماعية			✓	✓
٢.وسائل الوصول الي	موقع ask Nature	✓			

الحلول الممكنة كادوات							
		من خلال ورشة عمل مابين خبراء التصميم العمراني والبيئة		✓	✓	✓	✓
٣. المحاكاة الطبيعية	- مستويات المحاكاة الطبيعية الرئيسية طبقا لبدرسن ذاري وبينوس	محاكاة مستوي الكائن الحي	بطريقة مباشر				
			بطريقة غير مباشر	✓			
		محاكاة مستوي سلوك الكائن الحي		✓			
		مستوي النظام البيئي	محاكاة النظام البيئي ذاته	✓			
			محاكاة انماط ورواسم الارض				
	- مستويات المحاكاة الفرعية الاكثر تفصيلا حيث من خلالها يتم تجريد النظام البيئي والكائن ذاته لمحاولة تطابق خصائصه قدر المستطاع	الشكل		✓			
		المواد	الطريقة المباشرة				
			الطريقة الغير مباشرة	✓			
		الهيكل		✓			
		الوظيفة		✓			
		العملية		✓			
		الجلد او القشرة الخارجية			✓	✓	✓
		الملمس			✓	✓	✓
		عنصر الطاقة التي يعتمد علي عليها المستوي			✓	✓	✓
٤.عناصر تشكيل المدينة التي يتم تمثيلها في المحاكاة ومستوياتها		النسيج العمراني			✓	✓	✓
		شكبة طرق الاليات ومسارات المشاه			✓	✓	✓
		المناطق الخضراء وتشكيلها			✓	✓	✓
		شبكة البنية التحتية			✓		
٥.النموذج / التصور التصميمي النهائي		المسقط الافقي		✓	✓	✓	✓
		التصور ثلاثي الابعاد		✓	✓	✓	✓
٦. التقييم النهائي للخبراء		استبيان الخبراء واصحاب التخصص					
		عناصر تقييم طبقا للمعايير البيئية للتصميم العمراني		✓			

المصدر: اعداد الباحث

٥.النتائج النهائية والتوصيات

٥,١. علي مستوي البحث

من خلال دراسة البحث تم التوصل الي ان هناك فارق مابين التصميم التجديدي والاستدامة في ان التجديد هو اسمي اهداف الاستدامة حيث يختص ويسعي الي تجديد الموارد وليس الموازنة لحين الاستهلاك اي يهدف الي انشاء تصميم عمراني قادر علي تجديد موارده وذلك باستخدام إحدى ادواته وهو علم محاكاة الطبيعة في نقل خصائص الكائنات الحية والنظام البيئي الي التصميم العمراني ليصبح تصميم عمراني وقائي ضد الكوارث الطبيعية ويتم ذلك بمحاكاة المستويات الرئيسية وتدقيقها بالمستويات الفرعية كما تم ذكره بالبحث.

- **علي مستوي تطور حلقات الإطار**

- نتيجة لما تم دراسته تم التوصل الي إطار نهائي منهجي قائم على تكنولوجيا المحاكاة الطبيعية ويهدف الي اعادة التوازن ما بين البيئة الطبيعية والبيئة العمرانية.
- يمكن تطبيق الإطار على أكثر من مستوي ولكن علي مستويات مختلفة من المستوي المعماري الي المستوي العمراني.
- الإطار قائم في الاساس على التصميم العمراني التجديدي ليس فقط اعادة للتوازن مابين البيئة الطبيعية والعمرانية فقط وانما التجديد الذاتي للموارد داخل العمران.
- من اهم اهداف الإطار هو تحقيق عمران متجدد ذو بنية تحتية دعائمها المحاكاة الطبيعية لاستيعاب الكوارث البيئية.

- الإطار النهائي هو بداية لبلورة إطار جديد في مجال التصميم العمراني البيئي للربط ما بين احتياجات الانسان واحتياجات البيئة.
- الاطار منهجي بمعني انه مبني علي مجموعة من الخطوات بشكل يؤدي الي الاخر من خلال الرصد ثم التحليل ثم التطبيق ,حيث يشمل الرصد : تحليل المشكلة او الكارثة ومحاولة ربطها بمشكلة مماثلة لها بالبيئة الطبيعية لرؤية كيفية تعامل النظام البيئي او الكائنات الحية مع تلك الكارثة بشكل هندسة تلقائية لمحاكاتها في التصميم العمراني ، التحليل : وذلك من خلال الاستعانة بخبراء البيئة والقيام بعمل ورشة عمل جماعية تشمل المتخصصين في الهندسة المعمارية والتصميم العمراني مع خبراء البيئة للوصول الي افضل نموذج بيئي لحل المشكلة علي سبيل المثال الاستعانة بنموذج بدرسن ذاري لمحاكاة المستويات المختلفة سواء مستوي الكائن الحي او سلوكه او النظام البيئي ذاته . هناك شق اخر في التحليل وذلك بشكل غير مباشر من خلال الولوج لموقع ask nature لاعطاء افضل الامثلة البيئية ثم التطبيق وذلك بربط المستوي الذي تم اختياره بعناصر تشكيل المدينة Urban City Form .
- الاطار مقسم الي جزئين جزء قائم علي المحاكاة الحيوية وكل ما هو متصل بالعلوم الحيوية والبيولوجية (Biological Part) وذلك للتوصل لاقوي الانظمة البيئية الفعالة في التصميم والشق الاخر قائم علي التصميم ما هو مربوط بعناصر تشكيل المدينة (Physical part) .
- يوجد مستويات فرعية بالإطار للمحاكاة الطبيعية وذلك لزيادة التعمق والوصول الي الواقعية بشكل أكبر في المحاكاة الطبيعية في التصميم العمراني وذلك حتى لا يمثل الإطار مجرد توجيه لمحاكاة اشكال طبيعية ونقلها للتصميم العمراني وانما المستويات الفرعية وذلك لنقل الوظائف الحيوية للنظام والكائنات والهندسة التلقائية للتصميم حتي يكون تصميم فعال وليس مجرد معرض للغابة.
- الصياغة النهائية للإطار الخاص بتطبيق علم محاكاة الطبيعة في اتصميم العمراني لاعادة التوازن مابين البيئة الطبيعية والبيئة العمرانية.

جدول (٩) الصياغة النهائية للإطار بناءا على الدراسة النظرية والدراسة التحليلية للتجارب العالمية

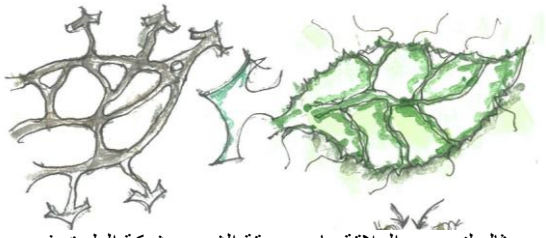
<table dir="rtl">
<tr><td colspan="6">١.انماط المشكلات (رصد الوضع الراهن)</td></tr>
<tr><td colspan="2">مشكلات بيئية</td><td colspan="2">مشكلات عمرانية</td><td colspan="2">مشكلات عدم توازن مابين البيئة والعمران</td><td>مشكلات اجتماعية</td></tr>
<tr><td colspan="7">٢. الترجمة والاستخلاص</td></tr>
<tr><td colspan="7">وهو محاولة ترجمة المشكلة الي مشكلة موازية بالبيئة الطبيعية يمكن تحويلها الي وظائف في التصميم لتسهيل عملية اكتشاف النظام البيئي او الكائن الحي القادر علي حل مثل تلك المشكلة بنفس الكيفية قدر المستطاع .</td></tr>
<tr><td colspan="7">٣.الاكتشاف</td></tr>
<tr><td colspan="3">١,٣. تجميع المعلومات</td><td colspan="4">٢,٣. موقع Ask nature</td></tr>
<tr><td colspan="3">وهي المعرفة الذاتية لعلم محاكاة الطبيعة حيث يقوم المصمم بالتعمق في علوم البيئة بشكل اكبر ولكن هذا النمط يجعل من المصمم غير داري بشكل كامل ويتخذ قرارات فردية دون المعرفة هذا النهج يتبعه معظم من يسلكوا تصميم قائم علي علم المحاكاة وهو ما يجعلها في الكثير تقليدية .</td><td colspan="4">هو موقع مخصص للاجابة والاسئلة عن الخصائص العامة للبيئات والحلول الطبيعية وافضل الخصائص التي تتناسب مع تصنيع المنتجات ليس فقط العمران ولكن كافة المجالات وهو من تاسيس بدرسن ذاري .</td></tr>
<tr><td colspan="7">٤. المحاكاة الطبيعية</td></tr>
<tr><td colspan="7">١,٤.المحاكاة الطبيعية علي مستوي البيئة والكائنات الحية وتحليلها (Biological part)</td></tr>
<tr><td colspan="3">المستويات الاساسية للمحاكاة الطبيعية</td><td colspan="4">مستويات المحاكاة الفرعية</td></tr>
<tr><td rowspan="3">١. مستوي كائن الحي محاكاة كائن محدد</td><td rowspan="3">المحاكاة المباشرة</td><td rowspan="3">المحاكاة المباشرة للكائن الحي بوضع الكائن الحي بخصائصة ليس مجرد تشكيل وانما الاستفادة المباشرة من خصائصه البيولوجية وقليل ما يتم ذلك الا</td><td>الشكل</td><td colspan="3">تقليد الشكل الخارجي للكائن الحي لاعطاء نوع من الابتكار والايحاء البيئي للتصميم العمراني انه هناك علاقة ما بين الطبيعة والعمران.</td></tr>
<tr><td>المواد</td><td colspan="3">المادة الخام في نقل خصائصها للعمران علي سبيل المثال نقل خصائص المادة المكونة لزهرة اللوتس في كيفية التنظيف الذاتي في تصنيع دهانات الواجهات ولكن تعميمها عمرانيا ضعيف نظرا للمقياس</td></tr>
<tr><td>الجلد او القشرة الخارجية</td><td colspan="3">هو الجزء الخاص بالغلاف الخارجي للكائن الجلد الخاص بها يوجد بها تشكيلات طبيعية سواء في النباتات او الحيوانات تعتبر ابتكارية بمكن محاكتها في الواجهات او عناصر الفراغات (Landscape Pattern) .</td></tr>
</table>

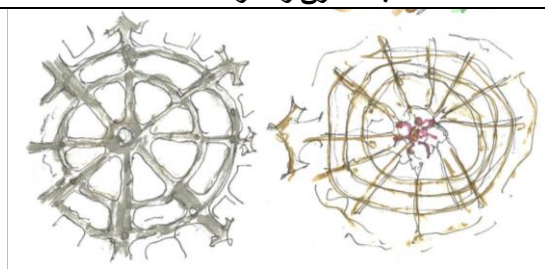
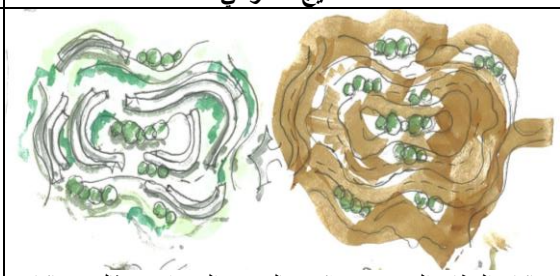
		في النباتات والاشجار	**الملمس**	يشكل الملمس جزء من الاسلتهام حيث يضفي ويوكد احدي الخصائص الخاصة بالكائن الحي حيث الملمس يلعب دور في التصميم من حيث التوجه واعطاء كامل الاحساس بتنميط الكائن الحي في تشكيل عمراني او معماري.
	المحاكاة الغير مباشرة	المحاكاة الغير مباشرة اي الاستعانة باحدي خصائص الكائن الحي سواء الشكل للمادة الوظيفة ولكن صياغتها بطريقة تكنولوجيا عصرية من صنع الانسان اي الاستعانة بالخصائص.	**الهيكل**	الهيكل يتم محاكاته بالنسبة للكائن الحي من حيث مرونته في التشكيل وهو ما يوازي النسيج العمراني المتناه والقوة وتقسيط التاثير الخارجي ويمكن الاستعانة بها انشائيا.
			العملية	العملية وهي الخطوات المختلفة التي يقوم بها الكائن الحي لمواجهة كارثة عمرانية مثل النباتات تقوم بامتصاص ثاني اكسيد الكاربون واخراج الاكسجين فيمكن انشاء عمران يقوم بنفس الكيفية.
			الوظيفة	الوظيفة وهي نتاج الخطوات التي تم القيام بها في العملية علي سبيل المثال الكائن وظيفته التغلب علي درجات الحرارة العالية او التكيف مع الملوثات(Zari,2007).
٢- مستوي سلوك الكائن الحي محاكاة سلوك كائن حي في كيفية ابتكاره للبيئة الخاصة به		هي رد فعل الكائن الحي تجاه البيئة عند الشعور بخطر او طريقة انشائه وتفكيره في تصميم الماؤي الذي يتكيف مع الغلاف المحيط اغلب الوقت يتكون من اسس هندسية طبيعية قادرة علي التغلب علي الكوارث البيئية حيث يعتبر الكائن الحي هو وسيط مابين البشر والبيئة عند التصميم ولكم من خلال الملاحظة والتجريد	**الشكل**	وهو محاكاة التشكيل الخارج لعش واو بناءا خاص للكائن الحي بتكنولوجيا طبيعية ونقل بعض خصائصها للتصميم العمراني للقيام بنفس التكنولوجيا
			المواد	المواد التي استعان بها الكائن الحي في انشاء المبيت او التكوين الخاص بها وليكن لجعل العش اكثر رطوبة واقل حرارة فيتم بذلك داخل العمران الاستعانة بنفس التكنولوجيا لعمل مباني معمارية تقوم بنفس الكيفية
			الهيكل	نقل الهيكل الداخلي لهذا المبيت الي التصميم العمراني في تكوين عمراني قادر علي سبيل المثال علي تلقي الصدمات والزلازل بنفس الكيفية التي يقوم بها مبيت الكائن الحي .
			العملية	وهي التقنية التي يقوم بها المبيت او البناء في مواجهة كارثة معينة
			الوظيفة	هي نتاج مجموعة العمليات التي تم توفيرها في المبيت وليكن مبيت متخصص في التكيف مع الحمم البركانية.
٣- المحاكاة علي مستوي النظام البيئي محاكاة نظام بيئي لكائن حي من حيث التغلب علي المخاطر لمحيطة	محاكاة انماط الارض	محاكاة انماط الطبيعة اي تشكيلات الارض الطبيعية ليس الاقتصار علي الخصائص فقط ولكن هذا الجزء مربوط باحترام الواسم الارضية للبيئة	**الشكل**	هو المقصود بها هنا الشكل للعام للنظام البيئي من نسيج بيئي وعناصر وروح عامة للبيئة او السمة الغالبة سواء صحراوية غابات بيئة ساحلية وتشكيل هذا في التصميم العمراني.
			المواد	استخدام المواد التي تغلب علي السمة العامة للنظام البيئي واستخدامها كمواد طبيعية للعمران حتي لايكون العمران عدو او عنصر منفر للطبيعة فلابد من التناغم باستخدام نفس العناصر.
			الهيكل	استخدام الهيكل المكون للطبيعة او النظام ككل من الممكن محاكاة انماط ترسيم البيئي او الحدود الارضية للنظام وليكن التماشي مع هيكل مخرات السيل او الجبال.
			العملية	انشاء تصميم عمراني يقوم بمجموعة من الخطوات مثله مثل النظام البيئي ولكن بتكنولوجيا بشرية لمواجهة كارثة بيئية.
	محاكاة الانظمة	محاكاة الطبيعة من حيث العناصر المكونة لها	**الوظيفة**	وهي نقل الوظيفة النهائية للبيئة للعمران للتعلب علي كارثة معينة.

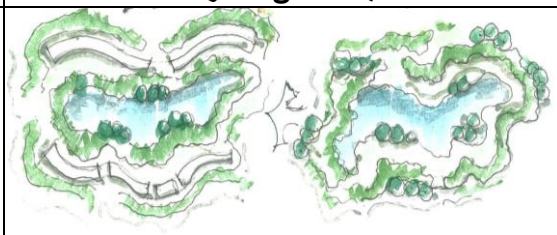
٢,٤.تطبيق وتحليل مستويات المحاكاة الطبيعية علي عناصر تشكيل المدينة (Physical Part)

عناصر تشكيل المدينة	في هذا الجزء يتم استخدام الجزء المدي للمحاكاة الخاص بعناصر التصميم مثال تطبيق احدي المستويات علي الطرق وليكن الانسجة الفاصلة لورقة الاشجار من حيث المرونة مثال اخر كما ذكرنا في تحليل التجارب علي مستوي الكائن الحي الخلية الحية وتطويعها في انشاء نسيج عمراني متضام وهكذا (Snellen , 2020) .

١.مستوي محاكاة الكائن الحي

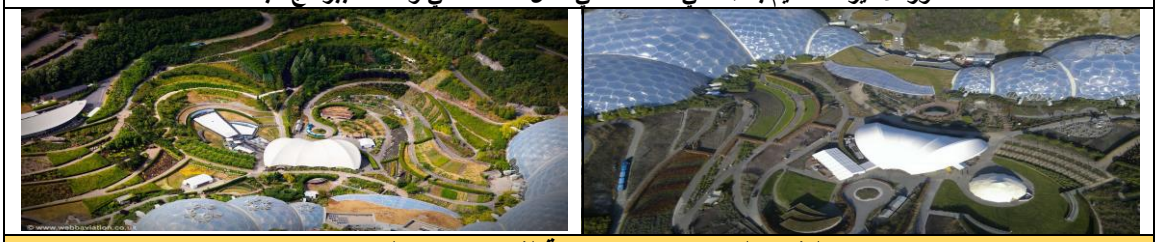
النسيج العمراني	**شبكة الطرق ومسارات المشاه**
	
مثال في توضيح العلاقة مابين محاكاة الكائن الحي وربطه بالنسيج العمراني تم الاستعانة بالخلية الحية كاحدي الامثلة في استخدامها لانشاء تجمعات سكنية تتخذ النسيج المتضام لما تعكسه الخلية من حمل للسمات والصفات فكان التصميم يعتمد علي توثيق العلاقات الاجتماعية عن طريق هذا النسيج المتضام.	مثال لتوضيح العلاقة مابين ورقة الشجر وشبكة الطرق في استخدام الانسجة المكونة لورقة الشجر في انشاء شبكة طرق مرنة قادرة علي التكييف مع الظروف المحيطة وتتخذ من المرونة تدرج لشبكة الطرق مثلما هو موجود بانسجة ورقة الاشجار في قدرتها علي امتصاص المياه والتخلص منها في ذات الوقت.

شبكة المناطق الخضراء	شبكة البنية الاساسية
في هذا الجزء تم استخدام الاعشاء البحرية ذاتها كمحاكاة مباشرة وليس نقل للخواص وادراجها بداخل انابيب بلاستيك واستخدامها في تشكيل فراغي مظلل بشرايين من الانابيب الخضراء والاستعانة بخواصها في قدرتها علي امتصاص ثاني اكسيد الكربون بسرعة اكبر من مثيلها من الاشجار.	في هذا الجزء تم ربط العلاقة مابين الكائن الحي والبنية الاساسية وخاصة فيما يخص شبكة المياه عن طريق الاستعانة بقدرات خنفساء ناميبيا في تجميع المياه وعكس تلك التكنولوجيا علي انشاء وحدات ذات بنية اساسية تستعين بنفس التكنولوجيا في البنية الاساسية للمجتمعات الصحراوية في الاستفادة من المياه.
٢.مستوي محاكاة سلوك الكائن الحي	
النسيج العمراني	**شبكة المناطق الخضراء**
في استخدام ردود فعل الكائن الحي تجاه الطبيعة في تشكيله لمبيت خاص بيه او مستعمرة خاص بها في انشاء نسيج عمراني يحاكي نفس الكيفية في مجابهة كارثة طبيعية معينة.	محاكاة سلوك الكائن الحي في رد فعل الكائن في انشاء عناصر او تشكيل معين يمكن الاستعانة بها في تشكيل المناطق الخضراء سواء علي المستوي الوظيفي او التشكيلي.
شبكة الطرق ومسارات المشاه	**شبكة البنية الاساسية**
	
علاقة سلوك الكائن الحي بالطرق والمسارات تم الاستعانة بهذا المثال وهو شبكة العنكبوت في قدرتها علي انشاء شبكة هندسية قوية قادرة علي احتواء الفريسة بشكل كلي بالاضافة الي شكلها المتميز، فانعكاس هذا علي العمران في اسخدام شبكة طرق متدرجة مرنة تساعد علي الوصول الي نقطة مركزية تقوي من موقفها العمراني متحكمه بزمام الامور في وضع مبني ذو اهمية يقود المجتمع العمراني المحيط وهو بدوره مايقوم به العنكبوت في وجوده المركزي في تحكمه في الكائنات المحيطة وجذبه لها .	في هذا الجزء الربط مابين محاكاة النظام البيئي وشبكة البنية الاساسية تم الاستعانة بمثال فريد وهو عش النمل الابيض في كيفية تشكيله لممرات طبيعية بهندسة ربانية في التخلص من المياه من خلال ممرات فرعية الي جوف الارض بالاضافة الي الحفاظ علي درجة حرارة العش عند درجة حرارة معينة للحفاظ علي الفطريات من التعفن يمكن استخدام تلك التكنولوجيا في انشاء شبكات تحتية لاستيعاب مياه الامطار وبالتالي يصبح عمران ذو بنية عمرانية بيئية قوي.
٣.مستوي محاكاة النظام البيئي	
النسيج العمراني	**شبكة الطرق ومسارات المشاه**
	
محاكاة النظام البيئي وعلاقته بالنسيج العمراني مثال محاكاة انماط الارض عن طريق تشكيل التصميم مع الخطوط الرئيسية للارض الطبيعية وهذا يعطي احساس بالتناغم والتوازن البيئي، بالاضافة الي تشكيل ابتكاري .	مستوي محاكاة النظام البيئي وعلاقته بشبكة الطرق ومسارات الحركة يتم في هذا المثال تشكيل شبكة الطرق ومسارات الحركة مع الخطوط المكونة لكنتور البيئة المحيطة وهو ما يعطي تناغم وتوازن بيئي عمراني مع استخدام المواد الطبيعية في تكوين الطرق .

شبكة المناطق الخضراء	شبكة البنية الاساسية
	
في هذا الجزء فيما يرصد العلاقة مابين محاكاة النظام البيئي وتشكيل المناطق الخضراء عند التصميم يمكن الحفاظ علي البيئة الطبيعية الموجودة بتشكيلاتها المختلفة من كنتور ونباتات واحاطتها بالتصميم وبالتالي تم الاستفادة من المناظر الطبيعية الموجودة وهذا قد ادي الي توفير جزء كبير من التكلفة بالاضافة الي استخدام انماط نباتية طبيعية .	فيما يخص علاقة النظام البيئي بتشكيل البنية الاساسية في كيفية استخدام مخرات السيل الموجودة بالموقع او النظام البيئي كامكانية في تصريف مياه الامطار بشكل طبيعي خلال قنوات طبيعية في برك مائية والاستفادة منها في كافة النواحي .

٥. النموذج / التصور التصميمي النهائي

التصور الاخير للتصميم بناءا علي المحاكاة في شكل مسقط افقي ولقطات ببرامج البعد الثالث



٦.التقييم النهائي (كاداة مبدئية لقياس نجاح التصميم)

استبيان الخبراء واصحاب التخصص	عناصر تقييم طبقا للمعايير البيئية للتصميم العمراني	قبل	بعد
يعتبر استبيان الخبراء احدي الادوات لقياس نجاح التصميم ام لا قبل استخدام برامج القياس وذلك لاعطاء بعض مؤشرات نجاح التصميم	تحقيق التوازن العمراني البيئي		
	تصميم عمراني ذو بنية بيئية قادرة علي مواجهة المشاكل البيئية واستيعابها		
	تصميم ابتكاري متوازن متماشي مع الطبيعة المحيطة		
	الاستفادة من الموارد المحيطة من شمس ورياح اقلها في انتاج الطاقة المتجددة		
	تناغم مابين الكائنات المحيطة والتصميم العمراني البيئي		

عناصر تم تحديثها من خلال التجارب العالمية

المصدر: الباحث مستندا الي (Zari,2007) ,(Callebaut ,2011) ,(Cole , 2015) ,(Beynus 1997), (Rossin, 2010) (Biomimicry Frontiers,2018) ,

"يوصي البحث بضرورة" وضع حدود للعمران والاخذ في الاعتبار للحقوق البيئية لايجوز عمران دون بيئة والعكس صحيح فلابد من ايجاد تصالح حتي تتلاشي الكوارث البيئية ويحدث اتزان، وسيتحقق ذلك باستخدام مفهوم التصميم التجديدي والذي يعتمد علي تجديد الموارد ذاتيا موازيا للبيئة وليس فقط مجرد الحفاظ علي الموارد ولتحقيق ذلك لابد من استخدام اقرب الادوات للتصميم العمراني البيئي وهي المحاكاة الطبيعية، من التوصيات انه عند استخدام المحاكاة لابد الا يتاثر المصمم العمراني بالاشكال لكن لابد من فهم الخصائص الطبيعية والبيولوجية والنظر الي حكمة الله سبحانه وتعالي في قدرة الكائنات الحية علي مواجهة الكوارث الطبيعية والتعافي الذاتي بالبيئات المحيطة دون تدخل الشق البشري ونقل الخصائص ليس بكاملها ولكن اهم الوظائف او القدرة الاساسية .

المراجع References

الغمرى، منال. (٢٠١٧، يناير ٢). المحافظة على البيئة. خطوات مضيئة فى طريق التنمية. الاهرام.
https://gate.ahram.org.eg/daily/News/571193.aspx

El-Ghamri, M. (2017, January 2). The Preservation of the Environment. Luminous steps on the Road to Development. Ahram.
https://gate.ahram.org.eg/daily/News/571193.aspx

Abd elhady, S. I. & Abdulwahab, A. M. (2019). The Role of Green Energy as a Filter in Reviving the Industrial Spaces Using the Green Microalgae Technology as a

Landscape Feature (Rainbow of the Land) (A Practical Case Study of Industrial Area, German)-Article Review. African Journal of Biological Sciences, 15(1), 269-287. DOI: 10.21608/AJBS.2019.194858.

Arnarson, P. Ö. (2011). Biomimicry New Technology. Reykjavík University, p.7-p.10.

Bakırlıoğlu, Y. (2012). Biomimicry for Sustainability: An Educational Project in Sustainable Product Design. Master's thesis, Middle East Technical University.

Benyus, J. M. (1997). Biomimicry: Innovation inspired by nature (1sted.). NewYork: Morrow.

Biomimicry Frontiers. (2018). Biomimicry Residential Development 2018 Design Award. https://biomimicryfrontiers.com/blog-/residential-design-development-award-2018...

Cole, R. (2015, December 4). Understanding Regenerative Design Challenging the Orthodoxy of Current Green Building Practice. Reminetwork. https://www.reminetwork.com/articles/understanding-regenerative-design\

Cole, R. J., Busby, P., Guenther, R., Briney, L., Blaviesciunaite, A., & Alencar, T. (2012). A Regenerative Design Framework: Setting New Aspirations and Initiating New Discussions. Building Research & Information, 40(1), 95–111. https://doi.org/10.1080/09613218.2011.616098.

El Ahmar, S. A. (2011). Biomimicry as a Tool for Sustainable Architectural Design. Master's Thesis, Faculty of Engineering, Alexandria University.

Elakhya,N.(2020). Biomimicry – Better Ideas Inspired by Nature. Ecoideaz. https://www.ecoideaz.com/innovative-green-ideas/biomimicry-better-ideas-inspired-nature.

Fahmy,S. (2018).Biomimicry as an Innovation in Modern Architecture Design. Journal of Architecture, Art & Humanistic Science, 3(10-2), 84-104. DOI: 10.12816/0044834.

Faludi, J. (2010). Biomimicry for Green Design (A How to). Environment and Ecology. http://environment-ecology.com/biomimicry-bioneers/217-biomimicry-for-green-design-a-how-to-.html

Fehrenbacher, F. (2012, November 29). BIOMIMETIC ARCHITECTURE: Green Building in Zimbabwe Modeled After Termite Mounds. INHABITAT. https://inhabitat.com/building-modelled-on-termites-eastgate-centre-in-zimbabwe/

Helms, M. E., Vattam, S. S., Goel, A. K., Yen, J. & Weissburg, M. (2008). Problem-Driven and Solution-Based Design: Twin Processes of Biologically Inspired Design. Proceedings of the ACADIA 08: Silicon + Skin. Biological Processes and Computation 94-99.

Karofi, A.Y (2020). "Integration of biomimicry principles as a means to energy efficiency in office design, Abuja, Nigeria". Co-author ARC J.C. EZE .5(12), P (10-15)

Maccown, R. J. (2010). Biomimicry + Urban Design: Can the Principles of Biomimicry Be Used for Creation of an Urban Design Framework for Canvey island? Leeds Metropolitan University.

Mang, P., & Reed, B. (2012). Designing from place: A Regenerative Framework and Methodology. Building Research & Information, 40 (1) ,23-38. https://doi.org/10.1080/09613218.2012.621341

Parker, A. R. & Lawrence, C. R. (2001). Water Capture by a Desert Beetle. Nature, 414, 33–34. https://doi.org/10.1038/35102108.

Plessis, C.D. (2012, December .07) Towards a Regenerative Paradigm for the Built Environment. Building Research & Information, (40)1. P (7-22). https://doi.org/10.1080/09613218.2012.628548

Reed, B. (2007). Shifting from 'Sustainability' to Regeneration. Building Research & Information, 35(6), 674-680. https://doi.org/10.1080/09613210701475753

Rossin, K. (2010). Bio mimicry: Nature's Design Process Versus the Designer's Process. WIT Transactions on Ecology and the Environment, 138, 559-570. DOI:10.2495/DN100501

Royall, E. (2016). Defining Biomimicry: Architectural Applications in Systems and Products. University of Texas at Austin, Center for Sustainable Development.

Snellen,B. (2020). Reconnect to Our Life-Giving Systems: The Potential of Biomimicry for Urban Planning. Master of Science degree thesis in Urban Environmental Management - Land Use Planning, Wageningen University and Research.

Snijders,A & Pronk,L. (2016) . Biomimicry, the rise of the biomimetic building. UrbanBiology. http://www.projects.science.uu.nl/urbanbiology/articlepagebiomim.html

Svec,P., Berkebile, R., & Todd, J.A. (2012). REGEN: Toward a Tool for Regenerative Thinking. Building Research & Information 40 (1) 81-94. https://doi.org/10.1080/09613218.2012.629112

Vincent Callebaut Architectures. (2011). Vincent Callebaut Architectures: Coral Reef, Matrix and Plug-In for 1,000 Passive Houses Port-Au-Prince Haiti. https://vincent.callebaut.org/object/110211_coral/coral/projects

Wahl, D. C. (2006). Bionics vs. Biomimicry: From Control of Nature to Sustainable Participation in Nature. In Design and Nature III: Comparing Design in Nature with Science and Engineering. WIT Press. https://doi.org/10.2495/dn060281.

Zari, M. P. (2007). Biomimetic Approaches to Architectural Design for Increased Sustainability, In: The SB07 NZ Sustainable Building Conference. Auckland, The Conference.

Zari, M. P., & Storey, J. (2007). An Ecosystem Based Biomimetic Theory for a Regenerative Built environment. In: The Lisbon Sustainable Building Conference 07, Lisbon, Portugal.

Zejnilović, E. & Husukić, E. (2015). Biomimicry in Architecture, International Journal of Engineering Research and Development, 11, (07), P.78.