توظيف الضوء المنبعث من الصمام الثنائي في إظهار جماليات المنحوتات الشفافة

Employing the Light Emitted by the Diode to Show the Aesthetics of Transparent Sculptures

أ.د/ حنا حبيب رمله

أستاذ التصميم المتفرغ وعميد كلية التربية الفنية سابقا جامعة المنيا

Prof. Hanna habib ramla

Professor of Design and former Dean of the Faculty of Art Education, Minia University

hannaramla@yahoo.com

أ.م.د/ محمد كامل الحديدي

أستاذ النحت المساعد ورئيس قسم التعبير المجسم كلية التربية الفنية جامعة المنيا

Assist. Prof. Dr. Mohamed kamel El Hadidi

Assistant Professor of Sculpture and Head of the Stereoscopic Expression Department, Faculty of Art Education, Minia University

dr_mk_hadidy@yahoo.com

م.م/ مصطفى محمد السعيد الشحات بغدادي

مدرس مساعد بقسم التعبير المجسم بكلية التربية الفنية جامعة المنيا

Assist. Lect. Mostafa Mohamed El saeed El shahat Boghdadi

Assistant Lecturer, Department of Stereoscopic Expression, Faculty of Art Education, Minia University

ملخص البحث

التطور التكنولوجي, والثورة العلمية الحديثة في الإلكترونات، والأجهزة الضوئية التي تعتمد في استخدامها علي فكرة البث الموجي، وظفت هذه الفكرة في مجال الفن التشكيلي, وتطورت بسرعة هائلة في أوروبا و أمريكا بسبب الاستخدامات التطبيقات التكنولوجية لهذا العلم . وقد دعمت تقنيات الضوء المختلفة مفاهيم و لغة واساليب العديد من الفنانين، وأصبحت وسائل لإبتكار أعمال فنية ضوئية، من خلال الربط بين خصائص وتقنيات الضوء وتحديد ماهية المدرك الجمالي الضوئي، يظهر لنا آثر الضوء علي الشكل في المجسمات النحتية سواء كان الضوء مجرد وسيط إدراكي بصري أو خامة تشكيل في العمل، لقد اصبحت التكنولوجيا عنصرا هام من عناصر العملية الابداعية والعلاقة بينها وبين الفن قديمة قدم الانسان علي سطح الارض، حيث يعتبر الفن نتاج التفاعل بين الانسان والمجتمع، وتؤثر التكنولوجيا علي فكر وفلسفه الفنان كما تطور الجانب التجريبي في أعماله، أدى الي تطور كبير في فنون الرسم والنحت والتصوير, أو بمعني آخر في الفنون عامه لظهور مواد جديده للبناء وبدائل مصنعة للوسائط سواء كانت ثنائيه الابعاد او ثلاثيه. فقد تحقق الكثير من التطور العلمي والتقني خلال القرن التاسع عشر والقرن العشرين من اختارعات واكتشافات علميه وسيكولوجيه, وقد تأثر الابداع التشكيلي بهذا الفكر واتسع مجال الرؤيه و الادراك المعرفي الي جانب الادارك الحسي والبصري للفنان، وبفضل الوسائط التكنولوجيه غير التقليديه التي اثرت من خلال التقنيات الحديثه علي الفكر الابداعي النحتي وتطوير المفاهيم الفنيه واضافه قيم تشكيليه جديده فرضها التقدم العلمي والتكنولوجي أكدت للفنان فرصته في الابتكار والتجريب بحريه. شكل الضوء منذ القدم طريقة تفكير الإنسان في مختلف الحياة، وكانت أكثر آثارة هي التي ارتبطت بالعقيدة فتحول الضوء من مجرد مكون أساسي من مكونات الطبيعة إلي مصدر يوحي بالفكرة العقائدية للإنسان.

الكلمات المفتاحية :
الضوء - الصمام الثنائي - المنحوتات الشفافة

Abstract:
Technological development, the modern scientific revolution in electrons, and optical devices that depend in their use on the idea of wave transmission, this idea was employed in the field of plastic art, and it developed at a tremendous speed in Europe and America due to the uses of technological applications of this science. The various light technologies have supported the concepts, language and methods of many artists, and have become means for creating works of light art, by linking the characteristics and techniques of light and defining what is the aesthetic perception of light. Forming material at work, technology has become an important component of the creative process And the relationship between it and art is as old as man on the surface of the earth, where art is the product of interaction between man and society, and technology affects the artist's thought and philosophy, as the experimental aspect developed in his works, which led to a great development in the arts of drawing, sculpture and photography, or in other words in the arts in general to the emergence of New materials for construction and manufactured alternatives to media, whether they are two-dimensional or three-dimensional. A lot of scientific and technical development has been achieved during the nineteenth and twentieth centuries from scientific and psychological inventions technologies, affected the sculptural creative thought,. Light has shaped since antiquity the way man thinks about various life, and the most influential was the one that was associated with faith, so the light transformed from a mere basic component of nature to a source that suggests the ideological idea of man.

Key words:
Light - Diode - Transparent Sculptures

المقدمه :

الضوء ظاهره كونيه يستمد الخصائصه من منظومه كامله لتفاعل الماده مع مكونها الطاقي الاساسي، ومن خلال هذا التفاعل ينشأ لنا كما إشعاعيا عيان يمكن أن ندركه بصريا فيتحول الى ما يسمى بالوميض أو ما نطلق عليه ضوء. فالشمس كنجم ما هى الا تفاعل شديد بين مواد في صورتها الغازيه ونتيجه هذا التفاعل تتولد الطاقه الضوئيه التي نستمد منها طاقتنا الحرارية على الارض. فاصبح الضوء لا يمثل الان لغز امام علماء الطبيعه، فلقد كانت وما تزال ابحاثهم في الضوء، وخصائص محل نقاش، ومناظره لتكشف عن كثير من هذا العنصر الذي كان البحث فيه اشبه بالمسلمات الفكريه التي يعتقد الكثيرون انها ليست محل للبحث.

شكل الضوء منذ القدم طريقة تفكير الإنسان في مختلف الحياة, وكانت أكثر آثارة هي التي ارتبطت بالعقيدة فتحول الضوء من مجرد مكون أساسي من مكونات الطبيعة إلي مصدر يوحي بالفكرة العقائدية للإنسان, حيث أهتم المصريون القدماء بالضوء شكلاً و موضوعاً، فكان الإهتمام شكلاً بالضوء يتمثل في مجموعة العمائر والمنحوتات التي انشئت بالإعتماد علي الزوايا الضوئية الفلكية, و النسب التي تتعامل مع زوايا سقوط الضوء، وانكساره علي تلك السطوح بشكل يساعد علي إبراز ما يريد المصمم إبرازه من عناصر أو إخفاء ما يريده. (١- ص٤) وليس أدل على ذلك من تصميم المعابد معبد أبو سمبل باسوان بحيث يسقط الضوء في قدس الاقداس - حتى يومنا هذا- مرتين في العام، الاولى يوم مولد الفرعون والثانية،

يوم توليه العرش، وهو ما يمثل معجزة البشرية - بكل المقايس- في فهم طبيعة الضوء، ويأتي الزائرون من كل حدب وصوب لمشاهده هذا الانجاز البشري الهائل عن الكثب. (٢-ص٧، ٨)

وفيما بعد تعددت النظريات حول طبيعه الضوء، فقد رأى كلا من (إقليدسEuclid٣٣٠-٢٧٥ ق.م.)*، وأفلاطون (Plato٤٢٧-٣٤٧ق.م.)* أن الاشعه تخرج من العين لتسقط على الجسم المرئي وتحقق الرؤيه البصريه. (٢- ص٧، ٨)

ونجد اهتماما كبيرا بالضوء في الفن القبطي حيث تم استخدام الايقونات والرسومات الدينيه والذهب في محاولات للتعبير عن الضوء المقدس حيث يجده الفنان القبطي كمثل للضوء من مصادره الاشتقاقيه في الانجيل الذي يرى الذهب كمصدر إضاءه قوي. (٣- ص ٣)

تطالعنا الفلسفه الاسلاميه نتائج تطبيقيه لادراك علاقة الضوء بمكونات الحضاره المعماريه اذا ان الحلول التي صيغت منها المقرنصات، والعرائس، واشكال القباب ما هي الالمحاوله لايجاد حل تشكيلي لحسابات الضوء في النقطه السالبه في البناء، وهي النقطه التي تفصل بين خط الفراغ الذي يمثل السماء، وبين الكتله التي ممثل جسم المبني، مما يجعل الضوء وسيله لدمج الشكل،(كتلة وفراغ) كما كان لابتكار المشربيات والستائر الجصية اثاره في تحديد شكل العلاقه التي يريدها المصمم بين الضوء النافذ في خطوط مستقيمه وبين المكان الذي يراد اضاءته(٤، ص٥). ممثلا في الزجاج الملون والفتحات التي توجد في الحوائط والتي تكون على هيئه تصميم معين حيث تعطي هذه الاضواء المنعكسة إحساسا بالرهبة والخشوع.(٣- ص٤)

ثم توالت محاولات الفنان للتعبير عن الضوء فكانت محاولات عصر النهضه في المدرسه الهولنديه في فن التصوير. (٣- ص٤) ثم بعد ذلك لم يعد الإهتمام بالضوء في الفن التشكيلي اهتماماً خالصاً إلا بظهور جماعة التأثيرين، فعلي الرغم من أن هناك محاولات سابقة علي ذلك في الفن التشكيلي.

مشكلة البحث :

يمكن صياغة المشكلة في السؤال التالي :

هل يمكن توظيف الضوء المنبعث من الصمام الثنائي للضوء LED لاظهار جماليات المنحوتات الشفافة ؟

فرض البحث :

- يفترض الباحث انه يمكن توظيف دراسة الضوء المنبعث من الصمام الثنائي للضوء LED لاظهار جماليات المنحوتات الشفافة.

أهداف البحث :

- دراسة قيمة الضوء كأحد أهم العناصر المؤثرة في الاعمال الفنية المعاصرة.
- الافادة من التقنيات المعاصرة للتكنولوجيا الضوئية في إنتاج منحوتات من الخامات الشفافة.

أهمية البحث :

- دراسة اهمية الضوء في مجال كليات التربية الفنية في الاعمال النحتية.
- اظهار القدرة الابداعية في توظيف الضوء في الاعمال النحتية.

منهجية البحث :

يتبع البحث المنهج الوصفي في الإطار النظرى من خلال ودراسة الصمام الثنائي الباعث للضوء LED ودراسة تحليلية لبعض الاعمال الفنية المنفذة بالخامات المختلفة والشفافة.

الدراسات المرتبطة :

1- دراسة سيده محمود احمد خليل (٢٠٠٠) دراسة بعنوان (الابعاد الجمالية والتقنيه لإستخدامات ضوء الليزر في النحت)

تهدف هذه الدراسة الي تكوين خبرة معرفية جديدة للابداعات الفنية الخاصة لنحت الليزر ، كما تهدف الي إمكانية استخدام ضوء الليزر كعنصر من عناصر العمل الفني وكذلك كوسيط تشكيلي في انتاج أعمال نحتية .

وتستفيد الدراسة الحالية من الدراسة السابقة في الاطار النظري الخاص بالضوء .

2- دراسة غادة محمد السيد شطا (٢٠١٨) دراسة بعنوان (آثر تقنيات الضوء على فن النحت المعاصر)

وتهدف الدراسة الى الإستفادة من تقنيات الضوء في تطوير فلسفة التشكيل النحتي . وتكوين خبرة معرفية جديدة في مجال النحت الضوئي باستخدام التكنولوجيا ، حيث تمثلت مشكلة الدراسة فيما يأتي:

- هل يمكن الإستفادة من إختلاف نوعي الإضاءة (الطبيعية – الصناعية) في تطوير تكوين التشكيل النحتي ؟
- ما مدي الأبعاد الجمالية التي أضافها فن الضوء كوسيط تشكيلي في فن النحت الحديث ؟

وجاءت نتائج الدراسة فيما يلي:

- ويعتبر الضوء وسيلة لتحقيق القيمة الجمالية في التكوين النحتي سواء كان وسيط أو عنصر تشكيلي.
- كلما تطورت تقنيات الضوء أدي ذلك إلي تطور مفهوم الكتلة في العمل النحتي في النحت المعاصر قل إهتمام الفنان بذاته وازداد إندماجه مع البيئة والتقنيات التكنولوجية الحديثة .
- من خلال تطبيق تقنيات الضوء في فن النحت يحدث تمازج و اندماج بين المشاهد والعمل الفني.

3- دراسة ندى عايد يوسف (٢٠١٧) دراسة بعنوان (تقنية الضوء وأثرها على الفن التشكيلي المعاصر فن الضوء نموذجاً)

تهدف الدراسة إلى : الي الكشف عن التقنيات المستخدمة في الأعمال الفنية المعاصرة ، لتصعيد القيم الجمالية الضوء وبيان أثرها على الفنون التشكيلية ، كما تهدف الي الكشف عن الانساق المتعمدة في الاعمال التشكيلية التي اهتمت بالتركيز على عنصر الضوء في مخرجاتها الشكلية وعناصرها البنائية . **تمثلت أهمية الدارسة في:**

التعرف على التجارب الفنية في مجال الضوء وما هي طبيعة الافكار المستمدة من التقنيات الحديثة لتحقيق قيم جمالية للأعمال الفنية المعاصرة.

وجاءت نتائج الدراسة فيما يلي :

- تستمد الهوية الفنية وجودها مما يقدمه الفنان من تقنيات تميزه عن غيرة وتحيله الي تمظهرات تداولية ، وتكون بمثابة العلامة التجارية الخاصة به في عالم الاستهلاك.
- اسهمت التقنيات الضوئية في تفاعل البنيات المجاورة للتنوع والانفتاح في فضاءات العرض ، واضافة مؤثرات لاتنتمي الي منطقة التشكيل .
- يجب تأسيس معايير جمالية جديدة تتلائم مع تحولات في الانساق التقانية الجديدة لقراءتها .

- ان فن الضوء هو فن بلا متحف ، أني زائل بنتهاء العرض ، يسجل حضوره وفق ما يحققه من ابهار بصري بعيدا عن المعني والمضمون.

4- دراسة سيد محمود (٢٠٠٠) دراسة بعنوان (الأبعاد الجمالية والتقنية باستخدام ضوء الليزر في النحت الحديث)

تناولت الدراسة الضوء في مفهوم النحت المعاصر والعوامل التي كانت سبباً في تطور مفهوم النحت ، كما تناولت دراسة الجانب الفيزيقي لضوء الليزر واستعرضت الاستخدامات لضوء الليزر في مجال الفن التشكيلي المتمثلة في الهلوجرافيا كتقنية في تسجيل صور ثلاثية الأبعاد ، كما اشتملت على أساليب ضوء الليزر في النحت.

5- دراسة حاتم حامد شافعي (١٩٨٥) بعنوان (أثر الضوء على الشكل في المجسمات النحتية)

تناولت الرسالة دراسة العلاقة التبادلية بين الضوء والمجسمات لإدراك لأثر الضوء تشكيلياً وتعبيرياً ، وكيف أن الضوء يمكن أن سكون عنصراً تشكيلياً وليس وسيطاً بصرياً فقط ، وذلك لتحقيق رؤية فنية ذات مضمون ابتكاري معاصر.

وتستفيد الدراسة الحالية من الدراسة السابقة في الاطار النظري من خلال استخدام الضوء بنوعي الطبيعي والصناعي في المنحوتات .

6- دراسة احمد محمد صبري دراسة بعنوان (المستحدثات التكنولوجية في مجال الإضاءة وتأثيرها على تصميم وحدات الإضاءة المعدنية الداخلية والخارجية)

تهدف الدراسة الى دراسة مصادر الإضاءة الحديثه (LED) والتعرف على إمكاناتها وقدراتها وإستخداماتها وتطبيقاتها . دراسة تأثير إستخدام لمبات الليد على تصميمات وحدات الإضاءة المعدنية تحديد الفرق بين تصميم وحدات الإضاءة ذات الإنارة التقليدية وتصميم وحدات الإضاءة ذات الإنارة الحديثة

. وتكمن اهمية الدراسة في محاولة تسليط الضوء على المستحدثات التكنولوجية في مجال الإضاءة والتعرف على إمكاناتها وقدراتها وإستخداماتها وتطبيقاتها ، ودراسة تأثيراها على تصميم وحدات الإضاءة المعدنية الداخلية والخارجية ، وكذلك دراسة الفرق بين تصميم وحدات الإضاءة ذات الإنارة التقليدية ووحدات الإضاءة ذات الإنارة الحديثة . ويستفيد الدراسة الحالية من الدراسة السابقة في التعرف على انواع الاضاء واستخدمتها .

٧- دراسة دونالد اندرسون Donald Anderson (١٩٧٥) دراسه بعنوان (Element of design & how to **(enrich it**

تناولت الدراسة التصميم من زوايا متنوعة أوضحت فيها كيفية إدراك التصميمات المجسمة بخلاف التصميمات المسطحة، وعرفت أهم مشكلات التصميم المسطح ودور التجريب بالوسائط المختلفة في إنتاج تصميمات ثلاثية الأبعاد وكذلك تصميمات ثنائية الأبعاد، وطرق إحداث الحركة في التصميمات ثنائية الأبعاد عن طريق الإيهام بها كما في أعمال المستقبليين. كما أوضحت الدراسة أهمية توظيف الميراث البصري للمصمم للوقوف على مصادره وعناصره التصميمية التي يلجأ إليها عند تنفيذ تصميماته الخاصة عن طريق توسيع دائرة إستلهامه من أشكال الطبيعة.

وتفيد الدراسة البحث الحالى في التعرف على التصميمات ثنائية وثلاثية الأبعاد وعوامل إدراكها وخامات التنفيذ وتوظيف كل منها بما يحقق هذا الإدراك.

٨- بحث عبد الرحيم ابراهيم ومرفت شرباس (١٩٩٢)دراسة بعنوان (جوانب من إسهامات فنون الحركة والضوء لتحقيق عنصر الزمن فى الفن الحديث)

ويتناول هذا البحث مدى إسهامات كل من الحركة والضوء فى عنصر الزمن فى التشكيل الفنى ككل. وتسهم هذة الدراسة فى التعرف على :

أ- نشأت الحركة الفعلية فى الفن الحديث والأُسس الفلسفية التى تهدف إلى تحقيقها.

ب- رواد الحركة الفعلية فى الفن الحديث.

ج- الإتجاهات المرتبطة بالحركة الفعلية وأثر التعاون بين العلماء والفنانين.

مصطلحات البحث :

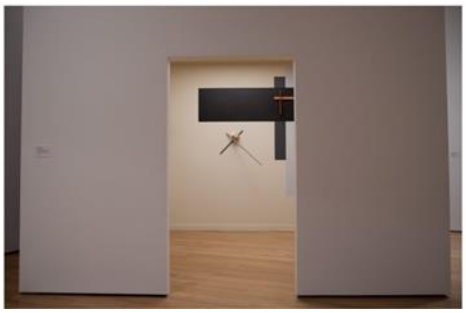
الصمام الثنائي الباعث للضوء LED :

هو مصدر ضوئي مصنوع من مواد اشباه الموصلات تبعث الضوء حينما يمر خلاله التيار مهربائي يؤدي الى حركة الالكترونات ، ويعتبر اوفر المصابيح المهربائية من حيث استهلاكها الكهربائي مع امكانية توفير مصادر ساطعة وموفرة الطاقة، ويتم انتاج مصابيح في اى دي بقدرات تصل بين ٤ واط الى ١٠٠ واط وتم منح جائزة نوبل في الفيزياء لمخترعي الصمام الثنائي الباعث للضوء.

الإطار النظرى :

إن " المتتبع لتطور عنصر الضوء في مجال التشكيل يجد أنه في يوم ما كان من العناصر التابعة للتكوين العام ثم جاءت مرحلة بدأ يتميز فيها عن باقي العناصر إلي أن أصبح علي يد ليوناردو دافنشي نوعاً من الحوار بينه وبين الظل فمن خلال تناقضهما الحاد تتشكل اللوحة"(٥- ص ٢٩٩). ثم أصبحت السيادة لعنصر الضوء في بدايات القرن السابع عشر, واصبح هو الموضوع الأساسي الذي ينتج الفنان من خلاله أعمالاً تحدد الجانب التعبيري الذي يعتمد علي المشاعر والأحاسيس من خلال الضوء, وجاءت التأثيرية فإعتبرت اللون ضوء, وأن امتزاجهما معاً من خلال انعكاسات لحظية تعطي احساساً بتدفق الحياة، فأصبح الضوء في العمل الذي ينتمي إلي التأثيرية هو عنصر التشكيل الأساسي.

وفي ظل التطور التقني صار الضوء عاملا مهما ليكون هو المادة الرئيسية لأسلوب فني يعتمد على الآنية واللحظة ويوظف العلم لخدمة الابداع الفني. ففي عشرنيات القرن الماضي كان (توماس ويلفريدWilfred* Thomas) من أوائل الفنانين الذين عدو الضوء هو شكل من اشكال الفن ونفذ اعمال تسمى(بالضوء –حركية ، luminocinétique) أو (الفن الضوئي،lumina Art)حيث طور جهازا يشبة التلفاز يسمى صندوق لوميا (Lumia Box) وهو جهاز قادر على توليد دوائر ضوئية منعكسة، بدلا من الموسيقى، واستطاع أن يفصل بين التكوينات الضوئية اللمسية الحركية، عن اعتمادها على الصوت. وقام بتشغيل بعض النظم لعكس الضوء على مرايا متحركة على شاشة شبه شفافة لأحداث تكوينات ضوئية على هيئة شكل ولون وحركة (٨-ص٥٧١) كما ظهرت تجارب مماثلة عند فناني الحركة البنائية الروسية، والباوهاوس الألمانية،كما عند الفنان(ليسيتزكي El Lissitzky)* في عمله (Proun room) شكل (١) والذي يعده المؤرخون من أوائل الفنانين الذين اهتمو بدمج عناصر الاضائة المعمارية. باعتبارها من العناصر الاساسية للعمل، بالاضافة الي تجربة الفنان (موهولي ناجي Moholy-Nagy)* الذي انجز اعمالا تختبر تعالق الضوء المسرحي مع الحرك لميكانيكية، كما في عمله(Light Space Modolatur) (٨-ص٥٧١) شكل (٢)



شكل (١) العمل الفني Proun room١٩٢٣ للفنان ليسيتزكي El Lissitzky نقلا عن :
https://www.moma.org/interactives/exhibitions/٢٠١/online/#works/١٩/٠١/٠

شكل (٢) العمل Light Space Modolatur لايت الفضاء المغير" (١٩٣٠) للفنان موهولي ناجي Moholy-Nag نقلا عن :
https://www.moma.org/interactives/exhibitions/٢٠١/online/#works/١٩/٠١/٠

الضوء بمعناه الفني هو النور الذي يعين علي إبراز خصائص الأجسام وطبيعتها ويزيد من وضوحها كما أنه يمنحنا الإحساس بالأشكال وملامسها ويترجم الإحساس بالهيئة والشكل والفراغ ويلغي الإختلاط بينهما, حيث يمثل الضوء جانباً مهماً من جوانب العمل الفنى والذي يرتبط به ارتباطاً وثيقاً نظراً لطبيعته الحيويه وما يحققه من جوانب مهمه وعلي مختلف المستويات فهو بنوعيه الطبيعي والاصطناعي مجالاً خصباً للبحوث والدراسات. (١- ص٢)

لا شك أن الطاقه الكهربيةٌ فى العصر الحديثٌ تمثل عنصرا أساسياً ورئيسٌياً فى حيأتنا اليوٌميه لايمٌكننا الإستغناء عنه ولو لبضع ساعات. ولما كان للطاقه الكهربيةٌ هذا الدور الحيوٌى فى حركة الحيأة على سطح الأرض فقد أصبح الحفاظ على مصادر توليدٌها وترشيدٌ إستخدامها أمرا فى غايةٌ الضرورة والأهميةٌ ، لذلك أهتم العلماء بالبحث عن مصادر جديدٌه ومتجدده لتوليدٌ الطاقه الكهربيةٌ ، مثل الطاقة الشمسيةٌ وطاقة الريأح والأمواج وغيرٌها ، إلا أن هذه الأنواع من الطاقات مازالت حتى الأن غيرٌ قادرة على أن تحل محل مصادر الطاقة التقليدٌيةٌ الغيرٌ متجددة والمتمثله فى الفحم والبترول والغاز الطبيعٌى وذلك لإرتفاع تكال فٌها وعدم توافرها بشكل دائم ومستمر (٩- ٤٦).

ولقد استطاع علماء الإضاءه التوصل إلى أنواع جديدٌة ومتطورة من اللمبات والمصابيحٌ الكهربائيةٌ تسمى "الصمام الثنائي الباعث للضوء" light-emitting diode (LED) تعتمد فى تشغيلٌها على إستخدام تكنولوجيا حديثة ومتطورة . هذا التطور الهائل والسريعٌ فى منظومة الإضاءة أوجب على الفنان مواكبة ذلك التطور ودراسة تأثيره على انتاج اعمال فنية تعتمد على الاضاءة، الأمر الذى دفع الباحث إلى أن السٌعى جاهدا إلى دراسة مصادر الإضاءة الحديثٌه والاستفاده من تأثيرها على الخامة المستخدمة لاثراء الاداء النحتي .

مسارات الضوء: (18)

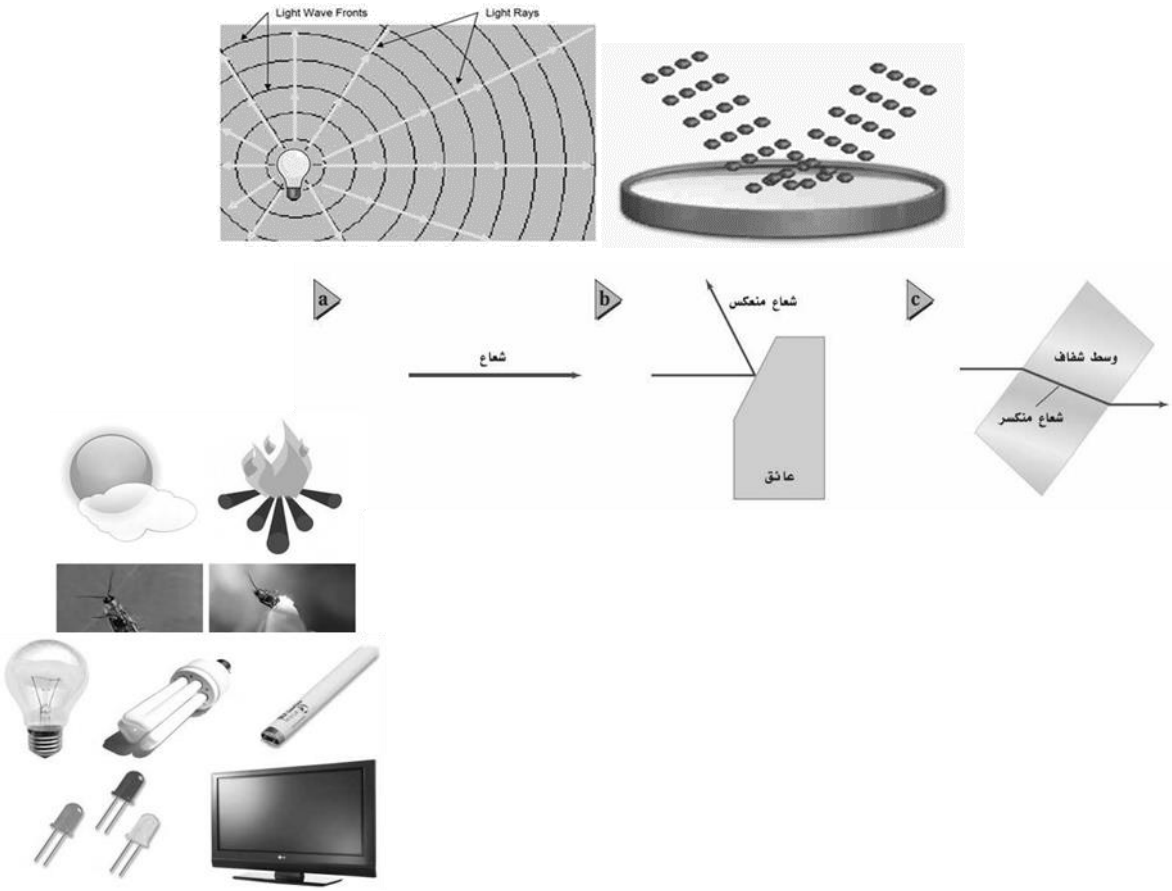
يسير الضوء في خطوط مستقيمة ويمكن إثبات ذلك عن طريق:

١ - رؤية ضوء الشمس عبر

٢ - تكون الظل لجسمك عندما يعترض ضوء الشمس

نموذج الشعاع الضوئي :

اعتقد العالم إسحاق نيوتن أن الضوء سيل من جسيمات متناهية الصغر لا يمكن تخيلها ،تتحرك بسرعة كبيرة جدا أطلق عليها اسم كريات ولم يستطع نموذج نيوتن تفسير خصائص الضوء جميعها إذ بينت التجارب أن الضوء يسلك سلوك الموجات أيضاً يمكن تمثيل الضوء بشكل شعاع مستقيم



شكل (٣) مسارات الضوء (١٨)

مصادر الضوء :

١ - مصادر طبيعية مثل الشمس ، اللهب..

٢ - مصادر صناعية مثل المصباح، الليزر....

الفرق بين إضاءة الشمس و إضاءة القمر :

-الشمس مصدر مضيء يصدر الضوء من ذاته

-بينما القمر مصدر مستضيء يصدر الضوء عن طريق انعكاس الضوء عنه

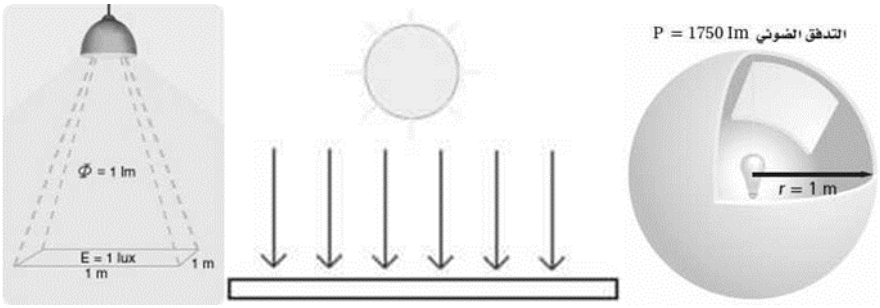
كيف يمكن رؤية الأجسام من حولنا لابد للضوء أن ينعكس عن الأجسام أو ينفذ منها لكي نستطيع رؤيتها.

التدفق الضوئي :

- يعرف التدفق الضوئي بمعنى أخر هو معدل انبعاث الأشعة الضوئية من المصدر المضيء.
- وحدة قياس التدفق الضوئي تسمى (لومن) .

الاستضاءة :

نسمي كمية الأشعة التي تسقط علي سطح ما (وحدة مساحات) نرمز للاستضاءة بالرمز E ويقاس بوحدة(لوكسIX).



شكل (٤) التدفق الضوئي (18)

العوامل المؤثرة علي مقدار الاستضاءة:

١ - التدفق الضوئي للمصدر الضوئي نوع العلاقة طردية مع شدة الاستضاءة.

٢ - بعد الجسم عن المصدر الضوئي نوع العلاقة عكسية.

شدة الإضاءة :

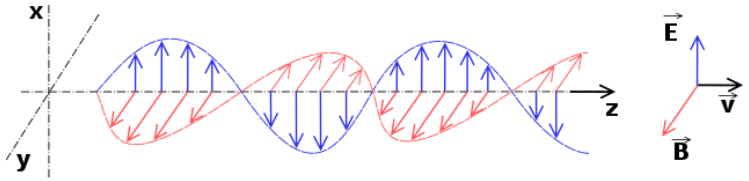
يمكن قياس ضوء المصادر بكمية نسميها شدة الإضاءة وتقاس بوحد الكاندلا (cd) وهي تساوي التدفق الضوئي الذي يسقط على مساحة قدرها 1m 2من مساحة السطح الداخلي لكرة نصف قطرها m1 .

- **طبيعة الضوء :**

كان العلماء خلال القرن ١٩ يظنون أن الضوء موجة تنتقل كما تنتقل الموجة المائية. وقد راجت النظرية الموجية للضوء؛ لأنها مكّنت العلماء من تفسير ظاهرة نمط التداخل، وهي خطوط ساطعة وأخرى مظلمة حصل عليها العلماء من التجارب الضوئية. وإذا كان الضوء موجة فما هذه الموجات؟ موجات الماء سهلة التفسير لأنها تسير خلال سطح الماء بينما الماء نفسه يتحرك إلى أعلى وأسفل. وبالنسبة لعلماء القرن ١٩ كان الضوء يبدو مختلفًا عن موجات الماء بسبب انتقاله في الفضاء من الشمس والنجوم الأخرى إلى الأرض، فافترضوا أن موجات الضوء يجب أن تنتقل خلال مادة تمامًا كما هو الحال بالنسبة لموجات المياه التي تنتقل خلال الماء. وأطلق العلماء على هذه المادة اسم الأثير، بالرغم من أنهم لم يتوصلوا إلى مايبرهن على وجود هذه المادة. واستطاع العلماء بنهاية القرن ١٩ التوصل إلى أن موجات الضوء تتألف من مناطق تعرف بالمجالات الكهربائية و الحقول أو المجالات المغنطيسية. (18)

يبدأ النموذج البسيط لموجة الضوء بشعاع (خط مستقيم) يوضح اتجاه انتقال الضوء. وتمثل الأسهم القصيرة التي على طول الشعاع، والمتعامدة (زاوية قائمة) عليه، المجال الكهربائي. وتشير بعض الأسهم إلى الأعلى من الشعاع والأسهم الأخرى تشير إلى الأسفل منه. وهي تختلف في الطول، لذلك فإن النمط الكلي لرؤوس الأسهم يُشْبه الموجة والأسهم التي تمثل الحقل المغنطيسي هي أيضًا تشبه الموجة ولكن هذه الأسهم تصنع زاوية قائمة مع الأسهم التي تمثل الحقل الكهربائي. وهذا النمط

يتحرك خلال الشعاع وهو الضوء. أثبتت التجارب في بداية القرن ٢٠ أن العلماء في النهاية تركوا فكرة الأثير. وأدركوا أن موجة الضوء، بوصفها نمطًا منتظمًا من الحقول الكهربائية والمغنطيسية، يمكن أن تنتقل عبر الفضاء.



شكل (٥) موجة يتغير فيها المجال الكهربي E متعامدا على موجة يتغير فيها مجال مغناطيسي .B وتنتشر الموجة في الاتجاه k العمودي على المستوي الذي ينغير فيه المجالان (أي من اليسار إلى اليمين) (18)

وتتميز الموجة الكهرومغناطيسية عامة بالعوامل التالية:

- **الطول الموجي** : **(λ)** المسافة لخط مستقيم من قمة الموجة إلى القمة التي بعدها.
- **التردد** :**(f)** عدد المرات التي تمر خلالها القمة من نقطة ثابتة في الثانية.
- **السعة** :**(a)** هي أقصى مسافة للقمة أو القاع (النقطة السفلى من الشعاع).
- **الفترة** :**(T)** هو الوقت اللازم لمرور قمتين أو قاعين خلال نقطة ثابتة في الفراغ.
- **سرعة الانتشار** :المسافة التي تقطعها الموجة في زمن قدره ثانية واحدة أثناء انتشارها.

ولحساب سرعة انتشار الضوء (c) في الفراغ:

$$c = \lambda \cdot f$$

أو

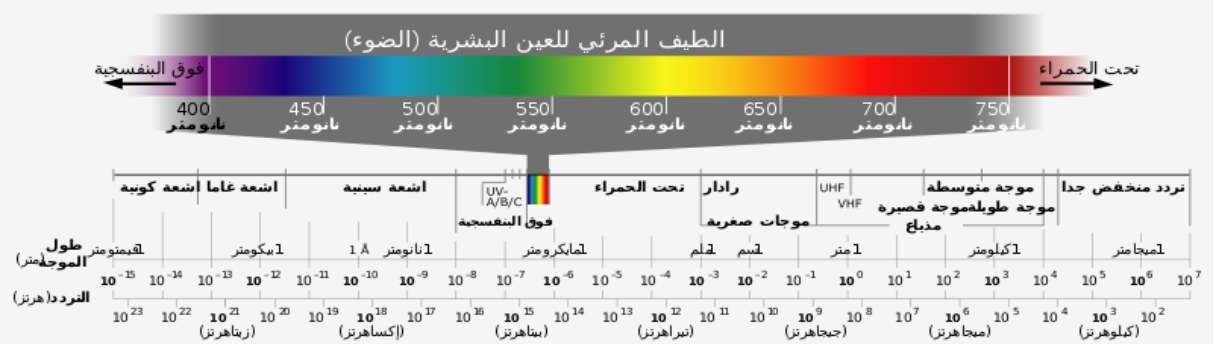
$$c = \frac{\lambda}{T}$$

الفوتون :

اقترح العالم الفيزيائي الألماني ألبرت أينشتاين في سنة ١٩٠٥ نموذجًا للضوء، وهو مفيد تمامًا مثل النموذج الموجي. يتصرف الضوء في بعض التجارب كما لو أنه جسيمات، وتسمّي هذا النوع من الجسيمات الآن الفوتونات .وفي نموذج أينشتاين فإن شعاع الضوء هو المسار الذي يسلكه الفوتون. فمثلاً عندما يرسل المصباح شعاعًا من الضوء خلال غرفة مظلمة فإن شعاع الضوء يتألف من عدد كبير من الفوتونات، وكل واحد منها يسير في خط مستقيم. فهل الضوء موجات أو جسيمات؟ فيما يبدو، لا يمكن أن يكون النموذجان معًا، لأن النموذجين مختلفان تمامًا. وأفضل إجابة أن الضوء لا هذا ولا ذاك. ويتصرف الضوء في بعض التجارب كما لو أنه موجة، وفي بعضها الآخر كما لو أنه جسيمات. وللضوء في الفراغ سرعة واحدة، بعكس الأنواع الأخرى من الموجات، وهي أقصى سرعة ممكنة لأي شيء. ولا يفهم العلماء كنه هذه الحقيقة. والحقيقة التي تنص على أن الضوء في الفراغ يملك سرعة واحدة وهي واحدة من أسس النظرية النسبية لأينشتاين.

عندما يدخل الضوء مادة ما يصطدم بالذرات التي تعطل سيره، إلا أنه يسير بسرعته المعتادة بين ذرة وأخرى.(19)

- **الطيف المرئي والكهرومغناطيسي**



شكل (٦) الطيف المرئي والكهرومغناطيسي (19)

يمكن تعريف هذا المدى من طيف الموجات الكهرومغناطيسية بإنه ذلك الطيف الذي يمكن أن يؤثر في العين فتحس بالرؤية، ويبدأ طيف الضوء المرئي عند اللون البنفسجي وينتهي عند اللون الأحمر. ونظرًا لأن حساسية العين تختلف باختلاف طول موجة الأشعة الضوئية المستقبلة فهي قادرة على التمييز بين الألوان المختلفة. وتكون حساسية العين أكبر ما يمكن عند الطول الموجي الذي يقع بين الأخضر والأصفر. وتقاس أطوال الموجات الضوئية بوحدات صغيرة جدا مثل الميكرومتر والنانومتر والانجستروم.

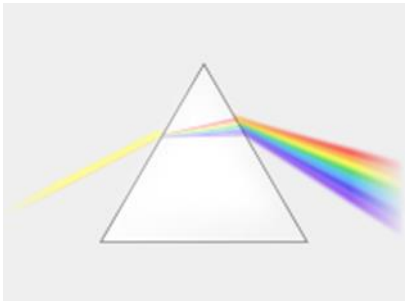
يمكن ملاحظة اختلاف الطول الموجي بالعين ثم يترجم داخل العقل للون من الأحمر وهو ذو أطول موجة حيث أن طوله الموجي 700 نانومتر، والبنفسجي ذو أقصر طول موجي حيث أن طوله الموجي حوالي ٤٠٠ نانومتر، وبينهم ترد مختلف الألوان كالبرتقالي، والآخضر، والأزرق.

الطول الموجي الطيف الكهرومغناطيسي خارج مجال رؤية العين يطلق عليه الأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء .

تستطيع بعض الحيوانات مثل النحل رؤية بعض الأطوال الموجية الطويلة.

إن تعرض الجلد للأشعة فوق البنفسجية لفترة طويلة يمكن أن يسبب حروق الشمس أو سرطان الجلد، ونقص التعرض يسبب نقص فيتامين د.

- **خواص الضوء:**
  - **انكسار الضوء :**



شكل (٧) يبين هذا الشكل تحلل الضوء المار خلال المنشور(19)

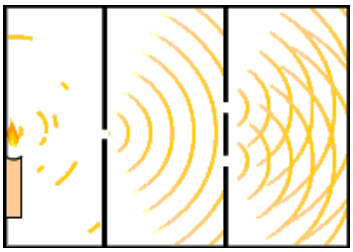
شكل (٨) مثال على انكسار الضوء. انحناء القشة بسبب انكسار الضوء لأنه يدخل السائل عن طريق الهواء (19)

الانكسار تغير اتجاه مسار الموجة عندما تنتقل من وسط مادة إلى وسط مادة آخر. تنكسر الموجات (تنثني) عندما تنتقل بزاوية من وسط إلى آخر حيث تكون سرعة الضوء مختلفة. والواقع أن القشة الموضوعة داخل كوب به ماء تبدو منكسرة عند سطح الماء. لأن سرعة الضوء في الماء أقل منها في الهواء. يتحدد مقدار انثناء شعاع ذي طول موجي معين، عند

انتقاله من وسط إلى آخر، بوساطة قانون الانكسار) قانون سنيل) بين الوسطين لذلك الطول الموجي. ويتم إيجاد قانون الانكسار عن طريق حساب المثلثات.

تعتمد أغلب قوانين الانكسار على العلاقة بين زاوية الشعاع في الهواء وزاويته في وسط مثل الزجاج أو الكوارتز) المرو) أو البلاستيك .كما أن ألوان الضوء المختلفة لا تنكسر بالدرجة نفسها، ذلك لأن لها أطوالاً موجية مختلفة وتردد ثابت. وبسبب هذه الخاصية الضوئية، تتحلل أشعة الضوء إلى ألوان الطيف السبعة .والمنشور يعمل على أساس هذا المبدأ. وتستخدم خاصية الانكسار في العدسات لمعالجة الضوء من أجل تغيير حجم ووضوح الصور. ومن الامثلة على ذلك العدسات المكبرة، النظارات، العدسات اللاصقة، المجاهر والتلسكوبات الأنكسارية.

- **التداخل: (18)**



شكل (٩) تداخل الموجات (18)

يعرف الضوء في معظم الحالات بأنه موجات لكل منها قمة وقاع. فعندما تمر موجتان ضوئيتان خلال نفس النقطة فإنهما تتداخلان في بعضهما لذلك فإنهما تجمعان أو تطرحان بعضهما من بعض. افترض أنه متى ما مرت قمة لموجة خلال النقطة فإنه تمر في الوقت نفسه قمة لموجة أخرى. وتجتمع القمتان مع بعضهما لتعطيا قمة كبرى. وتسمى هذه العملية التداخل البَنَّاء، وتعطي ضوءًا ساطعًا أكثر مما تعطيه أي موجة منفردة. وإذا افترضنا بدلاً من ذلك أنه متى ما وجدت قمة لموجة تمر خلال النقطة كان هناك قاع لموجة أخرى تمر خلاله، فإن القاع سوف يقلل من ارتفاع القمة ويترك النقطة معتمة أو مظلمة. وتسمى هذه العملية بالتداخل الهدام. ووجود ظاهرة التداخل التي ينتج عنها سطوع أو تعتيم للضوء هي من أقوى الحجج التي تؤيد النظرية الموجية للضوء. وتنتج جميع أنواع الموجات أنماطاً من التداخل البَنَّاء والهدَّام عندما تمر خلال فتحتين صغيرتين متجاورتين. وقد برهن العالم الإنجليزي توماس يونغ في بداية القرن ١٩ في تجربته الشهيرة على الطبيعة الموجية للضوء بإرسال شعاع ضوئي خلال فتحتين ضيقتين. ويصل الضوء الذي يخرج من الفتحتين إلى شاشة. فإذا كانت طبيعة الضوء غير موجية، فإنه يظهر على الشاشة كنقطتين ساطعتين ضيقتين، كل واحدة منهما تخرج من فتحة، لكن الواقع أنه عندما يخرج الضوء من كل فتحة، فإنه ينتشر مع الضوء الآخر، وتمتلئ الشاشة بخطوط مضيئة وأخرى معتمة تسمى الأهداب. تتكون أهداب لامعة عندما تصل الموجتان قمة مع قمة لتعطي تداخلاً بناء. وتتكون أهداب معتمة عندما تصل الموجتان قمة مع قاع لتعطي تداخلاً هدامًا.

- **الحيود والانتشار**:

شكل (١٠) ظل كرة زجاجية (19)

أحد الخصائص الأكثر وضوحا للعين المجردة هو الضوء الذي ينتشر بخط مستقيم، ويسمى هذا النوع من الانتشار الحُيُودُ. فالحيود كما في التداخل ناتج من الحقيقة التي تنص على أن الضوء يتصرف كموجة .وتنتشر موجة الضوء قليلاً عندما تسير خلال فتحة صغيرة، أو حول جسيم صغير، أو يمر خلال حافة. وتنتشر كذلك موجات المياه، لكن الفتحات والأجسام التي تسبب الانتشار يجب أن تكون أكبر من تلك التي في حالة الضوء. ويمكن أن يكون حيود الضوء أمرًا مزعجًا. افترض أنك حاولت رؤية جسيم صغير جدًا بوساطة مجهر ذي كفاءة عالية. فكلما زادت قدرة التكبير لرؤية الجسم عن قرب أكثر، فإنه تبدو على حافات الجسم غشاوة. وكل حافة مُغَشَّاة سببها أن الضوء ينكسر عندما يمر خلال الحافة في طريقه إلى العين. من ناحية أخرى يخدم الحيود دراسة ألوان شعاع الضوء إذا استخدمنا نبيطة تسمى محزز الحيود .ويحتوي المحزوز على آلاف الفتحات النحيفة التي تعطينا الضوء. يحيد كل لون في الضوء بكمية مختلفة قليلاً، وانتشار الألوان بهذا الكبر يجعل بإمكاننا رؤية كل لون. ويستخدم محزز الحيود في التلسكوبات التي تفصل الألوان في الضوء القادم من النجوم وهذا يمكِّن العلماء من دراسة المواد التي تتألف منها النجوم. (19)

- **الانعكاس والتشتت** :
- انعكاس (فيزياء)
- تشتت الضوء

شكل (١١) أنعكاس سمكة تريجر في حوض الزينة (19)

عندما يصطدم الضوء على الجسم، تحتفظ مادة ذلك الجسم بالطاقة ثم تعيد انبعاثها في كل الاتجاهات، وتسمى هذه الظاهرة بالانعكاس. ومع ذلك، فإن الأسطح الملساء بصريا بسبب التدخل الهدام فإنها تفقد معظم الاشعة، عدا أنها تنتشر في نفس الزاوية التي كان لها التأثير. ومن الأمثلة على هذا التأثير هي المرايا والأسطح المصقولة مثل الكروم، ومياه الانهار لأن قاعها داكن.

- **الاستقطاب : (20)**

شكل (١٢) مستقطب متحركة أمام شاشة الكمبيوتر مسطحة. تبعث شاشة LCD الضوء المستقطب، وتكون عادة في زاوية ٤٥° إلى عمودي، عندما يكون محور المستقطب متعامد على الضوء الستقطب من الشاشة لا يمر الضوء من خلالها (يظهر المستقطب أسود). وعندما يتوازى مع استقطاب الشاشة، يسمح المستقطب للضوء بالمرور ونرى بياض الشاشة. (20)

يمكن ملاحظة ظاهرة الاستقطاب في بلورة شفافة توضع في شكل متوازي مع اخرى ويتم تدوير أحداها بزاوية ٩٠°، فإن الضوء لا يمكن أن يمر من خلالهما. بالإمكان الحصول على الضوء المستقطب من خلال انعكاس الضوء. والضوء المنعكس جزئيا أو كليا مستقطب مع زاوية السقوط. وتسمى الزاوية التي تسبب الاستقطاب الكلي بزاوية بروستر أو زاوية الاستقطاب. تحتو ي العديد من النظارات الشمسية و مرشحات الكاميرا على بلورات استقطاب للقضاء على الانعكاسات المزعجة.

- **الآثار الكيميائية :**

يمكن لطاقة الضوء تغيير أسطح المواد كيميائيًا بواسطة امتصاصها. فعلى سبيل المثال يغيّر الضوء كيميائيًا جزيئات هاليد الفضة للفيلم الضوئي، ولذلك يمكن تسجيل الصورة عليه. ويمكن للضوء القوي أن يُبَهِّتَ ألوان الأقمشة بتغير صبغتها كيميائيًا .وشبكية العين تتغير كيميائيًا بسبب الضوء، ولذلك فإن الشبكية تنتج إشارات بالنسبة للبصر. والضوء عامل ضروري للتركيب الضوئي في النبات الذي يمثل العملية اللازمة لإنتاج الغذاء بتفاعل الضوء مع الماء وثنائي أكسيد الكربون .وكذلك تخليق فيتامين د بتفاعل الأشعة الفوق بنفسجية مع مركب-7 ديهيدروكوليستيرول تحت الجلد.

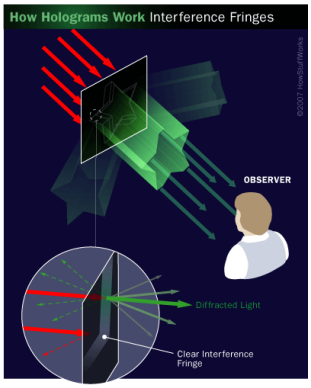
- **الظاهرة الكهروضوئية :**

تحدث الظاهرة الكهروضوئية أو المفعول الكهروضوئي عند سقوط إشعاع كهرومغناطيسي على سطح معدن فينتج عنه تحرير إلكترونات من سطح المعدن. ذلك لأن جزءا من طاقة الشعاع الكهرومغناطيسي يمتصها الإلكترون المرتبط بذرات المعدن فيتحرر منه ويكتسب طاقة حركة وهذه العملية تعتمد على تردد موجة الضوء.

بقيت النظرية الموجية للضوء سائدة زمن طويل حتى نهاية القرن ١٩ إلى أن إكتُشفت الظاهرة الكهروضوئية فعملت على قلب المفاهيم لطبيعة الضوء. تتلخص الظاهرة الكهروضوئية فيمايلي : يسلط إشعاع ضوئي على معدن موضوع في ناقوس مفرغ من الهواء وفي وجود حقل كهربائي مطبق بين قطبين مربوطين بمقياس التيار الكهربائي .في حالة عدم وجود أي إشعاع يشير مؤشر الجهاز إلى الصفر. وعند تسليط الإشعاع يلاحظ تحرك مؤشر الجهاز دلالة على وجود تيار كهربائي، أي أن عددا من الإلكترونات انتُزعت من المعدن وانتقلت تحت تأثير الحقل الكهربائي إلى القطب الموجب .إلى هنا لا شيء يتناقض مع النظرية الموجية، حيث يمكن الافتراض ان طاقة الموجة(والمتناسبة مع مربع سعة الموجة) انتقلت إلى إلكترونات المعدن. لكن التجربة أثبتت أن طاقة الإلكترونات لا تعتمد على شدة الإشعاع ولكن على تواتره : تستجيب الإلكترونات في الذرة لتردد شعاع الضوء بصفة خاصة، وزيادة شدة الإشعاع يُزيد فقط عددالإلكترونات.(20)

أشعه الهولوجراف :

لهولوجرام (الهولوجراف) هو أحد تطبيقات الليزر لإنتاج واقع افتراضي مجسم , وقد سبق الحاسب الآلي في هذا المجال ، والهولوجراف يعطي صورا تخيلية مجسمة ثلاثية الأبعاد مسجِّلة لكل المعلومات، والتي تنتج الهولوجرام , والهولوجراف هو عملية تسجيل لتداخلات الموجات الصادرة من شعاع الليزر على وسيط عالى الحساسية للضوء ، حيث ينقسم شعاع الليزر إلى شعاعين (شعاع المصدر وشعاع الجسم) ويتقابلا على الوسيط الحساس ، فيقوم بتسجيل التداخل بين الشعاعين ويظهر هذا التداخل على شكل ما هو معروف فيزيقيًا باسم (هدب التداخل)، وعند إعادة إضاءة هذا الوسيط المسجل عليه هدب التداخل بنفس شعاع الليزر، يظهر فى الفراغ صورة مجسمة (ثلاثية الأبعاد) للجسم. (21)



شكل (١٣) يظهر فى الفراغ صورة مجسمة (ثلاثية الأبعاد) للجسم (21)

حيث إن الهولوجراف باعتماده على اللون والضوء وزوايا الرؤية المختلفة يستمر في إبهار المشاهد ، فهو دائم التأثير الحركي , وكلما تغير منظور الرؤية وجدت مؤثرات وألوان جديدة , وعلى المصمم مراعاة ما سيراه المتلقي عند التحرك حول العمل الفني، وعدم الاكتفاء بزاوية رؤية واحدة مثلما كان يحدث عند استخدام الوسائط التقليدية.

والهولوجرام وسيلة لتلوين الحيز الداخلي، فهو يخلق نوع التشكيلات اللونية باستخدام الضوء , كما أنه يبرز القيم الجمالية والتي أصبحت بعد استخدام الهولوجراف أكثر ثراءًا وتنوعاً، فالتنوع في الهولوجراف نابع من طبيعته المتغيرة بتغير البيئة المحيطة به.

تسقط حزمة من آشعة الليزر على مجزيء للآشعة (Splitter) فتنقسم إلى جزئين ينفذ الجزء الأول من الآشعة ليصل إلى مرآة متساوية مثبتة فتنعكس الآشعة لتسقط على اللوح الفوتوجرافي وتسمى بآشعة المرجع ، ويسقط الجزء الثاني من الآشعة على الجسم المراد تصويره وتنعكس هذه الآشعة من جميع نقاط سطح الجسم حاملة للمعلومات عنه لتصل اللوح الفوتوجرافي وتسمى هذه الآشعة بأشعة الجسم.

تلتقي آشعة المرجع وآشعة الجسم على اللوح الفوتوجرافي وتكون النتيجة نمط مركب من تداخل تلك الآشعة يسجل على اللوح الفوتوجرافي وبعد تحميض اللوح الفوتوجرافي يظهر نمط تداخل الآشعة في صورة مناطق مظلمة وأخرى مضيئة ويسمى هذا اللوح بعد تحميضه وتسجيل نمط التداخل عليه بالهولوجرام يلزم بعد ذلك إعاد تكوين الصورة وذلك بإضاءة الهولوجرام بالأشعة المرجع وبالنظر خلاله تظهر صورة مجسمة تماثل الجسم تماما مسجلة لجميع دقائق الجسم بأبعاده الثلاثية. يمكن تسجيل أكثر من صورة واحدة على نفس اللوح الفوتوجرافي وذلك باستخدام عدد من الأشعة المرجع في إتجاهات مختلفة وتكون كل صورة مستقلة عن الأخرى، كما يمكن تسجيل عشرات الصور على هولوجرام واحد وذلك باستخدام ثلاثة حزم من آشعة الليزر ذات ألوان مختلفة ويضاء الهولوجرام في هذه الحالة بالآشعة البيضاء.

يحتوي الهولوجرام أو (اللوح الحافظ لنموذج التداخل) على توزيع معقد من المناطق الشفافة والداكنة التي تناظر أهداب التداخل المضيئة والمظلمة، وعندما يضاء بشعاع مشابه تماما للشعاع المرجعي الأصلي فإن الشعاع سوف ينفذ من المناطق الشفافة ويُمتص في المناطق الداكنة بدرجات متفاوتة مكونا بذلك موجة نافذة مركبة هي الموجة المركبة للجسم الأصل. وعلى هذا فإن الحصول على التصوير المجسم يتم على مرحلتين : الأولى : تسجل فيها أنماط التداخل ثم الحصول على الهولو جرام أو (اللوح الحافظ لنموذج التداخل) والثانية : يتم فيها إضائة الهولوجرام بطريقة معينة بحيث يكون جزء من الشعاع النافذ من الهولوجرام مطابقا لموجة الجسم الأصل، فنرى صورة ماثلة امامنا في الهواء وكأنها الجسم الأصلي. وهو الشعاع الذي يحمل المعلومات وهو الذي يسير بخط مستقيم ويعبر من خلال معدل ضوئي فراغي (Spatial Light Modulator ((SLM)والذي هو عبارة عن لوحة LCD تظهر صفحات البيانات الثنائية (بالنظام الثنائي) على شكل مكعبات فاتحة وقاتمة. البيانات المأخوذة من صفحات الشيفرات الثنائية تأخذ بواسطة شعاع الإشارة إلى حساس ضوئي (بلَّورة الليثيوم-نيوبات) (21)

أشعه الليد :

هى لمبة تتكون من عدد من الديودات الباعثة للضوء، هذا الباعث الضوئى سّمى الصمام الثنائي الباعث للضوء(light-emitting diode أو LED) وهو مصدر ضوئي مصنوع من مواد أشباه الموصلات تبعث الضوء حينًما يمّر خلاله تيأّر كهربائي . هذا الضوء هو اللمبة الحمراء التى تضىء عندما يكّون جهاز الكمبيوّتر فى حالة الإستعداد ، أو عندما ترفع الماوس فتظهر إضاءة حمراء صادرة من الباعث الضوئى ، بإختصار ال LED عبارة عن لمبة ضوئيةٌ إلكترونيةٌ لا تحتوي على فتيلًة ولا تسخن كما في المصابيحٌ الكهربيةٌ التقليدّيةٌ فهى تصدر الضوء من خلال حركة الإلكترونات في داخل مواد من أشباه الموصلات semiconductor(٩- ص ٤٩)

الليد تتكون من عدد من الديودات الباعثة للضوء أو هى "قطعة أو شريحة تولد الضوء"، هذا الباعث الضوئى هو اللمبة الحمراء التى تضىء عندما يكون جهاز الكمبيوتر فى حالة الاستعداد او عندما ترفع الماوس تحصل على أضاءه حمراء صادرة من الباعث الضوئي، الليد لا تنفجر ولا تشتعل ولا تتكسر وتدوم لمدة عشر سنوات، لاتحتوى اللمبات الليد على الزئبق ولا اشعة فوق بنفسيجة او تحت الحمراء ولايصدر عنها اية موجات حرارية وتوفر ما يزيد عن ٨٥% من الطاقة التي تستهلكها اللمبات العادية، باختصار الـ LED عبارة عن لمبة ضوء الكترونية اي لا تحتوي على فتيلة ولا تسخن كما في مصابيح آديسون (الكهربائية).

المبادئ الأساسية للبنائيين :Constructivism

إن الفنانين البنائين لايكتفون بالحبث عن التوافقات التقليدية في مجال الفن بل يرمون الي تحقيق الشكل الديناميكي، والذي أصبح كثر حيوية ووظيفية في الفراغ، كما أنهم يعدفون الي التحرر من قيود الكتلة الصماء ولا يكتوفون بما تستقبله حواسنا الخمس لمظاهر الحياة والطبيعة، بل يؤمنون أن الحياة والطبيعة تخفي نوعية لا نهائية من القوى والنظاهر التي لاترى مجرد، ولكم يمكن استشعارها. (١٣- ص٨) فقد ظهرت المبادئ الأساسية للبنائية في بيانهم الذي اصدره ناعوم جابو وانتوني بفسنو في موسكو سنة ١٩٢٠، ويمكن تلخيصه فيما يلي:

- أن الفكر البنائي Constructivism لا يحوي حقائق أبدية، أو محددة ولكنها حقائق دينامية (زمكانية) حيث يرمي إلى تحقيق ما هو زماني –مكاني Spase -Time لتمثيل الحياة الحقيقية.(١١- ص٢١)

- تهتم البنائية بفكرة التحول Transformation التي يمكن أن تغير أي صيغة، أو نمط بنائي إلى صيغة أخرى.(١٤ – ص٣٠)

- أن عمليات البناء، والتركيب كصيغ ومعالجات تشكيلية جديدة أوجدت نظما، وأسس إنشائية جعلت من الفن البنائي نظام، وطبيعة لها شكلها، وهيئتها الخاصة. (١١- ص٢٢)

- أن الأشكال الهندسية الأولية أحد منطلقات التعبير والصياغة، والتشكيل الفني، حيث اتسمت أعمالهم بالطابع الهندسي من علاقات، وبنائيات، وتركيبات لأشكال هندسية مختلفة. (١٥- ص١٢٢)

- "الاهتمام بالبنية الشكلية، والمظهر الخارجي للعمل، وعناصره المكونة له، وعلاقتها مع بعضها البعض في إظهار الجمال الشكلي لمفردات وعناصر العمل الفني. (١١- ص٢٢)

- إيجاد مفهوما جديدا للفراغ، حيث اعطوا للفراغ أهمية في علاقته مع الكتلة داخل العمل الفني، فتحطمت الكتلة بفعل الصياغات، والمعالجات التشكيلية للخامات التي استحدثوها.

- أن القواعد الأساسية للفن في ضوء مفهوم البنائيين للفكر الفلسفي البنائي هما الفراغ، والزمن ونكروا الحجم كتعبير عن الفراغ.

- أن عنصر الحركة في الأعمال الفنية البنائية كان بمثابة بعدا حقيقيا أكسب العمل فاعلية، وديناميه، وأصبح العمل الفني يحتل زمنًا، ومكانًا، وأن الشفافية والعمق يجب أن يحتلا مكانهما في العمل الفني طالما أن الفراغ يكون بطبيعته المطلقة عمقًا لا ينفذ إليه. (١٤- ص٣٩)

- الاهتمام باللون لما له من دورا أساسيا، حيث تضمنت ألوانهم مضامين تعبيرية نتجت عن المعاني النفسية، والسيكولوجية للألوان واستخدام خامات جديدة واستحداث تقنيات وأساليب تشكيلية حديثة أوجدت قيماً ومعان تعبيرية جديدة أثرت الأعمال البنائية وغيرت المفاهيم المتوارثة القديمة واحدثت منهج وأسلوب جديد في التفكير، والممارسة والعمل. (١١- ص٢٣)

رواد الحركة البنائية Constructivism:

كان للبنائية روادها ومفكريها، ومؤسسيها الذين أثروا في الفكر البنائي بشخصياتهم وفكرهم وفلسفتهم،وكتاباتهم وبياناتهم وغزارة إنتاجهم وتنوعة. وسوف يستعرض الباحث بعض رواد الحركة البنائية فيما يلي...

كازمير مالفتش Malevich Kasimir:

وهو صاحب مذهب السوبر ماتيزم الذي يقوم على تخليص الفن من المظاهر الطبيعية، كما يهدف اساسا الي استحداث اساليب تصويرية ونحتية جديدة للوصول ال شكل الفن الخالص Puer art وذلك من خلال رفضه للواقعية في الفن .(١٦- ص١٩٣) امتازت اعمال ماليفيتش بتشكيلاتها الهندسية فائقة البساطة، مربع أو مربعات، أو مستطيلات، أحيانا مع بعض الخطوط المنحنية، ذات ألوان أساسية قوية. كما يعتبر أحد رواد فن البورتريه في القرن التاسع عشر.

شكل (١٤) كازيمير ماليفيتش، سوبرماتية/تفوّقية، ١٩١٥، ألوان زيتية على قماش، ٨٧,٥ × ٧٢ سم. المتحف الروسي الحكومي نقلا عن https://www.qm.org.qa/ar/kazimir-malevich-genius-of-the-russian-avant-garde..

الإطار العملي :

١- دراسة توظيف اضاءة LED على الخامات الشفافة في عمل تكوينات نحتيه مبتكره.

شكل (١٥) تشكيل بخامة الاكريليك مع استخدام اضاءة LED

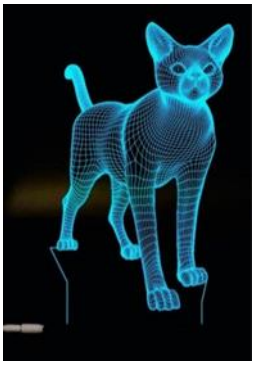
شكل (١٦) تشكيل بخامة الاكريليك مع استخدام اضاءة LED

شكل (١٧) تشكيل بخامة الاكريليك مع استخدام اضاءة LED

شكل (١٨) تشكيل بخامة الاكريليك مع استخدام اضاءة LED

شكل (١٩) تشكيل بخامة البلاستيك مع استخدام اضاءة LED

شكل (٢٠) تشكيل بخامة البلاستيك مع استخدام اضاءة LED



شكل (٢١) تشكيل بخامة البلاستيك مع استخدام اضاءة LED

شكل (٢٢) تشكيل بخامة البلاستيك مع استخدام اضاءة LED

٢- بعض استخدامات التجارية في استخدام اضاءات LED.

التطبيقات:

- وحدات الإضاءة الداخلية :

1- الاباليك.

شكل (٢٣) ابليك من الزجاج والمعدن مستوحى من قرون الغزال

2- **النجف والمعلقات.**

شكل(٢٤) معلقة من الزجاج على شكل مجموعة من الكاسات

شكل (٢٥) معلقة مكونة من مجموعة من الحلقات المضيئة

3- **الأباجورات.**

شكل (٢٦) وحدة إضاءة مكتبيةٌ حلزونيةٌ الشكل

شكل (٢٧) وحدة إضاءة مكتبية من المعدن على شكل مجموعة من الأسطوانات المشطوفة

4- **الديكّورات الداخلية.**

شكل (٢٨) يوضح اضاء للسلالم

5- وحدات الإضاءة الخارجية.

ا- إضاءة الحدائق والممرات

شكل(٢٩) لإضاءة أماكن الجلوس فى الحدائق والشوارع

النتائج والتوصيات :

- إظهار جماليات الاداء النحتي لدي طلاب المرحلة التربية الفنية.
- دراسة توظيف الضوء في الاعمال الفنية المعاصرة.
- دراسة اهمية الضوء في مجال كليات التربية الفنية في الاعمال النحتية.
- اظهار القدرة الابداعية في توظيف الضوء في الاعمال النحتية.

المراجـع

1. محمد السيد شطا، غادة : أثر تقنيات الضوء على فن النحت المعاصر، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، الجمعية العربية للحضارة والفنون الإسلامية، العدد٩، ٢٠١٨.

Mohamed Elsayed, Ghada : Asr teknyat el doo ala fan el naht el masr, megalet el emara wa el fenon wa el olom elensanya, el gamaya el arabya llhedara wa elfenon el eslamya, eladd 9, 2018.

2. عبد الرحمن، عادل: نظريات في الضوء والالوان، الطبعة الأولي، ٢٠٠٧.

Abd el rhman, Adel : nazryat fe el doo wa el alwan, eltaba elwla, 2007.

3. رضا سعيد، شريهان: تكنولوجيا الضوء في فن النحت المعاصر، رساله ماجستير، غير منشوره، كلية التربيه الفنية، جامعه حلوان ٢٠١٩ .

Sherehan reda sayed: tecnologya el doo fe fan el naht el masr, resale magester, ghyr manshoura, kolyet el tarbya el fanya, gamaet helwan, 2019.

4. حامد محمد، حاتم : اثر على شكل في المجسمات النحتية ، رسالة ماجستير، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان.

El shafay Mohamed, Hatem : asr el doo ala shakl fe elmogsmat el nahtya, resale magester, kolyet el tarbya el fanya, gamaet helwan, 1990.

5. عبد الوهاب، شكري :الإضاءة المسرحية, الهيئة العامة المصرية للكتاب, ١٩٨٥ م

Abd el wahab, Shoukry: el adaa el masrahya, el haya el ama el masrya llketab, 1985.

6. محمد سعد حواس، أحمد : أثر التكنولوجيا علي الفكر الإبداعي النحتي في القرن العشرين، رسالة دكتوراه، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان.

Ahmed Mohamed sad hoas: asr el technology ala el fekr el ebday elnahty fe elkarn el eschreen, resale magester, kolyet el tarbya el fanya, gamaet helwan, 2005.

7. عايد يوسف، ندى: تقنية الضوء وأثرها على الفن التشكيلي املعاصر فن الضوء أمنوذجاً ، بحث منشور،مجلة كلية التربية الاساسية، جامعة المستنصرية، مجلد ٢٣ العدد ٩٧، ٢٠١٧.

Ayed yousef, Nada : teknya el doo wa asarha ala el fan eltashkely el masr fn el doo amnozg, bahs manshour, megaled kolyet elasasya, gamet el moustansrya, megalet 23. Eladd 97, 2017.

8. محمد صبري، احمد: المستحدثات التكنولوجية في مجال الإضاءة وتأثيرها على تصميم وحدات الإضاءة المعدنية الداخلية والخارجية، مجلة العمارة والفنون والعلوم الانسانية، الجمعية العربية للحضارة والفنون الاسلامية، العدد الحادي عشر، الجزء الأول، ٢٠١٨

Mohamed sabry, Ahmed : elmoustahdsat eltechnologya fem gal eledaa wa tasyrha alaa tasmem whdat el edaa el madanya el dakhlya wa el khrgya, megalet elemara wa el fenon wa el elom el ensanya, elgamaya el arabya llhedara wa el fenon eleslamya, eladd 11, g1, 2018.

9. سعيد علي محتسب، مرام : رؤية معاصرة للشفافية وعلاقتها بالفراغ في فن النسيج البنائي المعاصر، بحث منشور، مجلة الفنون التشكيلية والتربية الفنية، مجلد ٢ العدد ٢، ام القري، ٢٠١٨.

sayed aly mohtaseb, Meram : roya moasra llshfafya wa elkatha blfaragh fe fn elnaseeg el bnay el mouasr, bahs manshour, megalet el fenoun el tashkeylya wa el tarbya fnya, mougld2, add 2, om el koura, 2018.

10. محمد إبراهيم، محسن : البنائية في التصوير المعاصر والافادة منها في التدريس بالتعليم العالي، رسالة ماجستير، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان، ١٩٧٣.

Mohamed elbrahem, Mohsen : elbnaya fe el tasweer el mouasr ,elefada menh fe el tadrees bel taleem el aly , resale magester, kolyet el tarbya el fanya, gamaet helwan

11. علي ياسين، يمنى: فلسفة المدرسة البنائية في استحداث صياغات نسجية من خلال النول اليدوي، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان، القاهرة. ٢٠١٣م.

ali yaseen, Yomna : flsafet el madrasa el benaya fe esthdas syaghat nasgya men khelal el noul el yadwy, resale doctora, ghyr manshoura, kolyet el tarbya el fanya, gamaet helwan, 2013.

12. أبو الحسن، صفاء على بيومي : رؤية معاصرة لمكملات زينة مستوحاة من المدرسة البنائية لتنمية القدرة الابتكارية لدى طلاب كلية التربية الفنية، رسالة ماجستير، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان، القاهرة، ٢٠٠٠.

Abou El Hassan , safaa ali bayoumy: Roua mouasra lemoukmelat zena mesawaha men el madrasa elbenaeya ltanmyet elkodrat elebtekarya lada tolab kolyet el tarbya el fanya, resale magester, ghyr manshoura, kolyet el tarbya el fanya, gamaet helwan, 2000.

13. محمد عطية، محسن: الفنان والجمهور، دار الفكر العربي، ٢٠٠١.

Mohamed atya, Mohsen : elfanan wa el gmhour, dar el fekr elarby.

14. علي عبد العزيز شعت، عادل : القيم التعبيرية في المدرسة البنائية والافادة منها في مجال النحت بالتربية الفنية، رسلة ماجستير غير منشورة، كلية التربي الفنية، جامعة حلوان، ٢٠٠٢.

ali abd elazez shas, Adel : elkym eltabeerya fe elmadrsa elbenayea wa elefada menha fe magal el naht bltarbya el fnya, kolyet el tarbya el fanya, 2002.

Reference in English :

15. Ben Vicholson, the meaning go his art,1957,p5.
16. https://www.iasj.net/iasj?func=article&aId=127940
17. https://mimirbook.com/ar/٤٧ed٨bb٢fa٦
18. Gregory Hallock Smith (2006). Camera lenses: from box camera to digital. SPIE Press.p.4.
19. Narinder Kumar (2008). Comprehensive Physics XII. Laxmi Publications, P.1416.
20. McDonald, Roderick (1997), Colour Physics for Industry , Second Edition), Society of Dyers and Colourists,P.99.

21. https://van.physics.illinois.edu/qa/listing.php?id=1926

---

* – إقليدس هو عالم رياضيات يوناني وضع مبادئ الهندسه المستويه

* – افلاطون: فيلسوف يوناني، تلميذ سقراط.

*–توماس ويلفريد (Thomas Wilfred: بالدنماركية) هو موسيقي ورسام دنماركي، ولد في ١٨يونيو ١٨٨٩، وتوفي في ١٠ يونيو 1968

* إل ليسيتزكي هو فنان روسي، ولد في ٢٣ نوفمبر ١٨٩٠ وتوفي في ٣٠ ديسمبر ١٩٤١. مصمم، مصور، معلّم و طبّاع.

* لازلو موهولي ناجي (/ məˌhoʊliˈnɒdʒ / ؛ الهنغاري: [ˈmohojnɒɟ laːslo:] ؛ من مواليد لازلو فايسز ؛ ٢٠ يوليو ١٨٩٥ – ٢٤ نوفمبر ١٩٤٦) كان رسامًا ومصورًا مجريًا وكذلك في مدرسة باوهاوس. لقد تأثر بشدة بالبناءة ودافع قوي عن دمج التكنولوجيا والصناعة في الفنون.