التأثيرات الحيوية لتطبيقات الألوان الأساسية في الحيزات المعمارية الخاصة بالأطفال
دراسة تطبيقية لرصد التأثيرات الحيوية للألوان الأساسية
(الأحمر – الأصفر – الأزرق)

Bio effects of primary color applications in children's architectural spaces.
An applied study to monitor the bio effects of primary colours
(Red- Yellow-Blue)

أ.م.د/ إسلام رأفت محمد

أستاذ مساعد - كلية الهندسة - قسم العمارة – جامعة حورس - مصر

Assist. Prof. Dr. Islam Raafat Mohamed

Pro. of architecture - Architecture department – Horus University – Egypt

islamrm@yahoo.com

م.د/ سالي إسماعيل عراقي

مدرس بكلية الفنون التطبيقية قسم التصميم الداخلي والأثاث - جامعة السادس من أكتوبر- مصر

Dr. Sally Esmail Eraky

Lecturer in Faculty of Applied Arts Department of Interior design and furniture.
6th of October University –Egypt

sallyeraky@gmail.com

ملخص البحث:

يعد اللون من أهم العناصر المستخدمة في الحيز المعماري، والذي يعطي شخصية مختلفة ومميزة لكل حيز عن الآخر، ومن خلال اللون يمكن أن نضفى نوعاً من النشاط الذهني أو البدني على مستخدمي الحيز تبعاً للغرض منه خاصة عند التصميم للفئات العمرية الصغيرة (الأطفال)، كما أن للون تأثيرات فسيولوجية ونفسية على الأطفال مستخدمي الحيز المعماري، ويمكن من خلاله توظيف الألوان في الحيزات المعمارية تبعاً للنشاط المستخدم في هذه الحيزات، الأمر الذي ينعكس على سلوكيات الأطفال بشكل ايجابي إذا ما تم استخدامه بالشكل الصحيح. فطاقة اللون وخاصة الألوان الأساسية لا يمكن إغفالها عند تصميم الحيزات المعمارية للأطفال، بل تلعب الألوان الأساسية المستخدمة فيه دوراً رئيسياً في تحفيز أو تثبيط النشاط المطلوب أداءه منهم في هذا الحيز، ولا سيما أن طاقة اللون هي المحرك الرئيسي لهذه التأثيرات على الأطفال مستخدمي الحيز المعماري.

بناء على المدخل النظري السابق يؤسس البحث لفرضية أن للألوان الأساسية تأثيرات حيوية على الأطفال مستخدمي الحيزات المعمارية المختلفة. ويتبع الباحثان لأثبات تلك الفرضية منهجاً تجريبياً يقوم على استخدام نموذجين لحيزين معماريين يتم تغطية حوائطهما بالألوان الأساسية (الأحمر – الأصفر – الأزرق)، ثم قياس التأثيرات الناتجة عن إدخال هذه الألوان كل على حدة على كل حيز معماري من الحيزين المقترحين، وبالتالي استنتاج تأثيرها على الأطفال المستخدمين له. ويتم ذلك باستخدام جهاز Biowell ! بعدها يتم مقارنة نتائج القياسات للخروج بنتيجة عن التأثيرات المختلفة لهذه الألوان على الوظائف الحيوية للأطفال، وأفضليات استخدام تلك الألوان في الحيزات المعمارية الخاصة بتلك الفئات.

الكلمات الدالة:

الألوان الأساسية – التأثيرات الحيوية للألوان – الطاقة – الحيز المعماري للأطفال.

Abstract

Color is one of the most important elements used in architectural space, which gives a different and distinctive character to each space from the other. Through color, we can add a kind of mental or physical activity to the users of the space depending on its purpose, especially when designing for young age groups (children). Color has physiological and psychological effects on children who use architectural space, and through it it can modify or evaluate the human activity of that group, if it is used correctly and in the appropriate space for them. The energy of color, especially the primary colors, cannot be ignored when designing architectural spaces for children. Rather, the primary colors play a role. The materials used in it play a major role in stimulating or inhibiting the activity they are required to perform in this space, especially since the energy of color is the main driver of these effects on children who use the architectural space.

Color is one of the most important elements used in architectural space, which gives a different and distinctive character to each space from the other. Through color, we can add a kind of mental or physical activity to the users of the space depending on its purpose, especially when designing for young age groups (children). Color has physiological and psychological effects on children who use architectural space, and through it it can modify or evaluate the human activity of that group, if it is used correctly and in the appropriate space for them. The energy of color, especially the primary colors, cannot be ignored when designing architectural spaces for children. Rather, the primary colors play a role. The materials used in it play a major role in stimulating or inhibiting the activity they are required to perform in this space, especially since the energy of color is the main driver of these effects on children who use the architectural space.

Keyword:

Primary colors - Bio colors effects - energy - children's architecture.

المقدمة:

يعتبر اللون عنصراً أساسياً لتصميم الحيزات المعمارية الخاصة بالأطفال، نظراً لتأثير اللون سيكولوجياً وفسيولوجياً على الجسم البشري للطفل، ولأهمية تلك المرحلة العمرية من حياة الإنسان كان من الضروري دراسة اللون بشكل متعمق، يتعدى حدود تأثيره المعنوي ليصل بنا لتأثيره المادي على جسم الإنسان وخاصة الأطفال، تلك الفئة التي تُبنى عليها ركائز مستقبل البشرية وتكوينها الجسدي قبل النفسي، رغم عدم إغفال تأثير كل منهما على الآخر، فلا يمكن أن ندرس تأثير شيء ما على نفسية الأطفال دون أن نضع في اعتبارنا مدى تأثيرها على الجسم البشري للطفل، خاصة وأن معدل تأثر جسم الطفل بأي مؤثر خارجي أكبر من معدل تأثر أجسام الكبار بها، فما بالنا ونحن نتحدث عن الطاقة وذبذباتها الكهرومغناطيسية عليهم.

ومن هذا المنطلق وجب دراسة اللون من زاوية أخرى، والبحث في كنه اللون نفسه وطاقة الألوان خاصة الأساسية منها، والتي تستخدم بشكل كبير في تصميم الحيزات المعمارية للفئات العمرية الصغيرة (الأطفال).

مشكلة البحث:

تكمن مشكلة البحث في عدم توافر دراسات تطبيقية لقياس تأثير طاقة الألوان الأساسية على الأطفال في الحيز المعماري، ومدى التغيرات التي تحدث في طاقة الحيز المعماري عند استخدامها، لتحديد مدى ملائمة تلك الألوان للأطفال المستخدمين

لهذا الحيز، وتوظيف الألوان الأساسية بالشكل الأمثل وللحيز المناسب لكل نشاط على حدة من أنشطة الأطفال داخل مختلف الحيزات المعمارية.

هدف البحث:

1- إلقاء الضوء على أهمية دراسة تأثير طاقة الألوان الأساسية على جودة الحيز المعماري المخصص للأطفال من خلال نموذجين لحيزين معماريين أحدهما بأبعاد المربع القياسي والآخر بأبعاد النسبة الذهبية.

2- تحسين جودة طاقة الحيز المعماري من خلال إدخال لون أو أكثر من الألوان الأساسية في تصميم الحيز المعماري للأطفال، وبالتالي استنباط تأثيره سلباً أو إيجاباً على المستخدمين للحيز من الأطفال.

أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في:

١- ندرة الدراسات المتخصصة في قياس تأثير طاقة الألوان بالأجهزة الحديثة.

٢- دراسة التأثيرات الحيوية للألوان الأساسية على الحيز المعماري المخصص للأطفال، وبالتالي على الأطفال المستخدمين لهذا الحيز.

فروض البحث:

١- إمكانية تحسين جودة الحيز المعماري المخصص للأطفال من خلال الربط بين الألوان الأساسية ونسب أبعاد الحيز المعماري.

٢- للألوان الأساسية دور رئيسي في رفع مستوى طاقة المكان، وبالتالي تأثيره المباشر على الأطفال مستخدمي الحيز المعماري.

حدود البحث:

حدود موضوعية: جودة الحيز المعماري – تأثيرات الطاقة الحيوية للألوان الأساسية - ملاءمة طاقة الحيز المعماري للأطفال المخصص لهم – أبعاد النسبة الذهبية والمربع القياسي كحيز معماري للطفل.

حدود إنسانية: يتناول البحث دراسة أحد عناصر التصميم - الألوان الأساسية - للأطفال كأحد أهم الفئات العمرية للإنسان.

منهج البحث:

يستخدم البحث المنهج التجريبي لقياس طاقة الألوان الأساسية (الأحمر والأصفر والأزرق)، وتأثيرها على ممارسة الأنشطة داخل الحيز المعماري وبالتالي استنباط تأثيرها على الأطفال المستخدمين له.

أولاً: الإطار النظري للبحث:

اللون ما هو إلا ضوءاً مرئياً، ويتكون الضوء المرئي من سبع ترددات للألوان، كل منها عبارة عن ذبذبات كهرومغناطيسية بأطوال موجية مختلفة التردد، تقوم العين بالتقاطها ليقوم المركز البصري خلف الدماغ بتحليل الذبذبات اللونية ويحولها لإدراكات لونية.

وقد أشارت العديد من الأبحاث لوجود ثمة صلة بين الألوان والحالة النفسية للمستخدمين للحيز المعماري وخاصة الأطفال، وتعددت النتائج في رصد تأثيرات ألوان الحيزات المعمارية على الأطفال وخصوصا في مرحلة رياض الأطفال، وأشارت إلى أهمية استخدام الألوان الزرقاء والخضراء الفاتحة فهي الأكثر تفضيلاً في مباني دور الحضانات لدورها في إضفاء

أجواء من الهدوء والسلمية على المكان، وذلك استناداً إلى دراسات مسحية متعددة. (Thung, Chin Xing, and Hakimi Ahmad 2022)

ويجدر الإشارة هنا أن الأبحاث في هذا المجال تسلك أحد طريقين:

الطريقة الأولى: قياس تأثير الألوان بشكل مباشر على جسم الإنسان، إما من خلال متابعة التغيرات الفسيولوجية على المدى البعيد أو من خلال استبانة لتحديد التأثيرات النفسية للألوان على الإنسان. (Thung, Chin Xing, and Hakimi Ahmad 2022), (Paniz Mousavi Samimi, Nasim Sadraei Tabatabaei 2021)

الطريقة الثانية: قياس تأثير الألوان على طاقة الحيز المعماري بغض النظر عن تواجد أشخاص فيه أم لا، وبالتالي فهو مؤشر واضح على تأثيره على جسم الإنسان المستخدم له، بل إن نوعية تلك القياسات لا تشير فقط إلى تأثيره على جسم الإنسان بل على مختلف الكائنات الحية المستخدمة لنفس الحيز المعماري.) رأفت ٢٠١٤(Islam Raafat, Sally) Eraky 2022)

في الطريقة الأولى اتجهت تلك النوعية من الأبحاث إلى رصد هذه التأثيرات على الإنسان بعد استخدمه للحيز. وهو ما وجه البحث لتبني الطريقة الثانية. وتكمن أهمية هذه الطريقة - والتي تبناها هذا البحث - في كيفية دراسة جودة الحيز قبل وجود المستخدم فيه وليس دراسة تأثير اللون على الإنسان بعد استخدامه للحيز، وذلك لدارسة أثر التصميم وتدارك عيوبه من البداية، وليس مواجهة عيوبه أو تقييمه بعد اتمام التصميم بالفعل، Amira Fawzy Helmy Almaz, Islam Rafaat) Mohamed. 2021) خاصة وأن الدراسة تستهدف الأطفال في أعمارهم الأولى، تلك الفئة العمرية التي لها أهمية كبيرة في تكوين الحالة النفسية والصحية والجسدية للإنسان فيما بعد، وتشكل مستقبله بالكامل في المراحل العمرية اللاحقة.

١- تأثير الترددات اللونية على الطاقة الحيوية للإنسان:

يستجيب جسم الإنسان للمؤثرات الخارجية بما يحويه من مستقبلات وخلايا عصبية وعضلات تتواصل مع بعضها بإشارات كهربية، وتعتبر الألوان أحد هذه المؤثرات. فكل لون له الذبذبة أو التردد Frequency الخاص به التي تستقبلها الحواس، وقد أشارت الدراسات البحثية أن للألوان قدرة طبيعية على مساعدة الجسم في إحداث التوازن لأنظمته العضوية والنفسية، حيث يمكن للون إحداث تغييرات في مستوى الهرمونات فإما أن تؤدي إلى اتزانها أو حدوث خلل بها. كما أن لها تأثيرات مختلفة على مستويات استجابة المخ وإدراكه للبيئة المحيطة. (عراقي ٢٠١٥) (Philippe St-Jean& others 2022) (أحمد ٢٠٠٤)(KK. 2012) (Sameh Azzazy, others 2021)

وقد أشار طبيب الأعصاب الألماني الشهير كيرت جولدشتاين Kurt Goldstein إلى أن المصريين القدماء قد بنوا معابد للاستشفاء باستخدام الضوء واللون، حيث كانوا يغمرون المريض في حيز معين من اللون، وذلك عندما فطنوا أن لكل لون فاعلية وتأثير تختلف عن نظائرها في الألوان الأخرى. كما أن العديد من البلدان الآسيوية اعتمدت على العلاج بالألوان كأحد أنواع العلاجات الرئيسية مثل الهند والصين على سبيل المثال.

والجدير بالذكر أن تأثير الألوان على الجسم لا يختلف سواء كان اللون مرئياً أو غير مرئي، فالإنسان معصوب العينين يحدث له نفس التفاعلات الفسيولوجية التي تحدث للإنسان غير المعصوب العينين تحت تأثير الألوان المختلفة، وهذا يعني أن الجسم يستشعر موجات الألوان بتنوعها ويتأثر بها. ويذكر (B. J. Kouwer) " إن إدراك اللون ليس فناً يشمل الشبكية فقط، ولكنه يشمل الجسد بكامله ". (حمودة ١٩٨١)

ويبين الجدول (١) الطول الموجي لكل لون من ألوان الطيف المرئي، حيث يشير الطول الموجي القصير إلى تردد كبير وبالتالي طاقة أكبر للون. فعلى سبيل المثال تعد أشعة جاما Gamma أقوى بكثير من موجات الراديو AM، وكذلك على مستوى ترددات الألوان، فتردد اللون البنفسجي الذي يبلغ طوله الموجي (380-450) نانومتر أقوى بكثير من اللون الأحمر الذي يعادل طوله الموجي (640 -780) نانومتر في ألوان الطيف المرئي.

جدول (١) الطول الموجي للألوان (Wills 2013)

اللون		الطول الموجي nm (نانومتر)
فوق البنفسجى	UV	**380 – 280**
بنفسجى	V	**450- 380**
نيلى	I	**450 – 440**
أزرق	B	**500 – 450**
أخضر	G	**570 – 500**
أصفر	Y	**595- 570**
برتقالى	O	**640- 595**
أحمر	R	**780- 640**
تحت الحمراء	**IR**	**1000- 780**

وقد اهتمت الحضارات والمعارف القديمة كالهندية والصينية والمصرية القديمة بربط مراكز الطاقة الحيوية بالألوان، ففي الحضارة الهندية يشار لمراكز الطاقة الحيوية للجسد بمصطلح الشاكرات Chakras. وترتبط هذه المراكز بجميع الوظائف الحيوية للجسم وتعكس حالتها الوظيفية، وأن لجسم الأطفال مراكز طاقة حيوية كما للبالغين. كما تشير هذه المعارف القديمة الي أن كل مركز من مراكز الطاقة يتحكم فيه لون من ألوان الطيف المرئي السبعة، ويقوم الجسم بامتصاص طاقة اللون من خلال هذا المركز ويقوم بتغذية الجسم بهذه الترددات المستقبلة. ويبين جدول (٢) علاقة ذبذبات الألوان Frequencies بمراكز الطاقة بالجسم Chakras. (Islam Raafat 2021) (Islam Raafat, Sally Eraky 2022)

جدول (٢) الألوان وذبذباتها وتأثيرها على مراكز الطاقة في الجسم.(Kumar 2010)

اللون Colour	الذبذبة التقريبية HZ Approx. Frequency	الشاكرات Chakras مراكز الطاقة فى الجسم	
أزرق داكن	**200**	**القاعدة**	**Base**
أخضر	**300**	**العجز**	**Sacral**
أصفر	**400**	**المعدة**	**Stomach**
أحمر	**500**	**القلب**	**Heart**
برتقالى	**600**	**الرقبة**	**Throat**
أزرق فاتح	**700**	**جبين العين**	**Brow**
بنفسجى	**900**	**الرأس**	**Crown**

وقد أشار دكتور ألكسندر شاوس مدير المعهد الأمريكي للبحوث الحيوية الاجتماعية، إلى العلاقة بين الألوان والحالة النفسية للإنسان، من خلال نظريته التي تدور حول تداخل الطاقة اللونية مع الغدد النخامية والصنوبرية، عن طريق هرمونات محددة تؤثر على العمليات الفسيولوجية التي تسيطر بشكل كبير ليس على الحالة المزاجية فحسب بل يمتد تأثيرها على الجانب العضوي من الجسم، ويبين جدول (٣) العلاقة بين الألوان والغدد والأمراض التي تساعد على شفائها. (عراقي ٢٠١٥) (Anishka. A. Hettiarachchi, Nimal De Silva 2012)

جدول (٣) يبين علاقة الألوان بالغدد والأمراض التي تساعد في شفاؤها.(Wills 2013)

اللون Color	الغدة Gland	الأمراض التى تساعد فى شفائها
البنفسجى	الغدة النخامية	الأضطرابات العصبية والعقلية
النيلى	الغدة الصنوبرية	أضطرابات البصر
الأزرق	الغدة الدرقية	أمراض الغدة الدرقية والحنجرة و الصفراء
الأخضر	الغدة الصعترية Thymus	أمراض القلب وارتفاع الضغط
الأصفر	الغدة الكظرية	أمراض المعدة والبنكرياس والكبد والمرارة
البرتقالى	الطحال	اضطرابات الرئتين والكلى وأمراض المعدة
الأحمر	الغدد التناسلية Adrenal	اضطرابات الدم والأنيميا

يقودنا هذا الكم من المعلومات إلى ضرورة البحث عن طريقة الاستخدام الصحيح للألوان بطريقة مدروسة في الحيزات المخصصة للأطفال، والذي سيساهم بشكل بارز في رفع معدلات التعلم والأداء، ولأن إدراك الطفل في المراحل الأولى من عمره تبدأ بالألوان الأساسية (الأحمر - والأزرق - والأصفر)، فيجب إلقاء الضوء على تأثيرات هذه الألوان على جسم الطفل.

٢- تأثير الألوان الأساسية على جسم الأطفال:

- يعمل اللون الأحمر على رفع ضغط الدم ويزيد من سرعة النبض، كما يزيد من معدل التنفس واستجابة الجلد (التعرق)، لذا يمكن ملاحظة وجود استجابة عضلية (توتر) أثناء التعرض لهذا اللون مما يجعل عضلات الطفل تعمل بشكل أكبر لأنه قادر على التوغل داخل أنسجة الجسم، كما يلاحظ زيادة في معدل طرفات العين، ويحدث إثارة لموجات الدماغ مما يمنح الطفل الطاقة المطلوبة، ولكن يجب الحذر بعدم تعرض الطفل له قبل النوم حتى لا يصاب بالأرق. (Gil, S., Le Bigot 2016)
- بينما يستخدم اللون الأزرق مع الطفل المصاب بالعصبية الشديدة والميل للعنف، وذلك لقدرة اللون الأزرق كمسكن على تهدئته والسيطرة على انفعالاته، ولكن التعرض له باستمرار يسبب بعض الوهن. (Mohebbi, 2014)
- أما اللون الأصفر فيستخدم اللون الأصفر لعلاج مشكلات الذاكرة، حيث يعمل على تنشيطها ويرفع من معدلات التركيز والنشاط الذهني لدى الأطفال. كما أنه فعال في تهدئة بعض الحالات العصبية. (Terwogt, Mark Meerum, and Jan B. Hoeksma. 1995)

٣- تأثير تغير الصفات الذاتية للون على ادراكه:

عادةً ما يتم تعريف إدراك اللون من خلال الصفات الذاتية مثل درجة اللون والسطوع والتشبع. تشير الدراسات إلى أن الأشخاص لم يكونوا حساسين للفروق بيم الصفات الذاتية المشتركة لمحفزات اللون، بل استجابوا لعلاقات التشابه العامة والشاملة للون، كما ظهر من التصنيفات الأساسية لكل مجموعة ألوان. شارك في الدراسة كل من الطلاب الجامعيين غير المدربين و"خبراء الألوان" (الفنانين المدربين خصيصًا).(BARBARA BURNS, BRYAN E. SHEPP 1988)
دراسة أخرى اهتمت بتقييم تأثير درجة اللون والسطوع والتشبع (HSV) على تفضيلات أطفال ما قبل المدرسة في عمر ٥ و٦ سنوات. تم تقديم ١٦ لوحة ألوان ومشهدين للعب للأطفال من أجل التعرف على تفضيلاتهم. أظهرت النتائج أن الألوان الباردة ذات درجة تشبع ٧٥ وقيمة ٧٥ للملاعب الداخلية، والألوان الدافئة ذات درجة تشبع ٧٥ وقيمة ٥٠ للملاعب الخارجية كانت الألوان الأكثر تفضيلاً. علاوة على ذلك، لدراسة تأثير الوضع الاجتماعي والاقتصادي على بيئة الأطفال -تفضيلات اللون العقلية، تم إجراء اختبار "مان ويتني" وكشفت النتائج عن وجود فرق كبير بين تفضيلات القيمة للأطفال الذين يعيشون في أحياء الطبقة الدنيا والطبقة العليا. ومع ذلك، لم تتم ملاحظة فروق ذات دلالة إحصائية من حيث تفضيلات درجة اللون والسطوع والتشبع (HSV) بين الأولاد والبنات وكذلك بين الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين ٥ و٦ سنوات. (Paniz Mousavi Samimi, Nasim Sadraei Tabatabaei 2021)

ثانيا: الإطار العملي للبحث:

١- وصف التجربة:

تجربة قياس تغير مستويات الطاقة الحيوية في الحيزات المعمارية نتيجة لتغير ألوان هذه الحيزات بالألوان الأساسية (الأحمر _ الأزرق _ الأصفر).

٢- الجهاز المستخدم للقياس:

استخدم جهاز "البايوويل" Bio-well لقياس التجربة: وهو من الأجهزة الحديثة التي تقوم بالقياس بطريقتين:

أ. رصد الانبعاثات الإلكتروفوتونية الصادرة من اللون وتحليلها لمعرفة التأثيرات الفسيولوجية نتيجة تعرضه لعناصر البيئة المحيطة به.

ب. قياس مستويات الطاقة الحيوية للحيزات المعمارية المختلفة نتيجة المؤثرات المختلفة. حيث يعمل جهاز البايوويل Bio-well على قياس مستوى الطاقة الحيوية في بيئة ما. (corporate 2015)

وتتكون أجزاء الجهاز من:

- الجهاز الأساسي، وصلة سلكية (كابل) USB، أداة استشعار Sputnik، اسطوانة تيتانيوم بالكابل الخاص بها، والبرنامج المخصص لجهاز البايوويل Bio-well

شكل ٤: مكونات جهاز بيوويل
المصدر: (corporate 2015)

ويعمل الجهاز بطريقتين:

الطريقة الأولى: من خلال المسح الضوئي لأصابع يدي الإنسان (اليمنى واليسرى).

الطريقة الثانية: من خلال رصد الترددات الإلكتروفوتونية المنبعثة من مكونات الحيز المادية (الشكل – المادة – اللون) بأداة الاستشعار الحرة.

وعند توصيل الجزء المخصص لرصد هذه الترددات بالجهاز الأساسي وربطه بجهاز الكمبيوتر المزود ببرنامج الجهاز يقوم البرنامج بجمع وتحليل الترددات المنبعثة من مكونات الحيز المعماري، ثم يجري سلسلة من التحليلات الداخلية، وبعدها يعرض نتائج تلك الاختبارات في مجموعة من الرسومات البيانية تلقائياً. وتظهر نتائج المسح تحولات الطاقة في بيئة ما وتقاس بخمس علامات:

١. المنطقة: توضح كمية الفوتونات الضوئية المنبعثة من البيئة إلى جهاز الاستشعار.

٢. الكثافة: شدة الانبعاث من كل فوتون.

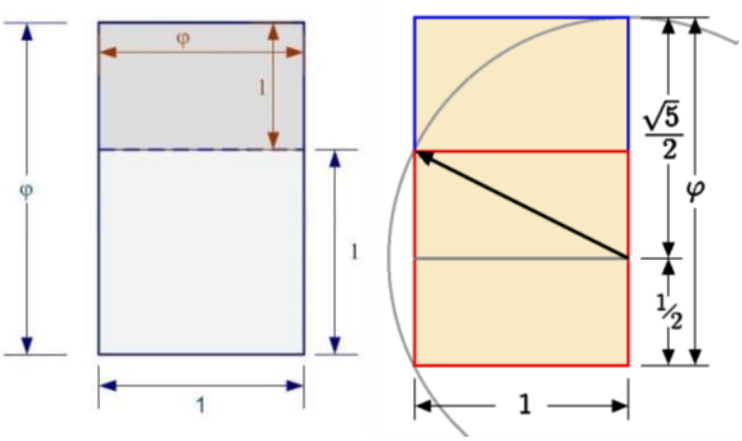
٣. الطاقة: توضح مستوى طاقة الضوء المنبعث من البيئة إلى جهاز الاستشعار.

٤. الانحراف E: يقيس مستوى عدم انتظام منحنى الرسم البياني للمساحة.

٥. الانحراف S: يقيس مستوى عدم انتظام منحنى الرسم البياني للطاقة. (corporate 2015)

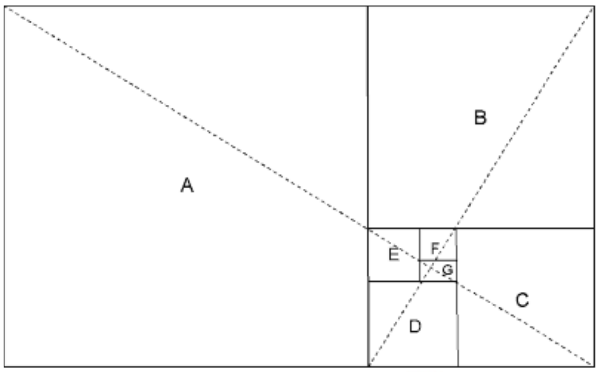
٣- عناصر التجربة:

قامت التجربة على استخدام نماذج مصغرة للحيزين المعماريين المراد اختبارها (ماكيت)، بحيث تم تصميم أحدهما بقاعدة مستطيلة بنسب القطاع الذهبي Golden Ratio، بينما صمم النموذج الآخر بقاعدة مربعة كنموذج قياسي، ويرجع اختيار كلا النموذجين بتلك النسب سواء المربع كنموذج قياسي ومقارنته بالمستطيل الذهبي، نظراً لأهمية النسبة الذهبية للمصممين عموما، ولوجودها كقاعدة تصميمية للمنتجات المعمارية في أغلب الحضارات، وقد عرفها العالم الرياضي اليوناني "إقليدس" والملقب بأبو الهندسة (C Triantafillou 2013 & N Assimakis, M Adam)، وهو أول من أشار إلى هذه النسبة، كما أشار لها الفيزيائي الألماني مارتن أوم سنة ١٨٣٥م؛ حيث وصف النسبة الذهبية بأنها العلاقة الهندسية التي تحكم الكون وتحقق وحدته. وقد ظهرت هذه النسبة في العديد من الظواهر الطبيعية والكائنات الحية، وأدهشت الكثير من العلماء، واستخدمها الفيزيائيين وعلماء الأحياء والمهندسين في العديد من التطبيقات.



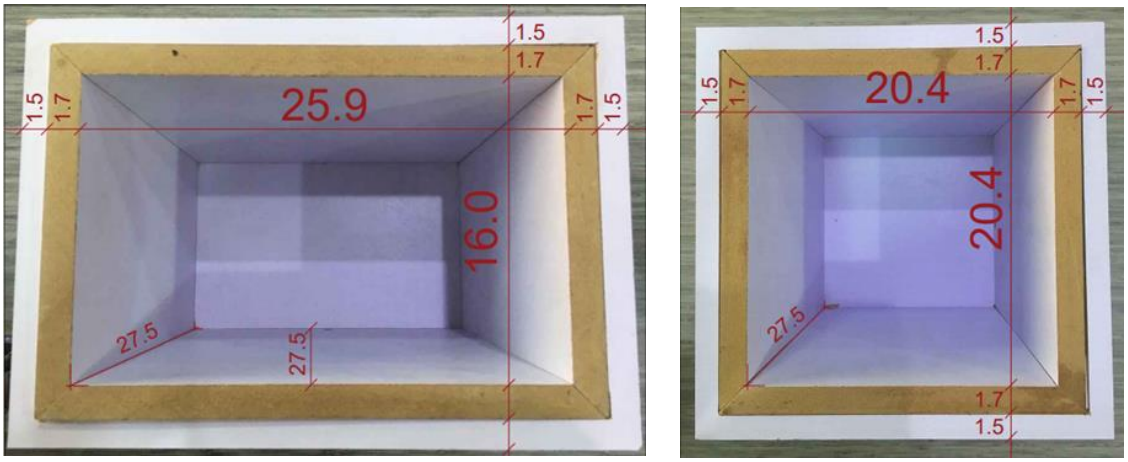
شكل ٦: تخطيط يوضح كيفية الحصول على المستطيل الذهبي من خلال مربع يمثل طول ضلعه الوحدة، والمستطيل الناتج بجانب المربع يشكل هو الآخر مستطيل ذهبي

https://en.wikipedia.org/wiki/File:Golden_Rectangle_Construction.png



شكل ٧: تخطيط يوضح كيفية الحصول على مستطيلات ذهبية عند خصم مربع من كل مستطيل ذهبي كعملية تكرارية لا نهائية.
المصدر: http://forum.arabictrader.com/t26794-328.html

وقد تم تنفيذ نموذجي التجربة من الخشب الـ M.D.F المكسي بالميلامين الأبيض من الوجهين بسمك إجمالي ١٧ مم. النموذج الأول ذو القاعدة المربعة كنموذج قياسي يتم مقارنته بالنموذج الثاني وهو المستطيل بنسب القطاع الذهبي. على أن يكون لكلا النموذجين نفس المسطح الأفقي للقاعدة وبنفس الارتفاع، وبالتالي لهما نفس الحجم. والشكل التالي يوضح الأبعاد المستخدمة لكلا النموذجين.



شكل ٨: يوضح النموذجين المصغرين المقترحين للحيز المعماري موضحاً عليهما الأبعاد بالسنتيمتر.
المصدر: الباحثان

ومن أجل اختبار تأثير اللون على طاقة الحيزات المعمارية، تم تجهيز تكيسات ورقية لتغطية حوائط وأرضيات الحيزات السابقة، وذلك باستخدام الألوان الأساسية الثلاثة (الأحمر والأزرق والأصفر).

ويتم اختبار هذه الاشكال وهي بدون تكسيات ورقية، ثم يتم الاختبار بعد تكسية النماذج بالكامل باللون الأزرق ثم الأحمر وأخيراً الأصفر. وبعدها يتم القياس باستخدام جهاز Bio-Well مع استخدام قطعة Sputnik المخصصة لقياس طاقة المكان، والموضح تفاصيلهما سابقاً، وذلك لقياس التغير في الطاقة الحيوية لكلا النموذجين.

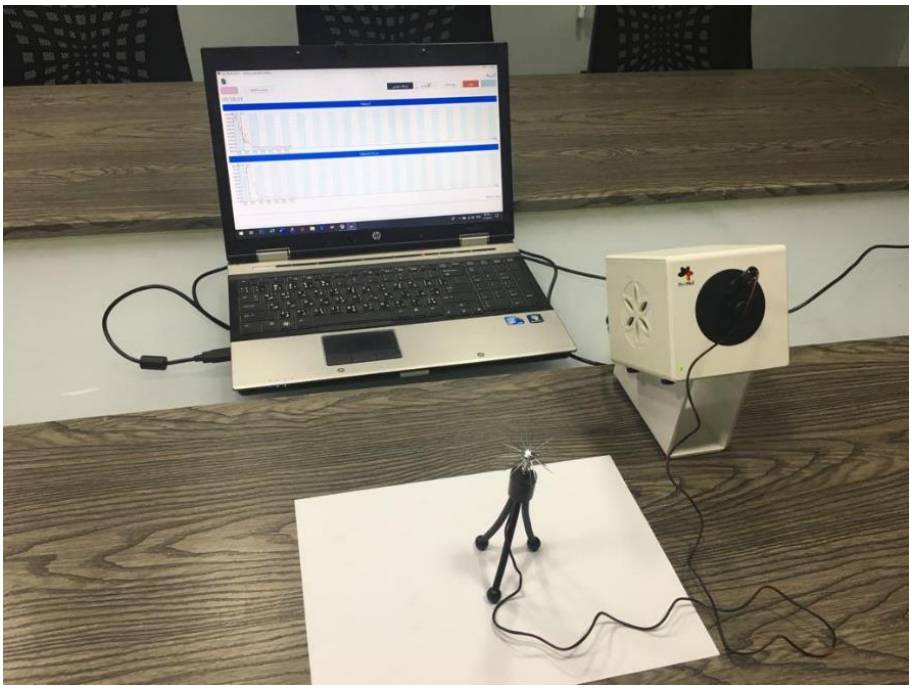
٤- طريقة تطبيق التجربة:

تم تصميم التجربة لرصد التغير بين مستويات الطاقة بين نموذجين لحيزين معماريين أحدهما قياسي بقاعدة مربعة، والآخر بقاعدة مستطيلة بحيث يكون النسبة بين الطول: العرض مساوياً للنسبة الذهبية ١,٦١٨، على أن تكون قاعدة هذا النموذج متساوية في المساحة مع النموذج القياسي ذو القاعدة المربعة ولكلا النموذجين نفس الارتفاع.

تم إجراء التجربة ١٤فبراير ٢٠٢٢ بداية من الساعة الخامسة عصراً ولمدة ثلاث ساعات في درجة حرارة الغرفة وتحت نفس الظروف، وذلك طبقاً للخطوات التالية:

أولاً:

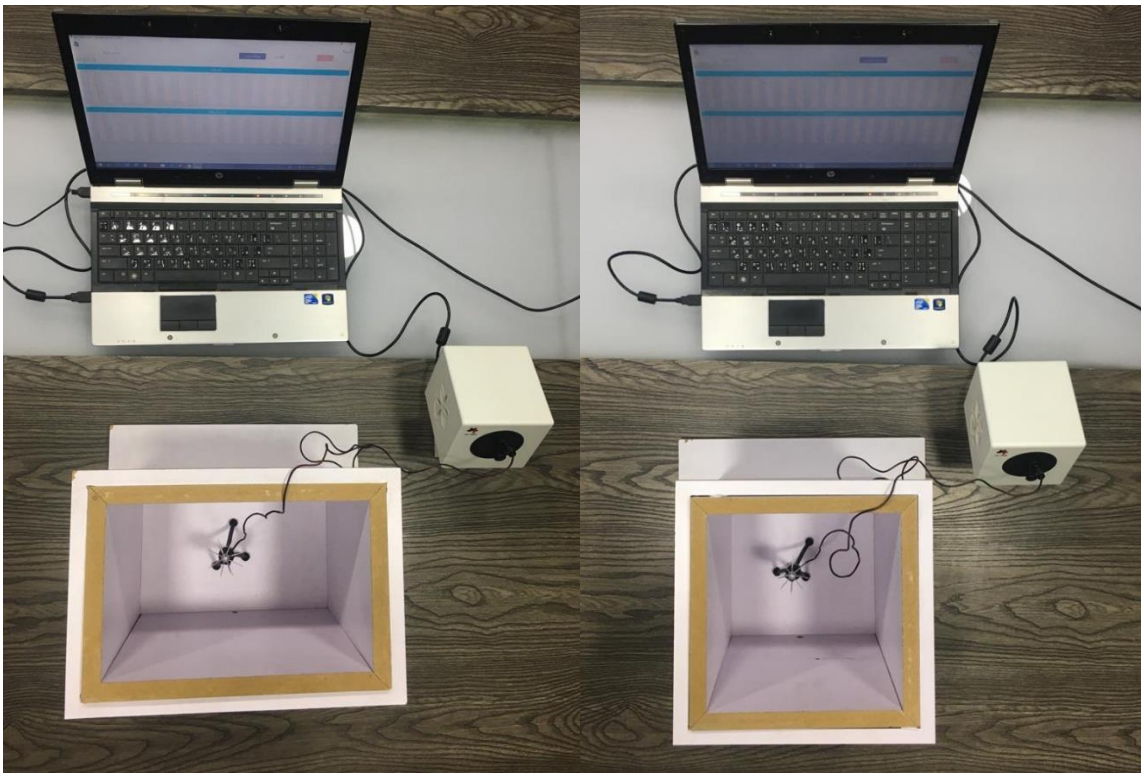
١. تم قياس معدلات الطاقة الحيوية داخل الغرفة التي يتم داخلها التجربة، وذلك بوضع قطعة الـ Sputnik في نفس الموضع المستخدم لقياس النماذج فيما بعد كما هو موضح في شكل (٩) ورصد لمتوسطات القراءة لمدة ٢٠ دقيقة حيث يقوم الجهاز برصد قراءة كل خمس ثواني.



شكل ٩: توضح قياس الطاقة الحيوية للغرفة التي يتم داخلها الاختبار باستخدام أداة استشعار جهاز البايووبل لقياس الطاقة الحيوية.
المصدر: الباحثان

٢. تم قياس معدلات الطاقة الحيوية داخل النموذج القياسي (ذو القاعدة المربعة) بدون إضافة أي تكسيات لونية، وذلك بوضع قطعة الـ Sputnik في منتصف قاعدة الحيز المعماري كما هو موضح في شكل (١٠ يميناً) ورصد لمتوسطات القراءة لمدة ٢٠ دقيقة، حيث يقوم الجهاز برصد قراءة كل خمس ثواني.

٣. تم قياس معدلات الطاقة الحيوية داخل النموذج التجريبي (ذو القاعدة المستطيلة بنسب القطاع الذهبي) بدون إضافة أي تكسيات لونية، وذلك بوضع قطعة الـ Sputnik في منتصف قاعدة الحيز المعماري المصغر كما هو موضح في شكل (١٠ يساراً) ورصد لمتوسطات القراءة لمدة ٢٠ دقيقة، حيث يقوم الجهاز برصد قراءة كل خمس ثواني.



شكل (١٠)

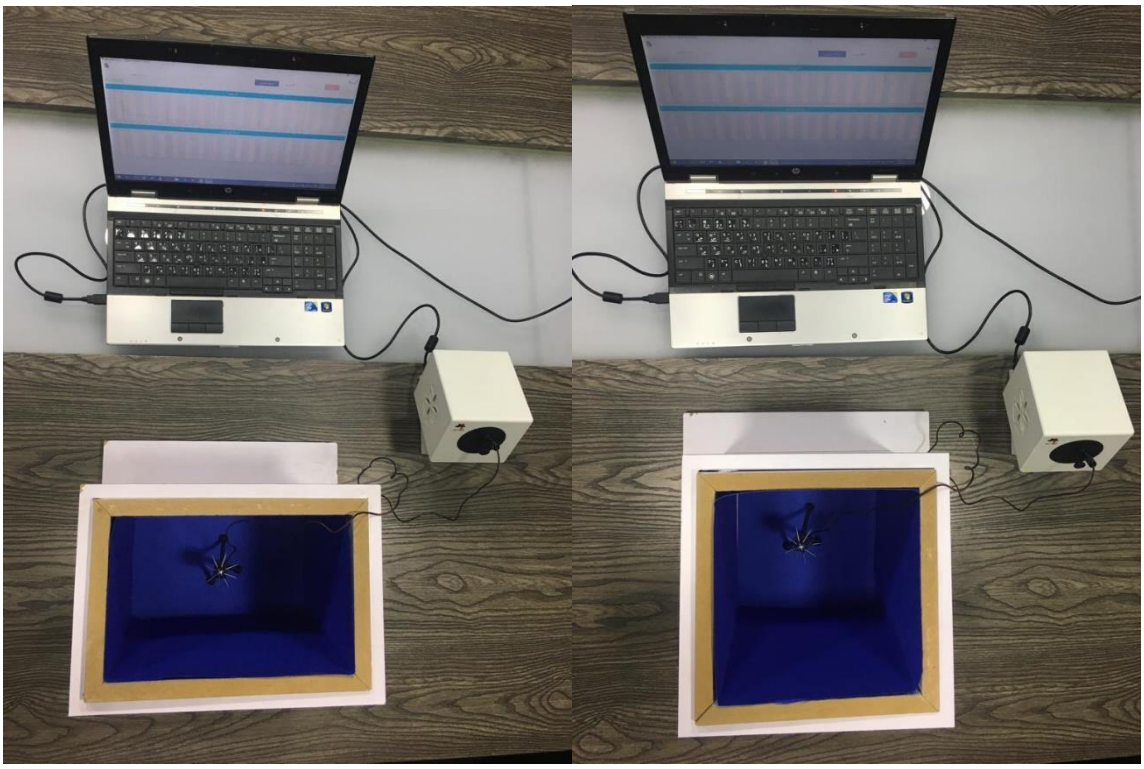
يميناً: توضح المكعب وداخله أداة استشعار جهاز البايوويل لقياس الطاقة الحيوية وهو فارغ.
يساراً: توضح متوازي المستطيلات وداخله أداة استشعار جهاز البايوويل لقياس الطاقة الحيوية وهو فارغ.
المصدر: الباحثان

ثانياً:

١. تم قياس معدلات الطاقة الحيوية داخل النموذج القياسي (ذو القاعدة المربعة) بعد إضافة التكسيات الورقية باللون الأزرق لحوائط وارضيات النموذج، وذلك بوضع قطعة الـ Sputnik في منتصف قاعدة الحيز المعماري المصغر أعلى التكسيات الورقية باللون الأزرق، كما هو موضح في شكل (١١) يمين ورصد لمتوسطات القراءة لمدة ٢٠ دقيقة، حيث يقوم الجهاز برصد قراءة كل خمس ثواني.

٢. تم قياس معدلات الطاقة الحيوية داخل النموذج التجريبي (ذو القاعدة المستطيلة بنسب القطاع الذهبي) بعد إضافة التكسيات الورقية باللون الأزرق لحوائط وارضيات النموذج، وذلك بوضع قطعة الـ Sputnik في منتصف قاعدة الحيز المعماري

المصغر، كما هو موضح في شكل (١١) يسار ورصد لمتوسطات القراءة لمدة ٢٠ دقيقة، حيث يقوم الجهاز برصد قراءة كل خمس ثواني.



شكل (١١)

يمين: توضح شكل تكسيات الحوائط والأرضية الورقية ذات اللون الزرق داخل المكعب، وفوقه أداة استشعار جهاز البايوويل لقياس الطاقة الحيوية له.

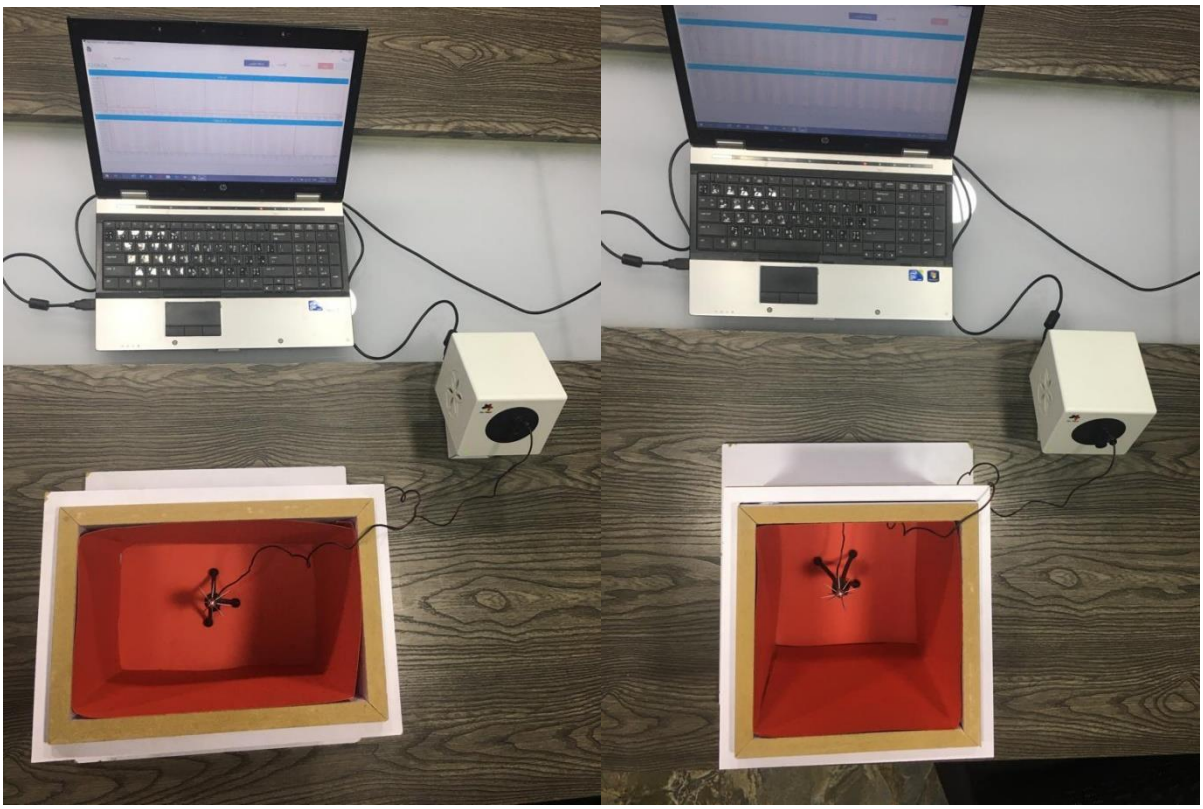
يسار: توضح شكل تكسيات الحوائط والأرضية الورقية ذات اللون الأزرق داخل متوازي المستطيلات، وفوقه أداة استشعار جهاز البايوويل لقياس الطاقة الحيوية له.

المصدر: الباحثان

ثالثاً:

١. تم قياس معدلات الطاقة الحيوية داخل النموذج القياسي (ذو القاعدة المربعة) بعد إضافة التكسيات الورقية باللون الأحمر لحوائط وارضيات النموذج، وذلك بوضع قطعة الـ Sputnik في منتصف قاعدة الحيز المعماري المصغر، كما هو موضح في شكل (١٢) يميناً ورصد لمتوسطات القراءة لمدة ٢٠ دقيقة، حيث يقوم الجهاز برصد قراءة كل خمس ثواني.

٢. تم قياس معدلات الطاقة الحيوية داخل النموذج التجريبي (ذو القاعدة المستطيلة بنسب القطاع الذهبي) بعد إضافة التكسيات الورقية باللون الأحمر لحوائط وارضيات النموذج، وذلك بوضع قطعة الـ Sputnik في منتصف قاعدة الحيز المعماري المصغر، كما هو موضح في شكل (١٢) يساراً ورصد لمتوسطات القراءة لمدة ٢٠ دقيقة، حيث يقوم الجهاز برصد قراءة كل خمس ثواني.



شكل (١٢)

يمين: توضح شكل تكسيات الحوائط والأرضية الورقية ذات اللون الأحمر داخل المكعب، وفوقه أداة استشعار جهاز البايوويل لقياس الطاقة الحيوية له.

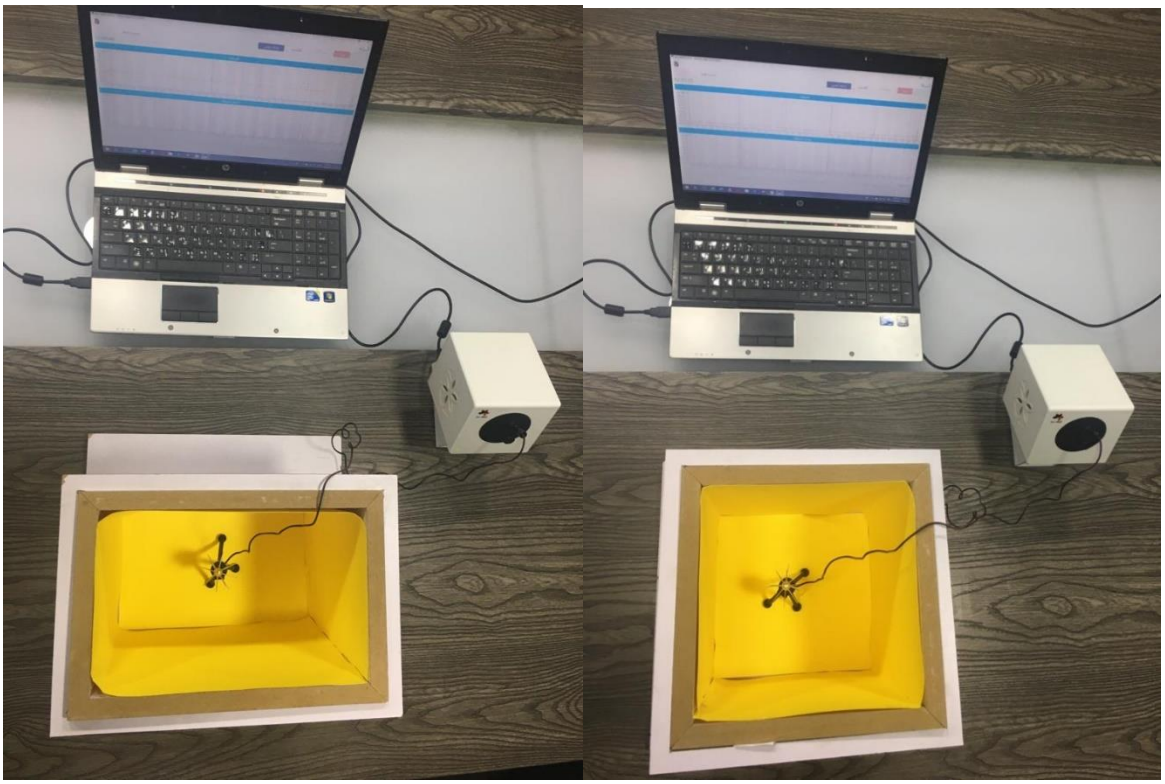
يسار: توضح شكل تكسيات الحوائط والأرضية الورقية ذات اللون الأحمر داخل متوازي المستطيلات، وفوقه أداة استشعار جهاز البايوويل لقياس الطاقة الحيوية له.

المصدر: الباحثان

رابعاً:

١. تم قياس معدلات الطاقة الحيوية داخل النموذج القياسي (ذو القاعدة المربعة) بعد إضافة التكسيات الورقية باللون الأصفر لحوائط وارضيات النموذج، وذلك بوضع قطعة الـ Sputnik في منتصف قاعدة الحيز المعماري المصغر، كما هو موضح في شكل (١٣ يميناً) ورصد لمتوسطات القراءة لمدة ٢٠ دقيقة، حيث يقوم الجهاز برصد قراءة كل خمس ثواني.

٢. تم قياس معدلات الطاقة الحيوية داخل النموذج التجريبي (ذو القاعدة المستطيلة بنسب القطاع الذهبي) بعد إضافة التكسيات الورقية باللون الأصفر لحوائط وارضيات النموذج، وذلك بوضع قطعة الـ Sputnik في منتصف قاعدة الحيز المعماري المصغر، كما هو موضح في شكل (١٣ يساراً) ورصد لمتوسطات القراءة لمدة ٢٠ دقيقة، حيث يقوم الجهاز برصد قراءة كل خمس ثواني.



شكل (١٣)

يمين: توضح شكل تكسيات الحوائط والأرضية الورقية ذات اللون الأصفر داخل المكعب، وفوقه أداة استشعار جهاز البايووبل لقياس الطاقة الحيوية له.

يسار: توضح شكل تكسيات الحوائط والأرضية الورقية ذات اللون الأصفر داخل متوازي المستطيلات، وفوقه أداة استشعار جهاز البايووبل لقياس الطاقة الحيوية له. المصدر: الباحثان

بعد رصد القراءات الموضحة في الخطوات الستة السابقة تم تحليل نتائج القراءات جميعهاً، وذلك من خلال برنامج الشركة المصنعة للجهاز المستخدم في الاختبار Bio-Well.

٥. النتائج:

بعد إجراء التجربة ورصد نتائجها، انتقل البحث لعملية مقارنة النتائج الناتجة من عمليات القياس، وهي ٩ نتائج تمثل مستويات الطاقة الحيوية بعد عمل التحليل الإحصائي (الانحراف المعياري) لنتائج ٢٤٠ قراءة في كل شكل وذلك كالتالي:

١- مستوى الطاقة الحيوية للغرفة التي تمت بها التجربة دون وجود أي من النماذج المختبرة فيها.

٢- مستوى الطاقة الحيوية داخل النموذج المكعب بدون أي تكسيات ملونه.

٣- مستوى الطاقة الحيوية داخل النموذج متوازي المستطيلات بدون أي تكسيات ملونه.

٤- مستوى الطاقة الحيوية داخل النموذج المكعب بعد إضافة التكسيات الورقية باللون الأزرق.

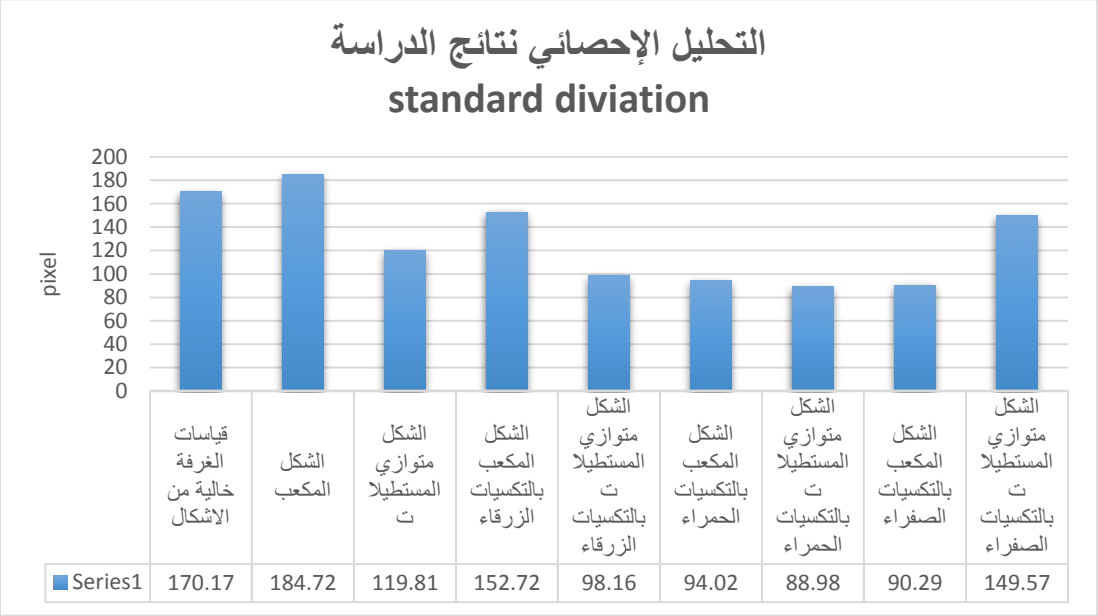
٥- مستوى الطاقة الحيوية داخل النموذج متوازي المستطيلات بعد إضافة التكسيات الورقية باللون الأزرق.

٦- مستوى الطاقة الحيوية داخل النموذج المكعب بعد إضافة التكسيات الورقية باللون الأحمر.

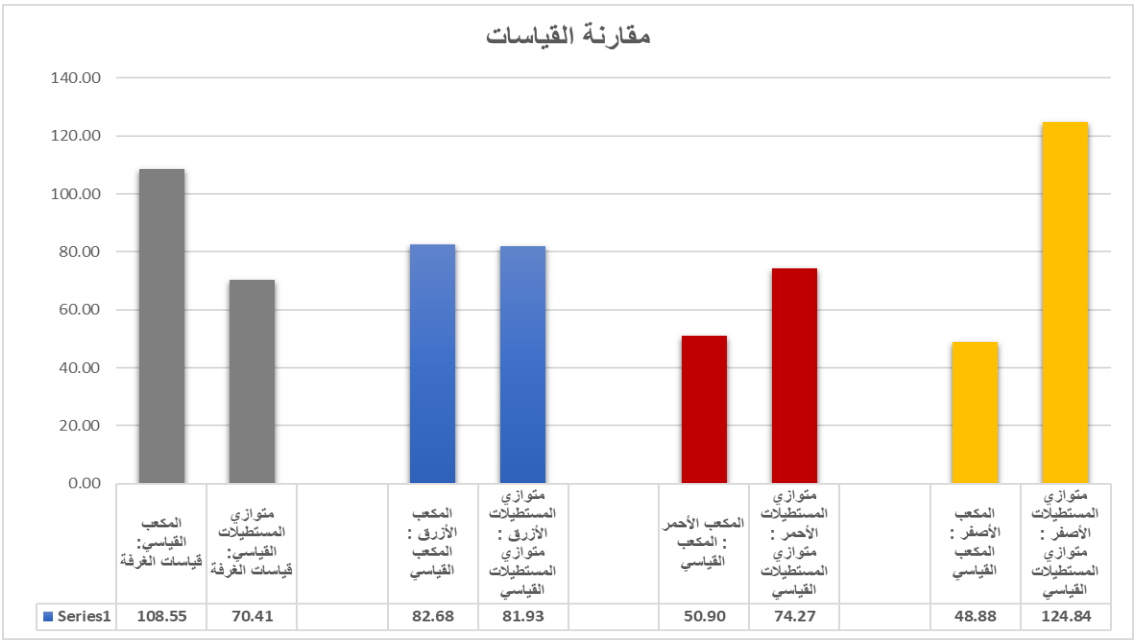
٧- مستوى الطاقة الحيوية داخل النموذج متوازي المستطيلات بعد إضافة التكسيات الورقية باللون الأحمر.

٨- مستوى الطاقة الحيوية داخل النموذج المكعب بعد إضافة التكسيات الورقية باللون الأصفر.

٩- مستوى الطاقة الحيوية داخل النموذج متوازي المستطيلات بعد إضافة التكسيات الورقية باللون الأصفر.



الشكل (١٤) يظهر نتائج التحليل الإحصائي للقراءات السابقة لجميع خطوات التجربة.



الشكل (١٥) يظهر مقارنة نتائج القياسات.

من رصد النتائج يتضح الآتي:

١- بمقارنة قراءات الغرفة بالمكعب القياسي بدون ألوان، تبين أن المكعب القياسي له القدرة على **زيادة** مستوي الطاقة الحيوية بنسبة ٠،٨٥٥%

٢- بمقارنة قراءات الغرفة بمتوازي المستطيلات القياسي بدون ألوان، تبين أن متوازي المستطيلات القياسي له القدرة على **نقص** مستوي الطاقة الحيوية بنسبة ٧٠،١٤ %

٣- نموذج المكعب تسبب في **خفض** مستوى الطاقة الحيوية داخله باستخدام التكسيات **الزرقاء** مقارنة بالمكعب القياسي بدون ألوان بنسبة ٨٢،٦٨ %

٤- نموذج متوازي المستطيلات قام **بخفض** مستوى الطاقة الحيوية داخله باستخدام التكسيات **الزرقاء** مقارنة بقياسات متوازي المستطيلات القياسي بدون ألوان بنسبة ٨١،٩٣%

٥- نموذج المكعب تسبب في **خفض** مستوى الطاقة الحيوية داخله باستخدام التكسيات **الحمراء** مقارنة بالمكعب القياسي بدون ألوان بنسبة ٥٠،٩٠ %

٦- نموذج متوازي المستطيلات قام **بخفض** مستوى الطاقة الحيوية داخله باستخدام التكسيات **الحمراء** مقارنة بقياسات متوازي المستطيلات القياسي بدون ألوان بنسبة ٧٤،٢٧%

٧- نموذج المكعب تسبب في **خفض** مستوى الطاقة الحيوية داخله باستخدام التكسيات **الصفراء** مقارنة بالمكعب القياسي بدون ألوان بنسبة ٤٨،٨٨ %

٨- نموذج متوازي المستطيلات قام **بزيادة** مستوى الطاقة الحيوية داخله باستخدام التكسيات **الصفراء** مقارنة بقياسات متوازي المستطيلات القياسي بدون ألوان بنسبة ١٢٤،٨٤%

٦- تحليل النتائج:

من تحليل نتائج التجربة يظهر بوضوح الآتي:

١- تأثير استخدام النسبة الذهبية المستخدمة في نموذج الفراغ متوازي المستطيلات _كنسبة محددة للحيزات المعمارية_ على خفض معدلات الطاقة الحيوية داخل الحيزات المعمارية. الأمر الذي يعطى انطباع بالهدوء والسكينة لهذه الحيزات، ويجعل المستخدم أكثر قدرة على الهدوء داخلها. وظهر ذلك من خفض هذا النموذج لمعدلات الطاقة الحيوية بالفراغ بنسبة تجاوزت الـ ٧٠ % عن نفس المعدلات في الغرفة. وذلك دون وجود أي تأثيرات ناتجة عن التكسية بالألوان المختلفة.

٢- الشكل المكعب عند مقارنة قياسات الطاقة الحيوية داخله بنفس القياسات الخاصة بالغرفة، يظهر زيادة طفيفة في معدلات الطاقة الحيوية داخل الفراغ بنسبة تقل عن ١% عن نفس المعدلات في الغرفة. وذلك دون وجود أي تأثيرات ناتجة عن التكسية بالألوان المختلفة.

وبذلك يتضح أن شكل الحيز ونسبه (النسبة الذهبية) قادرة على إضفاء المزيد من الهدوء والسكينة (كقيم نوعية) وبذلك يمكن استخدام هذه النسبة في الحيزات المعمارية التي يمارس فيه أنشطة تستلزم الهدوء (كالفصول الدراسية والمكتبة والأماكن المخصصة لنوم الرضع في دور الحضانة) وبالتالي تؤثر على سلوكيات الأطفال بتقليل الحركة الزائدة عندهم وخصوصاً الأطفال الذين يعانون من أعراض فرط الحركة.

٣- التكسية باللون الأزرق حققت تقليل للطاقة الحيوية داخل الفراغات بنوعيها بنسبة تجاوزت الـ ٨٠ %. الأمر الذي يشير إلى قوة اللون الأزرق في خفض معدلات الطاقة الحيوية داخل الفراغات المعمارية، الأمر الذي يعطي انطباع بالهدوء والسكينة لهذه الفراغات، ويجعل المستخدم أكثر قدرة على الهدوء والتركيز داخلها.

وبذلك يتضح أن اللون الأزرق له القدرة على إضفاء المزيد من الهدوء والسكينة (كقيم نوعية) أيا كان شكل الفراغ ونسبه وبذلك يمكن استخدام هذا اللون في الحيزات المعمارية التي يمارس فيه أنشطة تستلزم الهدوء (كالفصول الدراسية والمكتبة والأماكن المخصصة لنوم الرضع في دور الحضانة) في الحيزات القائمة والتي يظهر فيها حركة زائدة في الأماكن

التعليمية والسكنية القائمة وبالتالي تؤثر على سلوكيات الأطفال بتقليل الحركة الزائدة عندهم واكسابهم صفات الهدوء والسكينة.

شكل (١٦) يوضح نموذج لاستخدام اللون الأزرق في الغرف المخصصة للأطفال
المصدر:
https://www.home-designing.com/2014/09/colorful-kids-room-designs-with-plenty-of-storage-space/blue-kids-room-design

شكل (١٧) يوضح نموذج لاستخدام عناصر من اللون الأزرق داخل الفصول الدراسية للأنشطة التي تستلزم الهدوء
المصدر: https://teachernyla.com/2020/11/blue-classroom-decor.html
https://aroundthekampfire.com/2015/08/classroom-tour-2015-2016-around-kampfire.html

٤- استخدام التكسيات باللون **الأحمر** تسبب في **خفض** معدلات الطاقة الحيوية داخل نموذج الفراغ المكعب بنسبة ٥٠% مقارنة بنفس النموذج بدون أي ألوان. بينما خفض المعدل في فراغ متوازي المستطيلات بنسبة ٧٥% تقريباً مقارنة بنفس النموذج بدون استخدام الألوان. وهذه النتيجة لا تتماشى مع الدراسات السابقة الخاصة باللون الأحمر، الأمر الذي يشير لضرورة تأكيد هذه النتيجة بدراسات مستقبلية.

٥- استخدام التكسيات باللون **الأصفر** تسبب في **خفض** معدلات الطاقة الحيوية داخل نموذج الفراغ المكعب بنسبة ٤٨% مقارنة بنفس النموذج بدون أي ألوان. بينما زاد المعدل في فراغ متوازي المستطيلات بنسبة ١٢٤% تقريباً مقارنة بنفس النموذج بدون استخدام الألوان.

وهذه النتيجة تشير إلى قدرة اللون الأصفر على خفض الطاقة الحيوية في الفراغات المكعبة بينما يرفع طاقة الفراغات المستطيلة، لذا فمن المهم مراعاة نسبة الفراغ المعماري قبل تكسيتها باللون الأصفر، حيث أنه يتسبب في رفع المعدلات

الحيوية للفراغات المستطيلة، وعلى الجانب الآخر يستطيع خفض طاقة الفراغات ذات المسقط الأفقي المربع. كما تشير هذه النتيجة الى أهمية استخدام اللون الأصفر في الأماكن التي تتطلب زيادة التركيز والنشاط الحيوي للأطفال خصوصا في الفراغات المستطيلة (كحيزات الأنشطة الحركية والذهنية).

شكل (١٨) يوضح نموذج لاستخدام اللون الأصفر في الفصول الدراسية للأطفال
المصدر:
https://learning-steps.com/node/87
http://www.catchastarlearningcenter.com/yellow-sun-room.html

References

1. A. J. Elliot & M. A Maier. 2014. "Color psychology: Effects of perceiving color on psychological functioning in humans.." Annual review of psychology 65, 95-120.
2. Amira Almaz, Islam Rafaat. 2021. "Humanistic and Interactive Methodology in Architecture as a Design Indicator for Human Space." Design Engineering 2398 - 2415.
3. Anishka. A. Hettiarachchi, Nimal De Silva. 2012. "Colour associated emotional and behavioural responses: A study on the." Built Environment 21-27.
4. B. J Babin, D. M Hardesty& T. A. Suter. 2003. "Color and shopping intentions: The intervening effect of price fairness and perceived affect. ." Journal of business research 56(7), 541-551.
5. BARBARA BURNS, BRYAN E. SHEPP. 1988. "Dimensional interactions and the structure of psychological space: The representation of hue, saturation, and brightness." Perception & Psychophysics 494-507.
6. corporate, biowell. 2015. "www.academia.edu/32732312/Bio_Well_Manual_2017." www.academia.edu. sep 1. Accessed sep 1, 2015. https://www.academia.edu/32732312/Bio_Well_Manual_2017.
7. Gil, S., Le Bigot. 2016. "Colour and emotion: children also associate red with negative valence. ." Developmental science 1087-1094.
8. Islam Raafat. 2021. "Factors affecting contemporary architectural design and its relationship to the Pharaonic architectural heritage." journal of Architecture, Art and Humanistic science 15-25.
9. Islam Raafat, saly Eraky. 2022. "Islamic motifs and its bio-effects on Architectural space occupants." journal of Architecture, Art and Humanistic science 60-77.
10. K Witte, B Correll & J Zipes. 1975. "Introduction to Siegfried Kracauer's" The Mass Ornament"." New German Critique (5), 59-66.

11. K. G Korotkov & D. A Korotkin. 2001. " Concentration dependence of gas discharge around drops of inorganic electrolytes." Journal of Applied Physics 89(9), 4732-4736.
12. Kumar, Vijaya. 2010. Colour Therapy. New York: New Dawn.
13. Levenson, R. W. 2003. "Blood, sweat, and fears: The autonomic architecture of emotion., ." Annals of the New York Academy of Sciences 1000(1), 348-366.
14. Mohebbi, M. 2014. " Investigating the gender-based colour preference in children." Procedia-Social and Behavioral Sciences 827-831.
15. N Assimakis, M Adam & C Triantafillou. 2013. " Lainiotis filter, golden section and Fibonacci sequence.." Signal Processing, 93(4), 721-730.
16. Paniz Mousavi Samimi, Nasim Sadraei Tabatabaei. 2021. "Preschool children's indoor and outdoor playground HSV color preferences." Journal of Experimental Child Psychology 745–757.
17. Terwogt, Mark Meerum, and Jan B. Hoeksma. 1995. "Colors and emotions: Preferences and combinations." The Journal of general psychology 5-17.
18. Thung, Chin Xing, and Hakimi Ahmad. 2022. "Colour Psychology in Kindergarten Classroom." ARTEKS : Jurnal Teknik Arsitektur 61-66.
19. Wills, Pauline. 2013. Colour healing manual: The complete colour therapy programme. philadelphia, USA: Singing Dragon.
20. 'ahmadu, nirmin saed fath allah. 2004. kuktil altaaqat fi alhandasat almiemariat aldaakhiliat - risalat majistir ghayr manshurati. alaskandariati: kuliyat alfunun aljamilat - jamieat al'iiskandariati.
20. أحمد, نرمين سعد فتح الله .2004. توازن الطاقة في العمارة الداخلية - رسالة ماجستير غير منشورة .الاسكندرية: كلية الفنون الجميلة - جامعة الإسكندرية.
21. asalam rafat, sali eiraqi. 2022. "altanmiat alaiqtisadiat walaistihlakiat alhayawiat ealaa mustakhdimi alhawatif aldhakia "dirasat tatbiqiat lirasd altaathirat alhayawiat lileanasir alzukhrufiat al'iislamiati"." majalat alhandasat walfun waleulum al'iinsaniat 60-77.
21. اسلام رأفت، سالي عراقي" .2022. الزخارف الإسلامية وتأثيراتها الحيوية على مستخدمي الحيزات المعمارية "دراسة تطبيقية لرصد التأثيرات الحيوية لعناصر الزخرفة الإسلامية "."مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية .77-60 doi:10.21608/mjaf.2021.939.
22. hamuwdata, yahi. 1981. nazariat al'alwan. alqahirati: dar almaearifi.
22. حمودة, يحي .1981. نظرية الألوان .القاهرة: دار المعارف.
23. Ra'afat, 'iislam. 2014. qias altaathirat alhayawiat lileanasir almiemariat alhandasiati, dirasat tadrijiat liltaathirat aljanibiat alnaweiat fi alhandasat almiemaria. alqahirat: kuliyat aleulum - jamieat alqahirat risalat majistir (ghayr manshuratin).
23. رأفت, إسلام .2014. قياس التأثيرات الحيوية لعناصر الفراغ المعماري الهندسية ، دراسة تجريبية لقياس الجانب النوعي في العمارة .القاهرة: كلية الهندسة - جامعة القاهرة رسالة دكتوراه (غير منشورة).
24. Eraky, sally 'iismail. 2015. siaghat mufradat lughat handasat altashkil watawdih fi tasmim al'athath wa'athariha ealaa taqniaat altanfidhi. hulwan: kuliyat alfunun altatbiqiat - qism altasmim aldaakhilii wal'athath - jamieat hulwan
24. عراقي, سالي إسماعيل .2015. صياغة مفردات لغة هندسة التشكيل الحيوي في تصميم الأثاث وأثرها على معدلات الأداء الإنساني .حلوان: كلية الفنون التطبيقية – قسم التصميم الداخلي والأثاث – جامعة حلوان

[١] (١) جهاز حديث يقوم برصد الانبعاثات الإلكترو فوتونية الصادرة من جسم الإنسان وتحليلها لمعرفة التأثيرات الفسيولوجية نتيجة تعرضه لعناصر البيئة المحيطة به، كما يقوم بقياس مستويات الطاقة للفراغات المعمارية المختلفة)