دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة لفن النحت المعاصر

The Role of Renewable Energy in achieving Sustainable Development of Contemporary Sculpture Art

م.د/ غادة محمد السيد محمد شطا

مدرس قسم النحت بكلية الفنون التطبيقية – جامعة دمياط

Dr. Ghada Mohamed Elsayed Mohamed Shata

Lecturer, Sculpture Department, Faculty of Applied Arts, Damietta University

Dr.ghadashata@gmail.com

الملخص:

يواجه العالم تحدياً في خلق توازن بين التنمية المستدامة وبين الحفاظ على البيئة، وهو ما دعا إلى تزايد الاهتمام في الآونة الأخيرة من كثير من دول العالم بموضوع الطاقات المتجددة كونها تمثل أحد أهم المصادر الرئيسية للطاقة العالمية كونها طاقة نظيفة وغير ملوثة للبيئة مما يكسبها أهمية بالغة في تحقيق التنمية المستدامة، وفي ظل تنامى الآثار السلبية على الطاقة الأحفورية خاصة على البيئة وعلى الأبعاد الإنسانية للتنمية من جهة، وفي ظل تهديدات نضوبها من جهة آخري. وفي ظل تنامى الآثار السلبية على الطاقة الأحفورية خاصة على البيئة وعلى الأبعاد الإنسانية للتنمية من جهة، وفي ظل تهديدات نضوبها من جهة آخري، تبرز أهمية التوجه نحو الطاقة المتجددة كبديل استراتيجي لتحقيق أبعاد التنمية المستدامة باعتبارها طاقة متجددة وصديقة للبيئة. والفن بشكل عام وفن النحت بشكل خاص يجب أن يواجه تداعيات العصر، لذلك يخص البحث ضرورة مواكبة فن النحت لمستحدثات التكنولوجيا، وقد قامت الباحثة بعرض مجموعة من الأعمال النحتية الحديثة التي وظفت مصادر الطاقة المتجددة كمحاولة للحفاظ على البيئة وتحقيق القيمة الجمالية والوظيفية للعمل النحتى.

وتقوم الباحثة بعرض ماهية الطاقة المتجددة، وأهم مصادرها ومميزاتها، ودور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة من خلال عرض مفهوم التنمية المستدامة والأبعاد الأساسية لها، وآثر مصادر الطاقات المتجددة عليها، كما تناولت الباحثة دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة للفن بشكل عام وفن النحت بشكل خاص، وتكمن مشكله البحث فيما هو دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة لفن النحت المعاصر، وتقوم الباحثة باستخدام المنهج الوصفي التحليلي، وتقوم الباحثة بعرض النتائج:

1- يمكن أن تتحقق التنمية المستدامة لفن النحت المعاصر من خلال استخدام مصادر الطاقة المتجددة.

2- من خلال استخدام مصادر الطاقة المتجددة في فن النحت المعاصر، أصبح فن النحت يحقق قيمته الجمالية والوظيفية النفعية لخدمة الانسان والبيئة.

3- ان النحات المعاصر يساهم بشكل كبير في الحفاظ على موارد البيئة ونشر الوعي بالتنمية المستدامة.

الكلمات المفتاحية:

الطاقة المتجددة، التنمية المستدامة، النحت المعاصر

Abstract:

The world is facing a challenge in creating a balance between sustainable development and preserving the environment, which has called for increased interest recently from many

countries of the world in the issue of renewable energies as it represents one of the most important main sources of global energy as it is clean and non-polluting energy, which gives it great importance in Achieving sustainable development, in light of the growing negative effects on fossil energy, especially on the environment and on the human dimensions of development on the one hand, and in light of the threats of its depletion on the other hand. Considering the growing negative effects on fossil energy, especially on the environment and on the human dimensions of development on the one hand and considering the threats of its depletion on the other hand, the importance of moving towards renewable energy as a strategic alternative to achieving the dimensions of sustainable development is highlighted as a renewable and environmentally friendly energy. And art in general and the art of sculpture in particular must face the repercussions of the times, so the research concerns the necessity of keeping pace with the art of sculpture with the innovations of technology.

The researcher presents the nature of renewable energy, its most important sources and advantages, and the role of renewable energy in achieving sustainable development by presenting the concept of sustainable development and its basic dimensions, and the impact of renewable energy sources on it. The researcher also deals with the role of renewable energy in achieving sustainable development for art in general and sculpture in general. Special, and the research problem lies in what is the role of renewable energy in achieving sustainable development of contemporary sculpture art, and the researcher uses the descriptive analytical approach, and the researcher presents the results:

1- The sustainable development of contemporary sculpture can be achieved from renewable energy sources.

2- Contemporary sculpture achieves aesthetic and functional value by using renewable energy sources.

3 - Contemporary sculptor greatly in the preservation of funding resources and sustainable development.

Keywords:

Renewable energy, Sustainable Development, Contemporary Sculpture

مقدمة:

تعتبر الطاقة مكوناً أساسياً من مكونات الكون، وتعد من أحد أشكال الوجود، وتشتق الطاقة عادة من مصادر طبيعية وأخري غير طبيعية، لذلك تنقسم إلى نوعين رئيسيين، وهما: الطاقة المتجددة، وهي التي تعتمد على المصادر الطبيعية، وآخري غير متجددة، وتعتمد على مصادر غير طبيعية. فالطاقة المتجددة هي نوع من أنواع الطاقة التي لا تنضب ولا تنفد، وتشير تسميتها إلى أنها كلما شارفت على الانتهاء تتواجد مجدداً، ويكون مصدرها أحد الموارد الطبيعية، كالرياح، والمياه، والشمس، وأهم ما يميزها أنها طاقة نظيفة وصديقة للبيئة، كونها لا تخلف غازات ضارة كثاني أكسيد الكربون، ولا تؤثر سلباً على البيئة المحيطة بها، حيث تلعب الإمكانات الطبيعية المتاحة من مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة إلى جانب سياسات تحسين كفاءة الطاقة أدورا رئيسية في استدامة الطاقة، مما جعل النحات المعاصر يتجه نحو استخدام مصادر الطاقة المتجددة في انتاج أعماله الفنية لتحقيق القيمة الجمالية والوظيفية النفعية لها والاستفادة من الموارد الطبيعية للبيئة لتحقيق التنمية المستدامة لأعماله الفنية.

تكمن مشكلة البحث في الآتي:

ما هو دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة لفن النحت المعاصر؟

أهمية البحث:

1- ضرورة التأكيد على دور استخدام موارد الطلقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة لفن النحت المعاصر.

2- التأكيد على دور فن النحت المعاصر في الحفاظ على البيئة واستغلال مواردها بالشكل الأمثل لتحقيق القيمة الوظيفية والجمالية.

هدف البحث:

القاء الضوء على دور استخدام مصادر الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة لفن النحت المعاصر.

فرض البحث:

يفترض البحث أن:

1- أن استخدام مصادر الطاقة المتجددة في فن النحت المعاصر يحقق التنمية المستدامة له.

2- يمكن من خلال استخدام موارد الطقة المتجددة أن يساهم فن النحت في الحفاظ على البيئة ويحقق الجمالية والنفعية له.

منهجية البحث:

يعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي.

أولاً نبذة عن الطاقة المتجددة:

تعريف الطاقة المتجددة (Renewable Energy):

هي مصدر للطاقة لا ينتهي وقابل للتجديد بسرعة أكبر من معدلات استهلاكها، ويتم الحصول على الطاقة المتجددة باستغلال الظواهر الطبيعية العادية كطاقة الرياح، أو الطاقة المائية، أو الطاقة النباتية، أو الطاقة المتأتية من الكواكب الأخرى كأشعة الشمس أو تلك التي تصدر من صلب الأرض. (يوسف ٢٠٢٠م)[١]

كما عرفت الطاقة المتجددة بأنها مصادر طبيعية دائمة غير ناضبة ومتوفرة في الطبيعة بشكل غير محدود، ولا ينتج من استعمالها أي تلوث بيئي، فهي طاقات نظيفة، كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة المياه (المد والجزر) والحرارة الجوفية، وذلك عكس مصادر الطاقة الأحفورية (الفحم، النفط والغاز) والتي ينتج عنها غازات ملوثة. (غانم ٢٠٢٣م)[٢]

فهي طاقة لا يكون مصدرها مخزوناً محدودا في الطبيعة أو ثابتا، وإنما هي تتجدد أسرع من معدلات استهلاكها وبصفة دورية، وتظهر في الصور الخمسة التالية: الكتلة الحيوية، الرياح، أشعة الشمس، الطاقة المائية، طاقة باطن الأرض. (عبد الحميد ٢٠١٩م)[٣]

أهم مصادر الطاقة المتجددة:

1- **الطاقة الشمسية:** الطاقة الشمسية هي الأكثر وفرة من بين جميع مصادر الطاقة ويمكن حتى توليدها في الطقس الغائم، حيث تعمل تكنولوجيات الطاقة الشمسية على تحويل أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية إما من خلال الألواح الكهروضوئية أو من خلال المرايا التي تركز الإشعاع الشمسي. (المروعي ٢٠١٩م)[٤]

2- **طاقة الرياح:** طاقة الرياح مستخرجة من الطاقة الحركية للرياح باستخدام توربينات الرياح الكبيرة الموجودة على اليابسة (البرية) أو في البحر أو المياه العذبة (البحرية)، كما أن الإمكانات التقنية العالمية لطاقة الرياح تتجاوز إنتاج الكهرباء العالمي، وتوجد إمكانات وافرة في معظم مناطق العالم لتمكين نشر طاقة الرياح بشكل كبير. (المروعي ٢٠١٩م)[٤]

3- **الطاقة الحرارية الأرضية:** تستخدم الطاقة الحرارية الأرضية الطاقة الحرارية المتوفرة في باطن الأرض. ويتم استخراج الحرارة من الخزانات الحرارية الأرضية باستخدام آبار أو وسائل أخرى. (عبد الحميد ٢٠١٩م)[٣]

4- **الطاقة الكهرومائية:** تستخدم الطاقة الكهرومائية طاقة المياه المتدفقة من الأعلى إلى الأسفل. ويمكن أن تتولد من الخزانات والأنهار. وتعتمد محطات تخزين الطاقة الكهرومائية على المياه المخزنة في خزان، بينما تستغل محطات الطاقة الكهرومائية في مجرى النهر الطاقة من مجرى النهر. وتعد الطاقة المائية حاليًا أكبر مصدر طاقة متجددة في قطاع الكهرباء. وهي تعتمد بشكل عام على أنواع هطول الأمطار المستقرة. (براك، أبو نحول، رياض، البرديسي ٢٠٢١م)[٥]

5- **الطاقة البحرية:** تُستمد الطاقة البحرية من التكنولوجيات التي تستخدم الطاقة الحركية والحرارية لمياه لإنتاج الكهرباء أو الحرارة. ولا تزال أنظمة الطاقة البحرية في مرحلة مبكرة من التطور، مع استكشاف عدد من النماذج الأولية لأجهزة الموجات وتيارات المد والجزر. (براك، أبو نحول، رياض، البرديسي ٢٠٢١م)[٥]

6- **الطاقة الاحيائية:** يتم إنتاج الطاقة الأحيائية من مجموعة متنوعة من المواد العضوية، المعروفة بالكتلة الأحيائية، مثل الخشب والفحم والروث وغيرها من السماد الطبيعي لإنتاج الحرارة والطاقة، والمحاصيل الزراعية للوقود الحيوي السائل. تُستخدم معظم الكتلة الأحيائية في المناطق الريفية لأغراض الطهي والإضاءة والتدفئة، وبشكل عام من قبل السكان الأكثر فقرًا في البلدان النامية. (يوسف ٢٠٢٠م)[١]

مميزات الطاقة المتجددة:

- تتواجد الطاقة المتجددة بشكل جيد في كافة أنحاء العالم.
- تعتبر الطاقة المتجددة صديقة للبيئة ونظيفة.
- تتواجد بشكل دائم، وتكون قابلة للتجدد مرة آخري.
- يسهل استخدامها بالاعتماد على آليات وتقنيات بسيطة.
- تمتاز بأنها طاقة اقتصادية جداً.
- تعد عاملا مهماً في التنمية البيئية، والاجتماعية، وكافة المجالات.
- تساعد على التخفيف من اضرار الانبعاثات الغازية والحرارية.
- تمنع هطول الأمطار الحامضية الضارة.
- تحد من جمع النفايات بكل أشكالها.
- تستخدم نفايات غير معقدة، ويمكن تصنيعها محلياً في الدول النامية. (خالدية، فاطمة، ليلى ٢٠٢٠م)[٦]

ثانياً دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة:

مفهوم التنمية المستدامة (Sustainable Development):

يعود مصطلح الاستدامة إلى علم الأيكولوجي، حيث استخدمت الاستدامة للتعبير عن تشكل وتطور النظم الديناميكية التي تكون عرضة لتغيرات هيكلية تؤدي لحدوث تغير في خصائصها وعناصرها وعلاقات هذه العناصر ببعضها البعض.

ومن أكثر التعاريف المتعلقة بمفهوم التنمية المستدامة منذ ظهوره في بداية الثمانينات من القرن العشرين التعريف الذي قدمته اللجنة العلمية للبيئة والتنمية المستدامة في عام ١٩٧٨م على أنها "التنمية التي تفي حاجات الجيل الحالي دون الإضرار بقدرة الأجيال القادمة على الوفاء باحتياجاتها"، وأيضاً التعرف الصادر عن اتحاد العالمي للحفاظ على الطبيعة سنة ١٩٨٠م، والذي عرفها على أنها "التنمية التي تأخذ بعين الاعتبار البيئة والاقتصاد والمجتمع". (فتيحة٢٠١٨م)[٧]

وعلي الرغم من اختلاف المفاهيم حول تعريف التنمية المستدامة إلا أن اغلب التعاريف تتفق حول أن التنمية المستدامة تحد من الاستخدام العشوائي للموارد الطبيعية، وللاستثمارات الضارة بالإنسان وبيئته، فهي تعني بإعادة توجيه الموارد وإعادة تخصيصها لضمان تلبية الاحتياجات البشرية، فهي ذات بعد طويل الأجل، تراعي حق الأجيال القادمة علي كوكب الأرض. (عبد الحميد ٢٠١٩م)[٣]

الأبعاد الأساسية للتنمية المستدامة:

1- **البعد الاقتصادي:** تلعب الطاقة دوراً حاسماً في مجال التنمية الاقتصادية من خلال تحويل الموارد إلى سلع وخدمات نافعة.

2- **البعد البيئي:** يركز على مراعاة الحدود البيئية، بحيث أن لكل نظام بيئي حدود معينه لا يمكن تجاوزها من الاستهلاك والاستنزاف.

3- **البعد الاجتماعي:** يركز على الانسان الذي يشكل جوهر التنمية المستدامة وغايتها وهدفها النهائي من خلال توفير الخدمات الاجتماعية لجميع المحتاجين لها. (فتيحة ٢٠١٨م)[٧]

آثر مصادر الطاقات المتجددة على تحقيق التنمية المستدامة:

تعتبر الطاقة المتجددة هي جوهر التنمية المستدامة، إذ أنها تشكل أحد الموارد الأساسية التي تتوقف عليها العديد من الجوانب الحياتية للإنسان، لذلك لا بد من ضمان استدامة واستمرارية القدر الضروري والكافي منها لتلبية احتياجاته الحالية، وكذلك الاحتياجات المستقبلية على نحو متكافئ وفي ظل بيئة نظيفة. (عبد الحميد ٢٠١٩م)[٣]

فالتنمية المستدامة هي تنمية كاملة تقوم على التنسيق والتكامل بين سياسات استخدام الموارد واتجاهات الاستثمار والاختيار التكنولوجي والشكل المؤسسي مما يجعلها جميعا تعمل بنظام وتكافؤ، لذلك تعتبر الطاقات المتجددة عنصر فعال في عملية التنمية واستدامتها وحجر الزاوية في تلبية معظم الاحتياجات الإنسانية، كما أنها تضطلع لبلوغ الأبعاد الاجتماعية والبيئية والاقتصادية المتعلقة بالتنمية المستدامة. (فتيحة ٢٠١٨م)[٧]

حيث إن اتجاه التنمية المستدامة في التعامل مع الموارد الطبيعية تعاملاً مستداماً يعني الأخذ بالحسبان محدودية الموارد وعدم تلويث البيئة، ولهذا فإن الطاقات المتجددة هي الأمل والمستقبل في انتاج الطاقة بدلاً من المصادر التقليدية. ونتيجة لما تقدم، فإن الطاقة المتجددة تلعب دوراً مهماً في انجاز اهداف التنمية المستدامة. (غانم ٢٠٢٣م)[٢]

دور الفن في تحقيق التنمية المستدامة:

احتل الفن وضعاً ومكاناً في التنمية في كل العصور والمراحل التاريخية، وهذا انطلاقاً من ان التنمية تركز في المقام الأول علي العنصر البشري، باعتباره الركن الركين في أي مشروع نهضوي مثمر، من أجل بنائه بناءً معنوياً ورفع كفاءته باعتباره القائد لعميلة التنمية والفاعل الرئيسي فيها، فإن هذا لا يتم إلا من خلال الفنون والآداب التي بإمكانها ان تسهم في بناء مواطن واعٍ لديه قدر من التفافة والذوق، يكون بكل تأكيد له تأثيره الملحوظ في التنمية المستدامة، التي لا تكتمل الا

بتثقيف العقل، وهذا هو الدور التي حرصت نسبة كبيرة من الفنون علي القيام به منذ نشأة الفن وحتي نهاية الحداثة. إذ بدخول البشرية مرحلة ما بعد الحداثة، قد تغير هذا الأمر بصورة ملحوظة على المستوي الفني، فقد أصبحت الفنون بكل أنماطها تعاني من أزمة حقيقية، سواء على مستوي الشكل أو المضمون، لدرجة دفعت الكثيرين إلى توجيه الاهتمام للفن. (غراب ٢٠١٩م).[٨]

فمن الضروري أن يحدث تعاون بين الفن وباقي أشكال التنمية، لأن التنمية الفعلية تحتاج إلى كل العناصر، فلا تنمية باقتصاد فقط أو علم فقط أو فن فقط، إذ لا تكفل التنمية الاقتصادية بمفردها النهضة والتطور الحقيقي للمجتمعات، وإنما يمكن وصفها بأنها محدودة أذ ما قورنت بالعلم والفن، اذ أن الفنون الجميلة أصبحت من الضروريات في العصر الذي نعيش فيه إذ تسهو بشكل كبير في تشكيل وعي الانسان. (غراب ٢٠١٩م)[٨]

ثالثاً دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة لفن النحت المعاصر:

أثرت الطاقة المتجددة في شتي المجالات وبالتالي آثرت على الفن بصفة عامة وفن النحت بصفة خاصة، فظهر ما يسمى بنحت الطاقة المتجددة، فهو أحد أنماط الفن البيئي، حيث إنه النحت الذي ينتج الطاقة من مصادر متجددة مثل الطاقة الشمسية، أو الرياح، أو الطاقة الحرارية الأرضية، أو الطاقة الكهرومائية، أو المد والجزر. (عمر ٢٠٢٣م) [٩]

فقد ظهر نحت الطاقة المتجددة أول مرة من قبل بعض الفنانين مثل Julian H.Scuff, Sarah Hall Patrice Stellest, Patric Marlod, Elena prucheva، والمهندسون المعماريون Lori Chetwood و Nicolas Grimshaw من خلال مشاركة أفكار الفن البيئي، حيث يعتقدون أن الجزء الجمالي من عملهم يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالوظيفة البيئية للتصميم، بالإضافة إلى ذلك غالباً ما يستوحي الفنانون أعمالهم من عمليات الطبيعة مفضلين ألوان وقوام العالم المحيط، ومثل هذا النحت هو مولد طاقة متجددة وعمل فنى، يفي بالوظائف النفعية والجمالية والثقافية، حيث يعتقد الفنانون الذين يبتكرون نحت الطاقة المتجددة أن جماليات الأعمال الفنية مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بوظيفتها البيئية. (عمر ٢٠٢٣م)[٩]

فالسمة الرئيسية لنحت الطاقة المتجددة هي أن فناني هذا الاتجاه يطورون حلولًا تجمع بين الجماليات والخصائص الوظيفية لإنتاج الطاقة وتوفيرها. غالبًا ما يعمل الممارسون في هذا المجال المتنامي وفقًا لمعايير التصميم الإيكولوجي.

وسوف تستعرض الباحثة بعضاً من أعمال نحت الطاقة المتجددة:

شكل (١) العمل النحتي Sonic bloom- للفنان دان كورسون Dan Corson- مركز المحيط الهادئ للعلوم – مدينة سياتل بولاية واشنطن – الولايات المتحدة الأمريكية – ٢٠١٣[10]

قام الفنان دان كورسون Dan Corson بعمل تصميم لخمس منحوتات شاهقة من الزهور مستوحاة من (Australian firewheel tree)، حيث يبلغ ارتفاع الأزهار ٣٣ قدم، ويبلغ عرض بتلات الزهور ٢٠ قدم، وقام بتركيب ٢٧٠ لوحاً شمسياً وتم تثبيتها أعلى قمم رؤوس الزهور مباشرة تحت الألواح الشمسية، وفي قباب الألياف الزجاجية من الأسفل توجد مصابيح LED تتغير لونها في الليل حيث تطارد الحزم الضوئية بعضها البعض مما يخلق تأثير ضوئي. شكل (١)

فقد قام كورسون بإمالة الأزهار في زوايا مختلفة وفي اتجاهات مختلفة لإظهار تأثير الوقت أثناء اليوم والتوجيه علي توليد الطاقة، حيث يمكن أن تري أداء الأزهار المختلفة نظراً لزاويتها، حيث ترتبط الأزهار بشبكه الكهرباء لذلك فإن سطوعها ثابت علي مدار خمس ساعات كل ليلة، وعلي الرغم من أن مدينه سياتل ملبدة بالغيوم إلا أنه يتم حساب كمية الطاقة علي مدار العام بأكمله، لذلك تنتج الأزهار طاقة إضافية في الصيف وأقل في الشتاء، ولكن بشكل العام انتاج الطاقة يكون بشكل محايد، وفي خلال فصل الصيف تستخدم هذه الطاقة الإضافية لتعويض بعض احتياجات المركز من الطاقة.

فنجد أن العمل النحتى Sonic Bloom يُظهر للزائرين كيفية عمل الطاقة الشمسية، كما يُظهر أيضًا أنها يمكن أن تكون وسيلة فعالة لتوليد الكهرباء حتى في شمال غرب المحيط الهادئ الممطر والضبابي والمغطى بالغيوم. يوضح أندرسون: "نريد حقًا أن يفهم الناس أن لدينا موارد محدودة في العالم وأن الطاقة المتجددة جزء مهم جدًا من مستقبلنا". يعتقد الناس أن سياتل بها الكثير من الأمطار لدرجة أن الطاقة الشمسية ليست خيارًا قابلاً للتطبيق، وهي بالفعل كذلك. نريد أن يفكر الناس بعض الشيء حول الطاقة المستدامة في حياتهم وكيف يمكنهم استخدام ذلك ".(Gambino 2013)[١٠]

شكل (٢) العمل الفنى Beta Ray (Spherical Sun Power Generator) – للمهندس المعماري اندرى بروسيل Andre Broessel – برشلونة – اسبانيا – ٢٠١٤ [11]

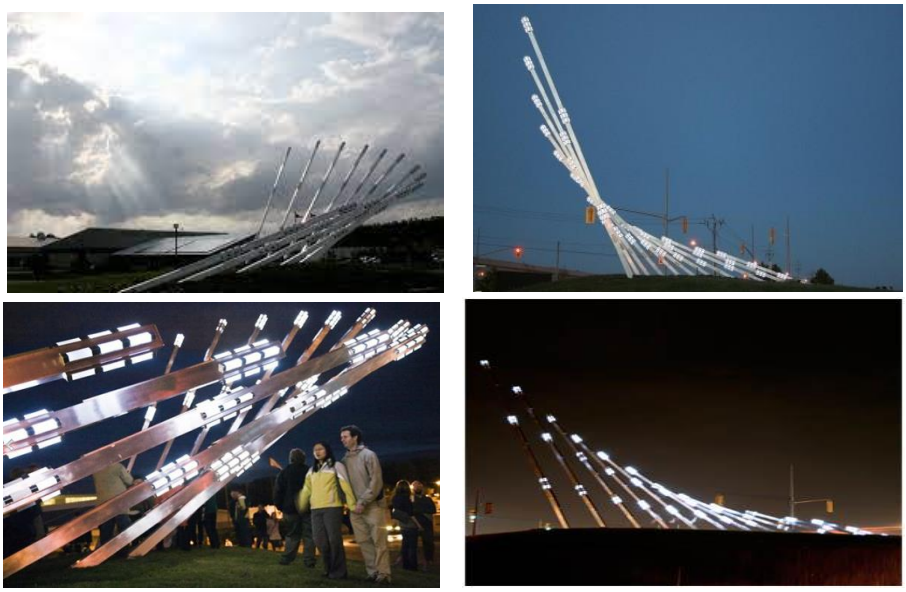
يُطلق على النموذج الأولي لمولد الطاقة الشمسية الكروي الذي أنشأه المهندس المعماري اندرى بروسيل Andre Broessel اسم "beta.ray". سيجمع هذا المولد بين مبادئ الهندسة الكروية ونظام تتبع الشمس ثنائي المحور، حيث تُستخدم الكرة الزجاجية لتركيز ضوء الشمس المنتشر على سطح صغير من الألواح الشمسية الدقيقة، كما أن العدسة الكروية قادرة على تركيز الضوء ونشره على نقطة بؤرية صغيرة واحدة، مما يعني استخدام مواد أقل لإنشاء خلايا شمسية وأيضًا المزيد من الكفاءة. شكل (٢)

فالعمل الفني "Beta.ray" عبارة عن التقنية الضوئية المركزة (CPV)، والتي تستخدم عناصر بصرية متعددة مثل المرايا والعدسات لعكس الضوء في حزمة فائقة التركيز موجهة إلى خلية شمسية، حيث يحتوي "Beta.ray" على سطح من الألواح الكهروضوئية الصغيرة والتي يتم تثبيتها على نظام تتبع ثنائي المحور، والذي ينتقل مع الشمس من أجل مواجهة الشمس بشكل عمودي في جميع الأوقات، كما يقوم بذلك لتعظيم كفاءة تحويل أشعة الشمس من خلال جعل نظام التتبع هذا يحرك المجمّع باستمرار لزيادة الكفاءة إلى أقصى حد، كما يمكن لمولد الطاقة الشمسية الكروي مضاعفة إنتاجية الألواح الشمسية التقليدية في مساحة سطح أصغر بكثير. يبدو أن "Beta.ray" قادرة حتى على تركيز ضوء القمر على عكس الألواح الشمسية التقليدية، لكن خروج الطاقة من ضوء القمر يكون ضئيلًا في أحسن الأحوال. (M.Devaraj 2016)[11]

يستخدم "Beta.ray" ما يسميه Broessel ميزة تتبع ثنائية المحور لمراقبة موضع الشمس المتغير باستمرار وضبطه وفقًا لذلك لزيادة المدخلات على عكس الأنظمة ذات أجهزة تعقب الطاقة الشمسية المحوسبة، والتي غالبًا ما يتم استخدامها في مزارع الطاقة الشمسية الكبيرة، حيث يمكن استخدام النماذج الأولية التي قام بتجميعها في الداخل، كما يمكن تعديلها على طول جدار المبنى بدلاً من النوافذ مع الأخذ في الاعتبار أنها شفافة بنسبة ٩٩ بالمائة.(Nguyen, 2014) [١٢]

يتوافق الجهاز مع المجموعة الكاملة لأنظمة الخلايا الشمسية الحالية، على الرغم من أنه قد يكون مناسبًا بشكل خاص للخلايا الشمسية متعددة الوصلات عالية الكفاءة والتي تتطلب أيضًا استخدام عدسات مركزة للعمل، حيث تتميز هذه الأنظمة الأكثر تقدمًا بكفاءة تحويل تبلغ ٤٣% مع أقصى كفاءة نظرية تصل إلى ٧٠%. يقول Broessel أن الاختبارات الداخلية أظهرت بالفعل أن أحدث طراز "Beta.ray" ينتج حوالي ١٥٠ واط لكل متر مربع عندما يكون متعامدًا مع الشمس حيث يتساوى هذا المعدل مع بعض أكثر الأنظمة الكهروضوئية كفاءة في السوق.(Nguyen, 2014)

فمن خلال الجمع بين التكنولوجيا والتصميم، قد يكون مولد الطاقة الشمسية (Beta. Ray) هو التعريف الحرفي لـ "أحدث ما توصلت إليه التكنولوجيا". على حد تعبير المصممين، "المستقبل ليس أخضر، إنه شفاف".



شكل (٣) العمل النحتى Solar Collector، تصميم شركة Grobet Design INC، انتاريو – كندا [١٣]

يتكون العمل النحتى Solar Collector من اثنا عشر عموداً معدنياً من الألمونيوم مثبتة على شكل منحني فوق تل عشبي، يقع العمل النحتى في كامبريدج بمدينة أونتاريو بكندا، وهو عمل نحتي تفاعلي يعمل بالطاقة الشمسية ومتصل بالأنترنت، حيث يحتوي كل عمود على تلاث مجموعات من الأضواء إلى جانب ثلاثة ألواح شمسية، حيث تعكس زواياهم زوايا الشمس

خلال العام، ويواجه أطول عمود من أعمدة العمل الشمس بشكل عمودي في فصل الشتاء عندما تكون الشمس منخفضة في السماء، كما يواجه العمود الأكثر تسطحًا أشعة الشمس الساطعة في فصل الصيف. شكل (٣)

في خلال النهار تجمع الألواح الشمسية طاقة الشمس في بطارية داخل كل عمود وفي الوقت نفسه يقوم موقع Solar Collector (www.solarcollector.ca) بجمع التراكيب الخفيفة (الأنماط في الضوء) التي تم إنشاؤها بواسطة المجتمع من خلال واجهة ويب بسيطة.[١٣]

تقول الفنانة المشاركة سوزان إل كيه جوربت: "نظرًا لأنها فن عام، كان من المهم بالنسبة لنا أن تكون القطعة في متناول الجمهور". "نظرًا لأنه تم تعيينه في منطقة صناعية، فقد استخدمنا الإنترنت لإنشاء تعاون مع المجتمع، حيث يمكن للأشخاص التفاعل من خلال الضوء على الويب باستخدام مجموعة من أشرطة التمرير البسيطة.[14]

يتيح البرنامج الذي صممه Gorbet Design للأشخاص اللعب باستخدام منزلقات بسيطة وإنشاء أنماط وإرسالها لتكون جزءًا من الأداء التالي، وفي نهاية عروض اليوم تتكون سلسلة من الأنماط العالمية من جميع الأنماط التي تم إنشاؤها لإنهاء الأداء بحيث تستهلك الأعمدة كل طاقتها ببطء وتتلاشى واحدة تلو الأخرى.[13]

شكل (٤) مجموعة من الأعمال النحتية الهيكلية للفنانة ايلينا باروشيفا "Elena Paroucheva"[9]

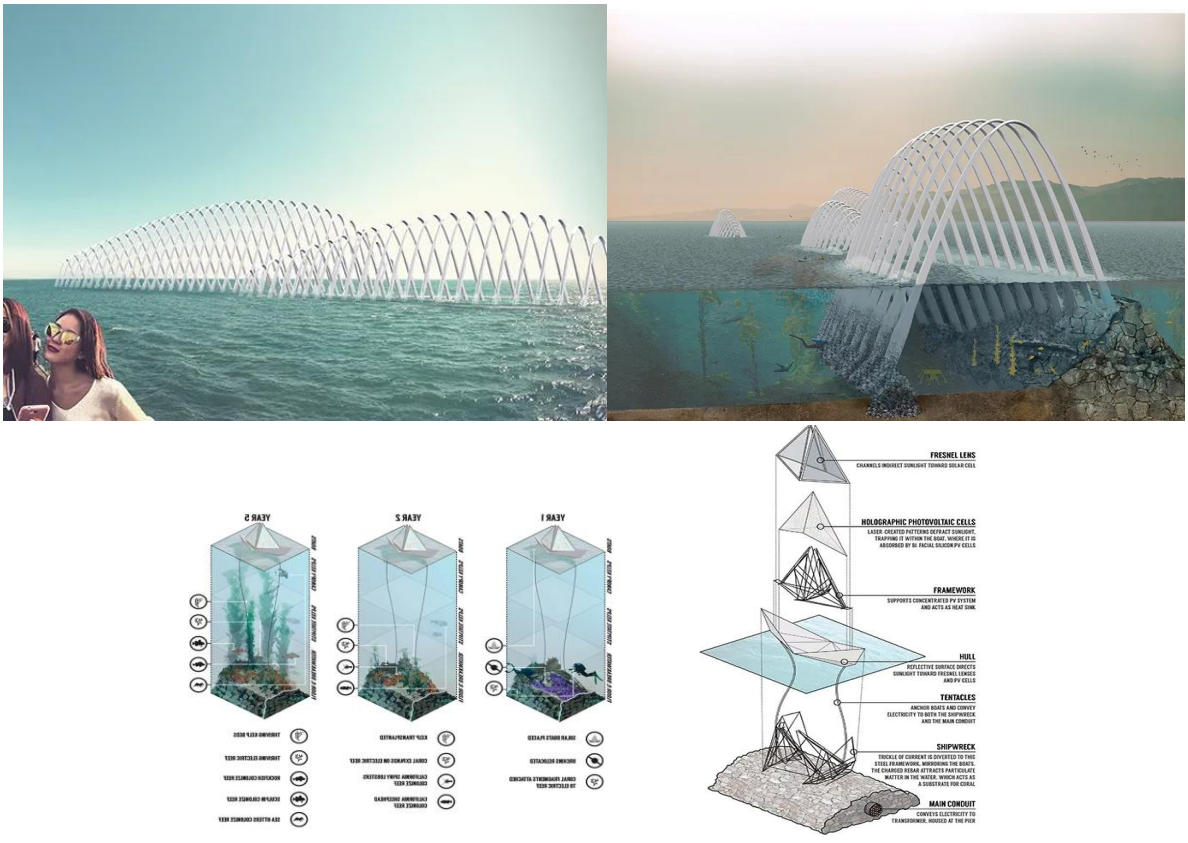
حاولت الفنانة ايلينا باروشيفا Elena Paroucheva الربط بين الفن والبيئة من خلال مجموعة من الأعمال الفنية، حيث تستهدف أعمالها الانشاءات الحضارية وشبكات توزيع الكهرباء الموجودة في الأماكن العامة والجسور والطرق السريعة، فكانت فكرتها الرئيسية تصميم أعمال نحتية قائمة علي الهياكل.

نجد أن أعمالها تستهدف شبكات الكهرباء وطاقة الرياح وأبراج الاتصالات حيث جسدت هذه الأبراج علي شكل منحوتات لسيدات وشخصيات وحيوانات وطيور وأزهار وأشكال مجردة، "ووصفتهم بأنهم صديقون للبيئة لأنهم بشر يمشون ويرقصون". (عمر ٢٠٢٣م)[٩]

فهي حريصة علي البيئة الطبيعية من خلال رؤيتها الفنية والتقنيات المختلفة التي تعلمتها، فلغتها التعبيرية هي الفن والأشكال والمفاهيم المتباينه التي تجمع أفكارها وخيالاتها في رسالة فنية تجمع بين الرسم والنحت والتركيبات، حيث تتفاعل أعمالها مع البيئة.

فقامت الفنانه ايلينا بانشاء حركة فنية أسمتها Electric Art هدفها هو تحويل أبراج خطوط الجهد العالى وطواحين الهواء وتحويلها من الأشكال التقليدية إلى رسالة فنية يشاركها المشاهد، حيث أظهرت إيلينا كيفية خلق الجمال من خلال المفاهية والأساليب الفنية المختلفة. شكل (٤)

ففي بعض الأعمال نجدها مزينة بمجموعة من الجواهر وعند النظر لها عن قرب بجد أنها تعمل كتوربينات للرياح، فهي حاولت أن تمع بشكل مثالي بين الفن والبيئة، كما أن المواد التي تستخدمها موجودة بالفعل، لذلك فهي إعادة تدوير مثالية حيث يتم الجمع بين المكملات المختلفة مثل المصابيح والأسلاك المرنة والشبكات المعدنية. (عمر ٢٠٢٣م)[٩]



شكل (٥) العمل النحتى Regatta H2O – تصميم الفنانين Keegan Oneal, Sean Link, Caitlin Vanhauer and Colin Poranski – سانتا مونيكا – ٢٠١٦ [١٥]

يُطلق على هذا التمثال Regatta H2O، وهو الفائز في مسابقة برعاية The Land Art Generator Initiative (LAGI)، وهي منظمة تهدف إلى تسريع الانتقال إلى اقتصادات ما بعد الكربون من خلال توفير نماذج للبنية التحتية للطاقة المتجددة التي تضيف قيمة للأماكن العامة. شكل (٥)

صُنعت أشرعة Regatta H2O من شبكة مبطنة بأحواض لجمع الضباب ونقله إلى الصواري، حيث يمكن مدها بالأنابيب إلى حاويات التخزين على الشاطئ، وعندما لا توجد رطوبة كافية في الهواء لتوليد الضباب تتراجع الأشرعة للحصول على رؤية خالية من العوائق، كما تتولد الطاقة اللازمة لتشغيل آليات الضخ والتوجيه بواسطة الرياح في الليل، وتضيء الطاقة الإضافية الحلقات التي تعمل كعلامات سلامة ملاحية. (Matcher 2016)[15]

يشتمل Regatta H2O أيضًا على تقنية لتجميع طاقة الرياح حيث يقوم جهاز يسمى Wind Belt بتوليد الكهرباء عبر شريط متذبذب معلق بين مغناطيسين كهربائيين، فعندما تهب الرياح يهتز الحزام مما يجعل المغناطيس يتحرك، مما يؤدي بدوره إلى إحداث تيار في الملفات القريبة. سيكون لكل من الصواري ثماني وحدات حزمية بطولها في الليل، حيث ستعمل طاقة الرياح أيضًا على تشغيل حلقات من الضوء مثبتة بين كل وحدة Wind Belt، والتي من شأنها أن تنبض لتنبيه القوارب القريبة من وجود الصواري.(Matcher 2016)[15]

شكل (٦) العمل النحتى زهرة المستقبل Future Flower – للفنان تونكين ليو Tonkin Liu- ويدنيس Widnes – المملكة المتحدة - ٢٠٠٧ [١٦]

قام المهندس المعماري تونكين ليو Tonkin Liu بعمل زهرة معدنية تعمل بالرياح بجانب نهر ميرسي في إنجلترا كجزء من مشروع تجديد للواجهة البحرية في Widnes، تحتوي الزهرة التي يبلغ ارتفاعها ١٤ مترًا على بتلات من الفولاذ المجلفن المثقب، وفي الليل تضيء الزهرة مصابيح LED مدعومة بتوربينات رياح صغيرة. (Faris 2010)[16]

تم تكليف الزهرة المعدنية التي يبلغ ارتفاعها ١٤ مترًا والتي تعمل بالرياح كجزء من برنامج Widnes Waterfront الأوسع للنهوض بالبيئة والفنون العامة، بعد مسابقة دولية أقيمت في عام ٢٠٠٧، حيث يبلغ قطر زهرة المستقبل ٤,٥ متر

و١٤ مترًا فوق سطح الأرض، مما يمثل نقطة على النطاق الكبير لأفق نهر ميرسي، كما يتكون الإطار الهيكلي الفولاذي من مثلثات وخمسيات على شكل عشري ثنائي الوجوه، حيث يتم تثبيت ١٢٠ بتلة من الصلب الطري المجلفن المثقوب. ضمن حجم الزهرة، ويوجد في ساق مركزي به فروع ٦٠ مصباح LED منخفض الجهد موجه إلى مجموعات مختلفة من البتلات، حيث يتم تشغيل الأضواء بواسطة ثلاث توربينات رياح صغيرة متصلة بالساق والتي تعمل خارج الشبكة. شكل (٦)

فعند سرعة ٥ أميال في الساعة ستطلق الرياح الأضواء، وتنشط بشكل تدريجي مع زيادة الرياح لتخلق الأضواء شدة مختلفة من اللون الأحمر، اعتمادًا على سرعة الرياح، مما ينتج عنه زهرة ديناميكية ومتغيرة باستمرار بدون الريح، تعكس البتلات المعدنية المجلفنة المثقبة الألوان المتغيرة للسماء والشمس حيث تلتقط الرياح وتصبح مشبعة بأضواء LED الحمراء، وفي الضباب أو المطر تنبعث منها هالة من الضوء الملتقط والانعكاس.(Faris 2010)[16]

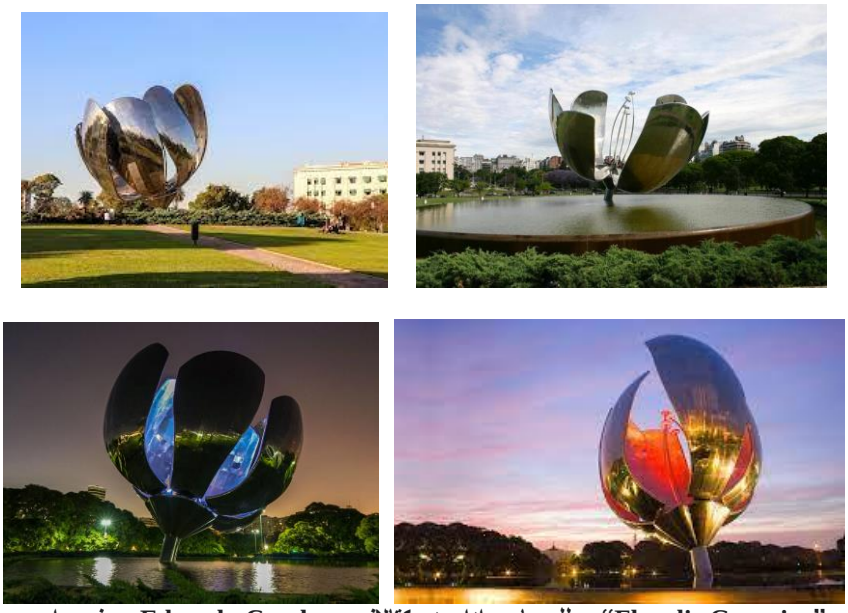
شكل (٧) العمل النحتي الجرس الشمسي "Solar Bell"– للفنان توماس ساراتشينو Tomas Saraceno- روتردام -هولندا – ٢٠١٣ [١٧]

يعتبر العمل الفني "الجرس الشمسي" هو أحدث مشروع للفنان الأرجنتيني توماس ساراتشينو Tomas Saraceno، وهو تمثال للرياح الجوية يصور رؤيته لمستقبل الهندسة المعمارية للطيران، وتم بناؤه باستخدام أحدث التقنيات في مجالات طاقة الرياح المستدامة، حيث يشتمل التصميم على مواد بناء متدرجة (أنابيب خفيفة من ألياف الكربون للإطار وألواح شمسية رفيعة ومرنة للأشرعة)، فمن خلال "الجرس الشمسي" يصور ساراتشينو فرضية التحليق المعماري آملاً في النهاية في تطبيق نظامه على بناء ساحة عائمة، يتخيل ساراتشينو أن الإدراك النهائي يبلغ ارتفاعه ٦٠ مترًا ويتم رفعه بالكامل بواسطة قوة الرياح، فهو مبنى طائر يمكن للناس توجيهه أو الجلوس أو الوقوف عليه، ومن خلال العمل عن كثب مع كلية هندسة الطيران في TU delft في هولندا توقع ساراتشينو الوزن الذي يمكن أن يدعمه الأهرامات المثلثة ذات الجوانب الأربعة التي تشكل هيكل الطائرة الورقية. [18] شكل (٧)

يتبع نحت الجرس الشمسي سلسلة من الأعمال التي استكشف من خلالها ساراتشينو مفهوم ارتفاع المباني والتفاعل بين الرياح والصوت، فمشروع Cloud City الخاص به هو عبارة عن شبكة من المناطيد معلقة على شبكات عنكبوتية تخلق

انطباعًا بالمشي على الهواء مدعوم بالكامل بالطاقة البشرية، حيث يتعرض الجسم لتغيرات جسدية في البيئة يسببها مباشرة إنسان آخر، وبالمثل في أحدث مشاريعه يستخدم مصدر الطاقة المتجددة (الرياح) جنبًا إلى جنب مع أحدث التقنيات في مجال المواد خفيفة الوزن وتقنيات الطاقة المستدامة.[17]

عمل الفريق عن كثب مع كلية هندسة الطيران TU Delf في هولندا لإنشاء أنابيب قوية وخفيفة للغاية من ألياف الكربون وألواح شمسية مرنة لجعل التمثال أخف من الهواء، حيث يعتمد على نموذج رباعي السطوح – هرم رباعي الجوانب تم تجربته بواسطة ألكسندر جراهام بيل، عمل بيل مع أقوى هيكل هندسي معروف للإنسان (الجمالون الثماني) والذي استخدمه لاحقًا بكمنستر فولر في مشاريع القبة الجيوديسية، فأعطى ساراتشينو الفكرة تحولًا جديدًا من خلال إدخال تقنيات جديدة إلى النتائج الهندسية القائمة بالفعل.[18]



شكل (٨) العمل النحتي "Floralis Generica" – للمعماري إداوردو كتالانو Edeardo Catalano- بونيس ايريس Buenos Aires – الأرجنتين – ٢٠٠٢ [٩]

يقع هذا التمثال الزهري العملاق ساحة بونيس ايريس Buenos Aires، وهو من إبداع المهندس المعماري إدواردو كاتالانو Edwardo Catalano الذي صمم هذا المشروع في عام ٢٠٠٢، تفتح بتلات الألمنيوم والفولاذ العملاقة وتغلق كزهرة حقيقية كل صباح ومساء، فعندما يكون الإزهار مفتوحًا بالكامل يبلغ عرض الزهرة ١٠٥ قدمًا. شكل (٨)

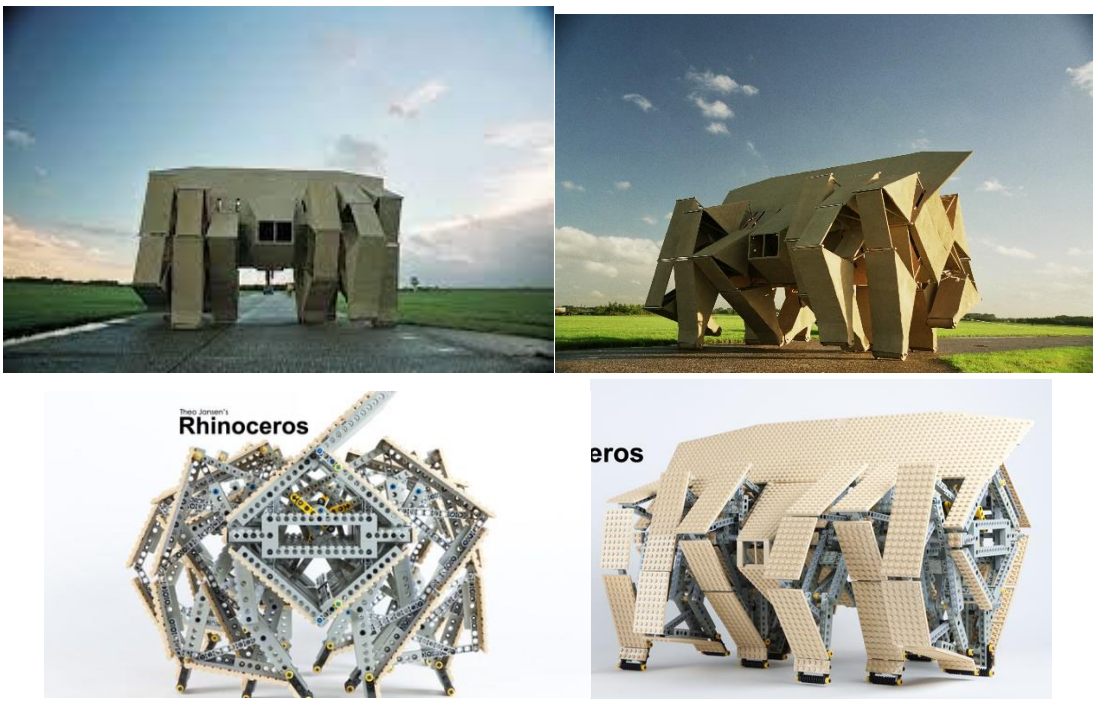
ومن سمات الزهرة نظام كهربائي يعمل بالطاقة الكهروضوئية يفتح ويغلق البتلات تلقائيًا حسب الوقت من اليوم، في الليل تنغلق الزهرة وينبعث منها وهج أحمر من الداخل، وتتفتح من جديد في صباح اليوم التالي، كما تعمل هذه الآلية أيضًا على إغلاق الزهرة إذا هبت رياح قوية، حيث تتفتح الزهرة كل صباح في الساعة ٨ وتغلق عند غروب الشمس، وفقًا لجدول زمني يتغير وفقًا للموسم.[19]

شكل (٩) العمل النحتي شجرة رنين الغناء "Singing Ringing Tree" – للمعماريان مايك تونكين Mike Tunkin، أنا ليو Anna Liu – لانكاشير – إنجلترا – ٢٠٠٦ [٢٠]

في عام ٢٠٠٦، ابتكر المهندسان المعماريان مايك تونكين وآنا ليو منحوتة "شجرة رنين الغناء" في سلسلة جبال بيرنلي في لانكشاير، الهيكل عبارة عن مولد صوت يعمل بالرياح يتم تصنيعه من خلال ربط الأنابيب الفولاذية المجلفنة، بعض الأنابيب مائلة لأسباب جمالية، ومع ذلك يتم ضبط الآخرين لإنتاج أصوات متناغمة عن طريق إضافة ثقوب على الجوانب السفلية، يستخدم الهيكل الذي يبلغ ارتفاعه ثلاثة أمتار طاقة الرياح لإنتاج أصوات متنافرة وكورالية. شكل (٩)

حيث كان الموقع في بيرنلي في يوم من الأيام موقعًا لمحطة إرسال لإعادة الانتشار مكتملة بمبنى من الطوب متهدم وخطوط تلغراف غير مستخدمة، وتم تفكيك المحطة وقُطعت الخطوط لإعادة تدويرها لإفساح المجال أمام الشجرة التي كان من المفترض أن تبرز في مواجهة المناظر الطبيعية لجبال بيرنلي. [٢٠]

فهي واحدة من أربع منحوتات لمشروع الفنون والتجديد Panopticons، الذي تم إنشاؤه بواسطة شبكة East Lancashire Environmental Arts Network، حيث تم إنشاء المشروع لإقامة سلسلة من معالم القرن الحادي والعشرين، وفي الواقع ستوفر الهياكل رؤية شاملة عبر شرق لانكشاير كرموز لنهضة المنطقة.

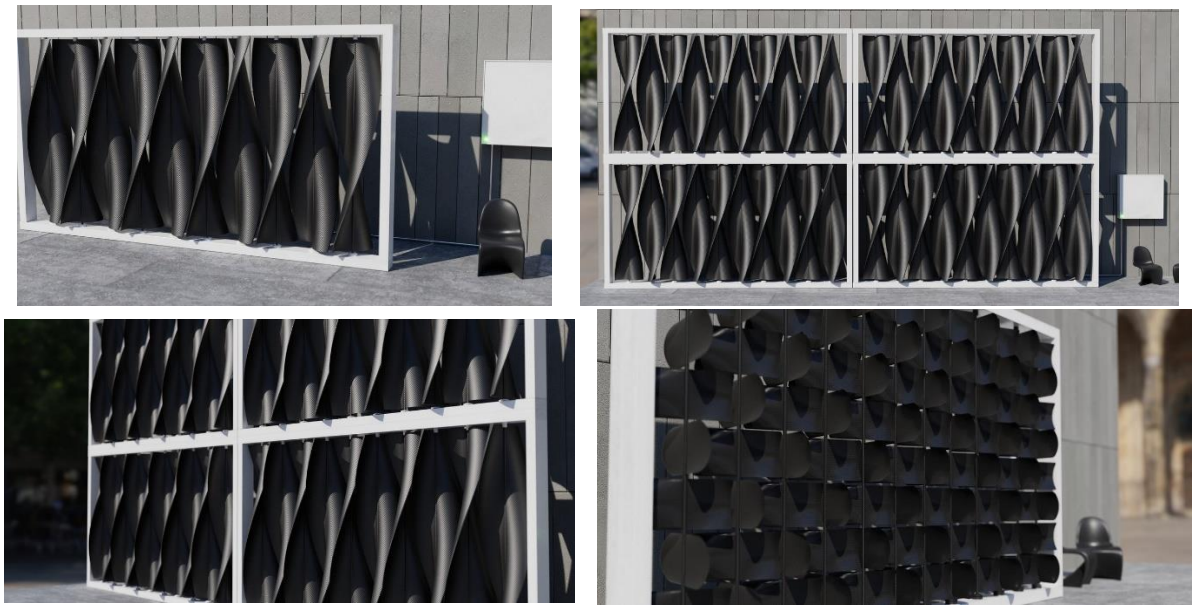


شكل (١٠) العمل النحتي "Strandbeest" – الفنان ثيو يانسن Theo Jansen – هولاندا - ٢٠٠٤ [21]

منذ أكثر من عشرين عامًا كرس ثيو يانسن نفسه لخلق شكل جديد من أشكال الحياة، يبدو أن العمل النحتى "Strandbeest" عضوي للغاية لدرجة أنه من الممكن أن تراها من بعيد على هيئة حشرات ضخمة أو هياكل عظمية ضخمة من عصور ما قبل التاريخ، لكنها مصنوعة من مواد من العصر الصناعي (أنابيب بلاستيكية مرنة وشرائط لاصقة).

فقد قام Jansen بصنع "Standbeest" باستخدام الخوارزمية الجينية التي تحاكي عملية التطور الطبيعي، هذا ما يجعل هذه الآلات الآلية تستمر في التحسن منذ عام ١٩٩٠ عندما بدأ Jansen في صنعها لأول مرة، لقد تكيفوا مع الشاطئ الرملي ونجوا من العواصف والرياح، كما يمكن لأحدث ما صنعه Jansen اكتشاف المياه والابتعاد عنها ويمكنها أيضًا استشعار اقتراب العاصفة وترسيخ نفسها. [٢٢]

يمكن للآلة أيضًا تخزين طاقة الرياح على شكل ضغط هواء في زجاجات معاد تدويرها، مما يسمح لها بالتحرك قليلاً في حالة عدم وجود الرياح نظرًا لأن هذه الآلات الرائعة تتأرجح على الشاطئ، حيث قال يانسن: "الجدار بين الفن والهندسة موجود فقط في أذهاننا". شكل (١٠)



شكل (١١) نحت جداري بتوربينات الرياح"wind Turbine wall" – للمصمم جو دوسيت "Jou Doucet" – نيويورك [٢٣]

قام المصمم جو دوسيت "Jou Doucet" بإنشاء جدار توربينات الرياح، وهو مشروع يمزج الفن والتكنولوجيا في حل جديد يهدف إلى تزويد منازلنا بالطاقة.، حيث يستخدم طاقة الرياح عن طريق تدفق الهواء عبر توربينات الرياح لتشغيل مولدات الطاقة الكهربائية ميكانيكيًا، وتوفر توربينات الرياح الطاقة الميكانيكية لتشغيل المولدات الكهربائية – وكبديل لحرق الوقود الأحفوري – فهي وفيرة ومتجددة وموزعة على نطاق واسع ونظيفة ولا تنتج انبعاثات غازات الاحتباس الحراري أثناء التشغيل ولا تستهلك المياه. شكل (١١)

تم تصميم جدارية توربينات الرياح هذا "الجدار الحركي" بواسطة Joe Doucet ليكون ممتعًا من الناحية الجمالية كما هو وظيفي، ويتكون من مجموعة من الشفرات الدوارة التي تدور بشكل فردي، وتحرك مولدًا صغيرًا ينتج الكهرباء، حيث يتم استخدام الكهرباء في المنزل أو العمل، ويمكن تخزينها في بطارية مثبتة على الحائط، أو حتى يمكن إعادتها إلى الشبكة الوطنية لتوفير إيرادات للمالك.

تتكون جدارية توربينات الرياح من شبكة من الألواح المربعة التي تدور في نفس الوقت على طول ٢٥ محورًا. حاليًا، يتكون من ٢٥ مولدًا لتوربينات الرياح متصلة بقضبان عمودية متصلة بألواح مربعة. يقول دوسيت الذي بنى بالفعل نموذجًا أوليًا،

إن أحد هذه الجدران يمكن أن يزود منزلًا أمريكيًا بالطاقة، والذي يستخدم عادةً ما يزيد قليلاً عن ١٠٠٠٠ كيلوواط ساعة في السنة. [٢٤]

رابعاً النتائج والتوصيات:

النتائج:

1- يمكن أن تتحقق التنمية المستدامة لفن النحت المعاصر من خلال استخدام مصادر الطاقة المتجددة.

2- من خلال استخدام مصادر الطاقة المتجددة في فن النحت المعاصر، أصبح فن النحت يحقق قيمته الجمالية والوظيفية النفعية لخدمة الانسان والبيئة.

3- ان النحات المعاصر يساهم بشكل كبير في الحفاظ على موارد البيئة ونشر الوعي بالتنمية المستدامة.

التوصيات:

1- توصي الباحثة بضرورة توفير العديد من المراجع والدوريات في مجال الطاقة المتجددة في فن النحت المعاصر.

2- ضرورة التوعية بأهمية استخدام مصادر الطاقة المتجددة في فن النحت المعاصر ومساهمته في تحقيق التنمية المستدامة.

3- ضرورة التوعية بأهمية فن النحت في الحفاظ على موارد البيئة الطبيعية.

المراجع:

1- يوسف، سحر أحمد حسن. "الطاقة المتجددة بين الواقع والمأمول خارطة الطريق"، المجلة العلمية للاقتصاد والتجارة، جامعة القاهرة، ٢٠٢٠م.

Yusif, Sahar Ahmad Hasan." Altaaqat almutajadida alwaqie walmamul kharitat" altariq", almajalat aleilmia liltijarat waltijarat, jamieat alqahira, 2020.

٢- غانم، محمد حسين حفني. "دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة في مصر"، المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والتجارية، المجلد (٤)، العدد (٢)، مصر، يوليو ٢٠٢٣.

Ghanim, Muhamad Hafni. "dawr altaaqat almutajadida fi tahqiq altanmya almustadama fi masr", almajalat aleilmia lildirasat walbuhuth almalia waltijariati, almujalad (4), aleadad (2), Masr, 2023.

٣- عبد الحميد، أحمد السيد علي. "دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة في اليابان"، المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية، المجلد (١٠)، العدد (٤)، مصر، ٢٠١٩م.

Abd alhamid, 'Ahmad Alsayid Ali. "dawr altaaqat almutajadida fi tahqiq altanmya almustadama fi alyaban", almajala aleilmya lildirasat altijarya walbiyiya, almujalad (10), aleadad (4), Masr, 2019.

٤- المروعي، محمد بن عايش. "مصادر الطاقة المتجددة والتصميم العمراني المستدام"، مجلة قطاع الهندسة جامعة الأزهر، المجلد (١٣)، العدد (٤٨)، المملكة العربية السعودية، ٢٠١٨م.

Almurawaei, Muhamad Bin Ayish. "masadir altaaqat waltasmim alOmranii almustadam", majalat alhandasa jamieat al'azhar, almujalad (13), aleadad (48), almamlaka alearabya alsueudya, 2018.

٥- براك، عبد الله خالد. أبو نحول، محمد عبد الوهاب. مصطفي، رياض إسماعيل. البرديسي، حرب أحمد. "الإطار التحليلي للطاقة المتجددة"، مجلة البحوث والدراسات الإفريقية ودول حوض النيل، جامعة أسوان، المجلد (٢)، العدد (١)، ٢٠٢١م.

Brak, Abd Allah Khalid. 'Abu Nahula, Muhamad Abd Alwahaab. Mustafa Ryad 'Ismaeil. Albardisi, Harb 'Ahmad. "al'iitar altahlilii liltaaqat almutajadidati", majalat albuhuth waldirasat al'iifriqya wadual hawd alniyl, jamieat 'aswan, almujalad (2), aleadad (1), 2021.

٦- خالدية، بالعجين. فاطمة، ساجي. ليلى، عبد الرحيم. "التجارب الرائدة عالمياً في استغلال الطاقة المتجددة"، مجلة الدراسات التجارية والاقتصادية المعاصرة، المجلد (٣)، العدد (٢)، ٢٠٢٠م.

Khalidya, Bialeajin. Fatimat, Saji. Lyla, Abd Alrahim. "altajarib alraayida ealmyaan fi aistighlal altaaqat almutajadida", majalat aldirasat altijariya walaiqtisadiat almueasira, almujalad (3), aleadad (2), 2022.

٧- فتيحة، قشرو. "دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة"، مجلة الدراسات الاقتصادية والتجارية المعاصرة، المجلد (١)، العدد (٢)، ٢٠١٨م.

Fatiha, Qashru. "dawr altaaqa almutajadida fi tahqiq altanmiya almostadma", majalat aldirasat alaiqtisadya waltijarya, almujalad (1), aleadad (2), 2018.

٨- غراب، نجلاء فتحي مصطفى. "الفن والتنمية المستدامة"، مجلة كلية الآداب، جامعة بني سويف، العدد (٥٣)، ٢٠١٩م.

Ghorab, Najla' Fathi Mustafa. "alfan waltanmys almustadamah", majalat kuliyat aladab, jamieat bani suayf, aleadad (53), 2019.

٩- عمر، أماني سمير حسن علي. "الطاقة المتجددة وآثرها على النحت المعاصر"، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، المجلد (٨)، العدد (٣٨)، ٢٠٢٣م.

Omar, 'Amani Samir Hasan Ali. "altaaqa almutajadida watharaha ala alnaht almueasir", majalat aleimarat walfunun waleulum al'iinsaniati, almujalad (8), aleadad (38), 2023.

10- Gambino, Megan. 'Sonic Bloom! A new solar – Powered Sculpture, Smithsonian Magazine (online magazine), September 2013.
https://www.smithsonianmag.com/science-nature/sonic-bloom-a-new-solar-powered-sculpture-8992622 (18-07-2023)

11- M.Devaraj, S.Shanmuga Priyan. "Solar Energy collection using Spherical sun power generator", IJIREECICE international journal of innovative research in electrical and control engineering, vol (4), issue (3), 2016.
https://ijireeice.com/wp-content/uploads/2016/11/IJIREEICE-NCETRE-13.pdf (20-07-2023).

12- Nguyen, Tuan. "This orb-shaped solar power device works on the cloudiest days", Smithsonian magazine (online magazine), January 2014.
https://www.smithsonianmag.com/innovation/orb-shaped-solar-power-device-works-cloudiest-days-180949307 (20-7-2023)

13- https://shapeandcolour.wordpress.com/2008/07/15/solar-collector (22-07-2023)

14- https://www2.ocadu.ca/event/launch-solar-collector (22-07-2023)

15- Matcher, Emily. "These wind sculptures actually generate green energy", Smithsonian magazine (online magazine), 2016.
https://www.smithsonianmag.com/innovation/these-wild-sculptures-actually-generate-green-energy-180960668 (24-7-2023)/

16- Faris, Marcus." Future Flower by Tonkin Liu', Dezeen magazine (online magazine), 2010.
https://www.dezeen.com/2010/04/06/future-flower-by-tonkin-liu (25-7-2023)

17- https://www.designboom.com/art/tomas-saracenos-solar-bell-floating-sculpture-takes-flight (25-7-2023)/

18- https://www.domusweb.it/en/news/2013/09/24/tom_s_saraceno_solar_bell.html (25-07-2023)

19- https://www.welcomeargentina.com/ciudadbuenosaires/sculpture-promenade.html (28-7-2023)

20- https://www.atlasobscura.com/places/singing-ringing-tree (30-07-2023)

21- https://www.toxel.com/inspiration/2010/05/29/wind-powered-walking-sculptures (1-08-2023)
22- https://www.strandbeest.com/evolution?period=lignatum (1-08-2023)
23- https://joedoucet.com/windturbinewall (5-08-2023)
24- https://www.designboom.com/design/joe-doucet-wind-turbine-wall-10-20-2021 (7-08-2023)