كلية الفنون الجميلة بالقاهرة
مجلة الفنون والعمارة للدراسات البحثية
JOURNAL OF ART & ARCHITECTURE RESEARCH STUDIES
جامعة حلوان HELWAN UNIVERSITY
هبه الله حمدي محمود – JAARS المجلد الأول. العدد ٢. ديسمبر ٢٠٢٠

مفهوم البايوميمكري من منظور العمارة الداخلية

BIOMIMICRY CONCEPT FROM INTERIOR ARCHITECTURE VIEW

هبة الله حمدي محمود
قسم العمارة الداخلية – كلية الفنون الجميلة – جامعة المنصورة، جمهورية مصر العربية

Heba-Tallah Hamdy
Interior Design, Faculty of Fine Art, Mansoura University, Egypt

hebahamdy@mans.edu.eg

الملخص

يتناول البحث مفهوم البايوميمكري (Biomimicry) كأحد المفاهيم الحديثة نسبيا والذي حقق نجاحا ملموسا في العديد من المجالات؛ تباينت تلك المجالات في استخداماتها لمفهوم البايوميمكري من حيث الدراسات البحثية والاستفادة العملية. ويهدف البحث المساهمة في تحقيق مزيد من الإيضاح لمفهوم البايوميمكري فيما يخص العمارة الداخلية. فبالرغم من أن تخصص كل من العمارة والعمارة الداخلية لا يحتلان مجال الصدارة في هذا المجال ألا أنه بحكم طبيعتهما وارتباطهما اليومي والمباشر بالإنسان فإنهما أكثر التخصصات التي تمتلك القدرة علي توصيل الرسالة وإحداث الانطباع وإظهار المفهوم.

وجاءت المشاركة بهذا البحث من منظور العمارة الداخلية، من خلال انتقاء مجموعة من النقاط والجوانب الهامة تتلخص في التعرف علي مصطلح البايوميمكري والمصطلحات المتداخلة معه، واستعراض بعض التطبيقات المنفذة في كل من العمارة والعمارة الداخلية، وصوروأساليب الاستلهام المباشر وغير المباشر من الطبيعة، وكيفية تباين الاستلهام من الطبيعة بين الشكل والوظيفة، واستعراض العلاقة بين البايوميمكري ومفهوم المحافظة والتوافق مع البيئة. كما يتناول البحث حالة عملية تقدم صوره شاملة لجانبي العمارة والعمارة الداخلية وكيفية الاستفادة من مفهوم البايوميمكري كأحد أساليب المحاكاة والاستلهام من الطبيعة التي تقدم نماذج متميزة من الإبداع.

الكلمات المفتاحية

البايوميمكري؛ العمارة الداخلية؛ الاستلهام

ABSTRACT

Biomimicry is one of the relatively contemporary concepts with substantial success. The scientific community has numerous academic studies and practical application based on biomimicry with varying degrees of participation. Despite the limited usage of biomimicry by architecture and interior architecture as compared to other fields, architecture and interior architecture have recognized features as the direct link with human and the powerful impact to demonstrate messages from nature. This paper aims to make biomimicry concept more intelligible to interior architecture interested parties, through exploring some essential points about how the biomimicry works.

The research includes terminologies about biomimicry and some other related fields, concepts of biomimicry, some expressive applications in the field of architecture and interior architecture, models of direct and indirect nature's inspiration, biomimicry between form and function, the relation between biomimicry and environmental compatibility and protection, thus distinguishing cases with practical details about how biomimicry generates new ideas and encourages creativity.

KEYWORDS

Biomimicry; Interior architecture; inspiration.

حقوق النشر © 2020 | لمجلة JAARS

١. المقدمة

استطاع مفهوم البايوميمكري ضمن مجموعة من المفاهيم المرتبطة والمتعلقة به والتي تبحث وتعمل في نطاق المحاكاة والاستلهام من الطبيعة أن يحقق الكثير من التواجد والانتشار؛ ففاعلية البايوميمكري تكمن في قدرته غير المحدودة والدائمة على تقديم أفكار وحلول غير تقليدية للمشاكل التصميمية. وحيث ان ديناميكية التصميم في جميع التخصصات تتكون من مجموعة متتالية من المراحل تستهدف في الأساس الوصول الي تكوين الفكرة التصميمية والتي تعتبر أهم المراحل نظرا لأن بناء المراحل التالية يبني عليها. وعندما يتوفر للباحث او المصمم مستودع هائل من الأفكار يتميز بالتنوع والتطور وهو الطبيعة التي تستطيع ان تخبر وتلهم الإنسان الذي هو جزء منها كيف أن الملايين من الكائنات والموجودات يواجهون البقاء والعيش ويستطيعون التغلب على كثير من التحديات التي يواجه الإنسان الكثير منها. ونظرا لأهمية واتساع نطاق مفهوم المعرفة المبنية على خبرات الطبيعة فهناك حاجة ماسة تستلزم إيجاد آليات دائمة ومتطورة لاستيعاب أكبر قدر ممكن من هذه الأفكار. فتصميمات العمارة الداخلية التي تعتبر من أكثر التصميمات التي تستهدف في أولوياتها راحة المستخدمين وتقديم مردود جمالي بجانب تحقيق المهام العملية والوظيفية للفراغ ومحتوياته، هي من أكثر المجالات التصميمية احتياجا لاستلهام ومحاكاة الطبيعة. وتتجسد براعة المصمم في قدرته على استخدام خبراته وتجاربه في إحداث التفاعل المطلوب بين ما تملكه الطبيعة من إمكانيات وما يتطلبه التصميم الداخلي من احتياجات؛ وهو ما يستلزم درايته بكثير من القوانين التي تحكم هذه الكائنات، والنظم التي تسير حياتها، والأهداف التي تسعي لتحقيقها، مما يمكنه استلهام أكثر الحلول الملائمة للمشاكل التي يواجهها وكيفية اسقاطها على الواقع العملي الذي ينفذه.

١,١ مشكلة البحث

وجود صعوبات يواجها مصممي العمارة الداخلية في اجتياز الأفكار التقليدية في التصميم رغم وجود مفاهيم كالبايوميمكري تقدم أفكارا لا حصر لها من التنوع والإبداع.

١,٢ الهدف وأهميته في مجال العمارة الداخلية

تعظيم الإستفادة من مفهوم البايوميمكري لتدعيم ملكات الإبداع والإبتكار بما تملكه الطبيعة من نماذج وأفكار.

١,٣ منهجية البحث

اعتمد البحث على كل من المنهج الاستقرائي والمنهج الوصفي من خلال آلية إيجاد الحلول لمشكلات التصميم الداخلي التي تتبني مفهوم البايوميمكري، والتعرض لبعض النماذج المستوحاة من الطبيعة، كذلك التعرض لمجموعة من المصطلحات والمقارنات والمجالات المرتبطة بمفهوم البايوميمكري، وتحليل حالة عملية بقدر من التفصيل.

١,٤ الدراسات السابقة والمرتبطة بالموضوع

بحث بعنوان (تأثيرات الطبيعة على تصميمات العمارة الداخلية) (Nature Influences on Architecture Interior Designs)، ركز هذا البحث على نماذج من الاستلهام من الطبيعة ممثلة في مجموعة مختارة ومصنفة طبقا لفنون العمارة عبر التاريخ (العمارة المصرية القديمة – العمارة الإسلامية -عمارة الحداثة – عمارة ما بعد الحداثة) وتطور عمليات الاستلهام عبر الزمن من خلال (الشكل- الفراغ- الوظيفة- المواد – معالجة الأسطح – المواد المستخدمة- الأثاث) ، مع إجراء مجموعة من المقارنات بين هذه النماذج حول أساليب الاستلهام من الطبيعة وتأثيرها علي التصميمات المختلفة (El- Ghobashy 2016) .

بحث بعنوان (تطبيقات لاستخدام البايوميمكري في تصميم المباني) (Application of Biomimicry in Building Design)، تناول البحث الأساليب المختلفة في استخدامات البايوميمكري وتعرض لمجموعة من التطبيقات المنفذة بمفهوم البايوميمكري ومستويات للاستلهام والمحاكاة (مستوي الكائن أو العضو- مستوي السلوك – مستوي النظام البيئي للكائن). وتناول البحث وكيفية توظيف البايوميمكري كوسيلة فعالة للمحافظة على البيئة وتحقيق مفاهيم الاستدامة (Dash 2018).

بحث بعنوان (علم البايوميمكري وأليات التصميمية في الفضاء الداخلي للمتحف المحاكي للطبيعية)، تناول البحث تحليل لمستويات الاستلهام والمحاكاة الثلاث (مستوي الكائن او العضو- مستوي السلوك – مستوي النظام البيئي للكائن) مع توضيح كيف (متحف أكاديمية كاليفورنيا للعلوم - متحف ميلووكي للفنون بميشيغان - متحف الفن الحديث في الصين) مع إيضاح كيف استعان المصمم بالأفكار المستمدة من الطبيعة (هدي ٢٠١٨).

حقوق النشر © 2020 | لمجلة JAARS

تتم هذه العمليات من حيث الشكل والوظيفة والمواد وطريقة المعالجة لكل مستوي. كما تناول البحث ثلاث نماذج من المتاحف (متحف أكاديمية كاليفورنيا للعلوم - متحف ميلووكي للفنون بميشيغان - متحف الفن الحديث في الصين) مع إيضاح كيف استعان المصمم بالأفكار المستمدة من الطبيعة (هدي ٢٠١٨).

بحث بعنوان (هندسة البايوميمكري: مجال للمفاهيم الحديثة المستوحاة من الطبيعة)، (Biomimicry Engineering: new Area of Transformation Inspired by the Nature)، تناول البحث رؤية الباحثين لمفهوم هندسة البايوميمكري وارتباطه بكل من الشكل والطراز والحجم والنظام والأساليب والعمليات المطلوبة لإيجاد حلول مشكلات التصميم المحاكي للطبيعة مع إعطاء بعض التفصيل لأساليب المحاكاة التي تخص كل من الشكل والخصائص والمفاهيم. وتعرض البحث لنماذج من المنشآت المصممة بمفهوم الاستلهام والمحاكاة من الطبيعة مثل الاستاد الأولمبي للصين المستوحى من فكرة بناء عش الطائر. كما تطرق البحث الي أسلوب وخطوات حل مشكلات التصميم عند اتباع مفاهيم الاستلهام والمحاكاة من الطبيعة، وتناول البحث تصنيف المحاكاة الي أربعة مستويات تبدأ من عمليات المحاكاة الكاملة الي المحاكاة الهامشية (Mohd 2013).

٢. مصطلح البايوميمكري والمصطلحات المتداخلة

يتواجد مصطلح البايوميمكري وسط مجموعة متعددة من المصطلحات والمفاهيم بينها كثير من التشابه والتقاطع. وحتى ينجز البحث أحد أهدافه في تقليل الغموض المحيط بالمفهوم، ويساهم في تحقيق مزيد من الإيضاح حول مفهوم البايوميمكري، رأت الباحثة أنه من المفضل أن يبتدئ البحث بعد المقدمة بمجموعة مختارة من المصطلحات القريبة من مصطلح البايوميمكري والأكثر ارتباطا بمجال العمارة الداخلية لتعطي رؤية أشمل وتصور مبدئي يساعد على تقبل وتفهم حجم البيانات والمعلومات والاعتبارات التي يفضل أن يلم بها مصممي العماره الداخلية قبل البدء في التعامل مع التصميمات التي تتبني مفهوم البايوميمكري.

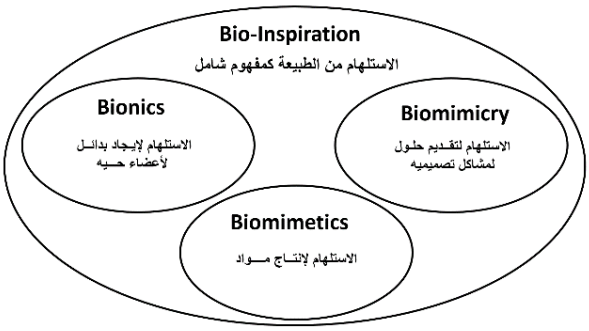
- محاكاة الطبيعة (Bio-inspired): الاستلهام من الكائنات الطبيعية بغرض استلهام البنية والتركيب او العمليات والوظائف. https://www.merriam-webster.com/
- التصميمات المستوحاة من الطبيعة (bio-inspired design): التصميمات المستوحاة من الهياكل والعمليات الموجودة في الطبيعة..https://www.merriam-webster.com/
- بايوميميكري (Biomimicry): التطبيقات والأساليب العملية للوصول الي تصميمات صناعية وتكنولوجية من خلال استنساخ النماذج والعمليات الموجودة بالطبيعة. الحكمة من توظيف البايوميمكري أن الطبيعة بالفعل قامت بتقديم الحلول للتحديات التي يحاول الإنسان حلها. https://dictionary.cambridge.org/
- بايوميميتكس (Biomimetics): دراسة المعلومات والبنية والوظائف للمنتجات من المواد مثل الحرير والآليات والعمليات مثل التمثيل الضوئي بغرض انتاجها بالأليات الصناعية كمنتجات تشابه مثيلتها في الطبيعة.

https://www.merriam-webster.com/

- العمارة الحيوية (Bio architecture): التصميمات والإنشاءات للمباني المستوحاة من النماذج الموجودة في الطبيعة https://www.yourdictionary.com/
- بايونكس (Bionics): العلم الذي يبحث في إيجاد انظمة او اجهزة تعمل كبدائل لأعضاء أو أجهزة للكائنات الحية. https://dictionary.cambridge.org/
- العمارة العضوية (Organic architecture): أسلوب معماري فلسفي يتبني مبدأ التوافق والتآلف بين مساكن الإقامة البشرية والطبيعة. https://en.wikipedia.org/wiki/Organic_architecture
- محاكاة النظم البيئية (Eco mimicry): التصميمات التكنولوجية التي تحقق الاستجابات البيئية والاجتماعية لمنطقة محليه معينة انطلاقا من المواصفات والخصائص التي تتمتع بها النباتات والكائنات الحية والنظام البيئي لهذه المنطقة. (Marshall 2007).

الشكل (١) يساعد على إعطاء صورة أبسط لأقرب المجالات والمصطلحات وأكثرها انتشارا واستخداما والتي تتماثل وترتبط بمفهوم البايوميمكري من حيث التخصصات العلمية والتطبيقات العملية، مع أهمية ملاحظة أن التباين بين هذه المفاهيم والمصطلحات نتج من اختلاف الأهداف التي ترمي إليها عمليات الاستلهام والمحاكاة.

حقوق النشر © 2020 | لمجلة JAARS

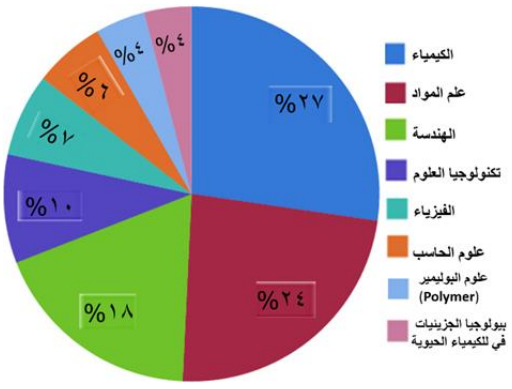


شكل١، البايوميمكري وأقرب مفاهيم الاستلهام والمحاكاة

٣. مجالات وتطبيقات البايوميمكري:

مجالات وتطبيقات البايوميمكري يتم تناولها من خلال مجالات بحثية يتركز أكثرها في علوم الكيمياء والمواد والهندسة وتكنولوجيا العلوم والفيزياء وعلوم الحاسب وعلوم البوليمير (Polymer) وبيولوجيا الجزيئيات في الكمياء الحيوية. ويلاحظ أن نسب المشاركة تتفاوت بدرجة كبيرة طبقا لمدي توافق التخصص مع مفهوم البايوميمكري ومدي جدية واهتمام العاملين في هذا التخصص. ويلاحظ أن مشاركة مجال العمارة الداخلية يدخل ضمن مجالي الفنون والهندسة (شكل٢) ، كما يلاحظ أن معدل التغير والنمو في كل من الأبحاث والتطبيقات المتعلقة بمفهوم البايوميمكري سريع جدا نظرا للنجاحات التي تم تحقيقها ، بالإضافة الي تنامي القدرات البحثية والتكنولوجية (شكل٣) التي تمكن الباحثين والمصممين من إنجاز العديد من التطبيقات إعتمادا علي هذا المفهوم بدقة أكبر وفي زمن أقل. ومن الناحية الاقتصادية والمالية، فإن الاستثمار التكنولوجي في مجال البايوميمكري يعد في كل من الاتحاد الاوربي، اليابان والولايات المتحدة الأمريكية هو استثمار المستقبل الذي يبشر بأرباح متزايدة. وعلي وجه الخصوص فإن شركات مثل فورد (Ford)، جنرال إلكتريك (General Electric)، هيرمان ميلر (Herman Miller)، إتش بي (HB)، أي بي أم (IBM)، نايك (Nike) تتعاون وتجري إتفاقيات مع العلماء ومراكز ومعامل التصميم لاستكشاف تصميمات مستوحاة من الطبيعة غير مألوفة. وبلغ حجم السوق في مجال البايوميمكري بين عامى ٢٠٠٥ و٢٠٠٨ المستثمر في مجال المنتجات والانشاءات التي تطبق مناهج المحاكاة والاستلهام من الطبيعة ١,٥ بليون دولار، ويتوقع خبراء ومحللي المشروعات الصناعية ان المنتجات والخدمات في مجال البايوميمكري سوف تزيد الي ترليون دولار بحلول ٢٠٢٥ وذلك في والولايات المتحدة الأمريكية وحدها، وتوقعات بتوفير ١,٦ مليون فرصة عمل.

شكل٢، المجالات الرئيسية لتطبيقات البايوميمكري
Hwang 2015



شكل٣، نسب أبحاث البايوميمكري بالتخصصات العلميه
Chakrabarti 2019

٤. العماره الداخليه ومفهوم البايوميمكري

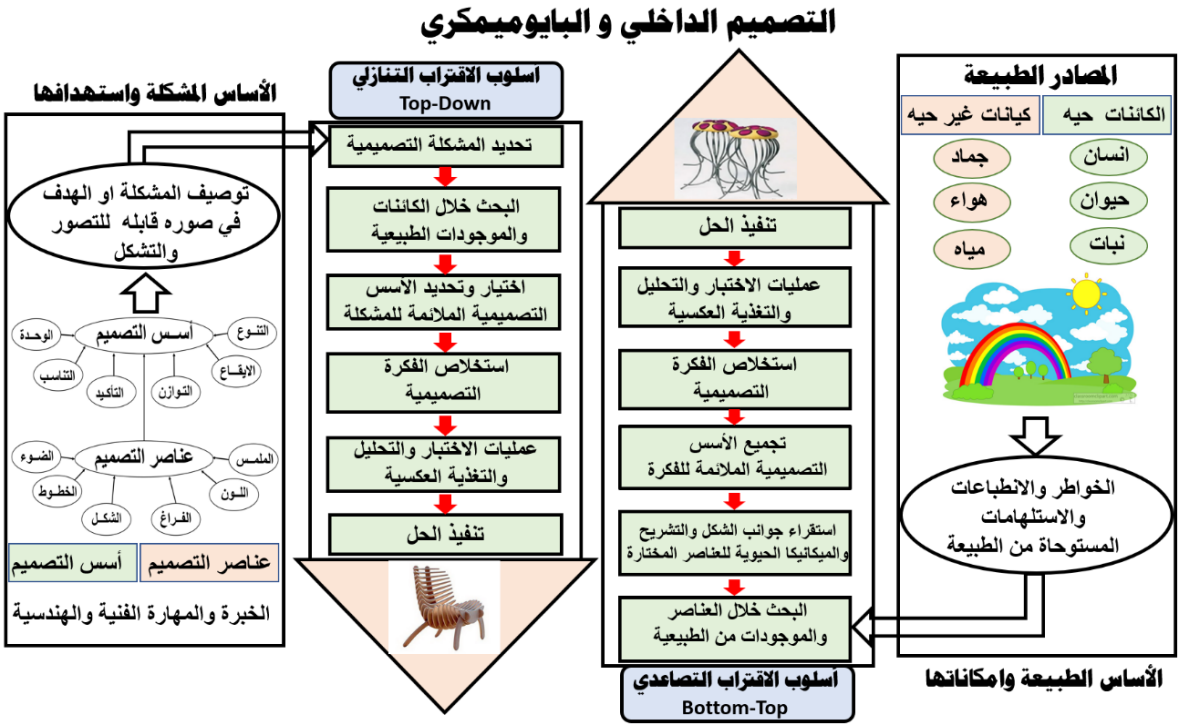
بالرغم من ان مصطلح البايوميمكري يعد أحد المصطلحات الحديثة فإن مرجعيته الحقيقية باعتباره وسيلة للاستلهام وحافزا على الابداع والابتكار تعود الي نشأة الإنسان، فمنذ ان خلقه الله وجعله في هذه الأرض كانت الطبيعة

حقوق النشر © 2020 | لمجلة JAARS

المحيطة بالإنسان هي المحرك الأساسي لتنمية وعيه واستثارة مداركه، ومعرفة اصل الكلمة يساهم كثيرا في بناء صورة عن المفهوم، فهي كلمه ذات اصل يوناني تتكون من مقطعين (الحياه Bios=life - محاكاة Mimesis=imitate) ، وقد قامت الباحثة وباستلهام ما استخلصته مما اطلعت عليه من الدراسات السابقة وخصوصا (from problem to biology-from biology to application) (Gohen 2016: 22-26 واسقاطه علي مدخلات ومخرجات العمارة الداخلية (شكل٤) بتكوين تصور يبسط العلاقة بين العمارة الداخلية و مفهوم البايوميمكري ، فأي عملية تصميمية تخص العمارة الداخلية وتستهدف الاستفادة من مفهوم البايوميمكري فلابد لها ان تتوجه من خلال أحد مسارين،

المسار الأول: وجود فكرة الأساس فيها هدف مطلوب تحقيقه او مشكلة مطلوب حلها، وفي هذ المسار يقوم المصمم بما يمتلكه من خبرات ومهارات فنيه و استخدام لأدواته من عناصر التصميم واسس التصميم في تحديد المطالب والاحتياجات، وتوصيف الهدف والمشكلة في صوره قابلة للتصور والتشكل حتي يؤهلها ويعدها لإيجاد مرجعية لها من المصادر الطبيعية ثم يقوم بتحليل ودراسة المصدر الطبيعي الذي تم اختياره لاستلهام واستخلاص الحل من خلاله.

المسار الثاني: القراءة الدائمة لمصادر الطبيعة والتقاط الأفكار التي توحي بها عناصرها ليقوم المصمم بتحليلها ودراستها واسقاطها على أحد المشاكل المطلوب حلها والتي تتناسب وتتوافق مع يمتلكه العنصر الطبيعي من مقومات.



شكل٤، علاقة البايوميمكري بالعمارة الداخلية (بتصريف من الباحثة)
Gohen: 2016

٥. البايوميمكري بين الشكل والوظيفة

معظم الدراسات التي تستمد افكارها من مفهوم البايوميمكري من خلال المحاكاة والاستلهام في مجال والعمارة الداخلية وكذلك التطبيقات والمنتجات المعاشة في الواقع الفعلي تعطي للشكل اسبقية، ورغم أن الشكل على وجه العموم يمثل عنصرا جوهريا وخاصة في مجال التصميم الداخلي الذي يعد المظهر والجمال فيه أحد اهم أهدافه.

كما أن هناك فراغات بحكم طبيعتها وبحكم نوعية الأهداف التي تسعي الي تحقيقها كرياض الأطفال ودور الملاهي تستلزم علي المصمم ان يعطي للجانب الشكلي والجمالي أسبقية، فعلي سبيل المثال تم تصميم منزل على شكل فيل ضخم في مدينة نيو جيرسي يبلغ ارتفاعه ٦٥ قدم (شكل ٥)، ورغم ان استخدامه الحالي يستهدف السياحة في

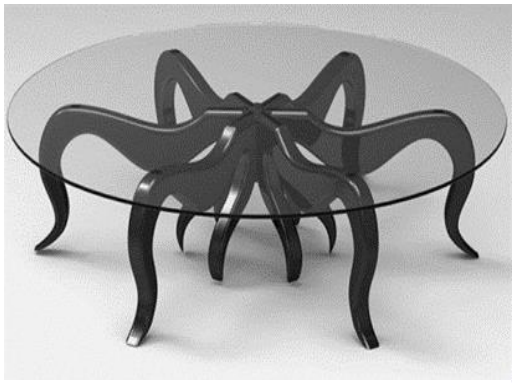
حقوق النشر © 2020 | لمجلة JAARS

فتـرات محـدودة جـدا ألا أن التصـميم يميـل فـي الاسـاس الـي الجانـب الشـكلي والجمـالي. ويقـدم (شـكل ٦) أحـد صـور عناصـر العمـارة الداخليـة التـي تميـل الـ ي جانـب الشـكل علـى حسـاب جانـب الوظيفـة، فالمقعـد رغـم تحقيقـه الجانـب الجمـالي المسـتلهم مـن اشـكال الزهـور فـان الجانـب الـوظيفي قـد يكـون غيـر محقـق بصـورة مرضـية. وغالبيـة التصـميمات تحتـاج الـي تحقيـق مفهـوم الوظيفـة باعتبارهـا الأسـاس فـي معظـم الأهـداف التصـميمية فمـن المهـم ان يكـون هـدف المحاكـاة او الاسـتلهام ايجـاد تصـميم يقـدم منـتج لـه مـردود عملـي فعـال وكـلا من(شـكل ٧) و(شـكل ٨) يقـدمان نموذجـان للاسـتلهام الـوظيفي، وعمومـا فـإن التصـميم المثـالي هـو التصـميم الـذي يسـتطيع ان يـوائم بـين الشـكل والوظيفـة وتحقيـق التوافـق بينهمـا وبالشـكل الـذي يـتلاءم مـع كـل حالـة، وهـو مـا يمكـن ان نطلـق عليـه الـنمط الـواعي للمحاكـاة والاستلهام، وعلي وجه العموم فان كل مكونات الطبيعة قد منحها الله الجمال الشكلي بجانب الأداء الوظيفي،

فمـن حيـث الشـكل تـوفر الطبيعـة للمصـمم كـم لا نهـائي مـن الاشـكال فعلـي سـبيل المثـال تتشـكل الغالبيـة العظمـي مـن الكائنـات مـن منظومـات تأخـذ تـارة اشـكال التفـرع وتـارة اخـري التعـرج ومنهـا الشـكل الكـروي والسداسـي وهكـذا، ويسـتطيع المصـمم ان يسـتنبط مـن الجـزء كمـا يسـتطيع ان يسـتنبط مـن الكـل، واذا انتقلنـا إلـي جانـب الوظيفـة فلكـل كـائن سـواء كـان كائنـا حيـا أوغيـر حـي وظيفـة أو عـدة وظـائف تتضـمن مجموعـة مـن الآليـات والأنظمـة والتركيبـات التـي يسـتطيع مصـمم العمـارة الداخليـة محاكاتهـا والاسـتلهام منهـا، فالكائنـات اسـتطاعت مواجهـة ظـروف معيشـتها وبقائهـا علي مدار حقب زمنية طويلة بما وهبها الخالق من هذه الخواص والصفات الجمالية والوظيفية.

شكل٥، منزل على شكل فيل
Alarabiya: 2020

شكل٦، مقعد على شكل ورده تعبر عن الجانب الجمالي
Hayatouki: 2020



شكل٧، منضدة على اخطبوط تعبر عن الجانب الوظيفي
marvelbuilding: 2020

شكل٨، الاستلهام من خلايا عسل النحل
Strongproject: 2014

٦. البايوميمكري والاستلهام المباشر وغير المباشر

تتطلـب عمليـة تقيم معـدل التقليـد والمحاكـاة فـي مقابـل معـدل الاسـتلهام ضـرورة وضـع نسـب تصـنف التصـميمات التـي تسـتهدف المحاكـاة والاسـتلهام مـن الطبيعـة. ويجـب عنـد قيامنـا بـإجراء عمليـة التصـنيف وضـع معـايير ومرجعيـات تشـكل المحـددات التـي يبنـي عليهـا التقيـيم، وتعتبـر العناصـر الآتيـة أكثرهـا موضـوعية: درجـة الابـداع (creativity) - المفهـوم (concept) - المقيـاس (scale) - المـواد (material) - الشـكل الجمـالي (aesthetics) - معـدل الأمـان

jaars-fa.helwan.edu.eg
حقوق النشر © 2020 | لمجلة JAARS

(safety) - الوظيفة (function) -الشكل (shape) - اللون(color)، وهي نقطة بحثية تحتاج لبحث كامل علي الأقل حتى يمكن استخلاص نتائج موضوعيه. وتم تصنيف درجات المحاكاة والاستلهام طبقا (Mohd 2013)، (جدول١)، التي قدمتها ندوة هندسة الأعمال والتطبيقات الصناعية (BEIAC)، حيث قسم هذا التقييم المعيار الي أربع فئات لتقريب المفهوم وتبسيط التصور، ولكن في الواقع الفعلي هي عشرات الدرجات فكلما كانت الفكرة التي تم محاكاتها او استلهامها من الطبيعة مماثله لتصميم كائن او عنصر طبيعي وكانت عن طريق التقليد الصريح كانت المحاكاة كامله. وفي كثير من الاستخدامات يكون اختيار المحاكاة والاستلهام المباشر هو الاختيار النسب إذا توافرت في الكائن او العنصر من حيث شكله او وظيفته او كليهما معا أفكار تتوافق وتتطابق مع الاهداف التي يسعي المصمم تحقيقها وتوفيرها المستخدمين، بينما تظهر قيمة الإستلهام الغير مباشر في كونه صوره مميزه من صور الأبداع تبين قدرة المصمم علي اقتباس ما هو بحاجه اليه ليسقطه على تصميمه.

جدول (١)، التصنيف طبقا لنسب المحاكاة

النسبة	٠-٢٥٪	٢٦٪-٥٠٪	٥١٪-٧٥٪	٧٦٪-١٠٠٪
الفئة	محاكاة هامشيه	*محاكاة* متوسطه	*محاكاة* سأئده	*محاكاة* كامله

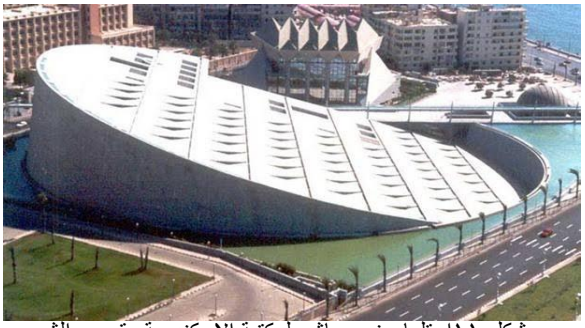
(Mohd ٢٠١٣)

وفي تصور اخر لأساليب الإستلهام المباشر والغير مباشر تم تبسيط العلاقة بين المصدر وبين التصميم المستهدف باختصارها في ثلاث مسارات (approaches)، هي النسخ المباشر من المصدر- التجريد ومحاكاة الأفكار المطلوبة – الإستلهام باستنباط أفكار مماثله (شكل٩)، (Shahda ٢٠١٤).

شكل٩، انماط المحاكاة والاستلهام
Shahda ٢٠١٤

والشكل (١٠) لتصميم معماري بمنطقة Bathurst بجنوب أفريقيا وهي المنطقة التي تشتهر بإنتاج الأناناس يمثل نموذج من نماذج المحاكاة والاستلهام المباشر والمبني بارتفاع ٥٦ قدم ويتكون من طابقين يحتوي الطابق الأول علي متحف للمنطقة ومعرض لمنتجات الأناناس والدور الثاني علي قاعة احتفالات ويمثل هذا التصميم عملية التقليد الصريح. والشكل (١١) لمكتبة الإسكندرية

شكل١٠، محاكاه مباشره من فاكهة الاناناس
ttnotes: 2020



شكل١١استلهام غير مباشر لمكتبة الإسكندرية وقرص الشمس
Sis: 2020

حقوق النشر © 2020 | لمجلة JAARS

والتي تم استلهام الفكرة الرئيسية لها من قرص الشمس" تظهر المكتبة على شكل قرص دائري مائل. وترمز هذه الصورة الي قرص الشمس البازغ. وقد كان لقرص الشمس أصداء عديده في الاساطير المصرية القديمة، فتلائم فكرة قرص الشمس البازغ مع فكرة ظهور مناره جديده للعلوم والمعرفة"، (إسماعيل ٢٠٠٧) ويظهر في هذا التصميم ان عملية الاستلهام هي عمليه رمزيه.

٧. البايوميمكري والتوافق والمحافظه علي البيئة

الإستلهام من الطبيعة يذكر المصمم دائما بدقة وإبداع وجمال الطبيعة في الحفاظ على توازنها وتحقيق الاستمرارية لعناصرها التي تتوافق فيما بينها بما يحقق الراحة للكائنات وتأدية الوظائف المكلفة بها هذه العناصر. فعلي سبيل المثال لا الحصر، تعتمد الطبيعة بشكل أساسي على أشعة وضوء الشمس والطبيعة تحقق التكامل بين إشكالية التصميم الشهيرة بالتوافق بين الشكل والوظيفة، كما أن الطبيعة تعيد تدوير مصادرها من الطاقة (recycling)؛ وطالما أن مفهوم البايوميمكري ينطلق من محاكاة وإستلهام الطبيعة فيجب ان يكون تصميماته متناغمة مع الطبيعة وتحقق التوافق والمحافظة على البيئة. وهذه التصميمات أمامها تشكيلات لانهائية من التنوع لتصميمات العمارة الداخلية سواء ما يخص الحيزات الخارجية أوالحيزات الداخلية، ويمثل الشكل (١٢) تصميم جناح مفتوح على هيئة (سرادق) يطلق عليه (Began Wood Pavilion) بجامعة شتوتغارت بألمانيا صمم بأستلهام من هيكل صدفة السلحفاة، كما يمثل الشكل (١٣) كافتيريا بمدينة بومباي بالهند يطلق عليها (The Tote) صممت أعمدتها وسقفها على شكل شجرة، وتميز كل من التصميمين بقدر كبير من التوافق مع البيئة.

شكل١٢، سرادق مستوحى من صدفة السلحفاة

Parametric: 2019

شكل١٣كافيتريا مستوحاة من الشجر

Formakers: 2020

٨. البايوميمكري ونماذج من العمارة الداخلية

تتعدد أنواع الأستلهام والمحاكاة في التصميمات المختلفة لمجال العمارة الداخلية بغرض إيجاد حلول لمشاكل التصميم، ويتميز مجال العمارة الداخلية عن غيره من المجالات أنه يعالج مجموعة غير متناهية من المفردات. ومن المهم مراعاة أن تتناسب عملية الاستلهام للعنصر المراد تصميمه مع الحيز الذي يشغله هذا العنصر، ومكان تواجده، وهل هو جزء من الفضاء الخارجي كالأفنية والحدائق الخارجية؟ أم الفضاء الانتقالي كالمداخل؟ أم أحد الفضاءات الداخلية بتخصصاتها المختلفة؟ كما يجب مراعاة التنوع الديموغرافي للمستخدمين، والتوافق مع المحيط المعماري. ولتحقيق أكبر استفادة ممكنة من مفهوم البايوميمكري لصالح مجال التصميم الداخلي، يجب تناول الموضوع باعتباره عملية توازن وتفاعل بين جانبين: الجانب الأول المجموعة الهائلة من الاختيارات اللانهائية من الموجودات الطبيعية، والجانب الآخر هو أسس وعناصر ومفاهيم التصميم الداخلي؛ وهذا يتطلب من مصممي العمارة الداخلية قبل البدء في العملية التصميمية، إستدعاء آليات غير تقليدية تتناسب مع الفكرة التصميمية. والنماذج الآتية تعطي مؤشر مختصر لبعض التطبيقات في مجال العمارة الداخلية المبنية على مفهوم الإستلهام والمحاكاة.

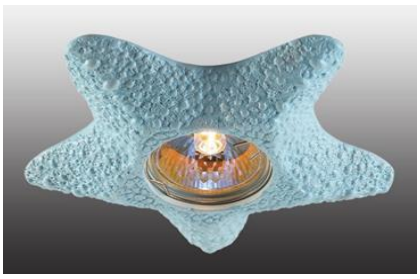
١,٨ الاضاءة

تخطيط الإضاءة يشكل عامل حاسم في نجاح التصميم الداخلي ككل، فتصميم وحدة الإضاءة من حيث الحجم والشكل ونوعية الإضاءة التي تقدمها يؤثر تأثيرا مباشرا على راحة المستخدمين وعلى نجاحهم في القيام بوظائفهم،

حقوق النشر © 2020 | لمجلة JAARS

وهي أحد تطبيقات العمارة الداخلية التي تظهر تجاوب سريع مع مفهوم البايوميمكري فهناك العديد من النماذج المستمدة من الطبيعة فالشكل (١٤) يمثل وحدة اضاءة مستوحاة من زهرة اللوتس تقدم اضاءة غير مباشرة، والشكل (١٥) يمثل وحدة إضاءه سقفية مستوحاة من الحيوان البحري نجم البحر.

شكل١٤، وحدة اضاءه مستوحاة من زهرة اللوتس
oodeea: 2013



شكل١٥، وحدة اضاءه مستوحاة نجم البحر
ar. decorexpro: 2015

٢,٨ الأثاث

الشكل (١٦) يمثل مقعد مستوحى من تصميم نبات الصبار، قام المصمم بترتيب جزوعة من حيث الحجم والتوزيع بما يسمح بإعطاء المقعد الابعاد المطلوبة للتصميم مع العلم ان نبات الصبار أوراقه تكون صغيره ضامره على حواف الجزوع. والشكل (١٧) يمثل مقعد مستوحى من السلحفاة يتمثل الجانب الجمالي فيه بدرجه أكبر من الجانب الوظيفي.

شكل١٦، مقعد مستوحى من نبات الصبار
Fashion Republic: 2019

شكل١٧، مقعد مستوحى من السلحفاة
amazon: 2020

٣,٨ إستلهام اللون

تقدم الطبيعة مجموعات لونية لانهائية كالمجموعات المستوحاة من الطيور بتشكيلاتها المتنوعة ومن أجواء البحار، وكذلك النباتات بما تتضمنه من زهور وفواكه والشكل (١٨) يبين مجموعة لونية مستلهمة من الخرشوف وكذلك التنوعات اللونية كما ان الشكل (١٩) يقدم مجموعه لونيه مستوحاة من صفحة السماء التي تعطي على مدار اليوم وطبقا لفصول العام لوحات جمالية مليئة بالتشكيلات اللونية الرائعة، ويلاحظ دقة وجمال التدرج والتوافق والتناسق.

شكل ١٨، مجموعه لونية مستوحاة من النباتات
Tasmeemme: 2020

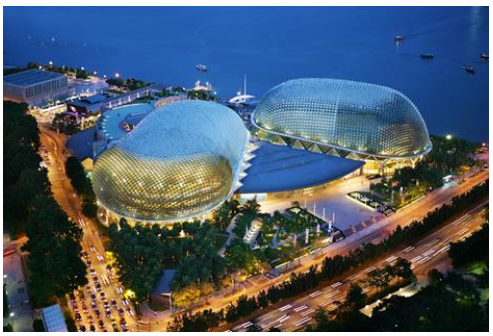
شكل ١٩،مجموعه لونية مستوحاة من صفحة
Tasmeemme: 2020

حقوق النشر © 2020 | لمجلة JAARS

٩. البايوموميكري ونماذج من العمارة

تتمتع كل من العمارة والعمارة الداخلية بقوة التأثير على العنصر البشري نظرا لارتباطهما المباشر بالحياة اليومية للبشر، ويزداد هذا التأثير عندما يتميز العمل المعماري بروح ابداعية كما هو الحال في الكثير من التصميمات التي تتبني مفاهيم الإستلهام والمحاكاة من الطبيعة. ويعد معبد اللوتس أحد التصميمات الذي ينطبق عليه هذا المفهوم حيث صمم على شكل زهرة اللوتس (شكل٢٠). فلقد تم تأسيسه عام ١٩٨٦ في نيودلهي وهو أكثر المزارات السياحية في الهند. وقد نجح التصميم في تحقيق كل من الأهداف الشكلية والوظيفية؛ فمن حيث الشكل فالتصميم يجذب الأنظار بروعة تعبيراته التي تعطي الإحساس الفوري بزهرة اللوتس، ويحيط به حمام سباحة فيعطي الإحساس بأن الزهرة تطفو فوق الماء، وله تسعة مداخل تعلو حمام السباحة ، وتظهرتقسيماته هندسية رائعة. و يمثل الشكل (٢١) تصميما لمسرح بسنجابور ماليزيا، يسمي إيسبلانيد (Esplanade) على اسم المنطقة التي يوجد بها المسرح ، ويلقب أحيانا بمسرح دوريان نظرا لاقتباس تصميمه من تصميم فاكهة الـ دوريان، وقد استخدمت البرامج والنماذج الرياضية والهندسية لتنفيذ هذا الشكل الهندسي المركب الذي يحتوي على آلاف الدروع والحواجز المجهزة بإمكانية توجيه إعتمادا علي زوايا سقوط الشمس والتي استخدمت كخلايا تكون الشكل وتعبر عن المصدر (فاكهة الدوريان).

شكل٢٠، معبد مستوحى من زهرة اللوتس
raw-magazine: 2016



شكل٢١، مسرح مستوحى من فاكهة الدوريان
igsmag: 2002

٩,١حالة عملية منزل نوتيلوس (NAUTILUS HOUSE)

قام المصمم خافير سينوسيان في عام ٢٠٠٦ بتصميم منزل يعرف باسم منزل نوتيلوس، فكرته الأساسية مستوحاة من الطبيعة وحياتها البحرية، فقد استلهم تصميم هذا المنزل من كائن (الحلزون) بما يمتلكه من جسم صدفي ذو تصميم مميز. ويمثل هذا التصميم تجربة ناجحة لأساليب المحاكاة والاستلهام من الطبيعة ويعد نموذج يمكن الاقتداء به، فقد حقق المصمم الهدف المطلوب من التصميم، فمن حيث الشكل استطاع المصمم أن يعطي الانطباع المطلوب وكأننا أمام صدفة بحرية عملاقه تشكل عمل فني رائع، يستدعي الي الأذهان مباشرة روح الحياة البحرية. ومن حيث الوظيفة، فهو تصميم صديق للبيئة ويلبي بشكل فعال مطالب التبريد والتدفئة والتهوية والحماية من آشعة الشمس، وكذلك الحماية من تقلبات الطقس، كما انه مقاوم للزلازل ، بالإضافة الي متطلبات المعيشة والراحة بما تتضمنه من الحيزات ذات الخصائص المتعددة. وقد نجح المصمم في ذلك باتباع أسلوب المحاكاة والإستلهام الواعي في فن الاقتباس للأفكار من العنصر الطبيعي وأسقطها علي تصميمه. وقد قامت الباحثة بدراسة الحالة وتجميع المعلومات الآتية:

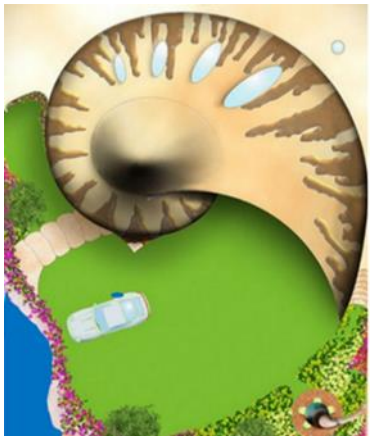
٩,٢الموقع وطبيعته

يقع منزل نوتيلوس (Nautilus House) في بلدية (Naucalpan de Juarez) في الشمال الغربي من مدينة ميكسكوسيتي بالمكسيك. المنزل محاط بمجموعة من المباني التقليدية ذات الارتفاعات العالية وذلك من ثلاث اتجاهات، أما الاتجاه الرابع وهو ما اختاره المصمم ليكون واجهة المنزل يطل على مجموعة من المناظر الطبيعية الرائعة التي تتضمن مجموعة من الجبال، مما يضيف الي جمال الإستلهام من الطبيعة بانوراما طبيعية رائعة.

حقوق النشر © 2020 | لمجلة JAARS

٣,٩ فكرة التصميم والمواد المستخدمة

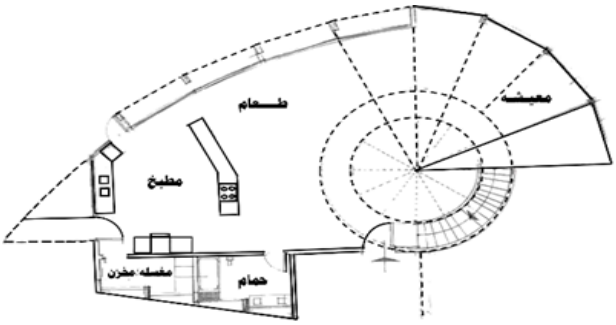
نظرا لأن التوجه الأساسي للتصميم هو الإستلهام والمحاكاة من كائن الحلزون فقد لجأ المصمم الي أسلوب يوفر له المرونة ويساعده على تكوين الهيكل الصدفي حيث ان معظم أجزاء التصميم لا تعتمد علي التوازي أو محاذاه بين كل من الأسقف والأرضيات والجدران؛ فأغلبية الحيزات تشكل مجموعة من الإطارات ذات الاشكال الدائرية والمنحنيات التي تحاكي صدفة الحلزون، اعتمد هذا الأسلوب علي مجموعة من الشبكات التي تم تكوينها من أسلاك الصلب تم تغطيتها بطبقة من الخرسانة يتراوح سمكها من٤الي٥ بوصة، وقد أعطت الخطوط الانسيابية والانحناءات التصميم، القدرة على تحقيق الهدف وأظهار الشخصية المتفردة للمنزل دون الاعتماد بشكل أساسي على وجود حوائط أو أعمدة تقليدية (شكل٢٢)، حيث تبدو الحوائط وكأنها منحوتة داخل جبل صخري، بينما تمثلت الأعمدة في المحاور الرئيسة لبنيان جسم الحلزون (شكل٢٣). كذلك وفر هذا التصميم بيئة آمنة ضد ظرف الطقس القاسية والمتقلبة، وخصصت خلفية المنزل لتكون منطقة لزراعة الأشجار والمزروعات، وهي المنطقة المواجهة لمباني المدينة التقليدية؛ بينما خصصت المنطقة الأمامية كحديقة خارجية ومدخل للمشاة ومنطقة انتظار للمركبات حتى يبقي مجال الرؤيا مفتوح امام المناظر الطبيعية. واختار المصمم النهاية المدببة التي تحاكي ما يتمتع به كائن الحلزون من شكل لتكون انسب مكان لخزان المياه .



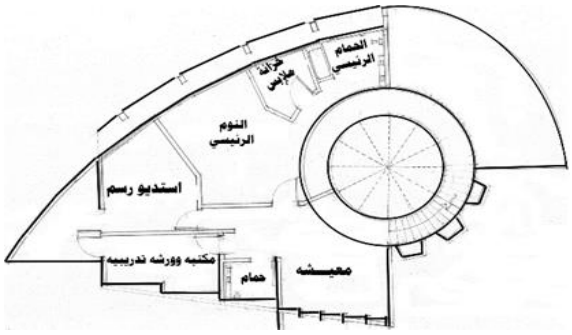
شكل٢٢، مسقط افقي
atlasobscura: 2020

شكل٢٣، قطاع راسي
atlasobscura: 2020

وتكون المنزل من طابقين رئيسين بينهما تداخل، فالطابق الأول تكون من حيزات لكل من (المعيشة- الطعام – المطبخ – حمام- مغسلة ومخزن) (شكل٢٤)، بينما تكون الطابق الثاني من (غرفة نوم رئيسية مرفق بها الحمام الرئيسي وخزانة للملابس- استديو للرسم- معيشة -حمام- مكتبة وورشة تدريبية) (شكل٢٥). ورغم التزام المصمم بهيكل كائن الحلزون، ألا انه استطاع ان يقدم معظم متطلبات التصميم الهادف، فقد قدم التصميم كل من الحيزات المفتوحة الرحبة وكذلك الحيزات المغلقة، كما وفر معظم الاحتياجات التصميمية مثل الإضاءة والتهوية بشكل جيد.



شكل٢٤، مسقط افقي للدور الاول
Pinterest:2020



شكل٢٥، مسقط افقي للدور الثاني
Pinterest: 2020

jaars-fa.helwan.edu.eg
حقوق النشر © 2020 | لمجلة JAARS

٤,٩ الواجهة

تكونت الواجهة من السلم الحجري الذي يخترق المساحة الخارجية الخضراء وصولا الي باب المنزل الذي صمم كأنه جزء لا يتجزأ من نافذة من الزجاج الملون الذي يشبه الي حد ما أسلوب نوافذ الزجاج المعشق (أحد حرف العمارة المصرية)، وتشغل هذه النافذة الحيز الأكبر من واجهة المنزل فهي تحاكي الفجوة الكبيرة لكائن الحلزون كما أنها تمثل بتصميمها المبدع عنصر جذب وجمال بصري حيث يتكون من خلايا بنائية ذات ألوان جذابة رتبت داخل مجموعات كلها تعطي تشكيلات شبه دائرية، في استلهام موفق ومتوافق مع تصميم الحلزون. كما تضمنت الواجهة الجسم الرئيس لكائن الحلزون بعد تلوينه بأشكال ودرجات متناسقة من اللون البني تحاكي ما هو موجود بالطبيعة. (شكلى ٢٦و ٢٧).

شكل٢٦، الواجهة من منظور مقابل
Hubpages: 2009

شكل٢٧، الواجهة من منظور جانبي
atlasobscura: 2014

٥,٩ التهوية

عالج التصميم مسألة التهوية بإنشاء مسارين تحت الأرض تسمح بمرور الهواء من خارج المنزل مرورا بالمسار الحلزوني الذي يشبه الدوامة؛ ونظرا لأن درجة حرارة تيار الهواء القادم من تحت الأرض يكون مغاير لدرجة الحرارة فوق سطح الارض، يقوم الهواء في فصل الصيف بتبريد وتجديد هواء المنزل عبر التيار الهوائي المتدفق البارد دافعا الهواء الساخن الي أعلي خروجا من قمة المنزل، أما فى فصل الشتاء، فيقوم تيار الهواء المتدفق الساخن بتسخين وتجديد هواء المنزل دافعا الهواء البارد خارج المنزل. وتعتمد الفكرة على التفاوت الواضح بين درجات الحرارة تحت سطح الأرض وبين فوق سطح الأرض، ففي البرد القارس يكون باطن الأرض ذات درجات حرارة مرتفعة بشكل ملحوظ عن مستوياتها فوق سطح الأرض، كما انها تكون منخفضة بشكل ملحوظ خلال فصل الصيف.

٦,٩ الإضاءة

جميع الحيزات زودت بنوافذ دائرية في الأسقف تسمح بدخول الضوء في صورة تماثل سكان الكهوف، وصممت هذه النوافذ من حيث العدد والحجم بطريقة تتوافق مع درجة الضوء المطلوب للحيز واتجاهات وزوايا دوران الشمس. كما تميز تصميم هذه الفتحات بوجود إطار خارجي زجاجي دائري قوي يستطيع أن يواجه ظروف الطقس ويوفر الحماية اللازمة لساكني المنزل، كما راعي التصميم ان تأخذ فتحة السقف شكل يشبه القطاع من المخروط بما يسمح بأن تكون حجم الدوائر المنتهية عند بطن السقف أكبر بدرجة مناسبة من الدائرة الزجاجية عند السطح مما يسمح بأكبر كمية من الضوء (شكل٢٨)، كما استطاعت نافذة الزجاج الملون التي تشغل الحيز الأكبر من واجهة المنزل أن تقدم إضاءة تحد بشكل كبير من شدة الأشعة الشمسية وتظهر روعة وجمال انعكاس الألوان على الأرضيات والحوائط (شكل٢٩).

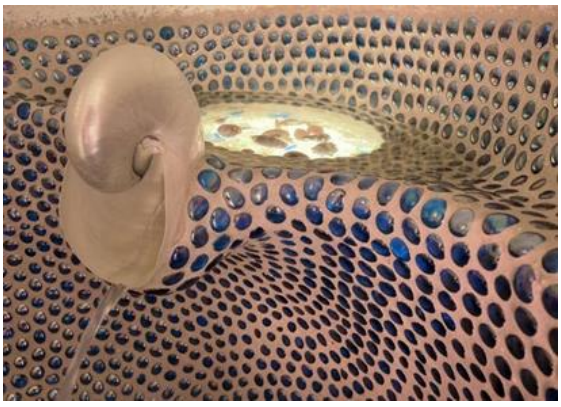
jaars-fa.helwan.edu.eg
حقوق النشر © 2020 | لمجلة JAARS

شكل٢٨، الإضاءة من خلال النوافذ الدائرية
allthatsinteresting: 2014

شكل٢٩، الظلال اللونية التي يشكلها التصميم
Theownerbuildernetwork: 2020

٧,٩ الحمام

تصميم الحمام يعطي الشعور ببيئة أعماق البحار، فقد صممت معظم جوانبه من حوائط كأنها مصنوعة من الرمال، بينما استخدمت مساحات من السراميك المشكل كبلاط الموزاييك الذي يجمع بين اللون الأصفر في خلفيته متناسقا مع طبيعة ولون الجدران رصعت مساحات السيراميك بتشكيلات ذات أحجام صغيرة كالفسيفساء(شكل٣٠)، بأشكال مختلفة معظمها دائرية باللون الأزرق الذي يعطي الإحساس وكأنها أصداف، وبما يتوافق مع البيئة البحرية، كما زود بنافذة دائرية توفر الإضاءة الطبيعية للحيز. وتميز تصميم الحمام بتدفقات المياه التي تخرج كأنها تنبع من خلال الصخور، وصمم صنبور المياه علي شكل صدفة الحلزون في رمزية لتصميم المنزل (شكل٣١)، كما صممت المرآه بالشكل الدائري في توافق مع الخطوط العامة.



شكل٣٠، الحمام والعناصر التي تحاكي الحلزون
atlasobscura: 2020

شكل٣١، الحمام والبيئة البحرية
Inhabitat: 2014

حقوق النشر © 2020 | لمجلة JAARS

٨,٩ المطبخ

خصص للمطبخ أحد الحيزات بالدور الأول مجاور لحجرة الطعام ويمكن اعتباره أحد جوانبها بدون حوائط (مطبخ مفتوح) مما يوفر سهولة الحركة بينهما، ونظرا لاتساع الحيز فهناك مجال واسع للرؤية والإحساس برحابة المكان (شكلى ٢٤ و٣٢)، كما حقق مزيد من الإضاءة والتهوية، واستطاع المصمم ان يوفق بين عدم انتظام الحيز في خطوط رئيسيه وافقيه مستقيمه وبين تسكين وتوزيع الأجهزة وأماكن التخزين المطلوبة بمايسمح بحرية الحركة دون عوائق وتحقيق أكبر استفادة من الإضاءة الطبيعية.

شكل٣٢، المطبخ
Theownerbuildernetwork: 2020

٩,٩ الأثاث وتنوع الحيزات

الأسبقية الأولي لاختيار الأثاث كانت من مختارات الحرف التقليدية المكسيكية مما يجعل المنزل متوافق مع ثقافة وتقاليد البيئة المكسيكية، كما استهدف التصميم أن تبدو معظم قطع الأثاث وكأنها جزء جسم المبني، مما يعطي الإحساس لكل من السكان والزائرين باندماجهما مع المبني وبكونهم جزء من الطبيعة كما هو ظاهر في حجرة النوم (شكل٣٣) وصالة للاجتماعات ومشاهدة التليفزيون (شكل٣٤).

شكل٣٣، حجرة نوم
theownerbuildernetwork: 2020

شكل٣٤، صالة الاجتماعات والتلفزيون
theownerbuildernetwork: 2020

١٠.الخلاصة

يحتاج مفهوم البايوميمكري والمفاهيم المرتبطة به لمزيد من الإيضاح والتحليل واستلهام ومحاكاة الطبيعة في ظل التطور والتقدم التكنولوجى الذي يعتبر من اهم مصادر إستنباط الأفكار والنظم. التعلم والاقتداء بالطبيعة يساعد الي حد كبير في حلحلة إشكالية إسبقية الشكل والوظيفة التي تكيفها طبيعة وظروف كل كائن. توجد علاقة أساسية بين مفهوم البايوميمكري كمفهوم للاستلهام

حقوق النشر © 2020 | لمجلة JAARS

والمحاكاة وبين مفاهيم التوافق والمحافظة على البيئة وتحقيق أهداف الاستدامة. أهمية ان تتضمن المناهج الدراسية لطلبة كليات الفنون الجميلة قدرا مناسبا يتناول أساليب المحاكاة والاستلهام من الطبيعة ومن ضمنها البايوميمكري والمجالات المتصلة به والمتعلقة بدراسات وتطبيقات الفنون الجميلة.

المراجع

الكتب:

إسماعيل سراج الدين (٢٠٠٧). التجديد والتأصيل في عمارة المجتمعات الإسلامية، جمهورية مصر العربية: مكتبة الإسكندرية.

نوبي محمد حسن (٢٠١٤). الالهام المعماري، المملكة العربية السعودية: جامعة الملك سعود.

Cohen, Y. & Reich, Y. (2016). Biomimetic Design Method for Innovation and Sustainability. Switzerland: Springer International Publishing

Lakhtakia, A. & Martin, R. (2013). Engineered Biomimicry. USA: Elsevier Publications.

Pawlyn, M. (2011). Biomimicry in Architecture. London: Riba Publishing.

Benyus, J. (1997). Biomimicry: Innovation Inspired by Nature. New York: Harper Collins Publishers.

الصفحات والمواقع الاليكترونية:

https://www.merriam-webster.com/
https://dictionary.cambridge.org/
https://www.yourdictionary.com/
https://en.wikipedia.org/
https://www.alarabiya.net/ar/last-page/2016/09/16بالصور-هذه-هي-أغرب-الأبنية-التي-صممت-على-شكل-حيوانات
https://www.albayan.ae/photos/2018-11-17-1.3411224
https://strongproject.com/office-furniture-blog/how-to-create-a-workspace-your-team-will-love/
https://theownerbuildernetwork.co/house-hunting/unusual-homes/the-nautilus-house/
http://hayatouki.com/living-dining-room/content/1802856
http://www.marvelbuilding.com/beautiful-table-inspired-octopus-octopus-table.html
https://parametric-architecture.com/buga-wood-pavilion-by-icd-itke/
http://www.formakers.eu/project-963-serie-architects-the-tote
https://ar.decorexpro.com/osveshchenie/lampy-dlya-podvesnogo-potolka/
http://oodeea.blogspot.com/2013/01/
http://www.fashionrepublik.com/bring-welcoming-mediterranean-magic-home/
https://www.amazon.ae/-/ar/Ottoman-للأطفال-Creative-/المعيشة-السلحفاة/dp/B087TWDGX2
https://al-ain.com/article/buildings-uae-aldar-nature
https://igsmag.com/features/architecture/a-cultural-nerve-for-singapore-esplanade-theatres-on-the-bay/
https://raw-magazin.blogspot.com/2016/11/the-lotus-temple-a-blossom-of-inspiring-architecture-in-india.html
https://www.sis.gov.eg/section/574/2384?lang=ar
https://www.atlasobscura.com/places/nautilus-house-seashell-architecture

المجلات أو المقالات المسلسلة من المواقع الإليكترونية:

هدي محمد عمر، اسيل إبراهيم محمود (٢٠١٨). علم البايوميمكري وأليات التصميمية في الفضاء الداخلي للمتحف المحاكي الطبيعية. . Route Educational and Social Science Journal, Volume 5(8) (pp. 1137- 1155). Retrieved from https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=Volume+5%288%29%2C+June+2018

Hwang, J. (2015). Biomimetics: forecasting the future of science, engineering, and medicine. International Journal of Nanomedicine, Volume10, issue1, P 5702 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4572716/

Chakrabarti, A. (2019). Research into Design for a Connected World. Smart Innovation, Systems and Technologies. Volume 134.P 90. Retrieved from https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-13-5974-3

Mohd, S. (2013). Biomimicry engineering: New area of transformation inspired by the nature. IEEE Business Engineering and Industrial Applications Colloquium (BEIAC) P479. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/261264180_Biomimicry_engineering_New_area_of_transformation_inspired_by_the_nature

حقوق النشر © 2020 | لمجلة JAARS

Shahda, M. & Elmokadem, A. & Elhafeez, M. (2014). Biomimicry Levels as an Approach to the Architectural Sustainability. Port Said Engineering Research Journal, 18(2), (pp. 117- 125). Retrieved from https://pserj.journals.ekb.eg/issue_6353_6355_.html

Marshall, A. (2007). The theory and practice of Ecomimicry. Curtin University, Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/306399880_The_Theory_and_Practice_of_Ecomimicry

Zejnilovic, E. & Husukic, E. (2015). Biomimicry in Architecture. International Journal of Engineering Research and Development: Elsevier Publications, 11(7), (pp. 75- 84) Retrieved from https://www.scribd.com/document/274379272/BIOMIMICRY-IN-ARCHITECTURE

Tavsana, F. & Sonmezb, E. (2015). Biomimicry in Furniture Design. Athens, Greece: 7th World Conference on Educational Sciences: Elsevier Publications, (pp. 2285- 2292) Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/281282496_Biomimicry_in_Furniture_Design

El-Mahdy, D. & Gabr, H. (2017). Behavior of Natural Organism as a Mimicking Tool in Architecture . International Journal of Design & Nature and Ecodynamics, 12(2), (pp. 214- 224). Retrieved from https://www.witpress.com/elibrary/dne-volumes/12/2/1574

Dash, S. (2018). Application of Biomimicry in Building Design. International Journal of Civil Engineering and Technology, 9(2), (pp. 644 - 660). Retrieved from http://www.iaeme.com/ijciet/issues.asp?JType=IJCIET&VType=9&IType=2

El- ghobashy, S. & Mosaad, G (2016). Nature Influences on Architecture Interior Designs. Procedia Environmental Sciences, 34, (PP.573 – 581). Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/302482117_Nature_Influences_on_Architecture_Interior_Designs

حقوق النشر © 2020 | لمجلة JAARS