المحاكاة الحيوية وتأثيرها على تشكل الغلاف الخارجى للمبانى

جهاد غنيمى إبراهيم[١]– محسن عبد القادر الحناوى[٢]– أحمد الكردى[٢]
هشام أحمد محمد صبح[٢]
١) قسم العمارة، معهد هندسة وتكنولوجيا الطيران ٢) قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة الأزهر

المستخلص

المحاكاة الحيوية تعتبر أحد العلوم التطبيقية التى تعمل على حلول المشاكل البشرية من خلال دراسة التصاميم والنظم والعمليات الطبيعية، فمن خلال التعمق فى الطبيعة والتعلم منها كيفية مواجهتها للتغيرات والمشاكل البيئية يمكن أن نتعلم منها كيفية حل المشاكل التي نواجهها اليوم (كاستنزاف الطاقة والمواردالبشرية والاحتباس الحرارى..)، فكان لابد من ايجاد حلول سريعة وفعالة لمشكلة ذلك الاستهلاك مع الحصول في نفس الوقت على متطلبات الراحة الحرارية للمستخدمين فظهرت اتجاهات معمارية جديدة (المحاكاة الحيوية) تسعى للوصول إلى بيئة داخلية مريحة حرارياً للإنسان مع الالتزام بترشيد استهلاك الطاقة والحفاظ على البيئة، فتعتبر البيئة الصحراوية هي البيئة الملائمة للدراسة حيث تتميز البيئة الصحراوية بوجود العديد من الكائنات الحية التي لديها القدرة على التكيف مع البيئة والتعامل معها داخليا وخارجياً، فلهااستراتيجية فريدة في التكيف والاستجابة مع متغيرات المناخ الحار خاصة فيما يخص تجنب الاكتساب الحراري من الخارج وقدرتها على فقد الحرارة ورفع درجة حرارتها الداخلية وحماية أجسامها بالعزل الجيد.
الكلمات الدالة: المحاكاة الحيوية – مستويات تقليد الطبيعة– تشكل الغلاف الخارجى

المقدمة

عملية محاكاة الطبيعة أو تقليدها التي تعرف أيضا بإسم (**biomimetic**) أو تصاميم مستوحاة بيولوجياً، تنطوي على إيجاد حلول لمشاكل تصميمية عن طريق محاكاة العالم الطبيعي، ويتم ذلك من خلال عمليات تقليد للأشكال الموجودة بالطبيعة، ووظائفها ونظمها البيئية على نحو يواجه تحديات التصميم باستدامة و بفعالية أكثر، وهي أيضا مؤثر لنظم عمل الطبيعة ومن ثم أداة منتجة وملهمة لإعادة تصور العالم المبني. فنجد أن محاكاة

الطبيعة تعبر أولاً عن التعلم من الطبيعة ثم تقليد نماذجها وعملياتها الطبيعية وأنظمتها البيئية لصنع تصاميم يتحقق فى بيئتها الداخليه الراحه الحراريه مع الالتزام بترشيد استهلاك الطاقة والحفاظ على البيئة، ولتحقيق ذلك ستتناول الورقة بإستعراض مدى إدراك المعمارى لمحاكاة الطبيعة ومبادئها وأسس التصميم المحاكى للطبيعة ومستوياتها وإستنباط نموذج لتقييم المشروعات المعمارية التى حاكت الكائنات الحيه بالبيئة الصحراوية فى مكوناتها حيث ان لهااستراتيجية فريدة في التكيف والاستجابة مع متغيرات المناخ الحار.

المشكلة البحثية

الاحتياج الى توفير الراحة الحرارية بالمبانى المعماريه الموجوده بالبيئة الصحراوية من خلال دراسة استراتيجيه محاكاة الكائنات الحيه الموجوده بنفس المناخ ومدى قدرتها على التكيف والاستجابة مع متغيرات المناخ الحار من خلال غلافها الخارجى مما ادى الى تحليل المبانى المحاكيه لهذه الكائنات الحيه ومدى قدرتها على تحقيق الراحه الحراريه مع توفير الطاقه.

هدف البحث

يهدف البحث إلى تقييم المبانى المحاكيه للكائنات الحيه بالبيئه الصحراوية ومدى قدرتها على تحقيق الراحه الحراريه مع توفير الطاقه من خلال دراسة وتحليل الكائنات الحية بالبيئة الصحراوية وسلوكها بهدف تطبيق نفس مبادئها كأداة هامة لتحقيق الراحة الحرارية بحيث يتم التعرف على الأنظمة الطبيعية المختلفة في تلك البيئة والمواد والعمليات المختلفة بها ومن ثم دراسة إمكانية تطبيقها معمارياً.

منهجية البحث

يمر البحث بثلاث خطوات:

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

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

الخطوة الثانية: استنباط نموذج قياس مقترح من مخرجات الخطوة الأولى لقياس محاكاة الشكل بالطبيعة ومحاولة تطبيقه على مشاريع بالبيئة الصحراوية لقياس مدى تحقيق هذه المبانى للراحه الحراريه مع توفير الطاقه.

الخطوة الثالثة: تطبيق نموذج القياس على مشاريع محاكيه للكائنات الحيه المتكيفه مع البيئه الصحراويه والخروج بأهم النتائج والتوصيات التى تعمل على انشاء نماذج معماريه متكيفه مع البيئه الصحراويه مع تحقيق اعلى كفاءة لاستخدام الطاقه.

١. التعريف بالمحاكاة الحيوية (Bio– mimicry):

ظهر مصطلح المحاكاة الحيوية في وقت مبكر من عام ١٩٨٢ وشاع من قبل الكاتبة جانين بينيوس في كتابها "التقليد الحيوي، الابتكار المستوحى من الطبيعة" عام ١٩٩٧، تم تعريف تقليد الطبيعة في كتابها بأنه "علم جديد يدرس نماذج الطبيعة ثم يقلد أو يستلهم هذه التصاميم والعمليات لحل المشاكل البشرية". تقترح بنيوس النظر إلى الطبيعة على أنها "نموذج، مقياس، ومرشد" وتؤكد على الاستدامة كهدف للتقليد البيولوجي(Biomimic.org,2018).

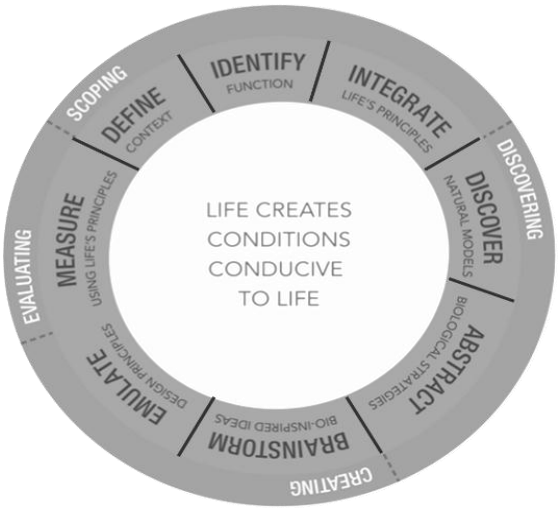
فالمحاكاة الحيوية هى نهج للابتكار يسعى إلى إيجاد حلول مستدامة للتحديات الإنسانية من خلال محاكاة أنماط واستراتيجيات الطبيعة التي تم اختبارها منذ زمن٢، حيث قدمت الطبيعة هدية للعلم لأنها أثبتت جدارتها في الصمود بوجه الزمن فمرت الطبيعة بأزمات خطيرة متكاملة على طول عمرها (٣,٨ مليار سنة) الذي لا يوازي عمر الإنسان شيئاً، 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

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

بهذا الكود نظراً لما سبق ذكره عن تجربة الأرض فى البقاء مع التطوير منذ ظهور أشكال الحياة الأولى ,(2015), Hosny

٢. **مناهج محاكاة الطبيعة وفقاً لمنظمة** (BIOMIMICRY3.8): قدم معهد تقليد الطبيعة أداة مساعدة للتصميم المبتكر بإستخدام عملية تقليد الطبيعة وهى "**عدسة التصميم**[٤]، 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°، فقام مايكل هيلمز في معهد جورجيا للتكنولوجيا من قبل سواروب وآشوك كويل في مختبر تصميم الذكاء في عام ٢٠٠٦ بتوضيح هذا النهج من خلال ٦خطوات محددة.



شكل (١): يوضح عدسة التصميم

المصدر: biomimicry.org

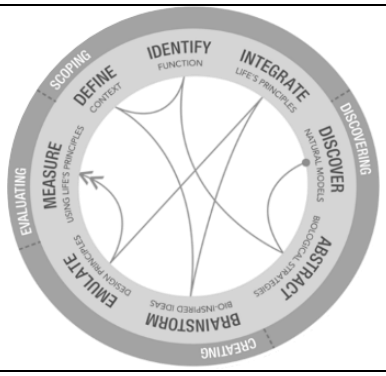
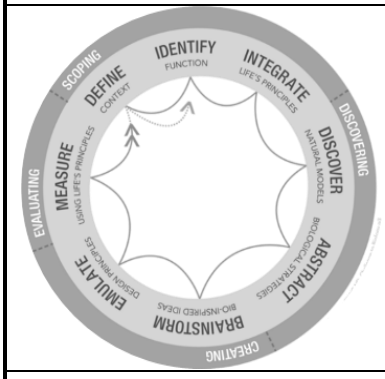
- **الخطوة الأولى (Identify) تحديد الوظيفة:** تحديد جوهر المشكلة وطرح مواصفات التصميم لحلها ويتم ذلك من خلال تحديد الوظيفة الأساسية للتصميم.

- **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 البحث فى التطوير البيئي الذي حدث في الطبيعة لإنتاج نظم مستدامة معقدة (2009) ,Zari
- **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.
- **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.
- **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 (2005) ,Reap "Bio mimicry and Sustainable Engineering"
- **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.

فعملية محاكاة الطبيعة هي عملية ذات إتجاهين: **الأول الاتجاه المباشر** يتم تحديد حاجة الانسان او مشكلة تصميمية، ثم محاولة ايجاد حلول لهذه المشكلة من خلال البحث والاطلاع

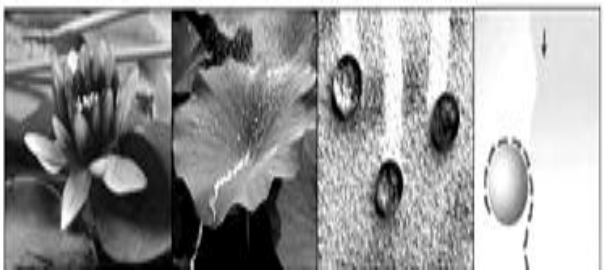
الى حلول الكائنات الحية الاخرى او النظم الايكولوجية لمشكلة مماثلة.وذلك بمراقبة الكائنات الحية والنظم الايكولوجية او الوصول الى الابحاث البيولوجية السابقة. المصمم فى هذه الحالة سوف يكون قادر على حلول بيولوجية محتملة دون فهم علمى متعمق او التعاون مع علم الاحياء، و**الثاني الاتجاه غير المباشر** تحديد خصائص أو سلوكيات معينة فى كائن حى او نظام ايكولوجى ومن ثم استخدامها كمبادئ توجيه لتطوير التصاميم الصناعية او المعمارية فعندما تؤثر المعرفة البيولوجية على التصميم البشرى تعتمد عملية التصميم التعاونى فى البداية على الاشخاص الذين لديهم معرفة البحوث البيولوجية او الايكولوجية ذات الصلة وليس على مشاكل التصميم البشرى المحددة.

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

النوع الاول :– المنهج المباشر	النوع الثانى:– المنهج غير مباشر
التصميم بالرجوع لعلم الاحياء	تأثير علم الاحياء على التصميم
Zari, (2007)	Helms, (2006)
	
تعريف المشكلة– اعادة صياغتها – بحث فى الحلول البيولوجية– تحديد الحل البيولوجى– استخراج مبادئ الحياة– تطبيق مبادئ الحياة.	معرفة الحل البيولوجى– تحديد الحل البيولوجى– استخراج مبادئ الحياة– اعادة صياغة الحل – بحث عن المشكلة– تعريف المشكلة– تطبيق مبادئ الحياة.

المصدر :Baumeister, (2007) .

مثال علم الاحياء الذى يؤثر فى التصميم: نظرا للتحليل العلمي لزهرة اللوتس التى تعمل على تنظيف ذاتى من قطرات الندى فى مياه المستنقعات، أدى ذلك لتطوير طلاء لوتسان تصنعه **StoAG** مما يمكن المبانى من التنظيف الذاتى فى حين ان يمكن القول ان تقليل الحاجه لتنظيف المبانى يقلل استهلاك المياه واستخدام مواد كيميائية للتنظيف.



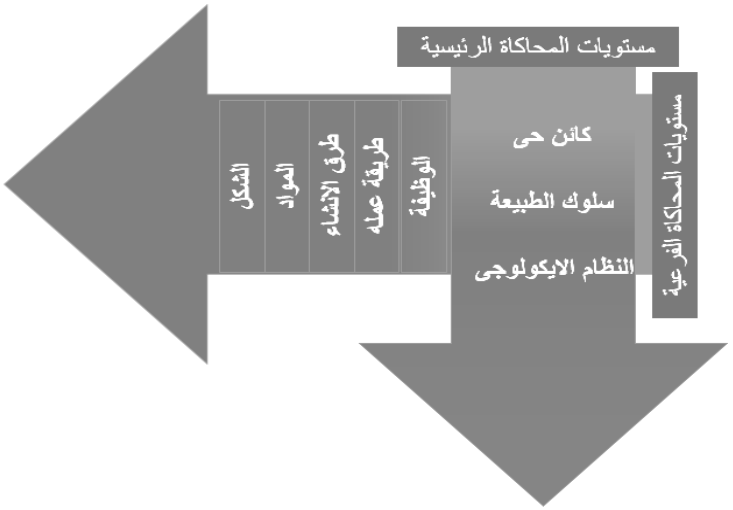
الشكل(٢): يوضح: طلاء لوتسان المستوحى من لوتس
المصدر:,Zaria, 2007

فى هذا النهج البيولوجيا قد تؤثر على البشر بطرق قد تكون خارج مشكلة تصميم محددة سلفًا، مما ينتج عنه تقنيات أو أنظمة غير مدروسة مسبقًا أو حتى أساليب تصميم الحلول. توجد احتمالية حدوث تحولات حقيقية في طريقة تصميم البشر وما يركز عليه كحل للمشكلة، مع وجود مثل هذا النهج لتصميم حيوى(2007) ,Zari .

من وجهة نظر التصميم مع هذا النهج هو أنه يجب إجراء البحوث البيولوجية ومن ثم تحديدها على أنها ذات صلة بسياق التصميم. لذلك يجب أن يكون علماء الأحياء وعلماء البيئة قادرين على إدراك إمكانات أبحاثهم في إنشاء تطبيقات جديدة.

٣. **مستويات محاكاة الطبيعة:** توضح الدراسات أن محاكاة اى كائن حى على سبيل المثال هى محاكاة جانب معين فى هذا الجانب قد يكون شكل الكائن الحى او الطريقة التى ينجز بها وظيفة ويشار للجانب الذى تتم محاكاته بمستوى المحاكاة البيولوجية ولقد صنفت جانين بينوس مستويات محاكاة الطبيعة الى ثلاث مستويات يمكن تطبيقها عند

تناول مشكلة تصميميه لشكل مبتكر وعملية(التكامل الوظيفى والتكيف البيئى) ونظام بيئى(الايكولوجى) **Zari, (2007)** قامت **Zari, (2012)** بنقد تصنيف جانين بينوس حيث أن الشكل والعملية هى جوانب كائن حى او نظام ايكولوجى يمكن تحاكية ومع ذلك فان النظام البيئى هو تكامل بين الكائنات الحية لذلك تبدو هذه المصطلحات الثلاثة طريقة غير منطقية لوصف المحاكاة البيولوجية، وقامت بتصنيف المستويات من خلال دراسة تقنيات المحاكاة البيولوجية الموجودة الى ثلاث مستويات (الكائن الحى – السلوك– النظام البيئى). فيشير مثلا مستوى الاول (الكائن الحى)الى نبات او حيوان فتشمل المحاكاة الى جزء من كائن او الكائن باكمله، داخل كل من هذه المستويات، توجد خمسة أبعاد أخرى ممكنة للتقليد. قد يكون التصميم مقلدًا حيويًا على سبيل المثال من حيث (الشكل) أو ما هو مصنوع من (المادة) أو طريقة صنعه (الإنشاء) أو طريقة عمله (العملية) أو ما يمكنه القيام به (وظيفة).



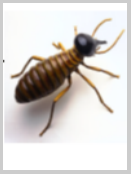
الشكل(٣): يوضح مستويات محاكاة الطبيعة لزارى

المصدر: Zaria, 2012

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

التفاصيل الفردية لمثل هذا النظام قد تكون مبنية على كائن واحد أو تقليد السلوك. يشبه إلى حد كبير نظام بيولوجي يتكون من العلاقات المعقدة بين العديد من الكائنات الحية. فمن خلال تصنيف الطبيعة لثلاث مستويات يقدر الإنسان أن يحدد حيوية الطبيعة، وكيفية محاكاتها وهم (الكائنات الحية –سلوك الطبيعة–النظام الأيكولوجى) [٥]. 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).وفيما يلى يتم عرض جدول موضح مستويات محاكاة الطبيعة كما اوضحتها(**Zari,(2012**

جدول (٢): يوضح مستويات تقليد الطبيعة

			مستويات تقليد الطبيعة
	تقليد الكائنات الحية	**الشكل**	الشكل يشبه شكل كائن حى
		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.

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

تابع: جدول (٢): يوضح مستويات تقليد الطبيعة

	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 الخلافة وزيادة تعقيد مع مرور الوقت)
		العملية	يعمل المبنى بنفس طريقة (الكائن الحى) للنظام البيئي (أنه يجسد ويحول الطاقة من الشمس، فإنه يخزن المياه على سبيل المثال)
		الوظيفة	المبنى قادر على العمل بنفس الطريقة التي تعمل بها (الكائن المستعار) فى النظام البيئي وهذا سيكون ويشكل جزءا من نظام معقد من خلال الاستفادة من العلاقات بين العملية (أنها قادرة على المشاركة في الهيدرولوجية، والكربون، ودورات النيتروجين وغيرها بطريقة مشابهة ل النظام البيئي على سبيل المثال).

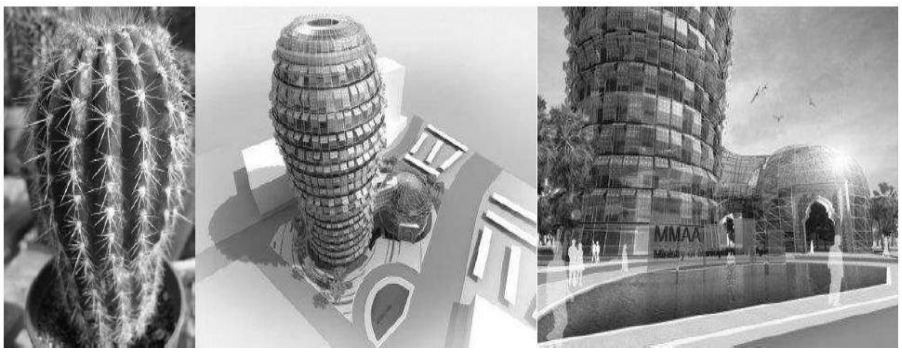
المصدر:Bio– mimicry.org د

٣–١ **محاكاة الكائنات الحية** (ORGANISM LEVEL)

أنواع الكائنات الحية عادة ما تتطور لملايين السنين، فتمتلك الكائنات الحية التي تبقى على الأرض الآن آليات البقاء التي صمدت وتكيفت مع التغيرات المستمرة بمرور الوقت لذلك لدى البشر مجموعة واسعة من الأمثلة التي يمكن الاعتماد عليها لحل المشكلات التي يواجهها المجتمع والتي ربما تكون الكائنات الحية قد عالجتها بالفعل، عادةً بطرق فعالة من حيث

الطاقة والمواد. يعد هذا مفيدًا للبشر، لا سيما مع تغير الوصول إلى الموارد، وتغير المناخ، وفهم المزيد حول عواقب التأثير البيئي السلبي الذي تحدثه الأنشطة البشرية الحالية على العديد من النظم الإيكولوجية في العالم(Biomimic.org,2018).

فيشير هذا المستوى إلى 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. فمثلاً مبنى وزارة شئون البلدية (MMAA) فى قطر تم إستيحائه 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. وكيف جعل البرج مستدام بشكل موفر للطاقة ومستغل للطبيعة فقد تم تنفيذ إستخدام لظلال الشمس التى يمكن فتحها وغلقها تلقائياً وفقاً لشدة أشعة الشمس أثناء النهار للحماية من الحرارة فهذا مماثل لكيفية إختيار الصبار لأداء النتح ليلاً:



الشكل(٤): يوضح مبنى وزارة شئون البلدية المستوحى من الصبار

المصدر: وزيرى،(٢٠١٩)

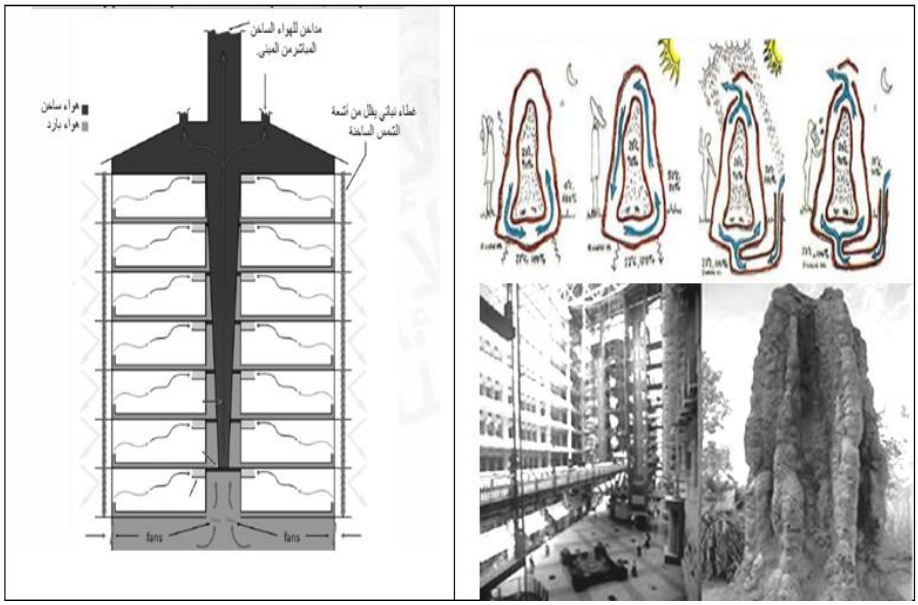
٣-٢ **محاكاة سلوك الطبيعة** (BEHAVIOR LEVEL)

يواجه عدد كبير من الكائنات نفس الظروف البيئية التي يواجهها البشر ويحتاجون إلى حل المشكلات المماثلة التي يواجهها البشر. كما نوقش، تميل هذه الكائنات إلى العمل ضمن

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

قدرة تحمل بيئية لمكان محدد وفي حدود توافر الطاقة والمواد هذه الحدود وكذلك الضغوط التي تخلق تكيفات بيئية متخصصة في النظم الإيكولوجية لا تعني استمرار تطور الكائنات الحية الجيدة فحسب، بل أيضًا سلوكيات الكائنات الحية القادرة على التكيُّف وأنماط العلاقة بين الكائنات الحية((2015) ,Ramzy)

يوضح مثال معماري للعملية والمحاكاة الحيوية على مستوى السلوك من خلال مبنى East gate في هراري زيمبابوي يعتمد المبنى جزئيا على تقنيات التهوية السلبية وتنظيم درجة الحرارة الملحوظ فى تلال النمل الابيض، من اجل خلق بيئة داخلية مستقرة حراريا. يوضح مبنى ببرج ايستجيت مثالا معماريا لعملية محاكاة الوظيفة الحيوية المحورية على مستوى السلوك وقد ادى ذلك الى انخفاض فى استخدام الطاقة مقارنة بالمبانى المماثلة، وبالتالى خفضت ايضا انبعاثات الغازات الدفينه، يتم تحقيق تنظيم درجة الحرارة فى التلال من خلال التوجه الدقيق والتنظيم المكانى وتقنيات التهوية السلبية. المحاكاة لم تكمن للنمل الابيضولكن لسلوك بنائه للتل. (2007) ,Zari



الشكل(٥): يوضح مركز إيستجيت هراري بزيمبابوي المحاكى لبيت النمل الابيض

المصدر: (Zari (،:2007

٣-٣ <u>محاكاة النظام الأيكولوجى للطبيعة:</u>

يعد محاكاة النظم البيئية جزءًا لا يتجزأ من المحاكاة الحيوية كما وصفتها بينوس (١٩٩٧) وفينست (٢٠٠٧). فتم استخدام المصطلح "Eco mimicry" أيضًا لوصف محاكاة النظم الإيكولوجية في التصميم بينما يستخدم المصطلح ليعني شكلاً مستدامًا من المحاكاة الحيوية حيث يكون الهدف هو رفاهية النظم الإيكولوجية والناس، بدلاً من "القوة أو المكانة أو الربح". يناقش الباحثون أيضًا مؤيدي البيئة الصناعية والبناء الداعمين لتقليد النظم الإيكولوجية وأهمية التصميم المعماري القائم على فهم الإيكولوجيا على المستوى الوظيفي، قد يعني تقليد النظام الإيكولوجي أن الفهم المتعمق للإيكولوجيا يقود إلى تصميم بيئة مبنية قادرة على المشاركة في دورات المواد البيوكيميائية الرئيسية لكوكب الأرض (الهيدرولوجية ، والكربون،

والنيتروجين، إلخ) بطريقة معززة من الطريقة الضارة. أن الفهم الأكبر للبيئة وتصميم النظم مطلوب من جانب فريق التصميم هو أمر ضمني.

مطلوب أيضًا زيادة التعاون بين التخصصات التي نادراً ما تعمل معًا مثل الهندسة المعمارية والبيولوجيا والبيئة. يتحدى هذا النهج تفكير التصميم المعماري التقليدي ، وخاصة الحدود النموذجية لموقع البناء والمقاييس الزمنية التي قد يعمل فيها التصميم

مثال على ماسبق ذكره تصميم ناطحة سحاب تأخذ فكرة تكيف الشجرة كنظام للمعيشة بالكامل وتطبق هذه الفلسفة على البرج. فيقول ماكدونو المصم أن البرج يشبه إلى حد كبير شجرة يمكن أن تنتج الأكسجين من خلال توزيعها عمودياً في حياة النبات، وإنتاج الطاقة على أساس ثابت، والتكيف مع مواسم مختلفة لبناء الكفاءة بشكل عام ويعرف "ببرج الغد"، فهو مزدوج الإستدامة السلبية والإيجابية مع الإستراتيجيات الجزيئية الحيوية في جميع أنحاء المبنى. فتم تصميم مياه الصرف الصحي لإعادة إستخدامها في ري الحدائق التي لا نهاية لها المنتشرة 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 التي توفر الطاقة الشمسية والكهربائية للمبنى، إلى جانب مصنع الغاز الطبيعي في المنزل لتوريد معظم الطاقة للمبنى.

الشكل(٦): يوضح William McDonough's Tree scraper Tower of Tomorrow

المصدر http://www.biomimetic

من الدراسة النظرية السابقة 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، ثم يتم اخذ هذه المعايير لتحليل مشاريع محاكية للبيئة الصحراوية تعمل على حلول لمشكال بيولوجية.

٤. دراسة تحليلية للمبانى المحاكية للبيئة الحارة

يتم إختيار العينات من حيث عدة نقاط:

١-سماتها الشكلية الظاهرة مرتبطة بمحاكاة الطبيعة.

٢-ان تحقق المبانى مبادئ العمارة البيئية.

٣-تستخدم التكنولوجيا الرقمية فى المعالجات البيولوجية والاشكال الطبيعية.

٤-ان تندرج هذه المبانى فى فترة زمنية محددة خلال عشر سنوات سابقة.

٥-تكون عينات المشروع تحاكى البيئة الصحراوية.

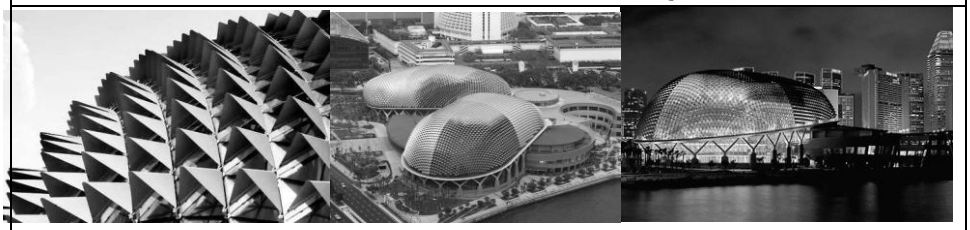
المبانى المختارة للدراسة التحليلية:

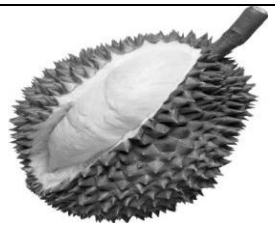
١-مشروع The Esplanade – Theatres on the Bay

٢-مشروع المركز الهيدرولوجي لجامعة ناميبيا

٣-مبنى.S.C.A.L.E.S بالحوض العظيم غرب الولايات المتحدة

جدول (٣): يوضح تحليل عينات الدراسة وفقا لما تم بالدراسه النظرية،

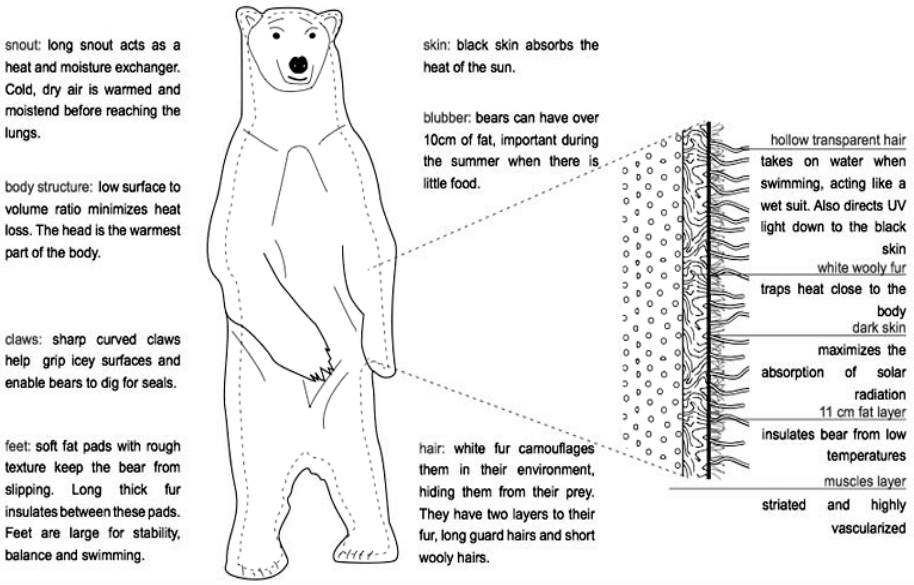
١- مشروع **The Esplanade – Theatres on the Bay**[١٤]..	
	
نوع المبنى	مركز ثقافي يتكون من مسرحيين كبيرين وخدمات ملحقه بالمسرح
موقع المبنى	Singapore, Malaysia
المصمم المعمارى	Michael Welford
مستوى المحاكاة	يحاكى الكائن الحى بالاتجاه المباشر
المشكلة التصميمية	التحكم في الصوت ودرجة الحرارة والرطوبة
الحلول البيووجية	يعتمد مفهوم التصميم على غلاف المبنى للوظيفة والصفات الجمالية. وتتمثل المهمة الرئيسية لظروف المبنى في توفير المساحة الداخلية بنظام تظليل خارجي طوال اليوم مما يتيح ضوء النهار الطبيعي والحد الأدنى من الحرارة.وكانت النتيجة تخفيض الطاقة بنسبة ٣٠٪ وتخفيض الإضاءة الاصطناعية بنسبة ٥٥٪ (2010) ,Mansour.
طريقة محاكاة المبنى	يتم تطبيق التقنية المنفعلة لتظليل وتنظيم درجة حرارة الفضاء الداخلية والضوء المستوحى من نبات دوريان والدب القطبي في غلاف المبنى المنحني المزدوج. تشبه أجهزة التظليل المصنوعة من الألومنيوم أشواك ثمار دوريان البارزة لتوفير الظل وتتحرك مثل شعر الدببة القطبية وفقًا لموقع الشمس وكثافة الضوء من خلال المستشعرات الضوئية وبالتالي حماية المساحة الداخلية للمركز الفني



نبتة دوريان تشبه النتوءات في جميع أنحاء جلدها شبه الصلب لحماية البذور الموجودة بداخلها من الحرارة وأشعة الشمس المباشرة. يتم محاكاة شكل اجهزة التظليل بالمبنى بأشواك نبات دوريان

(**Mazzoleni, (2013)**)

يُعرف الدب القطبي بالفراء الأبيض الذي يتكون في الواقع من بصيلات الشعر الشفافة والجلد الأسود. الشعر الشفاف عندما يستقيم يسمح للضوء بالاختراق وتمتصه البشرة السوداء كلما كانت هناك أشعة الشمس والعودة إلى وضعها الطبيعي عند اختفاء الضوء. فى هذا المبنى تم محاكاة حركة شعر الدب القطبى من خلال الكشف عن أشعة الشمس للوصول للاضاءة الطبيعية

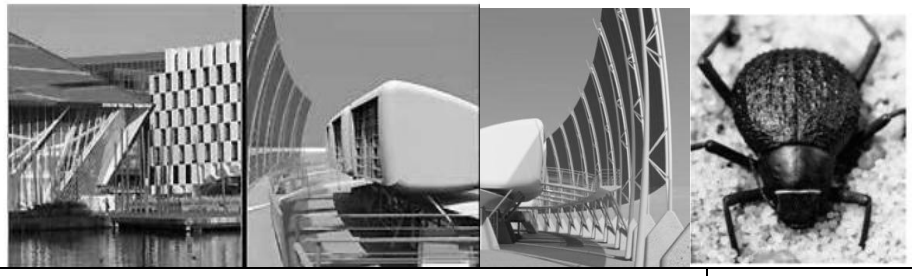


الشكل(٧) يوضح كيفية تكيف الدب القطبى مع المناخ المحيط

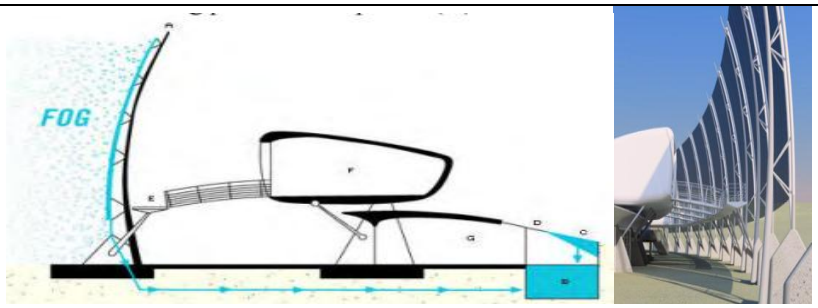
المصدر:/ (2013)،Mazzoleni

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

تابع : جدول (٣):

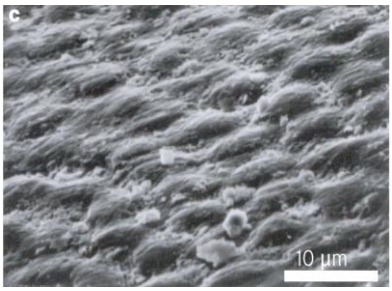
٢- مشروع المركز الهيدرولوجي لجامعة ناميبيا	
	
نوع المبنى	مركز ملحق بجامعة ناميبيا
موقع المبنى	ناميبيا
المصمم المعمارى	ماثيو باركس
مستوى المحاكاة	المحاكاة الحيوية للعمليات على مستوى الكائن الحي المستوحى من الخنفساء
المشكلة التصميمية	المناخ في ناميبيا شديد الكثافة وهو واحد من أكثر الأماكن جفاجدولفاً في العالم حيث لا يمثل سوى واحد بالمائة من الأراضي الصالحة للزراعة.
الحلول البيووجية	صيد الضباب للمركز الهيدرولوجي لجامعة ناميبيا.
طريقة محاكاة المبنى	اكتشف ماثيو باركس خنفساء ستينوكارا من خلال التحدث مع بعض سكان ناميبيا الأصليين. لقد كان معجبًا بالطابع العملي للتصميم المبتكر لأصداف الخنافس وكيف تعيش في مثل هذه الظروف القاسية. لذا حاول تقليد نفس النوع من التكنولوجيا إلى تصميم مبنى لتحويل قطرات الماء التي تم جمعها من الضباب إلى ماء صالح للاستخدام. المبنى عبارة عن سلسلة من الاسلحة التي يتم وضعها خلف شبكة نايلون طويلة منحنية قليلاً تستخدم لجمع المياه فيتم توجيه جدار شبكة النايلون نحو المحيط بحيث يمكنه التقاط أكبر قدر ممكن من الرطوبة ومن الضباب الذي يخفف أمام واجهة المحيط وفقًا لمايكل كيلين في تشيلي وبيرو، فإن الشبكة متشابكة بالمثل بين الأشجار لالتقاط الرطوبة المتاحة. تتبع العملية التي تحدث في تصميم باركس نفس مبادئ الخنفساء. يتم تجميع الماء على شاشة الشبكة وبسبب شكله وتوجهه العمودي، فإن المياه تعمل بشكل طبيعي أسفل الشبكة في نظام مزراب يقع في أسفل الشاشات. ثم يتم نقل المياه من خلال المزاريب في صهاريج كبيرة تبقي المياه في برودة مناسبة .

تابع: جدول (٣)

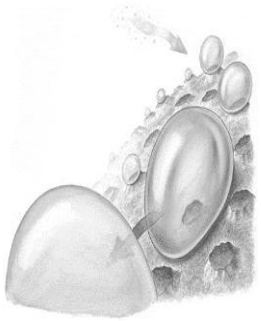


الشكل(٩) يوضح كيفية محاكاة المبنى للخنفساء فى تجميع المياه وتخزينها فى مزراب

تقليد خنفساء الصحراء الناميبية ستينوكارا :الخنفساء تعيش في الصحراء مع هطول الأمطار إنها قادره على التقاط الرطوبة من الضباب المتحرك السريع الذي يتحرك فوق الصحراء عن طريق إمالة جسمها إلى الريح فتتشكل القطرات على سطح مائل ثم تتجمع الماء بالتناوب على ظهر خنفساء وجناحيها وتتدحرج في فمها فتم محاكاة هذه العملية عن طريق تجمع قطرات الندى على الاسلحة المائلة ثم تتجمع قطرات الندى ثم يتم نقل المياه من خلال المزاريب في صهاريج كبيرة تبقي المياه في برودة مناسبة **وزيرى،(٢٠١٩)**



الشكل(١١) يوضح كيفية تكيف الغلاف الخارجى للخنفساء مع المناخ المحيط تحت الميكرسكوب



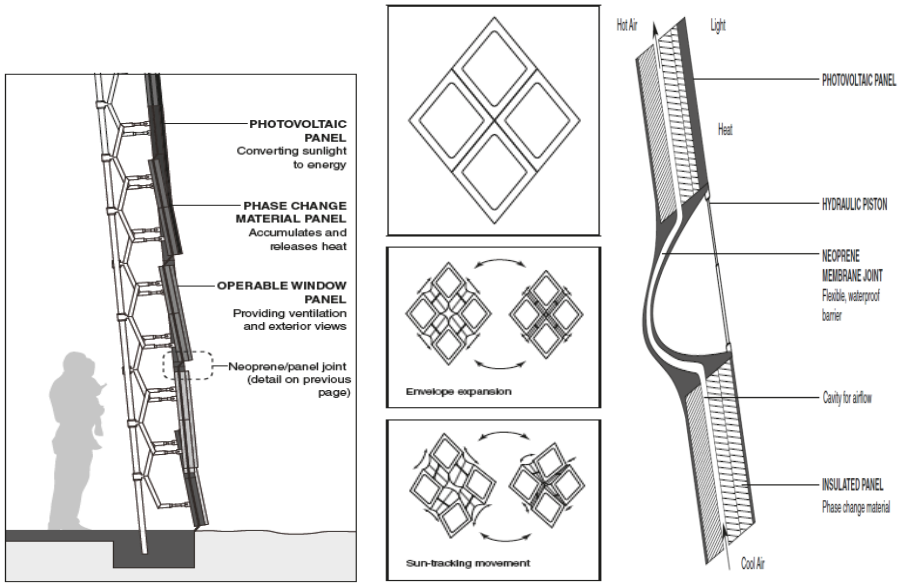
الشكل(١٠) يوضح كيفية تكيف الخنفساء مع المناخ المحيط خلال التقاط الرطوبة من الضباب

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

تابع: جدول (٣)

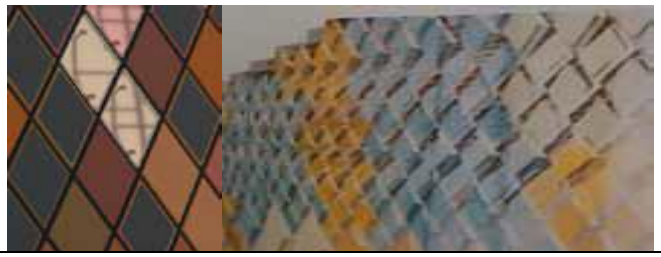
٣- مبنى .S.C.A.L.E.S	
نوع المبنى	ستوديو وسكنى
موقع المبنى	الحوض العظيم غرب الولايات المتحدة
مستوى المحاكاة	مستوى كائن حى وسلوك طبيعة بالاتجاه المباشر
المشكلة التصميمية	يقع المبنى بمناخ حار جاف صيفا وشديد الاشعاع الشمسى
الحلول البيووجية	استلهم المصمم الاستراتيجيات للسلوك الحيوى لجلد السحلية لتجنب الحرارة واشعه الشمس **وزيرى،(٢٠١٩)**
طريقة محاكاة المبنى	يركز التصميم على انشاء نظام مغلق يحافظ على الراحة البشرية اثناء الايام شديدة الحرارة فتم الجمع بين خصائص جلد السحلية وسلوكها وتطبيقها فى غلاف المبنى ، فيستخدم المبنى الواح مقسمه الى وحدات موزعة فى جميع انحاء الغلاف حيث تحتوى الواجهه الجنوبية على ثلاث انواع من الالواح (عازلة غير شفافة والواح كهروضوئية ومتحركة)حيث ان الالواح العازلة مفرغة و مملوءة بمادة متغيرة لتنظيم درجة الحرارة وجعلها مستقرة طوال اليوم والالواح كهوضوئية تلتقط اشعة شمس وتحولها الى كهربائية والالواح المتحركة تسمح بالرؤية والتهوية ويوجد بين الالواح غشاءمرن يسمح للالواح بالحركة للتهوية وامتصاص الحرارة تبعا للوقت **وزيرى،(٢٠١٩)**

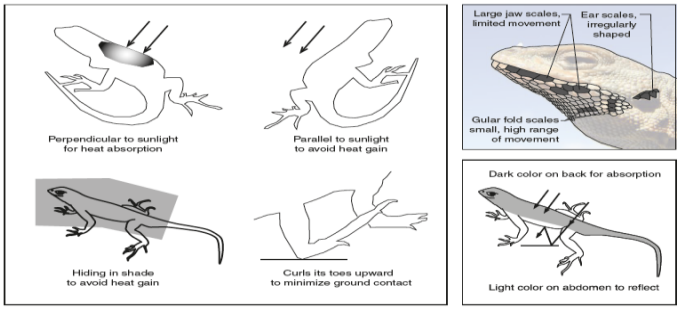
تابع جدول (٣)



الشكل(١٢) يوضح كيفية تكيف الغلاف الخارجى للسحلية مع المناخ المحيط وتوضيح الحركة الميكانيكية.

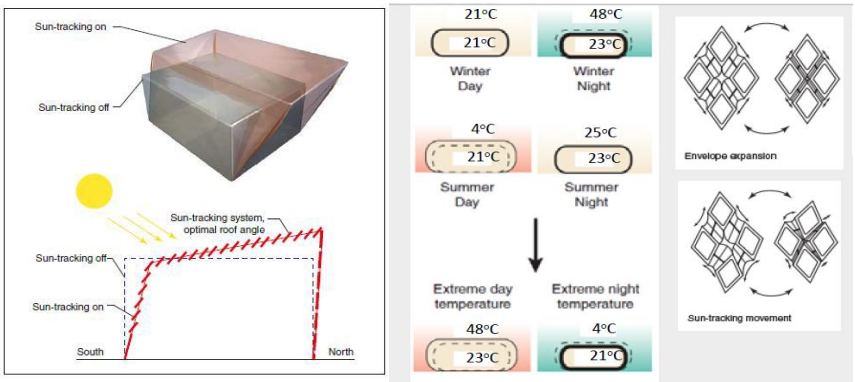
تم محاكاة جلد السحلية فى استراتيجية لون الجلد حيث ان الالوان ملونه وفقا لمسار الشمس حيث تكون الالوان فاتحه على الجانبين الشرقى والغربى لمنع الحرارة الزائدةعن طريق عكس الضوء والالوان الداكنه لامتصاص كمية وفيرة من الحرارة والضوء.





الشكل(١٣) يوضح اللون الفاتح لانعكاس أشعة الشمس اللون الداكن لكسب الحرارة

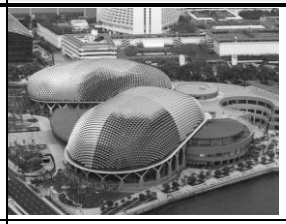
عند قياس كفاءة النظام بالمبنى لوحظ ان فى الشتاء ليلا عندما تكون درجة الحرارة فى الخارج ٤درجة مئوية يزيد حجم المبنى وتزيد درجة الحرارة ١٧ درجة لتصل ٢١ درجة مئوية فى الصيف نهارا عندما تكون درجة الحرارة فى الخارج ٤٨ درجة مئوية يتقلص حجم المبنى وتقل درجة الحرارة ٢٥ درجة لتصل الى ٢٣درجة مئوية داخل **المبنى وزيرى،(٢٠١٩)**



الشكل(١٤) يوضح تشغيل النظام فى الشتاء والصيف والنهار والليل

النتائج

- من خلال البحث تم تحليل وتقييم درجة محاكاة الطبيعة لبعض المشروعات محاكية للبيئة الصحراوية 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

اســـــم المشروع	The Esplanade – Theatres on the Bay	المركز الهيدرولوجي لجامعة ناميبيا	S.C.A.L.E.S.
شكل المشروع			
مستوى المحاكاة	يحاكى الكائن الحى بالاتجاه المباشر	المحاكاة الحيوية للعمليات على مستوى الكائن الحي المستوحى من الخنفساء	مستوى كائن حى وسلوك طبيعة بالاتجاه المباشر
المشكلة التصميمية	التحكم في الصوت ودرجة الحرارة والرطوبة	المناخ في ناميبيا شديد الكثافة وهو واحد من أكثر الأماكن جفافاً في العالم حيث لا يمثل سوى واحد بالمائة من الأراضي الصالحة للزراعة.	يقع المبنى بمناخ حار جاف صيفا وشديد الاشعاع الشمسى فيحتاج الانسان لتنظيم درجه الحرارة الداخلية للمبنى
نتيجة المحاكاة البيولوجية	تخفيض الطاقة بنسبة ٣٠٪ وتخفيض الإضاءة الاصطناعية بنسبة ٥٥٪	تم تحويل قطرات الماءالتي تم جمعها من الضباب إلى ماء صالح للاستخدام ثم تم نقل هذه المياه من خلال المزاريب في صهاريج كبيرة تبقي المياه في برودة مناسبة.	نظمت درجات الحرارة فى المبنى حيث ان فى الشتاء زادت درجة الحرارة داخل الفراغ ١٧ درجة لتصل الى ٢١ درجة مئوية وفى الصيف قلت درجة الحرارة٢٥ لتصل الى ٢٣درجة مئوية

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

- اعتماد عمارة محاكاة الطبيعة على خلق الظروف المثالية بين الانسان والبيئة المحيطة.
- إندماج الاشكال المستنبطة من الطبيعة المحيطة فى خلق بيئة عمرانية تحاكى الشكل والوظيفة.
- 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.إعتمدت محاكاة الطبيعة على أخذ الشكل من الطبيعة مع القدرة على تنفيذ الوظيفة.
- 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).
- من خلال التعاون مع علماء الأحياء يمكن للمهندس المعماري التوصل إلى تقنيات سلبية غير مدعومة ميكانيكيا. وبالتالي فإن المصمم يحل مشكلة التصميم التي عادة ما تستهلك طاقة وموارد طبيعية أو تساهم في انبعاث غازات الدفيئة بتقنيات سلبية حيوية إنها عملية تحتاج إلى تعاون من مختلف المجالات، والكثير من العمل البحثي ولكنها ستؤدي إلى تصميم سليم بيئيًا.

التوصيات

يوصي البحث بالآتي:

- الاستمرار في الدراسة والاستشكشاف لمجال المحاكاة البيولوجية والتعلم من استراتيجيات البيئة الطبيعية حيث أن هناك مجموعة كبيرة متنوعة من النباتات والحيوانات الصحراوية المحلية في المناخات الحارة التي تقدم مصادر للإلهام لحل مشاكل تصميمية عديدة.
- يجب أن يتعامل المهندسين والمعماريين مع المباني على أنها جزءاً من نظام حي واستخدام البيئة لوضع أهداف لحلول تصميمية من خلال التجربة والخطأ أن تكون المباني مساهمة

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

مع البيئة ومستجيبة للنظم الإيكولوجية والنظم الاجتماعية، بدلاً من أن تكون مباني جامدة لا تستجيب للبيئة وتعمل ضد النظام البيئي.

- يجب أن يكون المهندس المعماري قادراً على دمج مفاهيم من الطبيعة في التصميم بدلاً من مجرد نسخ الكائنات الحية وتقليدها .ويكون الهدف التحسن من النظام البيئي والاقتصاد وعلم الجمال والراحة النفسية وكل مايتطلبه العصر من استخدام هياكل أخف ومواد بيئية نظيفة غير مكلفة والحفاظ على الطاقة .كأنه يخلق لغة معمارية جديدة اعتماداً على مفاهيم البيئة الطبيعية.

المراجع

قاعدة بيانات معتمدة عن ظواهر الطبيعية (AskNature.org)

منظمة دولية للدعوى لمحاكاة الطبيعة(Biomimic.org)

وزيرى، يحى ،(٢٠١٩)، كتاب"الابداع المعمارى بين التجديد والتجريب"

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

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

Benyus ,others,(1997). "Innovation inspired by nature" published by Harper Perennial.

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

Chris,others,.(2002) Evaluation of LEED Using Life Cycle Assessment Methods, Center for Sustainable Systems University of Michigan, Ann Arbor, MI

Hosny, I. (2015)"Biomimicry Innovative Approach in Interior Design for Increased Sustainability, American International Journal of Research in Formal, Applied & Natural Sciences, 10(1).

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

https://biomimicry.net/thebuzz/resources/designlens-essential-elements/last accessed (2/6/2019)

https://biomimicry.org

Lugbenga, others.(Sep. – Oct. 2013) "Biomimetic Materials in Our World. Department of Pure and Applied Chemistry," Ladoke Akintola University of Technology, IOSR Journal of Applied Chemistry.

Mansour, H.(2010) A 21st Century Design Strategy Integrating with Nature in A Sustainable Way, Master Thesis, BUE – FISC-12.

Mazzoleni, I. (2013) Architecture Follows Nature-Biomimetic Principles for Innovative Design (Vol. 2). Crc Press.

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 and Architecture", Prayer Publishers, INC., New York.

The China National Aquatic Center, 2007. Box of bubble. Ingenui Issue 33 December

Vincent,others.(2006) Biomimetics - its practice and theory. Journal of the Royal Society Interface, April

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

Zari,Pedersen. (2009) Biomimetic approaches to Architectural design for increased Sustainability. School of Architecture, Victoria University, PO Box 600, Wellington, New Zealand.

BIOSIMULATION AND ITS IMPACT ON THE THERMAL COMFORT OF BUILDINGS

Gehad Gh. Ibrahim [(1)]; Mohsen A Al-Hanawi [(2)]; Ahmed Al-Kurdi And Hisham A. Mohamed

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

ABSTRACT

Biomimic is one of the applied sciences that works to solve human problems by studying natural designs, systems and processes, by delving into nature and learning from it how to respond to environmental changes and problems from which we can learn how to solve the problems we face today (such as energy depletion, human resources and global warming..) It was necessary to find quick and effective solutions to the problem of that consumption while at the same time obtaining the requirements of thermal comfort for users, new architectural trends (biomimic) seeking to reach an internal environment that is thermally comfortable for humans while committing to the rationalization of energy consumption and maintain The desert environment is considered the suitable environment for study where the desert environment is characterized by the presence of many living organisms that have the ability to adapt to the environment and deal with it internally and externally, it has a unique strategy in adapting and responding to the variables of the hot climate, especially in It is about avoiding thermal acquisition from the outside and its

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

ability to lose heat, raise its internal temperature and protect its bodies with good insulation.

Keywords: Biomimic - Levels of Nature Imitation **-** outer casing of buildings