

2021

Biological Mimicking of natural environment chromatic formation and their application in the field of interior design

Abdelrahman Mohammad Bakr

Prof. of Environmental Design, Interior design & Furniture, Applied Arts, Helwan University,,
dr_abdelrahmanbakr@hotmail.com

Ashraf Hussein Ibrahim

Prof. of Environmental Design, Interior design & Furniture, Applied Arts, Helwan University,,
ashrahus@gmail.com

Eman Abdelrahman Allam

Interior designer at Ministry of Civil Aviation,, 3allam.eman@gmail.com

Follow this and additional works at: <https://digitalcommons.aaru.edu.jo/faa-design>



Part of the [Art and Design Commons](#)

Recommended Citation

Bakr, Abdelrahman Mohammad; Ibrahim, Ashraf Hussein; and Allam, Eman Abdelrahman (2021)

"Biological Mimicking of natural environment chromatic formation and their application in the field of interior design," *International Design Journal*: Vol. 11 : Iss. 1 , Article 38.

Available at: <https://digitalcommons.aaru.edu.jo/faa-design/vol11/iss1/38>

This Article is brought to you for free and open access by Arab Journals Platform. It has been accepted for inclusion in International Design Journal by an authorized editor. The journal is hosted on [Digital Commons](#), an Elsevier platform. For more information, please contact rakan@aarj.edu.jo, marah@aarj.edu.jo, u.murad@aarj.edu.jo.

“المحاكاة البيولوجية للنظم اللونية في البيئة الطبيعية وتطبيقها في مجال التصميم الداخلي”
“Biological Mimicking of natural environment chromatic formation and their application in the field of interior design”

أ.د / عبد الرحمن محمد بكر

أستاذ التصميم البيئي بقسم التصميم الداخلي والآثاث-كلية الفنون التطبيقية-جامعة حلوان dr_abdelrahmanbakr@hotmail.com

أ.د / أشرف حسين إبراهيم

أستاذ التصميم البيئي بقسم التصميم الداخلي والآثاث-كلية الفنون التطبيقية-جامعة حلوان ashrahus@gmail.com

إيمان عبد الرحمن سيد علام

مصمم داخلي بوزارة الطيران المدني 3allam.eman@gmail.com

كلمات دالة Keywords :

المحاكاة البيولوجية
Biomimicry
التشكيلات اللونية
Chromatic formations
البيئة الطبيعية
Natural environment
التصميم الداخلي
Interior design

ملخص البحث Abstract :

جذبت المحاكاة البيولوجية للتشكيلات اللونية في البيئة الطبيعية اهتماماً كبيراً في مجالات البحث في السنوات الأخيرة، حيث تنتج الألوان في البيئة الطبيعية من خلال ثلاثة مصادر رئيسية وهي الأصباغ الحيوية والتلاؤم البيولوجي والألوان الهيكلية. اللون الهيكلية هو لون خاص تنتجه الهياكل الدقيقة أو المجهرية في الكائنات الحية حيث تنشأ الألوان الهيكلية من تفاعلات معقدة بين الأسطح الهيكلية المجهرية الدقيقة والضوء المرئي وهي ترتبط بمجال الضوئيات سريع التطور، ومن حيث المبدأ تعتمد بشكل أساسي على العديد من العمليات البصرية الأولية بما في ذلك تداخل الطبقة الرقيقة، وصريف الحيود، وتشتت الضوء، والبلورات الضوئية وما إلى ذلك.... في الطبيعة يتم خلط هذه العمليات معاً بطرق متعددة لإنتاج ظواهر بصرية لونية متنوعة. إن الألوان الهيكلية تتعاون مع الألوان الصبغية لتعزيز أو تقليل اللامعان وإنتاج تأثيرات خاصة. يبدو أن الظواهر الضوئية القائمة على البنية في البيئة الطبيعية متعددة الوظائف، والتي يكون تنوعها بعيداً جداً عن فهمنا حتى الآن، وفي هذا البحث، نستعرض هذه الظواهر التي تظهر في الكائنات الحية، لتسليط الضوء على هذا المجال البحثي سريع التطور وتطبيقاته في مجال التصميم الداخلي والآثاث.

Paper received 25th August 2020, Accepted 15th October 2020, Published 1st of January 2021

تتم أهمية البحث في الاستفادة من التشكيلات اللونية بالبيئة الطبيعية لتحقيق القيمة الجمالية للفراغات الداخلية بالتنوع اللوني لما له من تأثيرات على تشكيل عناصر الفراغات وكذلك تأثيرات نفسية وجسدية على شاغلي الفراغات .

فروض البحث Hypothesis :

- 1- البيئة الطبيعية هي مصدر غني للتشكيلات اللونية المتعددة ومحاكاتها كنماذج تصميمية يمنح الفراغات الداخلية قيم جمالية متعددة.
- 2- تعتبر المحاكاة البيولوجية للنظم اللونية من أهم اتجاهات التصميم الحديثة التي ما زالت تحتاج لمزيد من الدراسات والبحث لاكتشافها.

أهداف البحث Objectives :

- 1- الاستفادة من التشكيلات اللونية للبيئة الطبيعية في تشكيل الفراغات الداخلية لتحقيق التنوع اللوني.
- 2- تحديد النظم اللونية للبيئة الطبيعية والقوانين الحاكمة لتكويناتها وما تحتويه من قيم جمالية وتشكيلية يمكن تطبيقها عملياً.
- 3- رصد أهم الاتجاهات التصميمية للألوان وتأثيرها على صياغة الفراغات الداخلية.

منهجية البحث Methodology :

- 1- المنهج الوصفي التحليلي للنظم اللونية في الكائنات الحية بالبيئة الطبيعية .
- 2- المنهج الاستنباطي لاستخلاص معايير النظم اللونية في البيئة الطبيعية وتطبيقها في مجال التصميم الداخلي.

1. آليات إنتاج اللون في البيئة الطبيعية :

يتم إنتاج ألوان الكائنات الحية من خلال ثلاث آليات في البيئة الطبيعية حتى علمنا الحالي، وهي الأصباغ الحيوية، أو التلاؤم البيولوجي أو الألوان الهيكلية (الهياكل المكانية) كما يلي:

المقدمة Introduction :

تتواجد الألوان في الطبيعة منذ أن خلق الله الكون، فعالمنا مليء بالكائنات الحية متعددة الألوان كالطيور، والحيوانات، والزواحف، والحشرات والأسماك وهذه الكائنات يتغير لونها حسب البيئة المتواجدة بها أو حسب فصول السنة كوسائل اتصال وإشارات إنذار، وعوامل حماية ودفاع، أو أدوات غذاء وقنص. يتم تحديد اللون في الكائنات الحية من خلال مجموعات الصبغات الحيوية وهي أكثر أصباغ السطح وفرة تعطى تكراراً عالياً للتلوين الداكن من اللون البني إلى الأسود، بينما ينتج الهيموغلوبين الأحمر (الكاروتينات) الأصفر والبرتقالي والبرتقالي المائل للحمرة والوردي، بينما ينتج الجوانيين اللون الأبيض. ونادراً ما يكون اللون الأزرق والأخضر متواجد في الكائنات الحية نظراً لعدم وجود صبغة زرقاء أو خضراء ولكنه ينتج عن تفاعل موجات الضوء مع طبيعة السطح الساقط عليه لتنتج تنوع لوني. بينما يوجد عدد قليل من الحيوانات، مثل السلمون الوردي وطيور الفلامنجو تكتسب لونها من الأطعمة التي تتناولها. يُعرف هذا باسم الأصباغ المبتلعة. إذا تمت إزالة الجميري من نظامهم الغذائي، فسوف يتحول إلى اللون الأبيض. وإذا يعتبر اللون عنصر هام من عناصر التشكيل في التصميم الداخلي يعمل على إبراز عناصر التصميم وكذلك التأثير على الإدراك والمشاعر الجسدية للإنسان .

مشكلة البحث Statement of the problem :

- تتم مشكلة البحث في محاول الإجابة على الأسئلة الآتية:
- 1- هل يمكن استخلاص معايير للتشكيلات اللونية الموجودة في البيئة الطبيعية طبقاً لمفهوم المحاكاة البيولوجية ؟
 - 2- هل يمكن تحليل تلك التشكيلات إلى منهج تصميمي في مجال التصميم الداخلي والآثاث؟

أهمية البحث Significance :

عن إمتصاص جزئي لألوان الطيف حيث تمتص 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 اللون (Ming Xiao, Yiwen Li, and others, 2015, P 54) شكل (1).



شكل (1) البيئة الطبيعيه ملينه بالكائنات الحية ذات الألوان المتعدده .

<http://sitn.hms.harvard.edu/flash/2014/pigments-patterning-the-living-world/access10/2020,6:00PM>

بحرية وبعضها كائنات برية كالبرقيات وبعض أنواع الفطر. ويعد التلألؤ البيولوجي واحداً من أقدم الظواهر وأكثرها انتشاراً على وجه الأرض (John W. Lee 2017, P3).

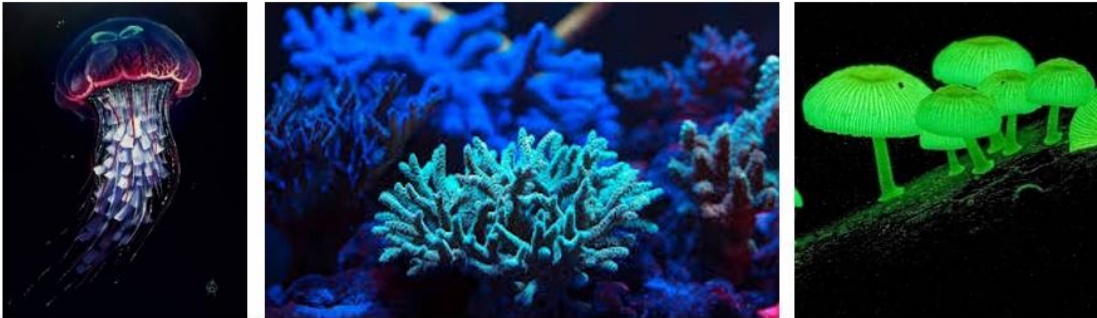
1-1. الصبغات البيولوجية (الصبغات الحيوية) - Vital

:Pigments

الميلانين هو الصبغة البيولوجية الرئيسية الموجودة في الثدييات ، وهي مسؤولة عن تواجد اللون أو نقص اللون في الشعر أو الفراء أو الجلد، الميلانين ينتج ألوان مثل الأحمر أو البني أو الأسود ، هو أحد الأصباغ الوحيدة التي يمكن أن يصنعها الجسم. تظهر الألوان نتيجة انعكاسات ضوئية ناتجة

2-1. التلألؤ البيولوجي Bioluminescence

التلألؤ هو نوع إضاءة تنتج من بعض الكائنات الحية شكل(2) نتيجة التفاعلات الكيميائية، وهذه الظاهرة تتميز بكونها إضاءة باردة لأن كمية الحرارة التي تنتج مع هذا التفاعل تكون شبه معدومة، فأغلب الكائنات التي تتميز بهذه الظاهرة هي كائنات



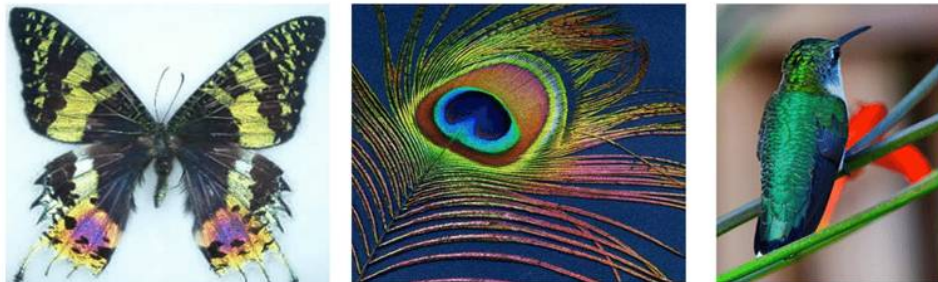
شكل (2) التلألؤ البيولوجي في قنديل البحر والمرجان و الفطر ليلا في البيئة الطبيعية.

<https://dtmag.com/thelibrary/bioluminescence-in-the-sea> access10/2020, 6:00PM

شائعة في التجمعات البيولوجية. Ahu Gu'mrah and (Thierry Savin, 2016, P98) والتي ينتج عنها مزيج من الألوان أو ما يسمى القزح اللوني شكل (3).

3-1. الألوان الهيكلية Structural colors

الألوان الهيكلية تكون نتيجة لتميز 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



شكل (3) الألوان الهيكلية في الطبيعة كالطيور وريش الطاووس والفرشات

https://www.researchgate.net/figure/Examples-of-structural-colors-in-nature-From-left-to-right-Urania-riphaeus-peacock_fig30_277243843 /acess10, 2020, 8:18AM

استخدام طبقة من الكرياتين كما هو الحال في الطبيعة فإن التجميع الذاتي لجزيئات الميلانوسومات (النانو ميلانين الاصطناعي)، والتي يتم دمجها مع السيليكا (طبقة رقيقة من الرمال) ونوع من الزيت الذي يختلط جزئياً بمحلول الميلانوسومات، وباهتزازاً جيداً ليشكل رغوة تسمى مستحلب لتصبح حبيبات الميلانين المغلفة بالسيليكا محاصرة في قطرات صغيرة من الزيت، ويأتي اللون من الاختلافات في سمك طبقة السيليكا وتكون جسيمات الميلانين النانوية الاصطناعية لديها مؤشر انكسار عالي وامتصاص واسع تتميز هذه الأصباغ بكونها آمنة وذات عمر افتراضي طويل ولا تتأثر بالأشعة فوق البنفسجية (Ming Xiao, Yiwen Li and others, 2015, P56) شكل (4) (5).



جزيئات الميلانين المتباعدة



جزيئات الميلانين المتلاصقة

ب

أ

الشكل (4)

أ- تغيير المسافات بين جزيئات الميلانوسومات الاصطناعية ووضعها في تباعد دوري معين ينتج مجموعة من الألوان المختلفة ب- ترتيب جزيئات الميلانين في الريش يعطي مجموعة من الألوان المختلفة (Ming Xiao, Yiwen Li, and others, 2015, P 54).



الشكل (5) الدهانات الصديقة للبيئة المحاكاة للصبغات الحيوية

<https://www.vitalchem.com/business-unit/pigments>, access 10/2020, 5:59PM



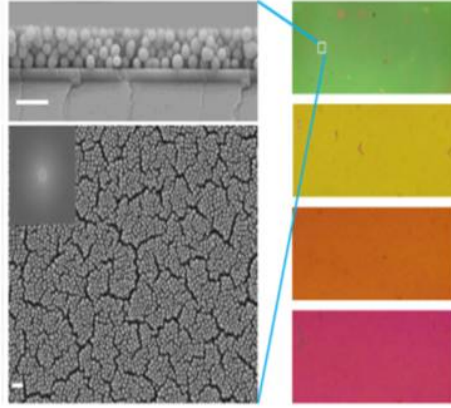
شكل (6) التلألؤ البيولوجي في البيئة الطبيعية

<https://dtmag.com/thelibrary/bioluminescence> / -in-the-sea access 10/2020, 6:00PM

2. التشكيلات اللونية للبيئة الطبيعية ومحاكاتها بالتصميم الداخلي:

نتناول تطبيقات النظم اللونية في مجال التصميم الداخلي عبر المحاكاة البيولوجية للكائنات الحية في البيئة الطبيعية كما يلي:

1-2. الدهانات الصديقة للبيئة ومحاكاة الصبغات الحيوية: أغلب ألوان الطيور تتكون من ترتيبات الميلانين وهو الصبغة التي تعطي لوناً لبشرتنا، وقد تم إنتاج صبغة آمنة وغير سامه 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 والكراطين والهواء" ولكن بخلاف الطيور، الميلانين والكراطين يختلطون معا لإنتاج الألوان من خلال التجميع لجزيئات الميلانين، ولكن بدلاً من



2-2. الألوان الباردة ومحاكاة التلألؤ البيولوجي:

ظاهرة التلألؤ أو المعان تعرف بأنها إنبعاث للضوء نتيجة تفاعل كيميائي لينتج عنه طاقة ضوئية داخل جسم الكائن الحي نتيجة مادة اللوسيفرين، وهو الجزيء الذي ينتج الضوء عند تفاعله مع الأكسجين، وهذه الظاهرة تتواجد في العديد من الكائنات البحرية كالبيكتيريا والطحالب وقنديل البحر والديدان والقشريات ونجوم البحر والأسماك، وتكون درجة الحرارة الناتجة من هذا التفاعل منخفضة نسبياً (أي إن إنبعاث الضوء ليس نتيجة للحرارة) كما نشاهده أيضاً في بعض الظواهر الطبيعية كالبرق (John W. Lee 2017, P10:11) شكل (6)

الطبيعه بعالم يتسارع فيه كل شيء، فهذه الغرفة تحاكي التلألؤ البيولوجي باستخدام التفاعل الكيميائي وإنتاج لونيين الأزرق والأخضر لخصائصهما المهدنة لتوفير حالة من الإسترخاء التام شكل (7).



ومن أمثلة محاكاة ظاهرة التلألؤ البيولوجي بالفراغات الداخلية هي:
1. غرفة جلوسين في صالة رجال الأعمال بالخطوط الجوية الفرنسية لتوفير جو من الإسترخاء وإعادة التواصل مع



شكل (7) لصالة جلوسين في الخطوط الجوية الفرنسية المحاكاة لظاهرة التلألؤ البيولوجي. <https://impakter.com/glowee-lighting-up-thee-future> access10/2020,5:59PM

مضيئة تطير وتحوم حول الشجرة ، لتحقق التفاعل بين الزوار والفراغ شكل (8).

2. المصابيح المعلقة تتكون من 100 عنصر بأجهزة إستشعار أعلى شجرة في مدخل صالة تويور بمدينة أيندهوفن بهولندا، فعند الدخول للزيارة تضئ هذه المصابيح وكأنها يرقات



شكل (8) لمجموعة مصابيح معلقة بصالة تويور تتفاعل مع حركة الزوار بمدينة أيندهوفن بهولندا.

<https://inhabitat.com/twinkling-kinetic-installation-inspired-by-fireflies-reacts-to-the-movement-of-visitors> access10/2020, 11:09AM



شكل (9) الأرضيات المتألئة التفاعلية التي تنتج إضاءة متألئة نتيجة الحركة .

<https://impakter.com/glowee-lighting-up-the-future/access10/2020, 11:09AM>

الجسم أو كوسيلة للإتصال وحيث إنها لا يمكنها توليد أي حرارة للجسم فإن لون البشرة يستخدم لتنظيم درجة حرارة الجسم شكل (10). وسبب تغير اللون هي الحالات التي تمرّ بها الحياء من الشعور بالاسترخاء، أو التوتر، ويحتوي جلد الحياء على أنواع مختلفة من الخلايا الصبغية (الحاملة للون) المنظمة في طبقات داخل الجلد: تحتوي الطبقة العليا على خلايا ذات صبغات صفراء وحمراء، بينما تحتوي الطبقات السفلية على خلايا ذات صبغة

3. الأرضيات المتألئة التفاعلية ، وهي الأرضيات التي تعطي إضاءة متألئة عند الحركة عليها تحاكي ظاهرة التلألؤ البيولوجي لمياه البحر شكل (9).

3-2. **التغيير اللوني التفاعلي ومحاكاة الكائنات الحية متغيرة الألوان:**

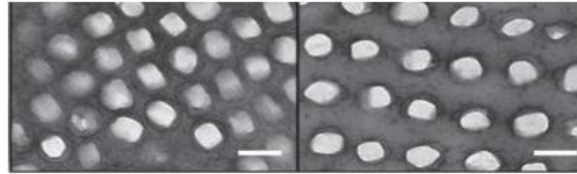
جلد الحياء له قدرات لتغيير اللون متعددة، من خلال السيطرة على خلية الصبغة بهدف التمويه أو الحفاظ على درجة حرارة

أطوال موجية محددة من الضوء وبالتالي يُنظر إلى الضوء المنعكس على أنه لون.

الميلانين الداكنة، والتي تظهر باللون الأسود أو البني، والطبقة الوسطى (الكروماتوفور (chromatophores) تحتوي على مجموعة منظمة من البلورات الشفافة بحجم النانو والتي تعكس



حالة: الإجهاد الاسترخاء

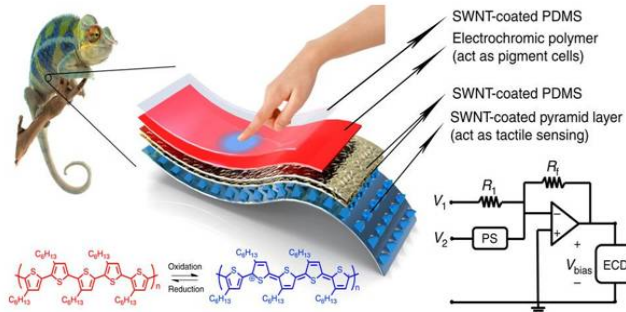


شكل (10) وآلية تغيير اللون لجلد الحرباء

<https://www.thingswedontknow.com/articles/chameleons#.X5F5GNazZPY/2020,2:20PM>

ومرونة عالية وقادرة على التمييز بين الضغوط المطبقة في الوقت الحقيقي، وتستهلك طاقة منخفضة (Ho-Hsiu Chou, Amanda Nguyen, and others, 2015, P8 شكل (11)، (12).

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 معًا للون العام، وهي مادة ذات وزن خفيف



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

شكل (11) الجلد الإلكتروني المستوحى من الحرباء باستخدام آليات ميكانيكية أو كهربائية (Ho-Hsiu Chou, Amanda Nguyen, and others, 2015, P 2)

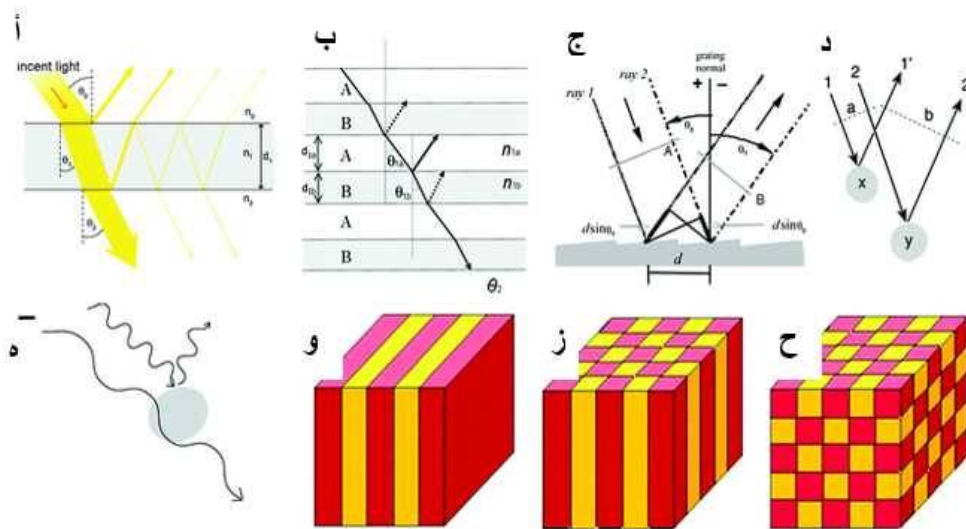


شكل (12) لنظام الإضاءة المعيارى ذو الأشكال الهندسية كالمثلثات أو المربعات أو السداسيات،

<https://www.momastore.hk/146823.htmlaccess10/2020,9:43PM>

الظواهر اللونية المتعددة وتتمثل في: الإنعكاسات في الأغشية الرقيقة، والأفلام المتعددة (التداخل)، ومحزز الحيود، والانتثار، والبلورات الضوئية [1] شكل (14) وهي:

3. **المبادئ الفيزيائية لإنتاج الألوان في البيئة الطبيعية:** للمساعدة في فهم معايير التصميم الأساسية لإنتاج الألوان الهيكلية بمزيد من التفصيل سنتناول أولاً شرح مبسط للمبادئ الفيزيائية الكامنة وراء هذه العمليات التي تولد

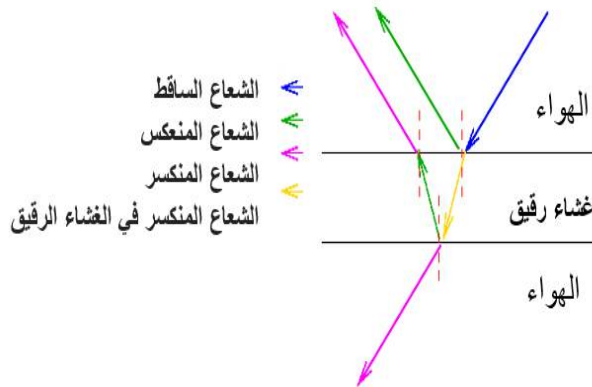


- (أ) تداخل الأغشية الرقيقة - الإنعكاس المتعدد للضوء على الفيلم الرقيق يحدد بناءً على درجات الإنعكاسات ومعاملات الإرسال.
 (ب) أفلام متعددة التداخل- إنعكاسات متعددة بشكل بناء أو مدمر.
 (ج) صريف الحيوود - تقسيم الضوء الأبيض إلى أطيفاف متعددة
 (د هـ) الانتثار (ظاهرة تشتت الضوء).

(و- ح) بلورات ضوئية (بلورات ضوئية أحادية وثنائية وثلاثية الأبعاد

شكل (14) تنشأ الألوان الهيكلية من خلال العوامل السابقة وتختلف الألوان باختلاف المواد و مؤشرات الانكسار المختلفة Jiyu Sun and others, 2013, P 66

والركيزة يمكن أن تكون من المعدن أو الزجاج أو ماده عضويه بوليميرية وغيرها. وطبقات الأغشية الرقيقة شائعة في عالم الطبيعة تنتج ألوانًا تظهر على فقاعات الصابون وبقع الزيت وعلى الكثير من الكائنات الحية كأجنحة الحشرات بسبب سمكها القليل، ومن الممكن أن يتقاطع شعاعان ضوئيان بدون أن يسبب إحداهما أي تغيير أو تحويل في الآخر بعد أن يعبر منطقة التقاطع، بهذا المعنى يقال إن الشعاعين لا يتداخل إحداهما مع الآخر لينتج تداخل بناء من الضوء المنعكس (Sun Jiyu and others, 2013, P 65). وتتعدد تطبيقات الأغشية الرقيقة في التصميم الداخلي كإستخداماتها في الأثاث وتشكيل الحوائط والفتحات السقفية وغيرها شكل (16).



شكل (15) ظاهره الفرق بين طول مسار بصري للضوء المنعكس من الحدود العليا والسفلى في أفلام الطبقة الرقيقة.

متعددة الأفلام في العالم الحي معقدة للغاية، ففي بعض الحشرات كالخنفساء الجعران الذهبية Chrysin resplendens يتداخل حوالي 120 طبقة لإنتاج لون ذهبي معدني لامع (Sun Jiyu and others, 2013, P 65) شكل (17).

4. المعايير التصميمية للنظم اللونية :
 يمكن تحديد وإستخلاص المعايير التصميمية لإنتاج النظم اللونية وتحقيق التنوع اللوني عبر الآليات التالية :

4-2. التداخل في الأغشية الرقيقة (Thin-film interference)

يشمل تداخل الأغشية في البيئة الطبيعية تداخل الأغشية الرقيقة والأفلام المتعددة، والمثال المعروف الناجم عن تداخل الأغشية الرقيقة هو فقاعة الصابون قزحية الألوان [9] شكل (15). الشرائح الرقيقة (الأغشية الرقيقة) وهي عبارة عن طبقة أو عدة طبقات من ذرات مده ما ذات سماكه في حدود 1 ميكرون، وهذه الذرات ترسب على قاعده تسمى (الركيزة) تشكل طبقة رقيقة،

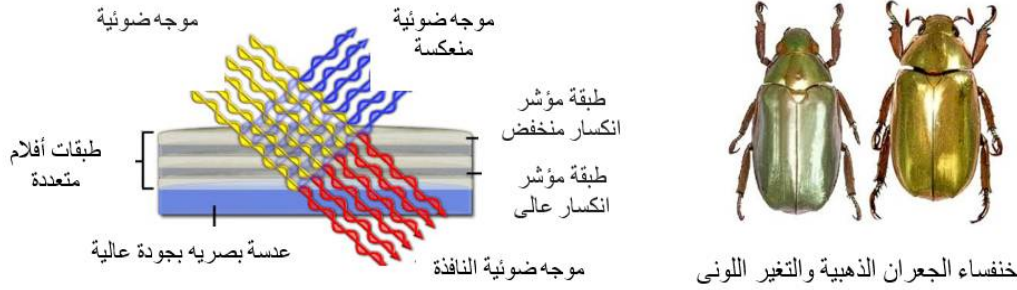


1-4. التداخل متعدد الأفلام Multi-film interference

يفهم التداخل متعدد الأفلام نوعيًا من حيث وجود زوج من الطبقات الرقيقة بشكل دوري. وفي الكائنات الحية يتداخل نحو 80 طبقة من الأغشية الرقيقة يمكن أن تكون الهياكل



شكل (16) التشكيلات اللونية في عناصر التصميم الداخلي كالستائر والفتحات السقفية والحوائط ووحدات الأثاث المختلفة
<https://www.thisiscolossal.com/2017/02/new-geometric-dichroic-glass-installations-by-chris-woodaccess10,2020,9:49AM>



شكل (17) الإنعكاس والانتقال للضوء عبر طبقات الأفلام المتعددة والتغير اللوني لخنفساء الجعران الطبيعية
<https://micro.magnet.fsu.edu/primer/java/filters/interference/index.html,access10/2020,6:43PM>

هو عنصر بصري ذو طراز منظم يقسم الضوء ويحديه إلى عدة حزم ضوئية بعدة اتجاهات، وتتحدد اتجاهات تلك الحزم الجديدة وفق تباعد التحزيز وطول الموجة للضوء الساقط، فالمحزز يعمل على تشتيت للضوء شكل (18). والمحززات تكون على أنواع منها العاكس ومنها النافذ، ففي النوع الأول تنفرق الأشعة إلى نفس جهة الضوء الساقط في حين تنفرق إلى الجهة المغايرة في النوع الثاني، كما يمكن أن يصنع المحزز العاكس على شكل مقعر، وقد تصنع شقوق أو أخاديد بالمحزز على نحو متقارب جدا من بعضها البعض بحيث تكون المسافة بين شقين متتاليين صغيرة جدا وقد تصل إلى 2 ميكرومتر وأقل من ذلك في حالة الأجهزة التي تتطلب دقة عالية. ويصنع هذا المحزز بعمل خدوش على زجاج منفذ للضوء في صورة خطوط رفيعة جدا بواسطة رأس من الألماس حيث تعمل التفرغات بين خطوط الخدوش كشقوق لإنتاج الضوء الملون (Sun Jiyu)

الزجاج المزدوج هو أحد التطبيقات حيث يحتوي الزجاج على طبقات صغيرة متعددة من المعادن التي تقسم الضوء وتنقل ألوانا مختلفة ومكاملة من طيف الضوء شكل (18). تتغير هذه الألوان والأنماط مع تغير وقت النهار وفصول السنة. ويستخدم الزجاج المزدوج كفاصل زجاجية للفراغات الداخلية شكل (19)، كما يوفر العديد من الخصائص والمزايا ومنها خفض استهلاك الطاقة من خلال تقليل تكاليف تكييف الهواء للحاجة إلى التدفئة الداخلية، والحد من نفاذ الأشعة فوق البنفسجية لداخل الفراغات الداخلية، وتقليل الوهج، وزيادة قوة الزجاج، ومقاومة الإحتكاك، وتقليل تكاليف الصيانة وسهولة التنظيف. تنشأ الألوان عبر تداخل بين موجات الضوء المنعكسة من السطح العلوي والسفلي للأغشية الرقيقة عندما يقع الضوء الأبيض على طبقة رقيقة، يظهر الفيلم ملونًا ويعتمد اللون على سمك الفيلم وكذلك زاوية حدوث الضوء.

صريف الحيود (Diffraction grating):

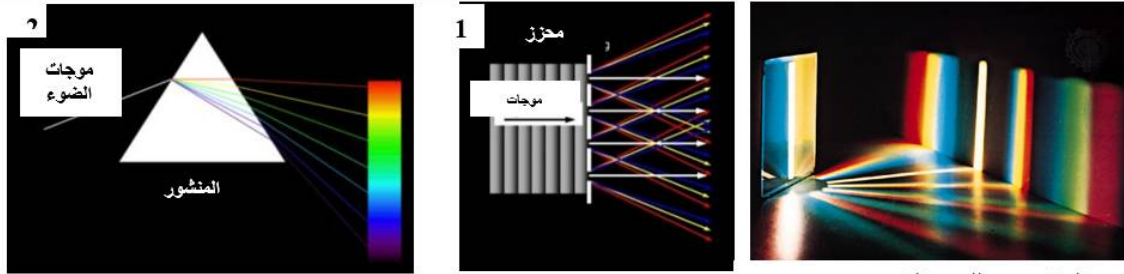


شكل رقم (18) الزجاج المزدوج حيث يتغير لونه بتغير الضوء على مدار النهار.



شكل رقم (19) الزجاج المزوج كفواصل زجاجية للفراغات الداخلية وتغيير الألوان على مدار اليوم.
<https://activewindowfilms.co.uk/455-dichroic-colour-changing-self-adhesive-rainbow-colourful-coloured-window-film.html>, access 10/2020, 6:52PM

others, 2013, P 66) وتتعدد التشكيلة اللونية داخل الأحياز الداخلية الناتجة عن صريف الحيود لتضيف تشكيلة جديدا للتصميم شكل (21).



مقارنة بين موجات الضوء النافذة من (1) صريف الحيود و(2) المنشور الزجاجي التشكيلات اللونية الناتجة عن حيود الضوء الأبيض عبر صريف الحيود شكل (20) يوضح الاختلاف بين المنشور و صريف الحيود وتأثيرهما على الضوء الأبيض والتشكيلات اللونية الناتجة



شكل (21) التشكيلات اللونية الناتجة عن صريف الحيود.

https://www.todeschini.com.br/blog/wpcontent/uploads/2018/10/IMG_MDA101817_1600px.jpg, access 10/2020, 7:11PM

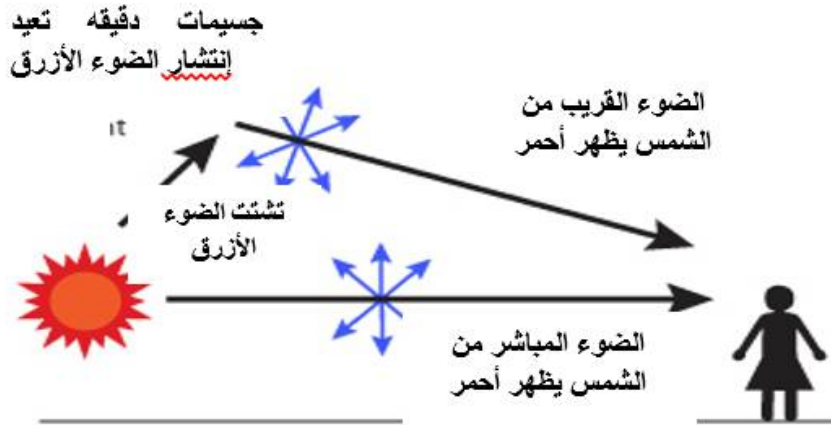
إلى إنتاج اللون الأزرق وهو سبب رؤية السماء زرقاء اللون شكل (22)، فإذا كان الهواء غير مرئي وضوء الشمس أبيض كيف تظهر السماء زرقاء؟ إن الهواء عبارة عن غاز وجسيمات دقيقة منتشرة وهذه الجسيمات تعيد إنتشار اللون الأزرق من ضوء

2-4 إنتثار الضوء Scattering:

انتثار الضوء هو تغيير إستقامته وإنتشاره عند إستدامه بجسم غير شفاف أو غير مصقول فينتشر في مختلف الإتجاهات وهذه الظاهرة تسمى بإنتثار الضوء، يؤدي تثار الضوء بشكل شائع في الطبيعة

مستقيم إلى الأرض على هيئة أشعة مباشرة، وهذا يفسر ظاهرة زرقة السماء.

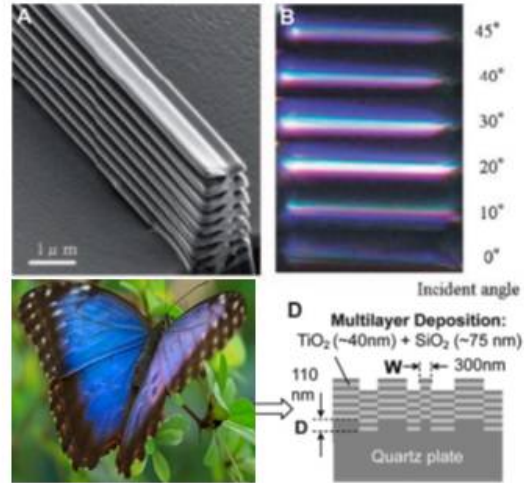
الشمس مره أخرى إلى الهواء لان طوله الموجي القصير يسمح بتشتته بسهولة بينما اللونان الأحمر والأصفر لهما طول موجي أكثر طولاً وبالتالي فهما لا يتشتتان بسهولة وإنما ينتقلان على خط



شكل (22) ظاهرة إنتثار الضوء الأزرق للسماء في البيئه الطبيعيه.

شكل (23)، وهذه الظواهر العاكسة لإنتاج اللون الأزرق شائعة إلى حد ما في البيئة الطبيعية فمن خلال المجهر وجدت خلايا عاكسة للضوء. ويكون الغالب أن ظهور اللون الأزرق في الكائنات الحية هو نتيجة تشتت الضوء وليس التصبغ. (Akira Saito, 2011, P3).

اللون الأزرق هو نتيجة الظواهر الفيزيائية حيث وجد العلماء أن الهياكل المجهرية الصغيرة على الأجنحة للكائنات الحية هي المسؤولة عن لونها بدلاً من الصبغات حيث تعكس المقاييس الميكروسكوبية ما يصل إلى 75٪ من الضوء الأزرق الذي يصل إليها مما يؤدي إلى تشتيتها بزوايا كبيرة، والمقاييس الموجودة على أجنحة الفراشات Morpho تبعثر موجات الضوء الأزرق



شكل (23) أ- هيكل مصنع شبيهة لأجنحة فراشات مرفوف من حيث المقاييس أنتجت اللون الأزرق بدرجات

(Akira Saito, 2011, P3)

(Wange and KeQin Zhang, 2013) شكل (24)

تتقسم إلى ثلاثة أنواع وهي:

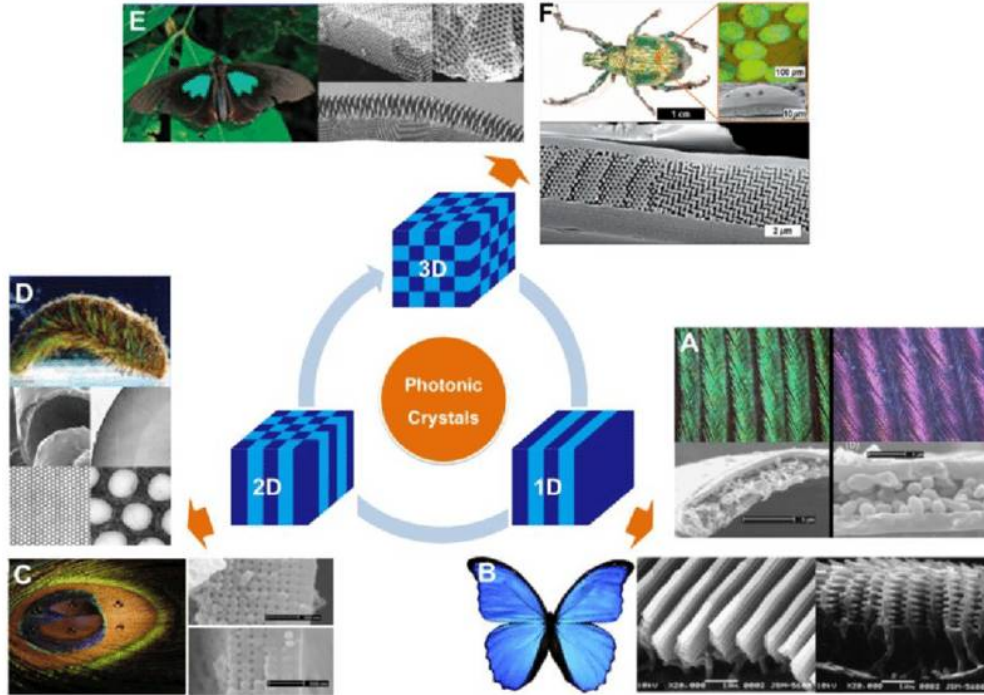
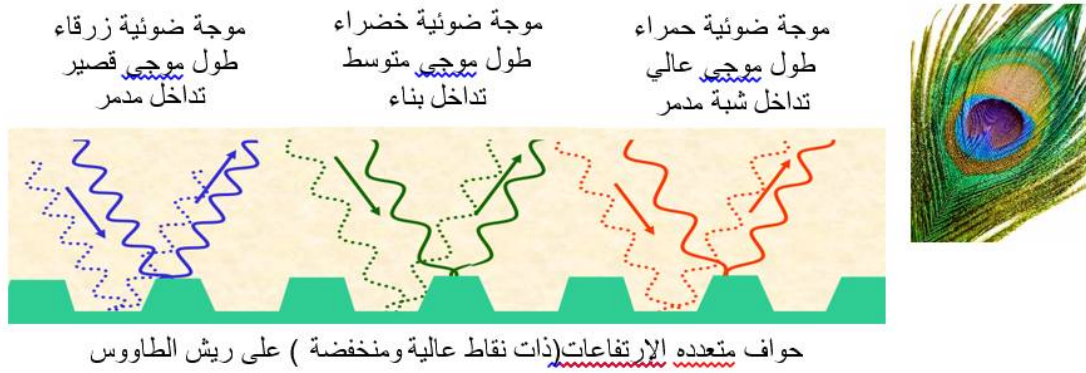
- البلورات الفوتونية أحادية البعد (D1) One-dimensional photonic crystals

- البلورات الفوتونية ثنائية البعد (D2) Two-dimensional photonic crystals

- البلورات الفوتونية ثلاثية الأبعاد (D3) Three-dimensional photonic crystals

3-4. البلورات الضوئية Photonic crystals :

هي تكرر دوري لشكل معين من مادة أوليه في مادة ثنائية تختلف عنها في طبيعة الإنكسار. قد يكون التكرار لسطح مستوى يتكرر على شكل طبقات متتالية من المادتين، أي تكرر في بعد واحد، أو تكرر في بُعدين، كأن تصطف مجموعة من الأعمدة الموشورية (أي ثلاثية الأبعاد) في بنية مثلثة أو مربعة أو سدسة. ويمكن أن يكون التكرار في ثلاثة أبعاد، كأن توضع كرات من الزجاج متراسة في بنية مجسمة وسط الهواء أو الماء أو أي مادة أخرى (Hui

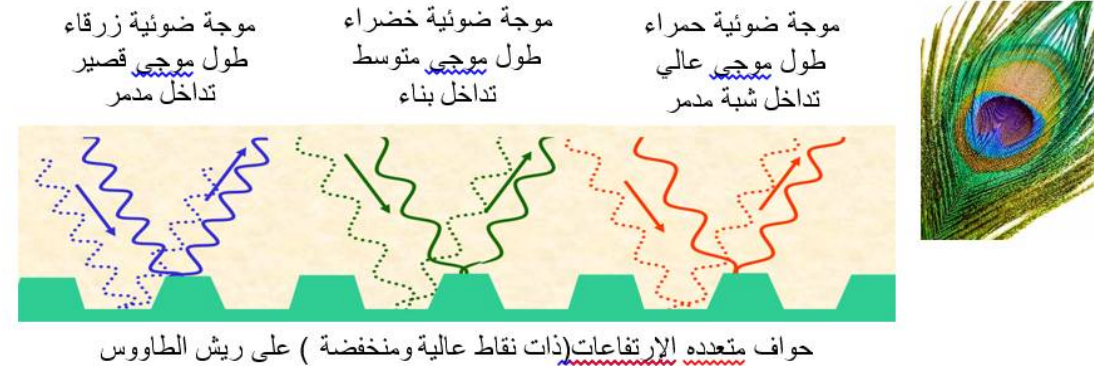


شكل (24) التأثيرات اللونية للألوان الهيكلية في البيئة الطبيعية

(Hui Wang and KeQin Zhang, 2013, p 96)

تعتمد الألوان التي تنعكس على ارتفاع التلال والتي يمكن أن تختلف من مكان إلى آخر على الجناح أو الريش أو القشرة في الكائنات الحية وعلى زاوية الرؤية والسدى يؤدي لظاهرة القرحة اللونية.

يمكن إنتاج الألوان الهيكلية والتحكم في انتشار الضوء عن طريق البلورات الضوئية كما يحدث في البيئة الطبيعية عبر المحاكاة البيولوجية ، فبعض الكائنات الحية كالتاوس لها ريش ذو تلال مجهرية تؤدي إلى انعكاس الضوء في بعض النقاط العالية والنقاط المنخفضة مما يعطى فرقاً في مسار الأطوال الموجية شكل (25) حيث



شكل (25) الانعكاس والانتقال عبر طبقات الأفلام المتعددة والحواف المتعددة

<http://physics.highpoint.edu/~jregister/potl/Waves/InterferenceColors/interfcolors.html>, access 10/2020, 7:53PM

البارامترى ليعطى ألوان متنوعة نتيجة الصفات الانعكاسية والانعكاسية للزجاج تحاكي التقزح اللوني لريش الطاووس شكل (26)

ويكمن محاكاة الياث الانعكاس والانكسار لموجات الضوء الأبيض عبر المحاكاة البيولوجية في تصميمات الفراغات الداخلية كتصميم حائط باستخدام برامج الحاسب الألى التي تستخدم التصميم



شكل (26) لنموذج بنائى من الألواح الزجاجية الهيكلية ذو الصفات الانعكاسية والانكسارية.

<http://daryagirina.blogspot.com/2020/03/lighting-in-interior-design-modelling.html> access 10/2020.10:24AM

1. يجب على المصمم التعمق في دراسة منهجيات المحاكاه البيولوجية وتطبيقاتها للاستفادة من نتائجها في إنتاج تصميمات فريدة مبتكرة للفراغات الداخلية .
2. يجب على المؤسسات التعليمية إدراج منهجيات المحاكاة البيولوجية ضمن المناهج التعليمية المقرر دراستها لإستكشاف الياث المحاكاة البيولوجية وتحويلها إلى نماذج تطبيقية تحقق جودة البيئة الداخلية بمجال التصميم الداخلى.
3. يجب على الدولة إنشاء هيئة بحثية تطبيقية متكاملة للاهتمام بمنهج المحاكاة البيولوجية للبيئة الطبيعية لتشجيع ممارسة التصميمات المستدامة .

المراجع References:

1. Ahu Gu'mrah Dumanli and Thierry Savin, (2016) Recent advances in the biomimicry of structural colours The Royal Society of Chemistry, DOI: 10.1039/c6cs00129g
2. Akira Saito (2011) Material design and structural color inspired by biomimetic approach, IOP PUBLISHING, doi:10.1088/1468-6996/12/6/064709
3. Dengteng Ge, Elaine Lee, Lili Yang, Yigil Cho, Min Li, Daniel S. Gianola, and Shu Yang(2015) a Robust Smart Window: Reversibly Switching from High Transparency to Angle-Independent Structural Color Display, Department of Materials Science and Engineering University of Pennsylvania, 2015, 10.1002/adma.201500281.
4. Hiroshi Fudouzi (2011) Tunable structural color in organisms and photonic materials for design of bioinspired materials, Photonic Materials Unit, National Institute for Materials Science, Japan

النتائج Results:

- من خلال المحاكاة البيولوجية للنظم اللونية في البيئة الطبيعية وتطبيقها في مجال التصميم الداخلى نستنتج التالي :
1. تنشأ الألوان الهيكلية الموجودة في البيئة الطبيعية من خلال الظواهر البصرية الأساسية والتي يمكن فهمها ودراستها من خلال الظواهر الفيزيائية مثل الإنعراج والتداخل والانتثار للضوء المرئى، التي يتم دمجها بدقة لتحسين تأثيرات الألوان
 2. تساهم الآليات الفيزيائية فى تحقيق التطبيقات للتشكيلات اللونية للبيئة الطبيعية من خلال التداخل في الأغشية الرقيقة، وصريف الحيوذ ، والانتثار الضوئى والبلورات الضوئية .
 3. تطورت العملية التصميمية للنظم اللونية من خلال محاكاة تأثيرات الألوان القزحية في البيئة الطبيعية .
 4. يمكن تحقيق تغييرات الألوان التي تم تقليدها بأجهزة ضبط الألوان وأجهزة الاستشعار لتتفاعل مع البيئة الداخليه ومستخدماً الفراغ لتحقيق ردود أفعال متغيره.
 5. المواد الضوئية الإصطناعية أقل ذكاءً بكثير من الهياكل الموجودة في الكائنات الحية بالبيئة الطبيعية.
 6. تعتبر البيئة الطبيعية مصدر غنى للتشكيلات اللونية المتعددة والتي بالإعتماد عليها وتطبيقها في عناصر التصميم الداخلى منحها تعددية لونية ذات قيم جمالية متعددة .

الناقشة Discussion:

تكمن أهمية النتائج في كونها تقدم إجابة على المشكلة البحثية وهي أنه يمكن إستخلاص الياث للتشكيلات اللونية الموجودة في البيئة الطبيعية وتحويلها إلى نماذج تطبيقية ذات تأثيرات تشكيلية متعددة تحقق جودة البيئة الداخلية وتتفاعل مع مستخدمى الفراغات الداخلية وتعيد الترابط بين الإنسان والبيئة الطبيعية .

الخلاصة Conclusion:

من خلال ما تقدم من نتائج وتمت مناقشة يمكن إستخلاص معايير تصميمية للنظم اللونية تحقق التنوع اللوني للفراغات الداخلية.

التوصيات Recommendations:

- right-Urania-riphaeus-peacock_fig30_277243843 /access10,2020, 8:18AM
14. [https://impakter.com/glowee-lighting-up-the-future/access 10/2020](https://impakter.com/glowee-lighting-up-the-future/access%2010/2020), 11:09AM
 15. <https://inhabitat.com/twinkling-kinetic-installation-inspired-by-fireflies-reacts-to-the-movement-of-visitors//access10/2020>, 11:09AM
 16. <https://impakter.com/glowee-lighting-up-the-future/access10/2020>, 11:09AM
 17. <https://inhabitat.com/twinkling-kinetic-installation-inspired-by-fireflies-reacts-to-the-movement-of-visitors//access10/2020>, 11:09AM
 18. <https://www.thingswedontknow.com/articles/chameleons#.X5F5GNAzZPY/2020,2:20PM>
 19. <https://www.momastore.hk/146823.htmlaccess10/2020,9:43PM>
 20. <https://www.thisiscolossal.com/2017/02/new-geometric-dichroic-glass-installations-by-chris-woodaccess10,2020,9:49AM/>
 21. <https://activewindowfilms.co.uk/455-dichroic-colour-changing-self-adhesive-rainbow-colourful-coloured-window-film.html>, access10/2020, 6:52PM
 22. https://www.todeschini.com.br/blog/wpcontent/uploads/2018/10/IMG_MDA101817_1600px.jpg, acces10/2020, 7:11PM
 23. <https://www.scribd.com/document/25867162/Why-is-the-sky-blueaccess10/2020,10;10AM>
 24. <http://physics.highpoint.edu/~jregester/potl/Waves/InterferenceColors/intercolors.html>, access10/2020, 7:53PM
 5. Ho-Hsiu Chou, Amanda Nguyen, and Alex Chortos³, (2015) John W.F. To¹, Chien Lu¹, Jianguo Mei¹, Tadanori Kurosawa¹, Won-Gyu Bae¹, Jeffrey B.-H. Tok¹ & Zhenan Bao^{1,3} A chameleon-inspired stretchable electronic skin with interactive colour changing controlled by tactile sensing, DOI: 10.1038/ncomms9011
 6. Hui Wange and KeQin Zhang(2013) Photonic Crystal Structures with Tunable Structure Color as Colorimetric Sensors, 13, 4192-4213; doi:10.3390/s130404192
 7. John W. Lee (2017), Bioluminescence, the Nature of the Light, Publisher: University of Georgia Libraries, researchgate/publication/315730950
 8. Ming Xiao, Yiwen Li, Michael C. Allen, Dimitri D. Deheyn, Xiujun Yue, Jiuzhou Zhao, Nathan C. Gianneschi, Matthew D. Shawkey and Ali Dhinojwala (2015) Bio-Inspired Structural Colors Produced via Self-Assembly of Synthetic Melanin Nanoparticles, 10.1021/acsnano.5b01298
 9. Sun Jiyu ,Bhushan B. and Tong J.(2013) Structural coloration in nature, DOI: 10.1039/C3RA41096J
 10. <http://sitn.hms.harvard.edu/flash/2014/pigments-patterning-the-living-world/access10/2020,6:00PM/>
 11. <https://dtmag.com/thelibrary/bioluminescence-in-the-sea> access10/2020,6:00PM/
 12. <https://www.hisour.com/ar/structural-coloration-23842/acess10,2020>, 8:18AM
 13. <https://www.researchgate.net/figure/Examples-of-structural-colors-in-nature-From-left-to->