مدخل للمحاكاة البصرية الحيوية في التصميم المعاصر من خلال محاكاة الطبيعة
Introduction to Bio-Visual Mimicry in Contemporary Design Through Biomimicry

أ.د/ عبد الخالق حسين
الأستاذ بكلية الفنون التطبيقية، قسم الزخرفة، جامعة حلوان.

أ.د/ إبراهيم الشربيني
أستاذ النانو تكنولوجي، مدير برنامج علوم النانو ومركز أبحاث علوم المواد، مدينة زويل للعلوم والتكنولوجيا، ielsherbiny@zewailcity.edu.eg

أ.م.د/ فيبي سعيد فهمي
أستاذ مساعد بكلية الفنون التطبيقية، قسم الزخرفة، جامعة حلوان، feby.andrawa@gmail.com

م.م/ منة الله صالح السيد صالح عاشور
باحثة دكتوراه - مدرس مساعد بقسم الزخرفة، المعهد العالي للفنون التطبيقية – التجمع الخامس، Mennatullah.saleh@aai.edu.eg

ملخص البحث: Abstract

يعتبر التصميم المعاصر مجالًا متطورًا يستمد إلهامه من مجموعة متنوعة من المصادر، فالطبيعة هي المعلم الروحي والمصدر الاساسي للفكر والإبداع في التصميم، وهي المُلهمة للمصمم في مختلف المجالات، وحيثُ انها لا تبيح بكل أسرارها دفعةً واحدة فإنه مع تقدم العلم دائماً ما يظهر لنا أسرار كامنة وراء الطبيعة تدعونا للتفكير وتكون مصدر أساسي للاستلهام. ولقد اختص الله سبحانه وتعالى الإنسان بالعقل لكي يتفكر ويتدبر في خلقه، وخلق الكون في نظام بيئي متكامل، وهو الأمر الذي جعل العلماء يسعوا في اكتشاف الكون وابتكار الحلول لجعله يتكيف ويتعايش في بيئة صحية خالية من التلوث ويشعر الانسان فيها بالراحة والأمان. ويُعد تزايد اهتمام المصمم بدراسة الكائنات الحية (النباتات، الحيوانات،...) الموجودة في الطبيعة، سلوكها وأنظمتها الحياتية وعملياتها الحيوية ليظهر مفهوم الاستلهام من الطبيعة Bio-Inspiration ليستلهم منها المصمم ويبدع أفكار لحل الإشكاليات التي تواجهه، ليصل إلى البيوميمكري Biomimicry والذي لا يقوم فقط على استلهام البناءات والميكانزمات والنظم بل استلهام فلسفة الأسس والقوانين التي جعلت الحياة تستمر على الأرض لملايين السنين في إطار من التطور والموائمة رغم مواصلة إفساد الإنسان للطبيعة. وقد ساهمت محاكاة الطبيعة في ارتفاع مستوى التكنولوجيا الجديدة المستوحاة من الحلول البيولوجية على المستويين الماكرو والنانو. وهكذا بدأ البشر في الطبيعة بالحصول على إجابات للمشاكل طوال الحياة. فالعصر الحالي هو فترة زمنية مميزة تتزامن فيها تطور وتحاور العلوم والمجالات المختلفة الي ايجاد تقنيات تكنولوجية تمكن المصمم من محاكاة الطبيعة والعمليات المعقدة التي لم يكن قادر علي تحقيقها من قبل. أدي الى اتجاه العالم نحو ربط العلوم والهندسة والتصميم والفن مع الاستدامة البيئة، ليعيش الإنسان في بيئة مكانية متوائمة ومتكيفة بيئياً.

النتائج: للمحاكاة البصرية دور أساسي في استكشاف مجموعة من القيم المستلهمة من العناصر الطبيعية من خلال محاكاة الأنماط التشكيلية للطبيعة ومحاكاة الأنماط الألوان الطبيعية. يمكن الاستفادة من التقنيات الحديثة مثل التصوير الرقمي وتكنولوجيا النانو في استكشاف تفاصيل لم تكن مرئية من قبل. ودراسة الأشكال الفريدة للكائنات الحية بشكل أعمق. إن التوسع في إدراك التشكيلات الحية مكّن المصمم من وصف وصياغة هذه الأشكال بطرق جديدة، واستلهام تلك التشكيلات ونظمها الإيقاعية لإنتاج أفكار تصميمية معاصرة ومبتكرة ومتوازنة.

كلمات دالة: Keywords

محاكاة الطبيعة Biomimicry، المحاكاة البصرية Bio-visual mimicry، المحاكاة الوظيفية Bio-functional mimicry، المحاكاة الهيكلية Bio-structural mimicry، المحاكاة المفاهيمية Bio-conceptual

Paper received July 16, 2024, Accepted September 12, 2024, Published on line Novebmer 1, 2024

المقدمة: Introduction

تقليد الطبيعة هو نظام جديد يدرس أفضل أفكار الطبيعة ثم يقلد هذه التصاميم والعمليات لحل المشاكل البشرية. وهو نوع جديد من الأيديولوجيا يجمع بين علم الأحياء والهندسة والفنون والتصميم من أجل تحقيق الوحدة الكاملة بين المباني والطبيعة. منهج محاكاة الطبيعة القائم على دراسة الكائنات الحية- هياكلها ووظائفها وعملياتها وتفاعلاتها وعلاقتها مع محيطها، من أجل التعلم من استراتيجياتها وأساليبها ومبادئها لتحسين الأداء البيئي وموقف التصاميم من محاكاة الطبيعة والاستلهام من الطبيعة.(Inas,2015)

مشكلة البحث: Statement of the Problem

تكمن مشكلة البحث في التساؤلات الأتية:

- كيفية تطبيق أبعاد محاكاة الطبيعة في التصميم المعاصر؟ كيفية تطوير أفكار تصميمية جديدة تعزز من جودة الحياة وتحافظ على البيئة من خلال استكشاف الحلول التي تقدمها الطبيعة؟

أهداف البحث: Research Objectives

يهدف البحث إلى:

1- توضيح العلاقة العميقة بين الطبيعة والإبداع في التصميم من خلال المحاكاة البصرية.
2- كيفية تأثير محاكاة الطبيعة على التصميم المعاصر.
3- إبراز أهمية الاستلهام من الطبيعة في تطوير حلول تصميمية مبتكرة.

منهج البحث: Research Methodology

يستخدم البحث المنهج الاستقرائي حيث التعرف على محاكاة الطبيعة ودراسة ابعادها ومستوياتها ومن ثم الوصول للمحاكاة البصرية الحيوية.

شكل 1 يوضح تطور علاقة البشرية بالطبيعة

الإطار النظري: Theoretical Framework

أولاً: التصميم المعاصر Contemporary Design

هو مفهوم يعبر عن الاتجاهات والأساليب المستخدمة في التصميم في الوقت الحالي. فالتصميم هو عملية إبداعية تهدف إلى إنشاء حلول بصرية أو وظيفية لمشكلة معينة.

ثانياً: محاكاة الطبيعة Biomimicry:

يشتق المصطلح من الكلمات اليونانية "Bios" التي تعني الحياة و "Mimesis" يعني تقليد. وهو علم جديد يدرس أفضل الأفكار الطبيعية ومن ثم يقلد هذه التصاميم والعمليات لحل المشاكل وتحويل العمليات السلوكية إلى حلول تصميمية، وهو تمثيل وتقليد طرق وآليات وعمليات الطبيعة. (النجار، 2023)

والمحاكاة Mimic في قاموس وبستر المحاكاة هي التمثيل المقلد لسير نظام أو عملية ما عن طريق عمل نظام اخر.

هو علم تطبيقي يستمد الإلهام من إيجاد حلول لمشاكل الإنسان من خلال دراسة التصاميم والعمليات والأنظمة الطبيعية للكائنات الحية، ويعتمد التصميم على العلوم الطبيعية وأن يشمل علم الأحياء ليتم اعتباره مقلداً بيولوجياً. كما تعد كل من المحاكاة الحيوية والقياس الحيوي من العلوم الجديدة التي تراقب المواد الموجودة في الطبيعة ثم تهدف إلى إنتاج حلول للإنسان عن طريق تقليد هذه التصاميم أو عن طريق الاستلهام منها.

وسميت محاكاة الطبيعية بعدت اسماء منها تقليد الطبيعة ومحاكاة حيوية أو محاكاة بيولوجية أو علم محاكاة الحياة. وتعرف بأنها تقليد النماذج والأنظمة وعناصر البيئة الطبيعية من خلال تطبيق الدروس المستفادة من دراسة الأساليب والنظم الطبيعية المستوحاة من التكوين الطبيعي للشيء المراد محاكاته. وهي عملية استلهام الأفكار والتصاميم من الأنظمة والعمليات البيولوجية. تعتمد هذه العملية على دراسة كيفية تكيّف الكائنات الحية مع بيئاتها، واستخدام هذه المعرفة لتطوير حلول جديدة لمشكلات التصميم والهندسة.

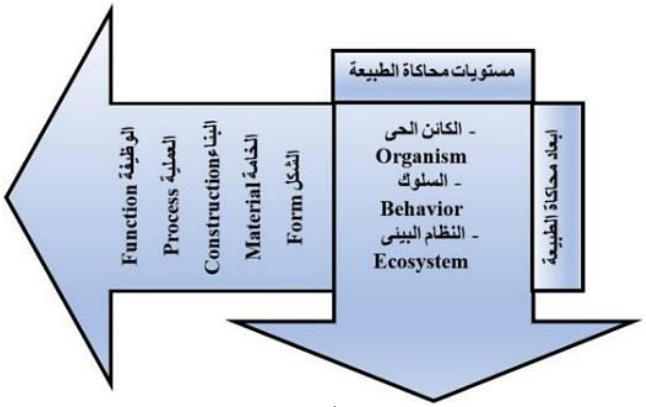
هي المناقشة حول البيئة المشيدة التي يصنعها المصممون والمهندسون والمعماريون بالنظر إلى العالم الطبيعي لإيجاد الحلول التي قد حلت من قبل الطبيعة داخل سياق التصميم لخلق حلول تصميمية من المهد للوصول لمقاييس الاستمرارية. (عبد اللطيف)

ومثلت الحاجة إلى المحافظة على الموارد ضرورة العودة إلى الطبيعة ضمن توجه محاكاة الكائنات الحية مما دفع المهندسين ومصممي المنتجات والمعماريين إلى تبني هذه الفكرة مسميين أنفسهم Bioneers، فاهتموا بدراسة الأشكال والعمليات والأنظمة البيئية، إذ تعيش الكائنات الحية بانسجام وتكامل مع محيطها، مما شجع على ابتكار تكنولوجيا مستدامة تخدم بقاء الإنسان في صحة جيدة على المدى البعيد. (علولو،2020)

وأصبح بإمكاننا اليوم مناقشة الدارسين للكائنات وابتكار حلول مستوحاة من الطبيعة من خلال محرك البحث Ask Natureهو مصدر إلهام من الطبيعة متاح عبر الانترنت حيث يتم إدخال مشكلتك الهندسية في المكان المخصص للبحث تحصل على الحل من بعض المخلوقات الموجودة من حولك والتي تعالج مشكلة شبيهه بمشكلتك.

مستويات وأبعاد محاكاة الطبيعة:

صنفت جانين بنيوس Ganine Benyus عالمة الاحياء وكاتبة العلوم الطبيعية ومؤسس حركة محاكاة الطبيعة/ البيوميمكرى محاكاة الطبيعة إلى ثلاثة مستويات يمكن تطبيقها عند تناول مشكلة تصميمية ما، من خلال (مستوى الشكل، مستوى العمليات – التكامل الوظيفي، مستوى النظام البيئي). فقامت بيدرسون زارى Pedersen Zari بنقد تصنيف جانين؛ حيث أن الشكل والعملية هي جوانب لكائن حي أو نظام بيئي يمكن محاكاته، ومع ذلك فإن النظام البيئي هو المجموعة الكاملة من الكائنات الحية وعلاقاتها، لذلك تبدو المصطلحات الثلاثة غير منطقية لوصف محاكاة الطبيعة. فقامت بتصنيف المستويات خلال دراسة تقنيات محاكاة الطبيعة إلى ثلاث مستويات من المحاكاة وهي: الكائن الحي Organism، والسلوك Behavior، والنظام البيئي Ecosystem. (علولو، 2020)



شكل 2 يوضح مستويات وأبعاد الاستلهام من الطبيعة

والثلاث مستويات من محاكاة الطبيعة؛ تمثل أي جانب من جوانب الطبيعة ومحاكاته ويتم تطبيقه على مشكلة التصميم. عن طريق التساؤل مما هو مصنوع من (المادة)، كيف يتم تصنيعه (البناء)، كيف يعمل (العملية) أو ما يمكنه القيام به (الوظيفة). (المسهلى، 2021)

حيث يحتوي كل مستوى على خمسة أبعاد تحدد في أي مستوى يُدرج التصميم فيه على أنه استلهام من الطبيعة ومحاكاتها بالطريقة التي يبدو بها من خلال: الشكل والخامة والبناء والعملية والوظيفة.

مستويات محاكاة الطبيعة				
		الاستلهام البصري (الكائن الحي)	الاستلهام المفاهيمي (السلوك)	الاستلهام الحاسوبي (النظام البيئي)
الأبعاد الخمسة لمحاكاة الطبيعة	الشكل Form	الشكل يشبه الكائن الحي.	يبدو أن الشكل قد تم إنشاءه بواسطة كائن حي.	يشبه النظام البيئي الذي يعيش فيه الكائن الحي.
	الخامة Material	الخامة مصنوعة من نفس خامة الكائن الحي مثل: الهيكل الخارجي كالجلد.	مادة مصنوعة من مواد مماثلة يبني بها الكائن الحي.	مواد مصنوعة من نفس نوع المواد التي يتكون منها (الكائن الحي) النظام البيئي.
	البناء Construction	يحاكي طريقة الكائن الحي في البناء.	يتم البناء بنفس الطريقة التي يبنى بها الكائن الحي.	يتم تجميع البناء بنفس طريقة تجميع النظام البيئي.
	العملية Process	تتم العملية بنفس طريقة أداء الكائن الحي.	تعمل العملية بنفس الطريقة التي تعمل بها كومة الكائن الحي.	تعمل العملية بنفس طريقة عمل النظام البيئي.
	الوظيفة Function	تحاكي وظيفة الكائن الحي ولكن في سياق تطبيقي.	تعمل الوظيفة بنفس الطريقة التي تعمل بها إذا أقام بها الكائن الحي.	وظيفة قادرة على العمل بنفس الطريقة التي يعمل بها النظام البيئي

جدول 1 يوضح تصنيف مستويات محاكاة الطبيعة والأبعاد الخمسة لكل مستوى (عبد السلام، 2022)

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

ويمكن تصنيف محاكاة الطبيعة في التصميم إلى:

- **الاستلهام البصري Visual Inspiration (الكائن الحي Organism):** يتم فيها استلهام شكل الكائنات الحية في الطبيعة وبالتالي استخدامه في ابتكار جوانب جمالية في التصميم.
- **الاستلهام المفاهيمي Conceptual Inspiration (السلوك Behavior):** يتم فيها استلهام سلوك الكائنات البيولوجية من خلال اسس وعمليات موجودة في الطبيعة والتي تساعد في ترجمتها وتطبيقها على مواد البناء والأشكال والأنظمة التصميمية.
- **الاستلهام الحاسوبي Computational Inspiration (النظام البيئي Ecosystem):** يعتبر استلهام النظام البيئي من أصعب عمليات الاستلهام ولكنها تتميز بإمكانية احداث ثورة في التصميم، حيث يتم استلهام ميكانيزمات الطبيعة للكائنات البيولوجية من خلال استنباط الاساليب التي ترتبط بها الكائنات الحية بالنظم البيئية.

أبعاد محاكاة الطبيعة في التصميم المعاصر:

ويمكن تحويل تصنيف الابعاد الخمسة في التصميم إلى أربعة أبعاد صنفهم أراك فاهيدي ArashVahedi من خلال الاستلهام من الطبيعة يمكن أن تكون المشكلة التصميمية فيها (Arashvahedi, 2009) وهي:

1- المحاكاة البصرية الحيوية Bio-Visual mimicry

تعني تقليد الأشكال والأنماط الموجودة في الطبيعة مع الأخذ في الاعتبار الوظيفة والأداء، مستلهمة من العمليات البيولوجية. تهدف إلى تحقيق جمالية وظيفية، حيث يتم استخدام التصميمات الطبيعية لتحقيق فوائد عملية، مثل تحسين الكفاءة أو الاستدامة.

2- المحاكاة الوظيفية الحيوية Bio-Functional mimicry

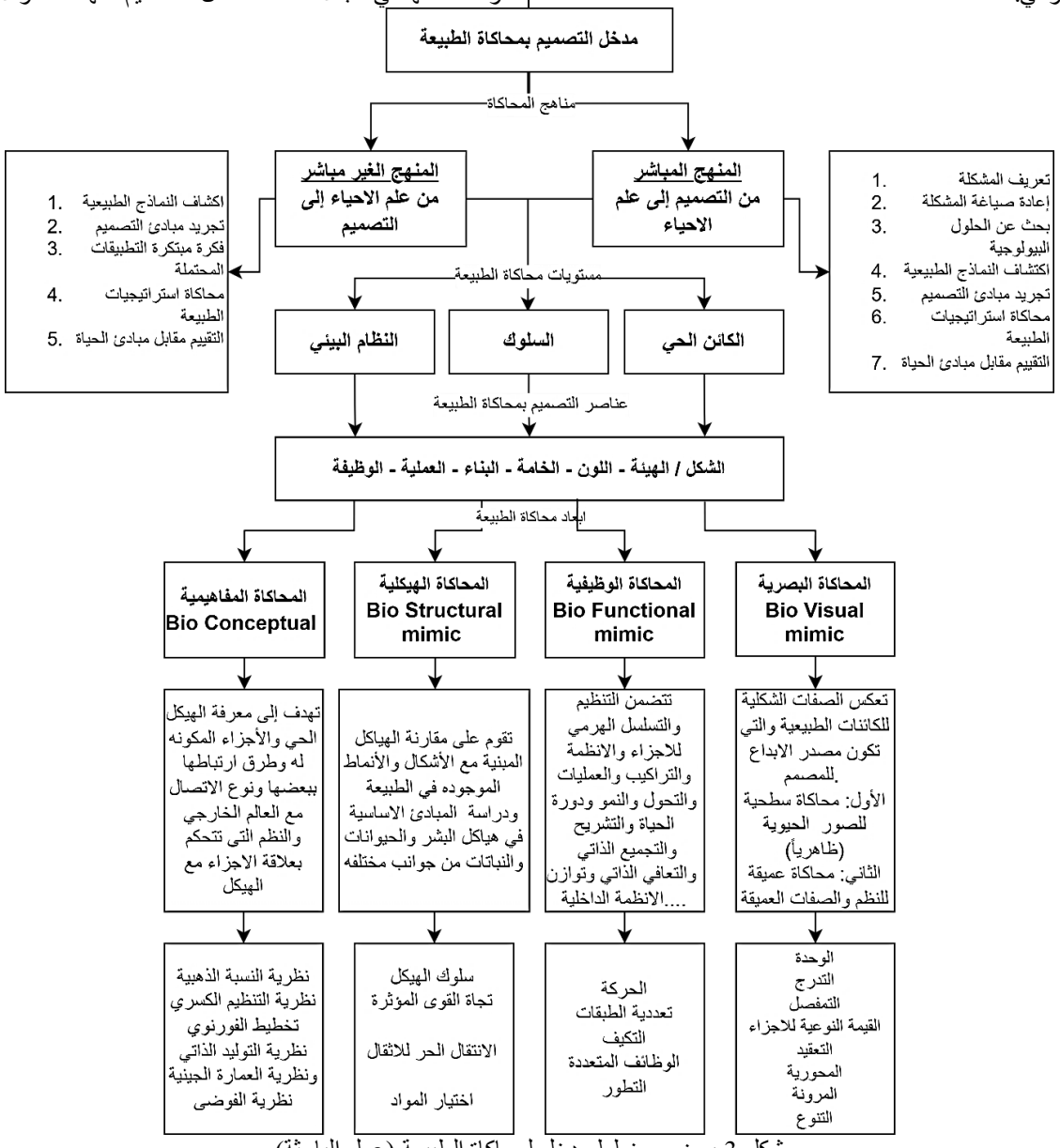
المحاكاة الوظيفية الحيوية هي فرع من فروع المحاكاة الوظيفية يتمحور حول تقليد الوظائف والعمليات الطبيعية الموجودة في الكائنات الحية. تهدف هذه المحاكاة إلى استخدام المبادئ البيولوجية لتحسين التصميمات والأنظمة في مجالات متعددة، مثل الهندسة، العمارة، والتكنولوجيا.

3- المحاكاة الهيكلية الحيوية Bio-Structural mimicry

تركز على تقليد الهياكل والأنظمة الطبيعية، مع التركيز على كيفية عمل هذه الهياكل وتأثيرها على الأداء. وتهدف إلى تحسين الكفاءة والوظيفة، مثل استخدام تصميمات مستوحاة من الهياكل العظمية للحيوانات لتحقيق قوة أكبر أو استدامة أفضل.

4- المحاكاة المفاهيمية الحيوية Bio-Conceptual

المحاكاة المفاهيمية الحيوية هي عملية استلهام الأفكار والمفاهيم من الطبيعة لتطوير نماذج وتصميمات جديدة. تركز هذه المحاكاة على فهم المبادئ الأساسية التي تحكم الكائنات الحية والأنظمة البيئية، واستخدامها في مجالات متعددة مثل التصميم، الهندسة، والابتكار.



شكل 3 يوضح مخطط مدخل لمحاكاة الطبيعة (عمل الباحثة)

ثالثاً: المحاكاة البصرية الحيوية Bio Visual Mimicry

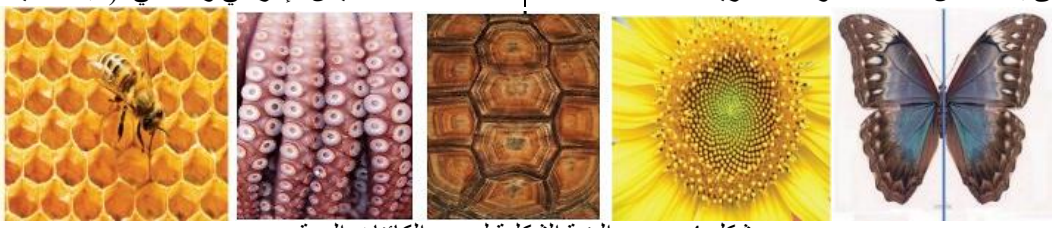
تعتبر المحاكاة البصرية الحيوية أحد الاتجاهات الحديثة في التصميم، حيث تستلهم الأفكار والتصاميم من الجماليات والعناصر البصرية الموجودة في الطبيعة. تستخدم هذه المحاكاة لتطوير منتجات وبيئات تعكس التنوع والجمال الطبيعي، مما يعزز من التجربة البصرية ويخلق تواصلًا عميقًا مع العالم الطبيعي.

ولا ينبغي أن تقتصر المحاكاة على التشابه السطحي وانما التشابه الهيكلي وبذلك فإن المحاكاة البصرية تتخذ توجهين أساسيين هما:

الأول: محاكاة بصرية سطحية للصور الحيوية إما بشكل مباشر بإزاحتها او تحويرها أو تشويهها أو تجريدها لتحريفها عن شكلها الأصلي. تتعلق بخصائص الحالة المألوفة الظاهرية.

الثاني: محاكاة التنظيم الهندسي الطبيعي للشكل؛ أي محاكاة بصرية عميقة تتعلق بمحاكاة النظم والصفات العميقة للحالة المألوفة. (علولو،2020)

ولكل كائن حي هوية شكلية وبصمة بنائية خاصة تدل على مظهر وصفات وانتماء هذا الكائن الحي لأي فصيل، ولفهم تلك الهوية يجب إدراك الارتباط القائم بين علاقة تفاصيل البناء الشكلي الواضحة والمميزة للكائن الحي مع المتطلبات الوظيفية لهذا الكائن الحي سواء لطبيعة الغذاء أو أسلوب حمايته في بيئته المحيطة، ويعد فهم طبيعة العلاقات الإيقاعية الشكلية المتقابلة والمتناغمة لكافة الأشكال والأجزاء والتفاصيل بشكل متعمق محفز قوى للمصمم لتبتكر أفكار خاضعة لذات القياس الإدراكي والجمالي. (عبد المجيد، 2021)



شكل 4 يوضح البنية الشكلية لبعض الكائنات الحية

أساليب المحاكاة البصرية الحيوية:

أولاً: محاكاة الأنماط التشكيلية:

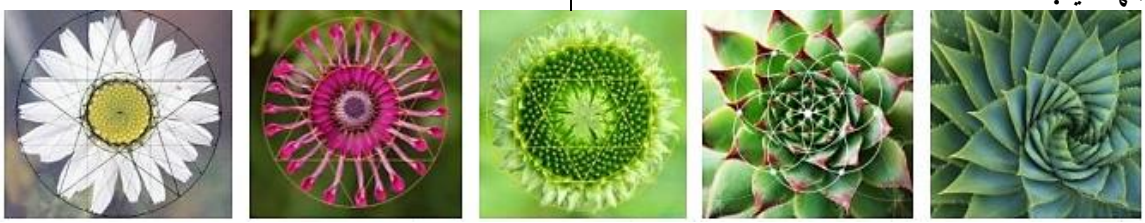
يمكن تعريف النمط The Pattern بأنه "النموذج المقترح استخدامه للتصميم" وفقاً لقاموس وبستر. والنمط كمبدأ للتصميم يعرف على انه "ترتيب منتظم للعناصر المتكررة من الخط والشكل". وهو ايضاً الهيكل الذي ينظم أجزاء التكوين التصميمي وتعكس الانماط العلاقات والتفاعلات فهي ذات جوانب مادية لا يمكن قياسها أو وزنها، وكل نمط من انماط التشكيل في البيئة الطبيعية هو نمط فريد وله غاية محدده (وظيفة). (علام، 2021)

ومن خصائص التصميم بالمحاكاة تحقيق التناسق بين الأجزاء من حيث الاستقرار والاتزان الشكلي باستخدام الألوان المتناغمة والميل للتماثل والتشكيل.

الأنماط الهندسية:

تعتمد على التكرار كقيمة جمالية هامة، تكاد تكون هي القيم الأكثر تواجداً وتأثيراً بالطبيعة، فقيم الإيقاع بالطبيعة تتحقق من خلال تتابع العناصر والنظم التي تتنوع وتتحد في ذات الوقت، والفن الاسلامي هو أحد أهم الفنون الدالة عن مهارة وإبداع الفنان والمصمم الذي استطاع استخراج أسلوب التنظيم والتكرار بالطبيعة ليحقق إيقاعاً خاصاً بشكل هندسي يغلب علية الوحدة، رغم تنوع الأشكال والعلاقات والعناصر. فالفنان المسلم استطاع أن يخلق نظم تكرارية إيقاعية خاصة ميزت أعماله فكان الإيقاع محققاً للوحدة والتنوع معاً؛ وهو ما طبقته بعد ذلك العديد من الفنون. (عبد المجيد، 2021)

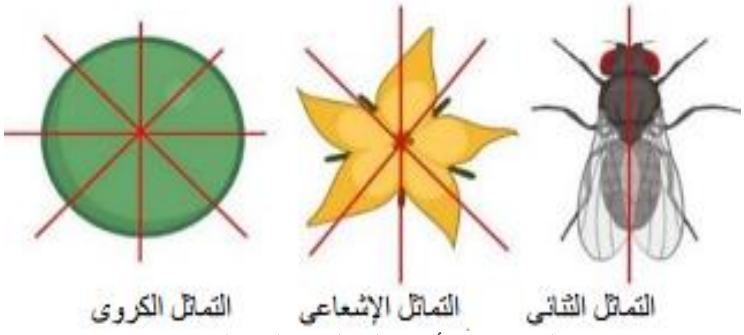
بينما تظهر تشكيلات وعلاقات هندسية أخرى مع التكرارات الإيقاعية الثابتة الحجم لتعطي جمالية مختلفة وهو ما تتميز به الطبيعة.



شكل 5 يوضح مجموعة من النباتات يظهر بها النظم التكرارية الإيقاعية بالطبيعة

1- المتماثلات Symmetries

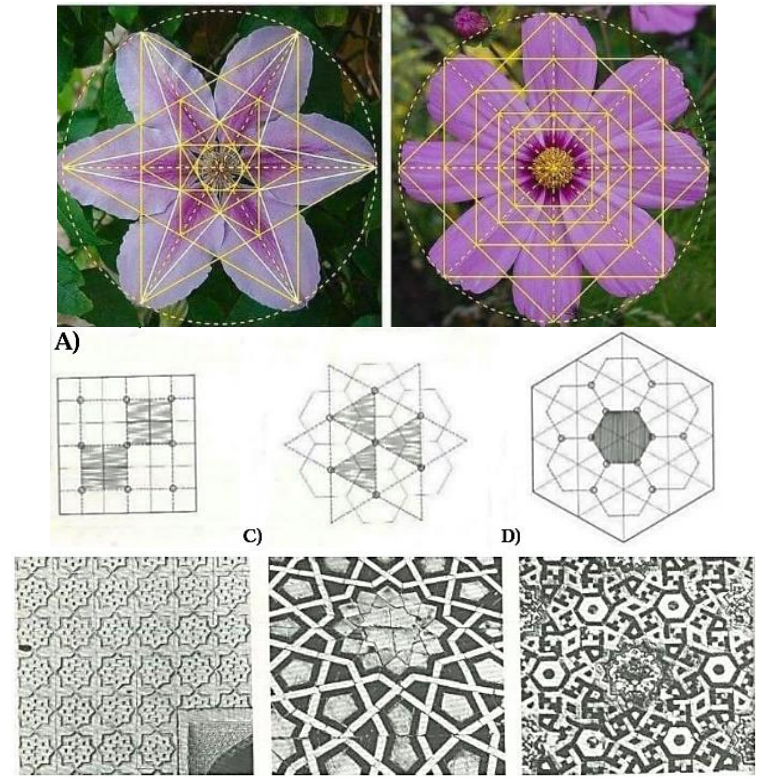
تعني ترتيب العناصر بنفس الطريقة على جانبي المحور، وهو أكثر المفردات التي تتواجد في العالم الطبيعي بصورة واضحة في الكائنات الحية كالحيوانات (تماثل ثنائي)، والنباتات (تماثل اشعاعي أو دوراني) ... ويمكننا القول بأن جوهر التماثل هو التكرار حول محور أو نقطه ارتكاز، وهو يضيف التوازن والتناغم والاستقرار للتصميم.



شكل 6 يوضح أنواع التماثل في البيئة الطبيعية

والنباتات من أكثر الأشياء تواجداً وتنوعاً في البيئة المحيطة، والتي قد الهمت للمصمم والفنان على مدى العصور من اختلاف تشكيلاتها والوانها الخلابة. فقد استفاد المصممين من شكلها الخارجي ومتماثلاتها في العمارة في عمل زخارف نباتية على المسطحات المعمارية مثلما حدث قديماً في فنون المصري القديم والقبطي والاسلامي واليوناني والروماني على تيجان الأعمدة وتجميل الجدران، وعند تجميل واجهات بعض المباني خارجياً وداخلياً على الأسطح المعمارية المختلفة وفي التشكيل المعماري الخارجي حديثاً.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



شكل 7 يوضح المحاكاة الشكلية للنباتات وأثرها على تصميم المسطحات في الفن الإسلامي

2- النقاط والخطوط Spots, Stripes

هي أنماط يمكن وصفها بالعين المجردة مثل الخطوط على النباتات والحيوانات، وصولاً إلى مواد الشوائب في النطاق الذري. هذه الأنماط لها تفسير تطوري حيث تزيد من فرص الحيوان للبقاء على قيد الحياة أو التكاثر أو في عملية التمويه للحماية والاندماج في البيئة الطبيعية.

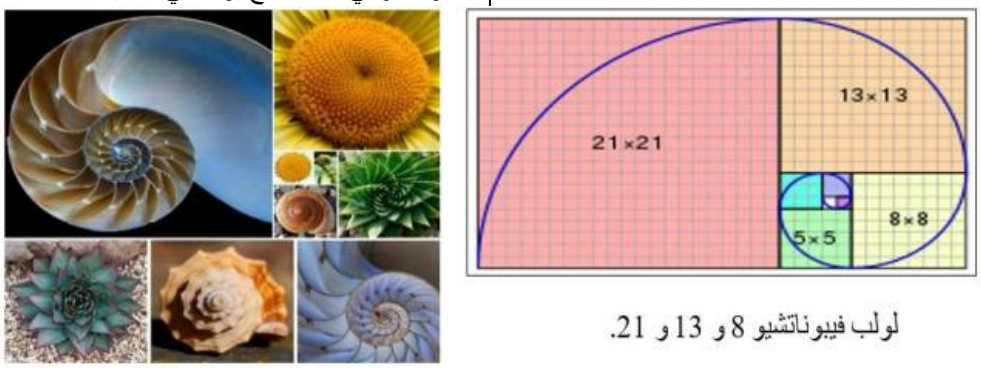
شكل 8 يوضح مطعم شنداوفى بالصين باستخدام الخيزران بكثافة في جميع فراغات المطعم

2- الحلزونات Spirals

هي منحنيات تدور حول نقطة مركزية، وتبتعد عنها أو تقترب منها تدريجياً. توجد في أشكال متنوعة عبر الطبيعة والفن والعلم. وانواعها:

- **الحلزونة الأرخيميدية:** حلزون يزداد بعده عن المركز بمعدل ثابت.
- **الحلزونة اللوغاريتمية:** حلزون ينمو بشكل أسي وغالباً ما يرى في الاصداف والمجرات.
- **حلزونة فيرما:** حلزون يظهر في ترتيبات بعض النباتات مثل بذور عباد الشمس.

ويطلق عليها عدت مصطلحات منها دوامة لوغاريتمي أو النمو أو اللوب، وهي شكل شائع يوجد في الطبيعة.

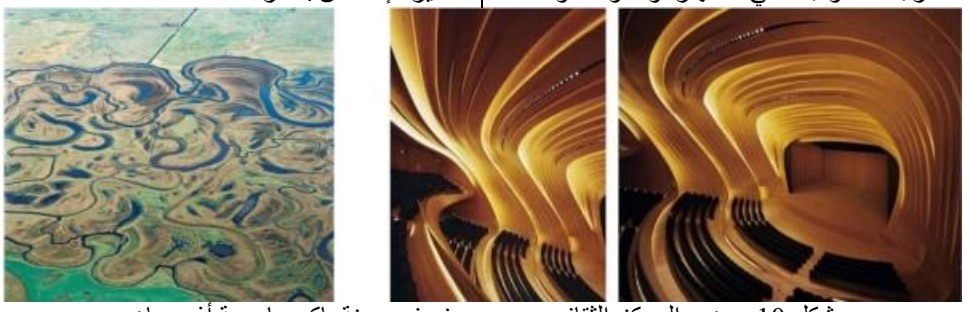


شكل 9 انماط الحلزونات

الأنماط العضوية:

التعرجات Meanders

هي الإنحناءات المتعرجة المتواجدة في الانهار والقنوات وكذلك تتكون في الحيوانات الزاحفة كالثعابين والدود وغيرها. وهذه الخطوط المتموجة تعطي الإحساس بالديناميكية والانسيابية للتصميم لتثير الإحساس بالحركة.



شكل 10 يوضح المركز الثقافي حدير عريف في مدينة باكو عاصمة أذربيجان

2- الكثبان Dunes

الكثبان الرملية عبارة عن جبال أو تلال أو سلسلة مرتفعات يعتمد شكلها اتجاه الرياح وسرعتها، وكمية الرمال المتاحة أو نتيجة عائق يحجبها، تكثر الكثبان الرملية عادة في المناطق الصحراوية ولها عدة أنماط كالتشكيل الهلالي أو الطولي أو النجمي، وتوجد لبعض الكثبان ثلاث قمم أو أكثر، تمتد عادة من القمة المركزية للكثيب، تعطي إحساس بالانسيابية للتصميم.

شكل 11 يوضح الكثبان الرملية ومحاكاتها الشكلية

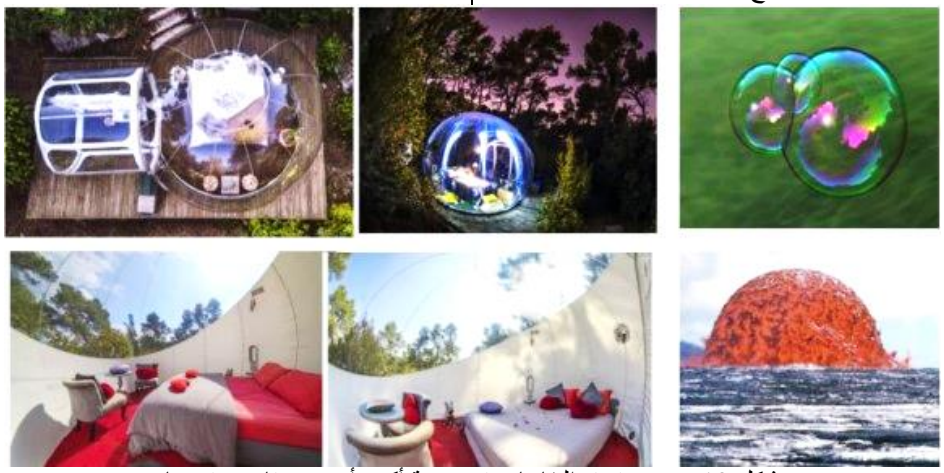
3- التموجات Waves:

الأمواج هي نتاج تأثير حركة الرياح في الماء أو فوق الرمال بسبب هبوب الرياح والعواصف فيتكون نمط من التموجات، وقد تنشأ بتأثير حركات المد والجزر على شاطئ البحر وتنشأ ايضاً من تأثير الزلازل والبراكين في قاع المحيط ويمكن وصفها بالسلوكيات الفيزيائية كالانعكاس والانكسار والتدخل والتشتت والتلاطم والانتشار الخطي وغيرها، حيث تقاس بعمليات حسابية تفسر الاختلاف في اتجاه أو خط سير وتعطي إحساس بالديناميكية للتصميم.

شكل 12 يوضح مطعم بنج في بوسطن بالولايات المتحدة الأمريكية

4- الفقاعات والرغوي Bubbles & Foam

الفقاعة عبارة عن جيب كروي من هواء داخل مادة أخرى كفقاعة الصابون، وهي من طبقة رقيقة من ماء الصابون لها شكل كروي وسطح متقزح يعكس ألوان قوس قزح المختلفة باختلاف الزاوية التي يرى منها السطح. وتتميز بكونها ذات مساحة صغيرة، فهي أصغر مساحة ممكنة لحجم فراغ مغلق، والشكل الكروي يوحى بالاحتواء ويعطي ديمومة واستمرارية للتصميم.



شكل 13 يوضح فندق الفقاعات في مدينة أكس أون بروفانس -فرنسا

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

- الأنماط المتكررة:

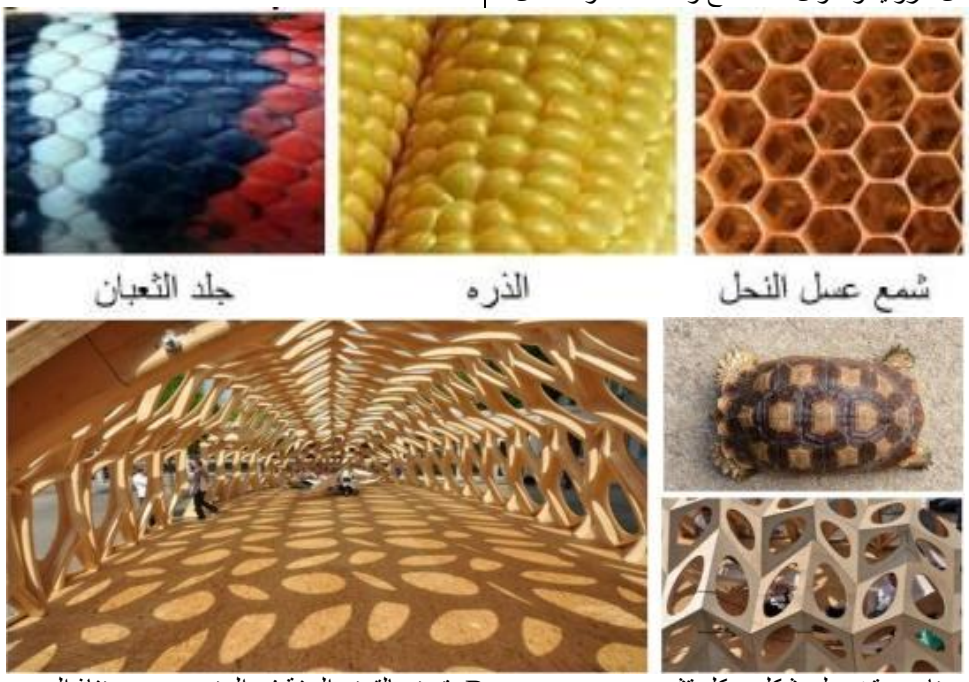
تتكون أشكال الكائنات الحية بالطبيعة من مجموعة عناصر المتكررة وفق نسق إيقاعي تراكبي متزايد أو متناقص والذي يوحى بعلاقات متشابكة وفق سياق بنائي رياضي منطقي محسوب، فالنسق الرياضي الهندسي المنظم والمنتظم واضح لا شك فيه في كافة أشكال الكائنات الحية وتفاصيلها البنائية والحيوية على حد سواء.

1- الفسيفساء Tessellations

هي أنماط تتشكل من خلال تكرار نفس الوحدات عبر نقطة أو خط أو مستوى بنفس المقياس من خلال إجراء واحد أو أكثر من ثلاث عمليات أساسية، هي التحريك، والتدوير، والانعكاس مع الحفاظ على الخصائص مثل الزوايا وأطوال الأضلاع والمسافات والأشكال والأحجام وتنقسم إلى:

- الفسيفساء البسيطة هي تلك التي يتم فيها استخدام عملية واحدة فقط.
- الفسيفساء المعقدة هي تلك التي يتم فيها استخدام أكثر من واحدة أو كل من العمليات.

يعتبر تواجدها في الطبيعة الأقدم حيث توجد في الكائنات الحية كالخلايا الموجودة في أعشاش الدبابير وخلايا الشمع لنحل العسل، وكذلك في الأسماك العظمية والزواحف كالتماسيح والثعابين والسلحفاة، وفي النباتات بالرغم من اختلاف أحجامها فيها نمط الشطرنج على بتلات الأزهار وثمار الفاكهة.



شكل 14 يوضح جناح مؤقت على شكل هيكل قشري يسمى Bowooss يتميز بالقوة والخفة في الوزن ويسمح بنفاذ الضوء الطبيعي من كل الاتجاهات

2- التشققات Cracks:

الشقوق هي الخطوط الناتجة عن الانقسامات أو التكسيرات أو التقطعات التي تظهر على أسطح المواد دون انكسار كامل للمادة نتيجة فقد درجة التماسك والتلاحم مما يؤدي لتشكيل فتحات لتخفيف الضغط فمعظم الشقوق تحدث نتيجة عملية الشد أو القص. وتختلف اشكال التشققات باختلاف المواد، فنمط الشقوق يشير إلى ما إذا كانت المادة مرنة أم لا، فالمواد الصلبة تشكل شقوق مستقيمة حادة والمواد المرنة تشكل شقوق منحنية.

وفي الأشجار تتشكل شقوق صغيرة غير مكتملة في اللحاء لأن نموها يقطعه حزم من الألياف المرنة، وكل نون من أنواع الأشجار له نمطه الخاص من الانقسام في اللحاء.

شكل 15 يوضح استراحة OZONE بفندق ريتز كارلتون هونج كونج يحاكي تصميم الشقوق

- الانماط الفوضوية:

1- الترتيب الغير منتظم Chaos

تشرح نظرية الفوضى الترتيب الغير منتظم في البيئة الطبيعية، حيث تتنبأ بأن الأحداث والأنماط لا تتكرر بترتيب متوقع لأن الاختلافات الضئيلة في ظروف البدء تؤدي إلى نتائج مختلفة على نطاق واسع، وتشكل العديد من الأنماط الطبيعية من خلال الظاهرة ومنها مساقط المياه وتشكل الغيوم وحركتها وتبخر المحيطات وانفجار البراكين وتشكل السواحل والجبال ونمو الأشجار وتقلب المناخ والدوامات النهرية. فهي تعطي التصميم سمة التعقيد دون أي عشوائية. (علام، 2021)

شكل 16 يوضح ممر حركة يربط بين أجزاء مصنع كاستارد مصنوع من الصلب والزجاج

ثانيا: المحاكاة اللونية للبيئة الطبيعية

هي عملية تقليد أو إعادة إنتاج الألوان الموجودة في البيئة الطبيعية تهدف إلى تحقيق توازن بصري أو نقل مشاعر معينه من خلال الألوان.

حيث قامت جسيكا كولالوكا بتأسيس موقع ديزاين سيدز " Design Seeds" وهو موقع يستوحي بلوحات الألوان من الطبيعة ويحتفل بجمال الطبيعة والألوان الموجودة فيها. مما أوجد الكثير من المعالجات اللونية المستلهمة من الطبيعة ويمكن أستخدمها في كثير من الحلول التصميمية.

شكل 17 يوضح بعض المجموعات اللونية المستلهمة من الطبيعة

اللون في البيئة الطبيعية ومحاكاتها:

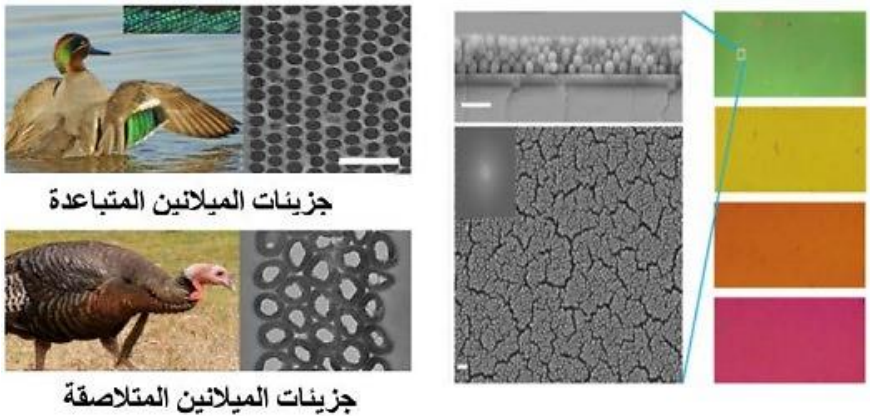
يتم انتاج ألوان الكائنات الحية في البيئة الطبيعية من خلال ثلاث آليات وهي:

الصبغات الحيوية Biological Pigments

الصبغات الحيوية Biochromes أو الأخضبة الحيوية Vita Pigments هي مواد تنتجها العضيات الحية Organelle التي تمتلك لوناً ناتج عن الامتصاص اللوني الانتقائي Color Absorptionمثل الميلانين وهو الصبغة البيولوجية الرئيسية الموجودة في الثدييات، وهي المسئولة عن تواجد اللون أو نقص اللون على أسطح الثدييات سواء في الشعر أو الفراء أو الجلد يطلق عليها حاملات الصباغ، ينتج الميلانين اللون الأحمر أو البني أو الاسود، هو أحد الأصباغ الوحيدة التي يمكن أن يصنعها الجسم.

تظهر الالوان نتيجة انعكاسات ضوئية ناتجة عن امتصاص جزئي لألوان الطيف حيث يمتص تلك الأصباغ بعض الأطوال الموجية أو تقوم بتفريق الضوء المنعكس وبالتالي تساهم في تكوين لون الكائن الحي، ويمتص الميلانين معظم الأطوال الموجية للألوان وبالتالي تراها العين داكنة. (علام،2021)

أغلب ألوان الطيور تتكون من ترتيبات الميلانين وهو الصبغة التي تعطي لوناً للبشرة، وقد تم إنتاج صبغات آمنة وغير سامة في الدهانات تعتمد على تراكيب الميلانين مستوحاة من الألوان الحيوية لريش الطيور، فالألوان من الأسود الغامق إلى الأصفر الكناري تتكون جميعها من نفس المواد الأولية الثلاثة وهي: الميلانين- الكرياتين- الهواء. ولكن بخلاف الطيور الميلانين والكرياتين يختلطون معاً لإنتاج الألوان من خلال التجميع لجزيئات الميلانين.

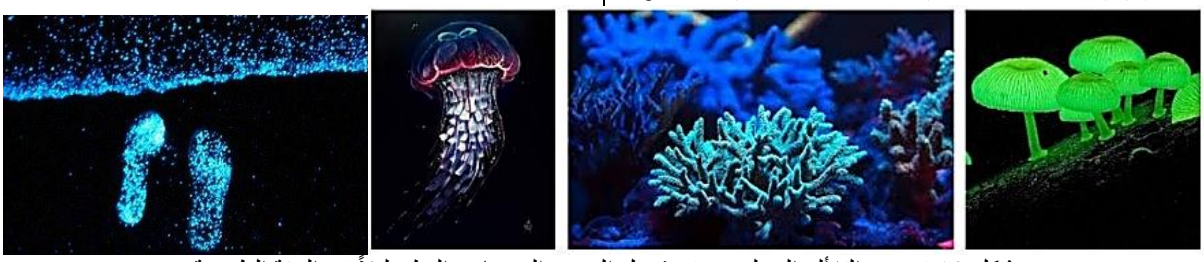


شكل 18 يوضح الدهانات الصديقة للبيئة المحاكاة للصبغات الحيوية

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

- التلألؤ البيولوجي Bioluminescence

ويعد التلألؤ البيولوجي او الضيائية الحيوية واحد من أقدم الظواهر وأكثرها انتشاراً على وجه الأرض، وهو ظاهرة طبيعية تتمثل في قدرة بعض الكائنات الحية على إنتاج الضوء، ينتج هذا الضوء من تفاعلات كيميائية تحدث داخل خلايا هذه الكائنات، مما يمنحها قدرة فريدة على اللمعان في الظلام. فأغلب الكائنات التي تتميز بهذه الظاهرة الكائنات البحرية وبعضها كائنات برية كاليرقات وبعض انواع الفطر، وهذه الظاهرة تتميز بكونها إضاءة باردة لأن كمية الحرارة التي تنتج مع هذا التفاعل تكون شبة منعدمة.



شكل 19 توضح التلألؤ البيولوجي في قنديل البحر والمرجان والفطر ليلاً في البيئة الطبيعية

ومن أمثلة محاكاة ظاهرة التلألؤ البيولوجي على مسطحات الأرضيات الخارجية؛ الأرضيات المتلألئة التفاعلية وهي ارضيات تعطي إضاءة متلألئة عند الحركة عليها تحاكى ظاهرة التلالؤ البيولوجي لمياه البحر. حيث أن شركة Glowee الفرنسية تعمل على تطوير مادة خام حية مصنوعة من البكتيريا البحرية ذات الإضاءة الحيوية الطبيعية والتي يمكن زراعتها بسهولة إلى أجل غير مسمى في المختبر.

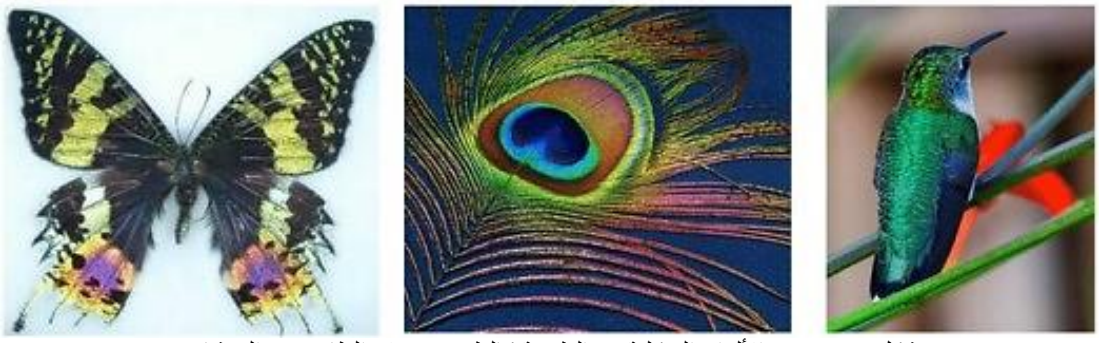
شكل 20 توضح الأرضيات المتلألئة التفاعلية التي تنتج إضاءة متلألئة نتيجة الحركة

وعلي مسطحات المظلات الخارجية: مصابيح معلقة تتكون من 100 عنصر بأجهزة استشعار أعلى شجرة في مدخل صالة تويور بمدينة أيندهوفن بهولندا، فعند الدخول للزيارة تضئ هذه المصابيح وكأنها يرقات مضيئة تطير وتحوم حول الشجرة، لتحقق التفاعل بين الزوار والفراغ.

شكل 21 يوضح مجموعة المصابيح معلقة بصالة تويور تتفاعل مع حركة الزوار بمدينة إيندهوفن بهولندا

الالوان الهيكلية (الهياكل المكانية) Structural Coloration

الألوان الهيكلية هي ظاهرة تحدث عندما تعكس الأسطح الضوء بطريقة معينة، مما يؤدي إلى ظهور ألوان معينة دون الاعتماد على صبغات أو أصباغ كيميائية. يتم تحقيق ذلك من خلال تركيب المواد على مستوى نانوي أو ميكروي، حيث تتداخل الموجات الضوئية المنعكسة من طبقات مختلفة. وتكون نتيجة لتمييز الأطوال الموجية من خلال تفاعل الضوء الساقط على الهياكل السطحية في مادة حيوية عاكسة، يجب أن تكون الهياكل المشتتة على مقياس دون الميكرون من أجل التفاعل مع الضوء، وهذه الأنماط من الألوان تسمي التقزح اللوني كألوان الطيور وريش الطاووس والفراشات.



شكل 22 يوضح الألوان الهيكلية في الطبيعة كالطيور وريش الطاووس والفرشات

محاكاة الالوان الهيكلية للكائنات الحية :

يمكن إنتاج الألوان الهيكلية والتحكم في انتشار الضوء عن طريق البلورات الضوئية كما يحدث في البيئة الطبيعية عبر المحاكاة البيولوجية، فبعض الكائنات الحية كالطاووس لها ريش ذو تلال مجهرية تؤدى إلى انعكاس الضوء في بعض النقاط العالية والنقاط المنخفضة مما يعطي فرقاً في مسار الأطوال الموجية، حيث تعتمد الألوان التي تنعكس على ارتفاع التلال والتي يمكن أو تختلف من مكان إلى آخر على الجناح أو الريش أو القشرة في الكائنات الحية وعلى زاوية الرؤية والذي يؤدى لظاهرة القزح اللوني Iridescence.

شكل 23 يوضح الانعكاس والانتقال عبر طبقات الأفلام المتعددة والحواف المتعددة

ويمكن محاكاة آليات الانعكاس والانكسار لموجات الضوء الأبيض عبر المحاكاة البيولوجية في تصميمات المسطحات المعمارية كتصميم سطح باستخدام برنامج الحاسب الألى التي تستخدم التصميم البارامترى ليعطى ألوان متنوعة نتيجة الصفات الانعكاسية والانكسارية للزجاج تحاكى التقزح اللوني لريش الطاووس.

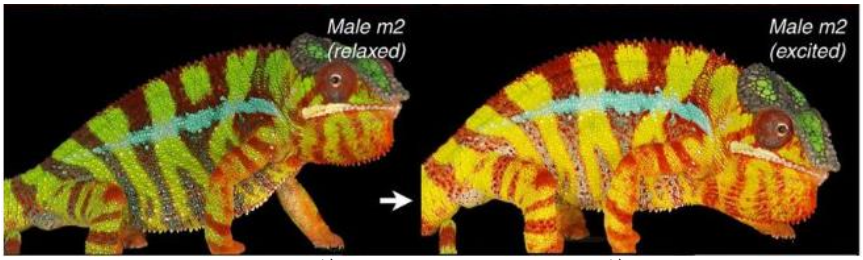
ومن اعمال Olafur Eliasson التي تشتهر بالانعكاسات وانكسارات الضوء نفق ألوان أحادي الاتجاه One-way color tunnel في متحف الفن المعاصر في سيدني 2007.

شكل 24 يوضح One-way colour tunnel من اعمال فنان الضوء اوليفر السون في متحف الفن المعاصر في سيدني 2007-2009

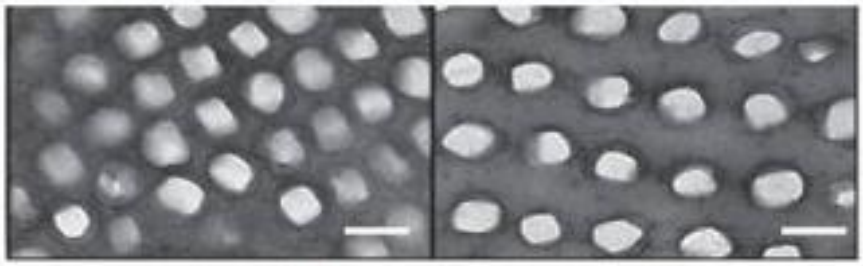
التغيير اللوني التفاعلي ومحاكاة الكائنات الحية متغيرة الألوان:

جلد الحرباء له قدرة على التغيير اللوني، من خلال السيطرة على خلية الصبغة بهدف التمويه أو الحفاظ على درجة حرارة الجسم أو كوسيلة للاتصال وحيث إنها لا يمكنها توليد أي حرارة للجسم فإن لون البشرة يستخدم لتنظيم درجة حرارة الجسم. وسبب تغير اللون هي الحالات التي تمر بها الحرباء من الشعور بالاسترخاء أو التوتر، ويحتوى جلد الحرباء على أنواع مختلفة من الخلايا الصبغية (الحاملة للون) المنظمة في طبقات داخل الجلد: تحتوى الطبقة العليا على خلايا ذات صبغات صفراء وحمراء، بينما تحتوى الطبقات السفلية على خلايا ذات صبغة الميلانين الداكنة، والتي تظهر باللون الأسود أو البنى، والطبقة الوسطى (الكروماتفور Chromatophores) تحتوى على مجموعة منظمة من البلورات الشفافة بحجم النانو والتي تعكس أطوال موجية محددة من الضوء وبالتالي ينظر إلى الضوء المنعكس على أنه لون.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



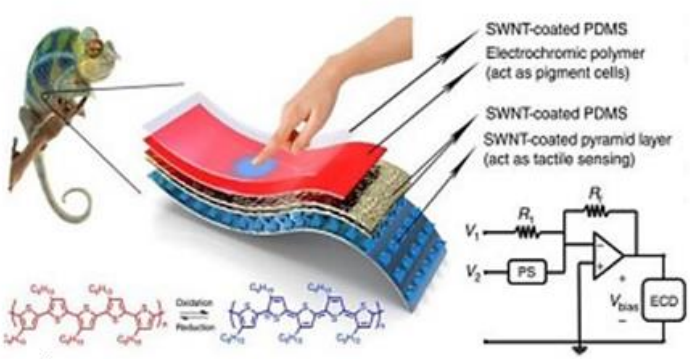
حالة الاسترخاء حالة الإجهاد



شكل 25 يوضح آلية تغيير اللون لجلد الحرباء

ومن خلال المحاكاة البيولوجية تم التوصل إلى طبقة إلكترونية ذكية (جلد الحرباء الإلكتروني) تعتمد آلية تغيير اللون على ضبط التباعد بين البلورات النانوية بشكل فعال، مما يعكس أطوال موجية مختلفة فتنتج التركيبات البلورية والأصباغ معاً اللون العام، وهي مادة ذات وزن خفيف ومرونة عالية وقادرة على التمييز بين الضغوط المطبقة في الوقت الحقيقي، وتستهلك طاقة منخفضة.

- طبقة من الأنابيب النانوية الكربونية أحادية الجدار المغلفة بالرش (SWNTs).
- أجهزة استشعار الضغط (PS).
- الأجهزة الكهرومغناطيسية العضوية قابلة للمطاطية (ECDs).
- مطاط مقاوم للشفافية وقابل للضبط (PSs).



شكل ٢٦ يوضح الجلد الإلكتروني المستوحى من الحرباء باستخدام أليات ميكانيكية أو كهربائية

النتائج: Results

1- للمحاكاة البصرية دور أساسي في استكشاف مجموعة من القيم المستلهمة من العناصر الطبيعية من خلال محاكاة الأنماط التشكيلية للطبيعة ومحاكاة الأنماط الألوان الطبيعية.
2- يمكن الاستفادة من التقنيات الحديثة مثل التصوير الرقمي وتكنولوجيا النانو في استكشاف تفاصيل لم تكن مرئية من قبل. ودراسة الأشكال الفريدة للكائنات الحية بشكل أعمق.
3- إن التوسع في إدراك التشكيلات الحية مكّن المصمم من وصف وصياغة هذه الأشكال بطرق جديدة، واستلهام تلك التشكيلات ونظمها الإيقاعية لإنتاج أفكار تصميمية معاصرة ومبتكرة ومتوازنة.

المراجع: References

1- سيد علام، ايمان عبد الرحمن (2021)، "الانماط التصميمية للفراغات الداخلية من خلال مفهوم المحاكاة البيولوجية للبيئة الطبيعية"، مجلة التصميم المجلد 11- العدد 1، ص.86: 93.
2- أبو العلا، سعودي محمد (2017)، "المحاكاة البيولوجية وتطبيقاتها في الشكل المعماري والعمارة الداخلية"، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية- العدد 7، الصفحات 66- 78.
3- العبادي، ضفاف غازي عباس (2014)، "نظرية الاستلهام من الطبيعة في التصميم الصناعي"، الأكاديمي- جامعة بغداد، مجلد 2024، العدد 68، ص. 43.
4- عبد السلام، محمد رياض (2022)، "الاستلهام من الطبيعة كمصدر لابتكار تصميمات مستدامة لدعم السياحة الشاطئية في مجال التصميم الصناعي"، مجلة التصميم الدولية، مجلد 12-عدد 6، ص.184.
5- عبد المجيد، اسماء محمد نبوي (2021)، "الاستفادة من الاتجاه البيوميمكرى كمدخل إبداعي لتصميم طباعة المنسوجات ثلاثية الأبعاد"، International Design Journal, volume 11, Issue 5, September. ص. 97: 98.
6- النجار، هالة بركات (2023)، "خصائص الاتجاهات الحديثة وتأثيرها على العملية التصميمية في إستوديو العمارة الداخلية أنماط تصميم البايوفيليك على المكاتب الإدارية"، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية- المجلد الثامن- العدد الثامن والثلاثون، ص. 98.
7- علولو، ظلال بشار (2020)، "الطبيعة كمصدر إلهام في التصميم المعماري"، رسالة ماجستير (غير منشورة)، قسم التصميم المعماري، كلية الهندسة المعمارية، جامعة حلب. ص.32. لينك: file:///C:/Users/Fantas/Downloads/111447748.pdf#page=21&zoom=100,516,250
8- المسهلي، عبد الفتاح محمد يحيي (2021)، "توظيف مبادئ محاكاة الطبيعة في تحسين الأداء البيئي لناطحات السحاب في المناخ الحار"، رسالة دكتوراه (غير منشورة)، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ص.114.

9- عبد اللطيف، داليا سالم محمد (2022)، "التأثير البصري للتصميم الجرافيكي البيئي"، رسالة دكتوراه (غير منشورة)، قسم الجرافيك، كلية الفنون الجميلة، جامعة حلوان، ص. 14: 15.

10- Inas Hosny Ibrahim Anous, "Biomimicry "Innovative Approach in interior Design for Increased Sustainability", American International Journal of Research in Formal, Applied& Natural Sciences,10(1), March-May 2015, pp.18-27.

11- Eman Sabry Abdellatif Abo Wardah, M. O. (2016), Design Process & Strategic Thinking in Architecture2016. Proceedings Of 2016 2nd International Conference on Architecture, Structure and Civil Engineering (Pp. 32-45). London: London (Uk), March 26-27, 2016.

12- Arash Vahedi (2009), "Nature as a Source of Inspiration of Architectural Conceptual Design", Master (published), Gazimagusa, North Cyprus, Eastern Mediterranean University, p.g:73.

13- Dayna Baumeister, J. B (2012). Biomimicry Resource Handbook: A Seed Bank of Knowledge and Best Practices - Education, Inspiration, Innovation. Missoula Mt, Usa: Biomimicry Group Inc.

14- Maglic, M. J. (2012). Biomimicry: Using Nature as A Model for Design. Massachusetts: University of Massachusetts Amherst.

15- Zari, M. P. (2009, 11 1). An Architectural Love of The Living: Bio-Inspired Design in The Pursuit of Ecological Regeneration and Psychological Wellbeing. Wit Transactions on Ecology and The Environment, Pp. 293-302.

16- https://asknature.org./

17- https://biomimicry.org/what-is-biomimicry/

18- https://en.glowee.com/glowpolis

19- https://in.pinterest.com

20- https://inhabitat.com/twinkling-kinetic-installation-inspired-by-fireflies-reacts-to-the-movement-of-visitors/studio-toer-kinetic-installation-social-sparkles-1/

21- https://olafureliasson.net/exhibition/take-your-time-olafur-eliasson-2009-sydney/#slideshow

22- https://www.thingswedontknow.com/articles/chameleons#.X5F5GNAzZPY/2020,2:20PM

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License