دور فن النانو في طرح الحلول لبيئة مستدامة

إعداد

د. نجلة فهد الرشيدي

أستاذ مساعد - النحت المعاصر والفنون والعلوم

قسم التربية الفنية - كلية التربية الأساسية

الهيئة العامة للتعليم التطبيقي والتدريب

nf.alrashidi@paaet.edu.kw

د. منيرة غازي العيار

أستاذ مساعد - تصميم المعادن والمجوهرات

قسم التربية الفنية - كلية التربية الأساسية

الهيئة العامة للتعليم التطبيقي والتدريب

mg.alayar@paaet.edu.kw

د. إيمان نزال الرشيدي

أستاذ مساعد . تاريخ الفن والنقد الفني

قسم التربية الفنية - كلية التربية الأساسية

الهيئة العامة للتعليم التطبيقي والتدريب

en.alrashaidi@paaet.edu.kw

مجلة بحوث التربية النوعية ـ جامعة المنصورة

عدد (٨٤) ـ يوليو ٢٠٢٤

دور فن النانو في طرح الحلول لبيئة مستدامة

إعداد

د . نجلة فهد الرشيدي* د . منيرة غازي العيار** د . إيمان نزال الرشيدي***

الملخص

إن اكتشاف تكنولوجيا النانو اليوم وبفضل مميزاتها وموادها الفائقة في الحداثة، دفعت العديد من الفنانين إلى استخدامها في الفن لإطلاق ما يسمى بفن النانو اليوم. يعتبر فن النانو من الفنون المعاصرة والفنون الجديدة التي لابد من إلقاء الضوء عليها. حيث إنّ سمات هذا الفن وإمكاناته الفنية المبتكرة ودوره في استحداث اختراعات فنية علمية قادرة على خلق بيئة أكثر استدامة للأجيال القادمة. أصبح دور الفنان اليوم في هذا الفن وسيطاً بين الاختراعات العلمية في علم النانو في المختبر وبين الجمهور العريض من الناس في شتى بقاع الأرض. إذ تعاون الفنان مع علماء النانو في المختبرات، وتركّز هذا التعاون على ترجمة الجهود العلمية في الاكتشافات الحديثة في علم النانو من حيث استخدام (المجاهر الإلكترونية الحديثة: مثل STM وAFM والتلاعب بالمواد على المقياس النانوي)، والتي أنتجها الفنانون في أعمال فنية دولية وعالمية، تمّ عرضها في المتاحف والمعارض في معظم أنحاء العالم للجمهور، وبهذا يتّضح مدى مسؤولية الفنان والتزاماته في طرح الحلول للقضايا البيئية الحاسمة التي نواجهها اليوم وفي المستقبل باستخدام تكنولوجيا النانو. يشمل هذا البحث "دور فن النانو في طرح الحلول لبيئة مستدامة" ثلاثة فصول:

الفصل الأول وهو الإطار المنهجي للبحث، ويحوي مشكلة البحث وفرضيته وأهدافه وأهميته وحدوده ومصطلحاته وآخراً منهجه العلمي، أما الفصل الثاني فهو الإطار النظري للبحث، حيث اشتمل على ثلاثة مباحث: المبحث الأول وهو مقدمة في تكنولوجيا النانو، ويليه المبحث الثاني ويتناول تكنولوجيا النانو في الفن، ثم يتلوه المبحث الثالث حيث يعرض فن النانو والبيئة المستدامة. وأخيرا الفصل الثالث وفيه يتم بيان نتائج دراسة البحث والخاتمة.

الكلمات المفتاحية

تكنولوجيا النانو - فن النانو - الفن المعاصر- البيئة المستدامة.

* أستاذ مساعد - النحت المعاصر والفنون والعلوم - قسم التربية الفنية - كلية التربية الأساسية - الهيئة العامة للتعليم التطبيقي والتدريب.

** أستاذ مساعد - تصميم المعادن والمجوهرات - قسم التربية الفنية - كلية التربية الأساسية - الهيئة العامة للتعليم التطبيقي والتدريب

*** أستاذ مساعد - تاريخ الفن والنقد الفني - قسم التربية الفنية - كلية التربية الأساسية - الهيئة العامة للتعليم التطبيقي والتدريب

الفصل الأول: الإطار المنهجي للبحث

مشكله البحث

كيف تمكن الفن المعاصر باستخدام تكنولوجيا النانو من طرح الحلول المناسبة لبيئة ملائمة للعيش في المستقبل؟

فرضية البحث

١- يمكن الاستفادة من تكنولوجيا النانو الحديثة في استحداث مواد فنية جديدة، بالتعاون مع المختبرات العلمية لعلم النانو للمحافظة على البيئة ومكوّناتها (النبات – الحيوان - الإنسان).

٢- التنبيه على المخاطر المتوقعة لاستخدام تكنولوجيا النانو، من خلال أعمال فنية معاصرة طُرِحت كعنصر تفاعلي وقُدّمت كحلول للاستدامة البيئية من قبل فناني النانو.

أهداف البحث

١- تعريف الجمهور بماهية فنّ النانو المعاصر، من خلال عرض تعريفه وتاريخه وأبرز اتجاهات هذا الفن الجديد.

٢- تسليط الضوء على دور الفنان وفن النانو في وقتنا الحاضر في خلق بيئة مستدامة.

٣- عرض بعض الأعمال الفنية وكيفية الاستفادة من المستحدثات الجديدة، كالمواد الفنية المستحدثة بفضل تقنية النانو لبعض الفنانين.

٤- تعريف الجمهور بمخاطر تكنولوجيا النانو على المدى البعيد من منظور فني.

أهمية البحث

١- إبراز مفهوم فن النانو ودوره في المجتمع للحفاظ على البيئة.

٢- إمكانية إنتاج أعمال فنية صديقة للبيئة باستخدام تكنولوجيا النانو في مجال الفن المعاصر.

٣- إبراز بعض أعمال فن النانو كانطلاقة جديدة لبيئة مستدامة.

حدود البحث

عرض الأعمال الفنية المنتجة بواسطة تقنيات النانو المعاصرة وتأثيرها إيجاباً على استدامة البيئة.

مصطلحات البحث

تكنولوجيا النانو

تم تعريف نطاق مقياس النانو حديثاً على أنه المستوى الذري الذي يتراوح من حوالي 0.2 نانومتر إلى حوالي 100 نانومتر. في هذا النطاق يمكن أن يكون للمواد خصائص مختلفة بشكل

كبير عن المواد نفسها إذا كانت بأحجام أكبر، إمّا بسبب الزيادة الكبيرة في نسبة مساحة السطح إلى الكتلة، وإمّا لأن التأثيرات الكمومية تبدأ في لعب دور بارز في هذه الأبعاد، مما يؤدي إلى تغييرات كبيرة من حيث الخصائص الفيزيائية للمادة.

التأثيرات الكمومية

هي ظواهر غير مألوفة تحدث على مستوى الجسيمات الصغيرة مثل الذرّات والجزيئات، مثل الاندماج والتشتّت والتداخل بين الجسميات. وتختلف هذه التأثيرات اختلافا كلّيًّا عما تشير إليه الفيزياء الكلاسيكية، وتلعب التأثيرات الكمومية اليوم دورًا هاما في علوم الحاسوب والاتصالات ومجالات علمية أخرى.

فن النانو

هو اتجاه جديد في الفن، ويرتبط ارتباطا وثيقا بالعلم والتكنولوجيا. وهو مركز من الهياكل الطبيعية أو الاصطناعية التي تقدم خصائص معيّنة بحجم النانومتر والتي يمكن ملاحظتها بواسطة تقنيات في المختبرات العلمية، وهي تقنيّات الفحص المجهري المطوّر خصيصا لتكنولوجيا النانو من مثل (المجهر النفقي ومجهر القوة الذرية)، وتهدف إلى إنشاء عملية إبداعية وجمالية جديدة في الفن المعاصر، وذلك باستخدام تكنولوجيا النانو في أبحاثها وفي إنجازاتها. ومن أهداف هذا الفن تعريف الناس بالأجسام النانوية، وما أحرزه من تقدّم من حيث التركيب أو التلاعب بالمواد.

البيئة المستدامة

هي القدرة على تلبية احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتهم الخاصة، وهذا التعريف وضعته لجنة الأمم المتحدة العالمية المعنيّة بالبيئة والتنمية، وقد تمّ التوسّع في دلالة هذا المصطلح ومعناه عبر السنين ليشمل احتياجات الإنسان ورفاهيته، فإمكانية بقاء الإنسان لعدة أجيال قادمة على هذا الكوكب مرتبطة بمدى حفاظه على الطبيعة وسلامة مواردها.

منهج البحث العلمي

تتبع الباحثة المنهج الوصفي التحليلي في تناولها لعناصر البحث.

الفصل الثاني: الإطار النظري للبحث

مقدمة

في السنوات المقبلة سيشهد العالم تحولات هائلة على نطاق واسع بسبب الاستخدام المتزايد لتكنولوجيا النانو. إن الانتشار الهائل في المستقبل لهذه التقنية الحديثة سوف يُحدِث نقلة نوعيّةً غير مسبوقة على المشهد العالمي بشكل عام وفي مختلف الميادين. اتفق كثير من علماء النانو أن تكنولوجيا النانو ستُسهِم مستقبلا في طرح حلول مذهلة للكثير من القضايا المعاصرة ومن أهمها ما

يتعلق بالبيئة. تمحورت وعود علماء النانو حول إسهام هذه التقنية في الحدّ من المشكلات البيئية التي يعاني منها عالم اليوم، مثل الاحتباس الحراري الذي تسبب بتغيير المناخ في العالم، وكذلك نفاد الطاقات غير المتجدّدة (الوقود الأحفوري)، ومنها أيضًا التلوّث الجوي (انبعاثات المواد الكيميائية)، والتلوث البيئي (النفايات غير القابلة لإعادة التدوير كالبلاستيك)، ويندرج تحتها كذلك علاج الأمراض المستعصية (السرطان والأمراض الفيروسية والبكتيرية)، وتفيد تقنية النانو في تقليل المخاطر المحتملة من الأنظمة والآليات المستخدمة حاليًا في أرض الواقع من مثل (الكيميائيات والإشعاعات والطاقات غير النظيفة)، وبذلك ستجعل تكنولوجيا النانو من العالم بيئة مستدامة آمنة للأجيال القادمة. إن تكنولوجيا النانو اليوم أصبحت الملاذ الآمن للعلماء للتوسع في نطاق الاكتشافات التي أصبحت حقيقة لا مفرّ منها، لأنها توفّر حلولًا بديلة للكثير من التطبيقات التقليدية غير الصديقة للبيئة. دفعت هذه الاكتشافات بفضل تكنولوجيا النانو العديد من الفنانين إلى تجسيد بعض تطبيقات تكنولوجيا النانو الجديدة بالتعاون مع علماء النانو في أعمالهم الفنية المعاصرة حتى أطلقوا مصطلح فن النانو المعاصر. تمركزت رسالة الفنان وفن النانو اليوم حول الكون ومشكلاته وطرح الحلول المناسبة لها، من خلال معالجتها بتقنيات النانو الصديقة، حيث يعتبر فن النانو في عصرنا الحاضر وسيطًا بين المجال العلمي والمجال الاجتماعي، كما أن دور فن النانو اليوم يتمركز حول ترجمة الجهود المبذولة في البحوث العلمية والتجارب في مجال تكنولوجيا النانو التي يجريها العلماء في المختبرات، وذلك بإيصالها إلى الجمهور عن طريق عرض أعمال فنية تترجم هذه الجهود بطريق فنية سلسة من السهل على الجمهور استيعابها. إن فناني النانو المختصين قاموا بإنشاء سيناريوهات طوباوية للجمهور في أعمالهم الفنية، وتُعرَف بالطوباوية بأنها وصف لكل فكرة تتنبأ بعوالم اجتماعية بديلة تحقق أفضل سبل الوجود. وقد ركزت هذه السيناريوهات على القضايا المرتبطة بالبيئة وكيفية معالجتها أو التخلص من الضارّ منها مستقبلا. وقدموا سيناريوهات أخرى في المقابل أظهرت المخاطر المحتملة لاستخدام هذه التكنولوجيا على البيئة مسجّلين توقعاتهم لما سيحدث ويستجد في السنوات المقبلة.

المبحث الأول: مقدمة في تكنولوجيا النانو

ما هي تكنولوجيا النانو؟

إن علم النانو يهتم بدراسة المادة على المقياس النانومتري. أما بالنسبة لتقنيات النانو، فهي تتعلق بجميع عمليات التطوير والتعديل للهياكل والأجهزة المادية، التي تتم على مقياس النانومتر.ولذلك فإن المادة المأخوذة على المقياس النانومتري سواء كانت جسيماتٍ أو حبوبًا أو موادَّ معيّنة فإنها تأخذ خصائص فيزيائية وكيميائية جديدة مقارنة بتلك الموجودة على المقياس العياني/الذري. وأبرز التغيرات في الخصائص تتعلق باللون والمقاومة والموصلية وغيرها.

وهذه التغيرات في الخصائص يمكن أن ترجع إلى نوعين من التأثيرات على وجه الخصوص: التأثيرات السطحية والتأثيرات الكمية. تشير التأثيرات السطحية إلى زيادة النشاط السطحي الناتج عن زيادة نسبة الذرات الموجودة على السطح مقارنة بتلك الموجودة في قلب المادة (نسبة السطح /

الحجم الأكبر). أما التأثيرات الكمومية فهي التأثيرات الفيزيائية التي تنتج عن الطبيعة الكمومية[1]، من تفاعلات وتأثيرات ثانوية لأشباه الجسيمات في المجال الفيزيائي.

يمكن أن تكون الخصائص الجديدة التي تظهر على مقياس النانو ذات طبيعة مختلفة، فقد تكون الخصائص فيزيائية سواء كانت كهربائية أم ميكانيكية أو بصرية إلخ.. أو قد تكون الخصائص المستجدة كيميائية كالحفز الكيميائي، ويتضح مفهوم الحفز الكيميائي بأنه مادة كيميائية تضاف بكميات قليلة للتفاعل الكيميائي بهدف تسريع التفاعل دون أن تتغير خواص المواد الكيميائية.

وبشكل عام، فإنه يمكننا ملاحظة نوعين من التغيرات في خصائص المادة على المقياس النانومتري:

١) إما أن يتم تعزيز الخصائص الأولية للمادة بشكل أكثر وضوحًا مما هي عليه في المقياس العياني.

٢) وإما أن تظهر خصائص جديدة تمامًا.

وفيما يأتي بعض الأمثلة:

1) تقوية الخواص الأولية وتعزيزها: أثبتت بعض المواد النانوية أنها أكثر مقاومة من المواد غير النانوية. ومن ثَمَّ، فإن الكربون المستخدم على المقياس النانومتري يصبح أكثر مقاومة بما يصل إلى مائة مرة من الفولاذ.

2) ظهور خصائص جديدة: ومن الأمثلة على ذلك مادة الفضة، فعند استخدامها على نطاق النانو، فإنها تصبح مضادًا فعالًا جدًا للبكتيريا. كذلك الأمر بالنسبة لمادة الذهب، حيث يتغير لونه على مقياس النانو ويصبح أحمر بسبب "النقاط الكمومية"، وهي جسيمات نانوية يعتمد لونها على حجمها الذي يصل إلى ما يقرب من عُشر النانومتر. ومن المواد التي تظهر لها خصائص جديدة أيضا النحاس وكذلك ثاني أكسيد التيتانيوم الذي يصبح شفافًا، ومثلهما الألومنيوم الذي يمكن أن يصبح قابلاً للانفجار[2].

المبحث الثاني: تكنولوجيا النانو في الفن

تكنولوجيا النانو في الفن

ماهو فن النانو؟

إن فن النانو هو لون فني جديد في سماء الفنون المعاصرة، إذ إنه يربط الفن بالعلم والتكنولوجيا برابطة وثيقة. فهي تتعامل مع العملية الإبداعية والجمالية بطريقة مبتكرة تمامًا باستخدام تكنولوجيا النانو، سواء في أبحاثها أو في إبداعاتها. فهو يجمع بين العمليات والأنظمة

[1] ملاحظة في هذا التقرير، تعتبر الجسيمات النانوية ذات بعدين أو أكثر على مقياس النانو .

2 Interview with scientist Niki Baccile from CNRS LAB by artist Najlah Alrashidi in 26 Novmber 2021.

والأجهزة اللازمة لتصنيع الهياكل فيزيائية كانت أم كيميائية أو بيولوجية ويعمل على معالجة خصائصها النانومترية ، مما يقدّر حجمها بما يعادل جزءًا من المليار من المتر، حيث 1 نانومتر = 10^{-9} متر، وهي وحدة قياس قريبة من المسافة الخلالية بين ذرتين، وهي وحدة قياس تستخدم لرصد العناصر التي لا يمكن ملاحظتها إلا باستخدام مجاهر من نوع STM (النفق) أو AFM (مجهر القوة الذرية) في المختبرات العلمية.

ووفقاً لما أورده ستيفانو ريموندي الأمين الفني لمعارض الفن المعاصر وكذلك الأمين الفني لمعرض فن النانو في منطقة Bergame في إيطاليا، حيث أكّد أن فن النانو ما هو إلا إنشاء "عملية إبداعية وجمالية [جديدة في الفن المعاصر]"، [مستخدمًا]، في أبحاثه وإنجازاته، تقنية النانو"، أما أحد أهدافه المركزية فهو تعريف الناس بالأشياء على المقياس النانومتري والتقدم في تركيبها ومعالجتها1.

نبذة تاريخية عن فن النانو

دوّن تاريخ الفن في عام 2003 التعاون الأول بين فنان برع في فن النانو وبين علماء النانو. حيث حدث في ذلك العام أن أطلقت الفنانة فيكتوريا فيسنا بالتعاون مع العالم الكيميائي جيمس غيمزوفسكي أول معرض فني، يجمع الفنانين والباحثين العلميين في علم النانو، في متحف الكونت للفنون في لوس أنجلوس. وفي هذا المعرض المخصص للفن والعلوم النانوية تم تقديم عمل فني يسمى *ZERO@WAVEFUNFUNCTION* (الشكل الأول). حيث سُمِح للزائرين بتجربة إسقاط واسع النطاق لجزيئات الكربون التي تسمى "الفوليرين" وهي ما يعرف بكرات بوكي، والتي تمت برمجتها للاستجابة للمسها وحركتها وظلّها ومن ثّمَّ السماح للزائرين بعيش تجربة التلاعب بها[٢].

في عام 2005 أقامت جمعية أبحاث المواد (*MRS*) مسابقة "العلوم كفن" من خلال عرض صور ملتقطة من المتسابقين على نطاق مقياس النانو لإظهار جمال المواد والجزيئات على المقياس النانوي وبيان بُعدها الجمالي والفني المباشر[٣].

وفي عام 2006 ساهم أيضًا العالم والفنان كريس أورفيسكو في عرض الفن النانوي في الأماكن العامة في معرضه الذي أسسه وأقامه *NANOART21*. حيث تم تقديم صُورًا نانويةً للأجسام الدقيقة لبعض المواد على المقياس النانوي (الشكل الثاني أ – ب)، من خلال مشاركة فنانين

1 Stefano Raimondi, catalog of NanoArt, published on the occasion of the exhibition in Bergamo, Palazzo Frizzoni, October 2-21, 2007.

2 Interview with artist Victoria Vesna by Silvia Scaravaggi ,Victoria Vesna's Interactive Experience, (accessed April 10, 2024) Available at:https://digicult.it/design/victoria-vesnas-interactive-experience/.

3 Science as Art. Materials Research Society, Spring Meeting, 2011. Accessed June 29, 2018. Available on: http://www.MRS.org/science-as-art.

وعلماء من دول مختلفة شاركوا لعرض أفكارهم ومنجزاتهم في عالَم النانو بهدف الترويج لهذه التقنية الجديدة[1].

أبرز اتجاهات فن النانو

من أهم الطموحات الأساسية للفن النانوي هو تعريف الجمهور بالأشياء ذات الحجم النانومتري من ناحية، وإظهار التقدم في تكنولوجيا النانو من حيث التوليفات والتلاعبات الممكنة من ناحية أخرى. كما أن لديها طموحًا آخر يهدف إلى نشر علم النانو وتقريب هذا العلم المعقد إلى أفهام عامة الناس. غالبًا ما تقدم هذه الأعمال غير النمطية والمربكة ابتكارات مذهلة وربما تكون مزعجة أحيانًا، ولكنها غالبًا ما تُفضي إلى آراء متنوعة ووجهات نظر قد لا يمكن تصورها أو التنبؤ بها. ولذلك فإن فن النانو يقدم نفسه على أنه فن مستقبلي رائد، وذلك في حدود ما يعنيه المَنحَيان الآتيان:

1) أنّ فن النانو هو فنّ فائق الحداثة وتطلُّعيّ وبه يمكننا استشراف ما قد يستجدّ في أغوار المستقبل.

2) أنّ فنّ النانو يهدف من خلال إبداعاته إلى المساهمة الفعّالة في صناعة المستقبل وتوجيهه. وهكذا فإن فنّ النانو غالباً ما يقدّم نفسه على أنه مختبر مؤثِّر في التفكير في وسائل تطوير المستقبل وسبل رقيّ المجتمعات بل والعالم أجمع. ومن هنا، نلاحظ اتجاهين مختلفين سلكهما فنانو النانو. اتجاه يهدف البعض فيه من خلال عملهم إلى المساهمة في خلق عالم مثالي أو كما يعرِّفه البعض بالطموح الطوباوي، واتجاه آخر يقوم من خلاله فنانون آخرون بإدانة مخاطر هذه التكنولوجيا الجديدة غير العقلانية أو التي لا تُتْقن بشكل جيّد ونافع على حد زعمهم وهو ما يُعرف بالبعد البائس.

ومن بين أبطال خلق عالم مستقبلي مثالي بفضل تكنولوجيا النانو، نجد فنانين مفتونين بما يسمى "هوس تكنولوجيا النانو"، وهم الفنانون الذين يرون في استخدامها وتوظيفها إمكانية زيادة القدرات الطبيعية والأداء لدى البشر والمحافظة على البيئة للأجيال القادمة، ومن ثَمَّ يوجدون عالمًا تختفي منه الأمراض، إذ لا يصبح فقط طول عمر الإنسان ممكنا بل حتى الخلود والبقاء الأبدي، وكذلك الآلات والأدوات الصناعية فمن الممكن أنْ تعمل بطريقة متزايدة من حيث الكفاءة والذكاء والاستقلالية تاركة ضررا أقل على البيئة، وبهذا يستطيع الإنسان أن يتحرر من القيام بأكبر عدد ممكن من المهام والالتزامات. ومن خلال أعمالهم، يقدم هؤلاء الفنانون للعلماء أفكارًا وطرقًا جديدة للبحث في علم النانو، ويقدمون للصناعيين طرقًا وأفكارًا جديدة لاختراع أشياء أو أدوات أو أجهزة أو مواد جديدة مفيدة.

---

1 ORFESCU Cris, NANOART, Nanoart 21 Art–Science–Technology, [online], (accessed 10 April 2024), available at: NanoArt 21 – Art – Science – Technology.

وفي المقابل، يبرز بعض الفنانين الذين حرصوا على إدانة مخاطر التطور المتسارع والنمو الهائل غير المنضبط وغير الخاضع للرقابة في تكنولوجيا النانو، ومن أهم أهداف الفنانين الذين تصدّوا للمخاطر المحتملة لتكنولوجيا النانو ما يأتي:

١ - إثارة التفكير لدى عامة الناس وكذلك علماء تكنولوجيا النانو في احتمالات حدوث انحرافات ضارة أو خطيرة تهدد الإنسان على المستوى البيولوجي والبيئي والأخلاقي، وهذه الانحرافات يجب التخوّف والحذر منها بسبب استخدامات معينة لتقنيات النانو قد تنعكس سلبا على الإنسان.

٢ - رفع مستوى الوعي بضرورة الإشراف من قبل السلطات المختصة في جميع مجالاتها العلمية والأخلاقية والسياسية على المستويين الوطني والدولي، من أجل الوصول إلى مراقبة أفضل، ومراعاة الإتقان والأمان عند تطوير هذه التقنيات النانوية واستخدامها، والتي لا تزال مجهولة الأبعاد لدرجة أننا قد نتجاهل حدوثها أو نغفل عن آثارها، وهي صغيرة جدًا بحيث يمكنها أن تتسلل إلى كل مكان.

المبحث الثالث: فن النانو والبيئة المستدامة

إن التطور الاستهلاكي للمجتمعات والاستباق إلى التطور الصناعي غير المسبوق الذي يشهده العالم في أيامنا هذه، جعل الفنانين المعاصرين يعيدون التفكير في وظيفة الفن ورسالته التي يضطلع بها، إذ وقع في تقدير هؤلاء الفنانين أنّ الهدف منها لم يعُد منحصرًا في تمثيل الواقع، بل وعلى العكس من ذلك فإنهم يرون أن رسالة الفن ووظيفته حديثًا تتّجهُ إلى التركيز على"التشكيك في الواقع وانتقاده والكشف عنه وعن تناقضاته وأزماته"1 ممّا أسفر عن إنشاء أشكال جديدة من الفن من مثل: Nano Art مع اكتشاف التقنيات الجديدة، وذلك نتيجة للتطور التكنولوجي الذي يعيشه العالم.

يعتبر فن النانو اليوم اتجاهًا جديدًا في سماء الفنون المعاصرة ويرتبط ارتباطًا وثيقًا بالعلم والتكنولوجيا الحديثة. وقد اعتُبِرَ فن النانو تحيّزا جديدًا في الفن المعاصر من حيث وظيفته وما يسعى إليه من أهداف سامية ومفيدة. حيث اعتُبِر هذا الفن المميّز تحذيريًّا حول ما نراه ونفهمه في عالمنا الواقعي، وقد أشار الفنان بول توماس الرائد في فن النانو إلى " أننا نعيش في عصر تغير فيه تكنولوجيا النانو فهمنا اللاواعي للعالم المادي".2

1ARTSPER, Qu'est-ce que l'art contemporain ? [in English], [online], (accessed April 4, 2024). Available on:Qu'est-ce que l'art contemporain ? Définition d'art contemporain | Artsper ?.

2 THOMAS Paul, Nano Art The Immateriality Of Art, Editions: Bristol, UK, 2013, p.4. [in English], [online], (accessed April 4, 2024). Available on: https://books.google.fr/books?id=OsCLh0QcEMYC&lpg=PA4&dq=(Raimondi%202007%3A%20121).&pg=PA4#v=onepage&q=(Raimondi%202007:%20121).&f=false.

ولكن ما نوع العلاقة بين هذا الفن المدمج وبين الابتكارات العلمية لتغيير واقعنا؟ ما هي إسهامات هذا الفن في حياتنا وما آثاره على البيئة التي نعيش فيها وننتمي إليها؟ وما هي حوارات فناني النانو التي يقدمونها إلى الجمهور؟

ذكرت الفنانة فيكتوريا فيسنا الرائدة في فن النانو أنّ "الابتكارات العلمية تغير واقعنا وأن الفنانين كانوا دائما عوامل التغيير". إن العلاقة بين الفن وعلم النانو اليوم علاقة جوهرية للغاية، ويمكننا أن نتحدث عن الترابط اليوم بين هذين المجالين. ومن خلال هذا الحوار المكثّف، يوفر الفن مساحة للتفكير والخيال حول مستقبل محتمل. وبذلك يصبح الفن مكانا لإيجاد الحلول للأزمات والمشاكل الاجتماعية والبيئية التي نواجهها اليوم كتحديات".[١]

وذكرت الفنانة فيكتوريا أيضًا أن "القضايا البيئية ذات أهمية حاسمة" ومن واجب "الفنانين المشاركة مهما كانت خبراتهم". وكذلك أضافت "أن المياه هي بمثابة بترول القرن القادم"، ومن المهم جدا رفع مستوى الوعي بهذه القضية، ومن المهم أيضا تشجيع العلماء على البحث عن طرق جديدة لمكافحة التلوث، وهكذا يصبح الفن ذا منفعة عامة بقدر ما يسمح لنا بتصميم واقع جديد، والذي نأمل أن يقدم لنا نتيجة أكثر بهجة وإشراقا.[٢]

إسهامات فن النانو في خلق بيئة مستدامة:

١- فن النانو والنباتات

تم تقديم تكنولوجيا النانو كالدواء الشافي المعاصر لإنقاذ البيئة الخضراء، وذلك من خلال الأعمال الفنية بالنانو التي تم إطلاقها من قِبَلِ الفنانين، حيث أصبح من الممكن تصور واقع جديد للحياة النباتية في الطبيعة باستخدام تقنيات النانو المطورة. ومن هؤلاء الفنانين الذين نشطوا في مجال حماية البيئة والحفاظ عليها الفنانة الروسية - الفرنسية أولغا كسيليفا وهي من الفنانين الرائدين في مجال فن النانو والتي دائما ما شكّكت في دور الإنسان في وقاية بيئته والمحافظة على سلامتها. أطلقت الفنانة عملًا فنيًّا باسم *BIO-PRESENCE* في عام 2013 (الشكل الثالث) والذي تم فيه استخدام تقنية تكنولوجيا النانو للحفاظ على الغطاء النباتي في الغابات في جنوب فرنسا في بلدة بيسكاروس، وذلك للحدّ من تفشي مرض (Elm) وهو المرض الفطري الذي يصيب أوراق أشجار الدردار، ويؤدي هذا المرض إلى اصفرار هذه الأوراق ومن ثَمَّ تصبح أشكالها كمكنسة

1 Interview with artist Victoria Vesna by Silvia Scaravaggi ,Victoria Vesna's Interactive Experience, (accessed April 10, 2024) Available at:https://digicult.it/design/victoria-vesnas-interactive-experience/.

2 Interview with artist Victoria Vesna by Silvia Scaravaggi ,Victoria Vesna's Interactive Experience, (accessed April 10, 2024) Available at:https://digicult.it/design/victoria-vesnas-interactive-experience/.

الساحرة (Witch Broom) مما قد يؤدي إلى نقل هذه العدوى والأوبئة إلى الأشجار السليمة الأخرى ويتسبب في قتل أعداد كبيرة جدًّا منها. تألف هذا العمل الفني من إنشاء مجموعة جديدة من أشجار الدردار معدلة جينيًّا، وذلك بالتعاون مع مختبر المعهد الوطني للبحوث الزراعية (INRA) الفرنسي، ففي هذا المختبر تمَّ إخضاع هذه الأشجار إلى علم الفن الحيوي، وهي ممارسة فنية تعمل مع علم الأحياء لتكون هذه الأشجار بها أكثر قدرة على مقاومة هذا المرض المميت. ولنتصوّر هذا الإنجاز، فقد قامت الفنانة أولغا بعمل تاجٍ معدنيٍّ واقٍ مكوّن من نصف حلقة مقسمة أفقيا إلى ثلاثة أجزاء، حيث يثبت التاج في وسط جذع الشجرة، ووسط الشجرة يمثل الجذع والجزآن المحيطان بهما يشبهان أوراق وأزهار الدردار، ونحو الأطراف تم استبدال أوراق الدردار بنباتات أقل نبلا وهي غير قادرة على إعادة النظام البيئي السابق للمرض، فيعاود الدردار نشاطه ويعيش ويستعيد مكانه في الغابات الفرنسية (بيسكاروس). وقد ألهم هذا العمل *BIO-PRESENCE* الفنانة أولغا كيسيلفا إلى إنشاء مجموعة أخرى كذلك من الأعمال الفنية الحيوية المستلهمة والقائمة على الأشجار، حيث أطلقت عملها الفني *GARDEN OF EDEN* والذي قدمته تحت شعار: الأخلاق والمتانة من أجل الطبيعة. تضمن هذا العمل كذلك الفن الحيوي وهو عبارة عن إدخال تقنيات مبتكرة في الطبيعة كالأشجار لحل المشكلات البيئية والقضاء عليها في المستقبل. وقد تعاونت مع علماء وباحثين من دول مختلفة لإحياء نباتات الدردار الأوروبي الغربي في فرنسا، ونخيل إفارسيمون وميثوسيلا في الكيان الإسرائيلي والأردن، وشجر وليمي باين في أستراليا وبودي جحوليان في الصين والهند[1].

٢- فن النانو والتلوث الجوي

ركزت الأعمال الفنية لفن النانو كذلك على خلق ابتكارات علمية فنية تركز على إنتاج الطاقات المتجددة وتعزيزها في البيئة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة الأمواج، والتي سينعكس استخدامها في الحياة اليومية على تقليل كمية السموم المنبعثة في الغلاف الجوي، والتي من الممكن أن تضمن بيئة خالية من التلوث للأجيال القادمة مستقبلاً. ومن هذا المنطلق، أطلق الفنان أنتوني كاسترونوفو عمله الفنّي الرائع *HELIOTROPIS* في 2010 (الشكل الرابع)، وهو عمل فني قائم على استخدام الخلايا الشمسية، ويعمل على خلق طاقة ذاتية متجددة من الطبيعة الخلابة دون استخدام الوقود الأحفوري. ارتكز عمل الفنان على وضع الحلول لمشكلات استهلاك الطاقات غير الصديقة للبيئة وتغيُّر المناخ والتلوث الجوي تحت شعار أعلنه الفنان هاتفاً "بأن نكون أقل سوءا"[2] وذلك من خلال محاولة تقليل استخدام السموم وإعادة تدوير المواد في العناصر للأنظمة المستخدمة

1 KISSELEVA Olga,,Catalogue «Mondes Sensibles», Paris, Centre des arts d'Enghien-les-Bains ,page234-235, 2014.

2 CASTRONOVO Anthony, "Heliotropis", [online], published online in 2019 (accessed 22 March 2024), available at: https://www.codaworx.com/project/heliotropis-larry-rubin-amp-beth-deutch

حاليًّا في البيئة. تتألّفُ *HELIOTROPIS* من زهرة صناعية يبلغ ارتفاعها ثلاثة أمتار، وأحيطت هذه الزهرة الآلية ببتلات أرجوانية ملونة وشبكات وساق طويل وورقتين ملتصقتين بالساق. وقد تمَّ صنع الزهرة من البرونز والزجاج ومصابيح LED وجهاز استشعار يتتبع ضوء الشمس. وآليّة العمل لهذه الزهرة هو استشعار الضوء في الصباح من خلال ملفات النانو، وهي عبارة عن الخلايا الشمسية المنحوتة في السطح الزجاجي للزهرة، والتي تسمح للبتلات بالتفتح في فترة الصباح وحفظ الطاقة الشمسية ذاتيا، لإنارة الأضواء في المساء عند استشعار قرب المتفرجين من الزهرة، وذلك بفضل وجود المستشعر الذاتي.

٣- فن النانو واستنزاف الطاقات غير المتجددة

إضافة لما سبق، استخدم الفنانون ابتكارات تكنولوجيا النانو كدواء فعال للحدّ من استنزاف الطاقات الأحفورية غير القابلة للتجديد، والتي يمكن أن تنفد وتنتهي مع مرور السنين. قدمت الفنانة أولغا كسيليفا عملًا فنيًا بالغ الأهمية في هذا المجال يسمى *POST OIL UTOPIA* في عام 2015 في الكويت (الشكل الخامس أ - ب). إن الفكرة من هذا العمل الفني هي الدعوة إلى الحدّ والإقلال من استخدام البترول بوصفه مصدرًا للطاقة غير قابل للتجديد على المدى البعيد، وذلك من خلال الاعتماد على المواد النباتية المطورة بتقنيات النانو. استلهمت الفنانة أولغا كسيليفا عملها الفني بعد زيارتها لدولة الكويت لإقامة مؤتمر حول "استخدام تكنولوجيا النانو في الفن" في عام 2013، بالتعاون مع الدكتورة نجلة الرشيدي والمجلس الوطني للثقافة والفنون - الكويت. حيث تقول الفنانة بعد زيارتها أنها لاحظت المكانة الكبيرة التي يحتلها إنتاج النفط في دولة الكويت، تلك المكانة "التي تسبب القلق في المستقبل بسبب اعتماد الدول على النفط الذي أصبح غاية مهددة بالانقراض ومستقبلها مهدّدًا بالخطر"[1]. وبناءً على هذا الاستلهام قدمت الفنانة مشروعها في عام 2015 بالتعاون مع الباحث الكيميائي نيكي باسيل، والباحث الفيزيائي ستيفان أبيل – فرنسا، والدكتورة نجلة الرشيدي – الكويت، وهي الباحثة في استخدام تكنولوجيا النانو في الفن - باريس. كما أشارت الفنانة إلى أنه يجدر الانتباه إلى أنّ "الواقع أن الكوكب يواجه تحديات كبيرة وأصبح النفط فيه نادرًا والموارد تنفد، ويستمر تصنيع المنتجات اليومية باستخدام المشتقات البترولية مثل الأكياس البلاستيكية ومنتجات النظافة الشخصية"[2]. وأضافت بقولها "يمكن للعلم اليوم أن يتمتع بمعرفة دقيقة للغاية عن هياكل جزيئات البترول، ويمكننا الآن المضيّ قُدُمًا في تطوير منتجات صديقة للبيئة ومتجددة" كالمواد النباتية. أرادت الفنانة إجراء عمل فني يدلل على موضوع نفاد مخزون النفط وانتهائه، من خلال عمل تجربة علمية في المختبرات الفرنسية (*CNRS*) وفيها تمَّ استبدال منتجات النفط بمنتجات أخرى ذات تركيبة نباتية، حيث قامت في المختبر بصناعة صابون مستخلص من التركيبات النباتية المطورة بتقنية النانو، دون استخدام مشتقات النفط في الإنتاج.

1 Interview with Olga Kisseleva, Paris, 2018.

2 Interview with Olga Kisseleva, Paris, 2018.

وقد قامت بربط هذه التجربة العلمية للجزيئات، مع سلوك سكان دولة الكويت في المستقبل بعد استنزاف الذهب الأسود، من خلال عرض رقصات لراقصين يرتدون ألوانًا مختلفة من الملابس الثقافية التراثية للكويت، ويتطورون مثل الجزيئات كما في تجربتها العلمية التي قامت بها تحت المجهر في المختبرات، والتي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة.

٤- فن النانو واختفاء الأمراض

قدمت تكنولوجيا النانو قدرتها على السيطرة والقضاء على بعض الأمراض البشرية المستعصية والتي – نظريًّا - بمقدورها إطالة حياتنا إلى أجل غير مسمى، وذلك من خلال تطوير بعض الأدوية النانوية والأطراف الصناعية المبتكرة بالمواد الحيوية النانوية والعمليات الجراحية النانوية المبتكرة، والتي أصبح بإمكانها الإسهام في منح الأجيال القادمة قدرة على العيش أطول فترة ممكنة على وجه الأرض بصحة تامة خالية من الأمراض والأوبئة. قدم الفنانان فابيان جيرود ورافائيل سيبوني في عام 2011 مشروعًا فنيًّا يسمى *LA MESURE*. هذا العمل هو عبارة عن إنشاء سلسلة من المنحوتات العظمية بالتعاون مع فريق المواد والبيولوجيا في مختبر المواد المكثفة (*UPMC*) – باريس. وبالتعاون مع باحثين في علم النانو مثل الباحث نيكي باسيل تحت مشروع مشترك يدعى *openlape* والذي "يشمل عدة أسئلة تتعلق بتكنولوجيا النانو وإدراك ماهو غير مرئي"[1]. وقد عرض الفنانان في هذا العمل الفني عظامًا صناعية في مجموعة من اللوحات قياساتها تتراوح بين 225 سم و122 سم. تم صنع هذه العظام من مادة حيوية من الكولاجين المشوه المعدن، بواسطة مرحلة معدنية تحاكي تلك المادة الحيوية الموجودة في العظام البشرية الطبيعية، والتي تم إنتاجها في بيئة معقمة في المختبر. وقد أسهم عمل الفنانَين في هذا المجال الحيوي في توعية الجمهور وإطلاعه على مدى التقدم الحاصل والواعد في أبحاث العظام، والذي سوف يصبح نقلة نوعية عظيمة لعلاج الحالات المستعصية. وبذلك يمكن أن تساعد هذه البحوث والإنجازات في إعادة بناء هيكل عظمي كامل لمن يعاني من أمراض العظام، كما لدى مرضى سرطان العظام والأشخاص الذين يحتاجون إلى الأطراف الصناعية نتيجة لفقدان عظامهم، بسبب عدوى أو حوادث مرورية وكذلك مرضى هشاشة العظام الذين يتعرضون للنخر في العظام. وبلا شك فإنه من الممكن أن يدخل هذا الاختراع بواسطة عالم الفن النانوي كحلّ بديل لعظامهم المنخورة في المستقبل.

وإضافة لما تقدّم، ففي عام 2007 قدمت الفنانة ساشيكو كوداما عملًا فنيًّا باستخدام السوائل المغنطة ويسمّى *TOUR MORPHO* (الشكل السادس)، حيث اكتشفت تقنية جديدة بفضل تكنولوجيا النانو تسمى "النحت باستخدام السوائل المغنطة". إذ أنشأت الفنانة في عملها برجين حلزونيين يتدفق منهما السائل المغنط، ويرتكز على صفيحة كبيرة مملوءة بالسوائل المغنطة، حيث يدور هذان البرجان حول نفسيهما ويتفاعلان مع خلفية موسيقية تشبه إلى حد

1 Invisible and Elusive, Centre des arts d'Enghien-les-Bains, Enghien-les-Bains: Centre des arts, catalogue de l'exposition, p.78.

كبير برج النافورة المائي المتدفق في الحوض. وقد أنشأت الفنانة في عملها منحوتات أكثر ديناميكية بمواد متدفقة ذاتية، واستخدمت المغناطيس الكهربائي مع قلب حديدي ممتدّ تمّ نحته في شكل معين. ويتم التحكم في هذا البرج ديناميكياً على السطح بواسطة التحكم في قوة المغناطيس الكهربائي. ويرمز العمل الفني للفنانة إلى القدرة الفائقة للعلم والتكنولوجيا على تحويل المادة إلى شيء حيّ ملموس. كما أن الفنانة أشارت في عملها الفني إلى التقدم العلمي الذي يعيشه العالم في واقعنا المعاصر، مما سيرفع سقف الأبحاث فى المجال الطبي في المستقبل لعلاج الأمراض الميؤوس منها مثل السرطان القاتل باستخدام السوائل المغنطة. كما أشار توماس ويبستر مدير مختبر الطب النانوي في جامعة نورث إيسترن "والذي أظهر قدرة هذه السوائل المغنطة عند تسخينها إلى درجات حرارة معينة على قتل الخلايا السرطانية كعلاج بديل للعلاج الكيميائي".

٥- فن النانو والمخاطر المحتملة

على الرغم مما نشهده في واقعنا المعاصر من تطور علمي في مجال تقنية النانو، والحرص على استحداث تقنيات نظيفة يتم استخدامها بأمان في البيئة، إلا أن ذلك لم يمنع الفنانين من إظهار قلقهم تجاه الجانب الأخلاقي في التعبير عن المخاطر المحتملة لاستخدام هذه التكنولوجيا في أرض الواقع. الفنانة دومينيك بيسون - وهي إحدى الفنانات التي تستخدم تقنيات النانو في أعمالها الفنية المعاصرة - صرحت "أن الفنانين المهتمين بعلم النانو يمكنهم التعامل ... وفقاً للمخاطر والآثار الأخلاقية التي تسببها تقنية النانو في عالم النانو"[1]. وأكدت ذلك الفنانة شارون لورانس خلال مؤتمر فن النانو في عام 2015 في دولة الكويت أنّ "سوء استخدام علم النانو من الممكن أن يضر بإنسانيتنا على الرغم من أنها تقنية رائعة"[2].

وبالرغم من فعالية تقنية النانو لضمان الحلول البيئية بقصد خلق الظروف المناسبة لبيئة مستدامة في المستقبل، فلا بد من وجود مخاطر دفينة لهذه التقنية عند الإفراط في الاستخدام الخاطئ لها في المستقبل. إن تكنولوجيا النانو اليوم هي سلاح ذو حدين من حيث إيجابياتها على البيئة وسلبياتها كما هو الأمر في التقنيات الأخرى. وقد عبر الباحث العلمي والفنان كريس أورفيسكو في أعماله الفنية في حقل فن النانو عن أهم "المخاطر المحتملة التي يمكن أن تنجم عن استخدام تقنيات النانو" [3] حيث نظم معرضًا إلكترونيًّا سنويًّا يسمى *NANOART21* في عام 2009،

1 PEYSSON Dominique. The nanoworld: a new "heterotopia"? [plastik] [online], N°03 Nano, 11 February 2013. Available at: http://art-science.univ-paris1.fr/plastik/document.php?id=702.

2 Lawrence Sharon Orleans, Nano Art Lecture: The Application of Nano Technology in Art, Najlah Alrashidi, Kuwait, 2015.

3 ORFESCU Cris, NANOART, Nanoart 21 Art-Science-Technology, [online], (accessed 10 April 2024), available at: NanoArt 21 – Art – Science – Technology.

وقد خصصه من أجل رفع الوعي لدى جمهور الناس بشأن تأثيرات هذه التقنية ومخاطرها على المجتمع والبيئة والصحة. وقد قام الفنان كريس أورفيسكو بتنظيم مسابقة عالمية في هذا المعرض دعا فيها الفنانين والعلماء من مختلف الدول للمشاركة فيها من خلال معرض يقام على شبكة الإنترنت، حيث تمركز هدف المعرض الافتراضي حول عرض صور علمية، أخذت من المجاهر الإلكترونية لمنحوتات نانوية تتضمن البنى الدقيقة للنانو أو الجسميات الدقيقة للنانو أو يمكننا تسميتها بالمسامّ النانوية، ومن ثم طباعة هذه الصور العلمية على قطع من القماش وعرضها في المنتدى (الشكل الثاني أ - ب). تهدف هذه الأعمال الفنية إلى دعوة الجمهور إلى التفكير والتأمل بهذه التقنية الجديدة، بقصد الترويج لها وتثقيف الجمهور بالمخاطر المحتملة لها في المستقبل على البيئة بشكل عام وعلى الكائنات الحية بشكل خاص.

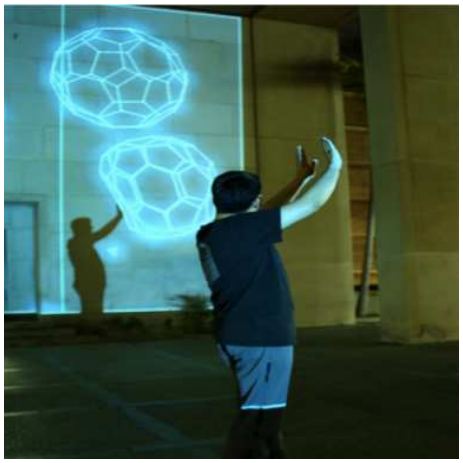
وكذلك قامت الفنانة أليس وانغ في عملها الفني *NANOTECH DYSTOPIA* في عام 2007 (الشكل السابع) بتصور سيناريو لمخاطر مواد تكنولوجيا النانو على جسم الإنسان. حيث عرضت الفنانة سلسلة من الصور المخيفة على الإنترنت تحتوي على ملامح لأجزاء متضررة من الجسم البشري بسبب الأمراض المستقبلية مثل تساقط الشعر وتصلب الأوردة وبروز الأوعية الدموية إلى خارج الجلد البشري، وقد استلهمت الفنانة صور عملها الفني من خلال تصور سيناريو مستقبلي مستعينة بمجموعة من الصور ومقاطع الفيديو عن استخدام البشر المستقبلي لأجهزة كمبيوتر مزودة ببطاريات مطورة مسلحة بتكنولوجيا النانو تدوم لآلاف الساعات. وقد دعت الفنانة المتفرجين إلى التأمل في الصور من أجل التنبيه على مخاطر التوسع في استخدام الأسلحة النانوية وتطبيقاتها على جسم الإنسان في المستقبل[1].

وأخيرا، فقد عرض الفنان مايكل بورتون عمله الفني THE RACE في عام 2007 (الشكل الثامن). واستعرض فيه سلسلة من الصور الفوتوغرافية، التي تروي طريقة تكيّف الإنسان مع التغيرات البيئية الناجمة عن استخدام تقنية النانو، والأخطار المحتملة لهذا الاستخدام التكنولوجي. حيث أنبه الفنان إلى "أن العلم والتكنولوجيا جعلانا نتطور تدريجياً نحو بيئة خالية من البكتيريا والكائنات الحية الصديقة، مما أدى إلى ظهور عدد من الأمراض نتيجة لتوجه التطور التكنولوجي والعلمي إلى بيئة صحية للغاية، الأمر الذي في المقابل سيؤدي إلى إضعاف مناعتنا الصحية بشكل كبير"[2]. حيث إن توجه الإنسان اليوم لخلق بيئة صحية مثالية سيجعلنا نفقد التوازن الطبيعي من البكتيريا والفيروسات النافعة للإنسان والبيئة ومن ثّمَّ ستفتقد البيئة إلى النمو الطبيعي للكائنات

1 KEIM Brandon. Alice Wang's Nanotech Dystopia,[online]Posted April 24, 2007 (accessed February 27, 2019). Available at: https://www.wired.com/2007/04/alice_wangs_nan/ .

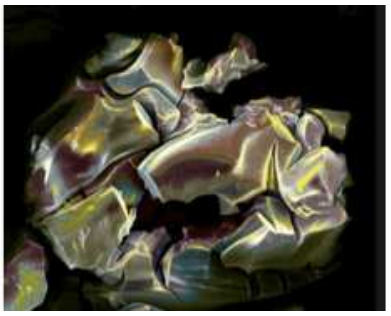
2 BURTON Michael, The Race, [online], Published online 2006 (accessed 9 March 2024). Available on the artist's personal website: http://www.michael-burton.co.uk/index2.htm.

الدقيقة. وقد قدّم الفنان مايكل بورتون في عمله الفني حلولًا مقترحة لهذه المشكلة إذ عرض صوراً للحيوانات والبشر والحشرات والطفيليات (الشكل الثامن)، دُمجت فيها المعرفة العلمية الجديدة من مشروع الجينوم البشري (DNA)، حيث يطلب الفنان من المشاهد التأمل وإعادة التفكير في أنفسهم ليكونوا أكثر من مجرد حمضهم النووي، ودعاهم للنظر إلى الإنسان باعتباره كائنًا حيًّا معقدًا ومتطورًا مكوّنًا من الجزء الحيوانيّ بالإضافة إلى تكتل من البكتيريا والميكروبات والطفيليات.



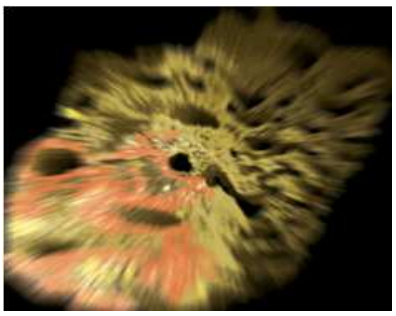
الشكل الأول

Victoria Vesna and James Gimzewski, Zero@ wavefunction, buckyball molecules, County Museum of Art, Los Angeles, 2003



الشكل الثاني - أ

Cris Orfescu, NanoFireball, image viewed with an electron microscope scanning, captured in a computer and digitally manipulated, 33×33 cm, De Nano 3D virtual gallery, 2007.



الشكل الثاني - ب

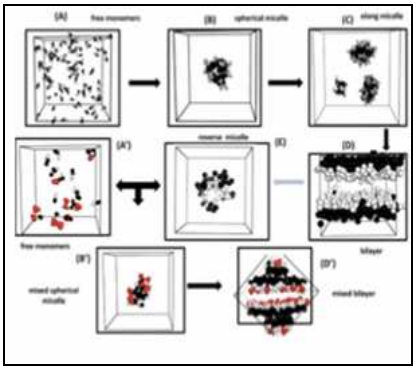
Cris Orfescu, In Pieces, graphic prints, 48×33 cm, 3D virtual gallery De Nano, 2004.

الشكل الرابع

Anthony Castronovo, Heliotropis, solar-powered robotic sculpture in bronze, glass and custom electronics, 10 × 8 × 3 m, Rumson Garden Space, NJ, USA, 2010

الشكل الثالث

Olga Kisseleva, Biopresence, bio-art, public commission of the City of Biscarosse, France 2013



الشكل الخامس – أ

Olga Kisseleva,Post Oil Utopia, modeling of the nanochemical process, .collaboration with Stéphane Abel, 2015

الشكل الخامس – ب

Olga Kissele and Najlah Alrashidi ,Post Oil Utopia, preparatory essays, choreographic performance with traditional Kuwaiti costumes, collaboration .with Jassem Shumais, 2015

الشكل السادس

Sachiko Kodama, Morpho Towers, ferrofluide and electromagnets, variable dimensions, Gare Saint-Sauveur-Lille,2013.

الشكل الثامن

Michael Burton, The Race: Maggot Cohabitation, photography, Science Gallery Exhibition, Dublin, Ireland, 2007.

الشكل السابع

Alice wang، NANOTECH DYSTOPIA, In a darkly dystopian piece of online and video art,2007.

الفصل الثالث: النتائج والخاتمة

وفي نهاية العمل البحثي حول موضوع **"دور فن النانو في طرح الحلول لبيئة مستدامة"**، يتضح من الإطار النظري في **المبحث الأول "مقدمة في تكنولوجيا النانو"** أننا حاولنا جمع المعلومات العلمية، لتقديم رؤية متكاملة مختصرة عن ماهية تكنولوجيا النانو من حيث تعريفها ومادتها وخصائصها.

وفي الإطار النظري في **المبحث الثاني "تكنولوجيا النانو في الفن"** تم التطرق إلى تعريف فن النانو كفنّ مستحدث وفيه يتم التلاعب بالمواد من خلال تعاون مثمر بين الفنان والعالِم، لابتكار تطبيقات فنية علمية من أجل الحفاظ على البيئة .

ومن بعد ذلك، ذكرنا أول تعاون فني علمي في تاريخ فن النانو في المعرض *ZERO @WAVEFUNFUNCTION* ويعتبر أول معرض يستخدم تطبيقات النانو في الفن وقد تلته

معارض أخرى. بعد ذلك، تم التطرق إلى أبرز توجهات فناني النانو والتي تمركزت حول نشر العلم المعقد بطريقة فنية سلسة وميسرة، وكذلك تقديم سيناريوهات طوباوية للمجتمع من أجل التعبير عن مدى التطور الذي سيعيشه العالم في المستقبل. وفي المقابل، تم التطرق إلى التوجهات الأخرى التي قدمت مشاهد عن المخاطر الوخيمة على البيئة والإنسان نتيجة لاستخدام هذا العلم في المستقبل.

أما في الإطار النظري في **المبحث الثالث "فن النانو والبيئة المستدامة"** فقد قدمنا رؤية فنية حول دور فن النانو وإسهاماته في البيئة، والتزامه بوضع حلول علمية فنية حول القضايا الحاسمة للبيئة، من أجل بيئة مستدامة. وعرضنا تجارب بعض الفنانين في طرح عمل فني لمعالجة الغطاء النباتي، من أجل بيئة تكون أكثر خضرة من حيث معالجة بعض الأمراض النباتية باستخدام تقنيات النانو، وتم طرح بعض أسماء هؤلاء الفنانين من مثل الفنانة أولغا كسيليفا في عملها *BIO-PRESENCE* في عام 2013. وكذلك قيام بعض الفنانين بتعزيز الطاقات الطبيعية المستدامة للحد من التلوث الجوي، وذلك من خلال أعمال فنية تقوم بتخزين الطاقة الشمسية صباحًا وتوليدها بإنتاج الإضاءة الذاتية ليلًا، كما في عمل الفنان أنتوني كاسترونوفو في عمله الفني *HELIOTROPIS* في عام 2010. وفي مثل ذلك الاتجاه، ذكرنا عمل الفنانة أولغا كسيليفا التي قامت بتجربة إنتاج الصابون من المواد النباتية، عوضاً عن استخدام مشتقات النفط كتجربة علمية في المختبر، للحد من استنزاف الطاقات غير المتجددة كالنفط وذلك في عملها الفني *POST OIL UTOPIA* في 2014. قدّم الفنانون إسهامات مهمة في إنتاج أعمال فنية يمكن أن تلعب دورا بارزًا في الأبحاث العلمية للقضاء على الأمراض المستعصية، واستخدام بعض هذه الاكتشافات كبديل ناجح عن الأطراف الصناعية الحديدية في المستقبل، كما في عمل ساشيكو كوداما *TOUR MORPHO* في عام 2007 وعمل الفنانَين فابيان جيرود ورافائيل سيبوني في عملهم المسمى *LA MESURE* في عام 2011. وأخيرًا قدم فن النانو في المقابل بعض الأعمال الفنية لبعض الفنانين، والتي تنبه الناس إلى مخاطر تكنولوجيا النانو على البيئة والبشر في المدى البعيد، كما في عمل الفنان كريس أورفيسكو في مشروعه *NANOART21* في عام 2009، من خلال نشر صور الهياكل والجسيمات النانوية لبعض المواد على مواقع التواصل الاجتماعي. وكذلك أسهمت أيضًا الفنانة أليس وانغ في عملها *NANOTECH DYSTOPIA* بنشر صور مرعبة لأجزاء من جسم إنسان مصاب بأمراض جلدية كالطفح والصدفية، نتيجة لاستخدام تقنيات تكنولوجيا النانو في البطاريات النانوية المفعلة في بعض الحواسيب.

المراجع:

1. Alrashidi Najlah, Les Applications Des Nanotechnologies Dans L'art ,Paris,2020.
2. ARTSPER, Qu'est-ce que l'art contemporain ? [in English], [online], (accessed April 4, 2024). Available on:Qu'est-ce que l'art contemporain ? Définition d'art contemporain | Artsper ?.

3. BURTON Michael, The Race, [online], 2006 (accessed 9 March 2024). Available on the artist's personal website: http://www.michael-burton.co.uk/index2.htm.
4. CASTRONOVO Anthony, Heliotropis, [online], published online in 2019 (accessed 22 March 2024), available at: https://www.codaworx.com/project/heliotropis-larry-rubin-amp-beth-deutch.
5. Interview with artist Olga Kisseleva, Paris, 2018.
6. Interview with artist Victoria Vesna by Silvia Scaravaggi ,Victoria Vesna's Interactive Experience, (accessed April 10, 2024) Available at:https://digicult.it/design/victoria-vesnas-interactive-experience/.
7. Invisible and Exlusive, Centre des arts d'Enghien-les-Bains, Enghien-les-Bains: Centre des arts, catalogue de l'exposition, p.78.
8. KEIM Brandon. Alice Wang's *Nanotech Dystopia*,[online]Posted April 24, 2007 (accessed February 27, 2019). Available at: https://www.wired.com/2007/04/alice_wangs_nan/ .
9. KISSELEVA Olga,,Catalogue Mondes Sensibles, Paris, Centre des arts d'Enghien-les-Bains ,page234-235, 2014.
10. KODAMA Sachiko, Tours Morpho, [online], (accessed March 29, 2024), available on the artist's personal website: www. Sachiko kodama.com.
11. Lawrence Sharon Orleans, Nano Art Lecture in confrence: *The Application of Nano Technology in Art*, Najlah Alrashidi, Kuwait, 2015.
12. PEYSSON Dominique, The nanoworld: a new "heterotopia? [plastik] [online], N°03 Nano, 11 February 2013. Available at: http://art-science.univ-paris1.fr/plastik/document.php?id=702.
13. Stefano Raimondi, catalog of NanoArt, published on the occasion of the exhibition in Bergamo, Palazzo Frizzoni, October 2-21, 2007.
14. THOMAS Paul, Nano Art The Immateriality Of Art, Editions: Bristol, UK, 2013, p.4. [in English], [online], (accessed April 4, 2024). Available on: https://books.google.fr/books?id=OsCLh0QcEMYC&lpg=PA4&dq=(Raimondi%202007%3A%20121).&pg=PA4#v=onepage&q=(Raimondi%202007:%20121).&f=false.