رؤية إبداعية جديدة لفن النحت باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي

A New Creative Vision for The Sculpture Art using Artificial Intelligence Techniques

م.د.غادة محمد السيد محمد شطا

مدرس بقسم النحت والتشكيل المعماري والترميم - كلية الفنون التطبيقية – جامعة دمياط

Dr/ Ghada Mohamed Elsayed Mohamed Shata

Lecturer in the Department of Sculpture, Architectural Formation and Restoration

Faculty of Applied Arts – Damietta University

Dr.ghadashata@gmail.com

الملخص:

لقد شهد العالم تطوراً هائلاً في التقنيات وتطبيقات الذكاء الاصطناعي"Artificial Intelligence" الذي يمثل أهم مخرجات الثورة الصناعية الرابعة لتعدد واتساع المجالات التي يمكن توظيفه في تطويرها وتحسين جودتها، ويعد الذكاء الاصطناعي محرك التقدم والنمو خلال السنوات القليلة القادمة، فبادرت الدول بالتطلع للمستقبل والاستفادة من تقنياته ومواكبة تحدياته لتحقيق أهدافها التنموية باعتباره لغة المستقبل، فقد شكلت تقنية الذكاء الاصطناعي عند ظهورها لأول مرة تحدياً للفن التقليدي في جميع أنحاء العالم، حيث يرى البعض أن استخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي لخلق العمل الفني تعزز من الإمكانات الإبداعية البشرية، ويرى البعض الآخر أن تقنية الذكاء الاصطناعي تهدد البشرية ومن ثم تهدد بقاء الفنان في المستقبل، وتتزايد هذه المخاوف في البلدان المتقدمة خاصة أن دمج التكنولوجيا الرقمية بالفنون يتطور بشكل سريع على عكس البلدان النامية والتي لم يتأثر فيها الفن بتقنية الذكاء الاصطناعي بشكل كبير بسبب الصعوبات التي تواجه تلك الدول لمواكبة مسار التقدم التكنولوجي الدولي، ولذلك تختلف المناقشات والمخاوف من مجتمع لآخر بخصوص فن الذكاء الاصطناعي.

الكلمات المفتاحية:

الذكاء الاصطناعي، النحت التقليدي، النحت الافتراضي.

Abstract:

The world has witnessed a tremendous development in technologies and applications of artificial intelligence, which represents the most important outputs of the fourth industrial revolution due to the multiplicity and breadth of fields that can be employed in its development and quality improvement, and artificial intelligence is the engine of progress and growth during the next few years, so countries took the initiative to look to the future and benefit from its technologies and keep pace with its challenges to achieve their development goals as the language of the future, as artificial intelligence technology when it first appeared posed a challenge to traditional art around the world, as Some believe that the use of AI algorithms to create artwork enhances human creative potential, while others believe that AI technology threatens humanity and thus threatens the survival of the artist in the future, and these fears are increasing in developed countries, especially since the integration of digital technology into the arts is developing rapidly, unlike in developing countries, where art has not been greatly affected by AI technology due to the difficulties these countries face in keeping up with the

path of international technological progress, and therefore discussions and fears vary from one society to another regarding AI art.

Keywords:

Artificial Intelligence, Traditional Sculpture, Virtual Sculpture.

مقدمة:

لقد تأثر الفن على مر التاريخ بالظروف السياسية والاقتصادية والمعتقدات الدينية، ولكن مؤخراً لعبت التكنولوجيا دور هام وفعال في عالم الفن ولاسيما فن النحت، فقد شهد العالم تطوراً هائلاً في التقنيات والتطبيقات وخاصه تقنيات الذكاء الاصطناعي التي تمثل أهم مخرجات الثورة الصناعية الرابعة لتعدد واتساع المجالات التي يمكن توظيفه في تطويرها وتحسين جودتها، ويعد الذكاء الاصطناعي محرك التقدم والنمو خلال السنوات القليلة القادمة، حيث يقود الذكاء الاصطناعي المستقبل التكنولوجي على مستوى العالم ويزداد تداخل الذكاء الاصطناعي يوماً بعد يوم في شتى المجالات، وعلي الرغم من ذلك اختلفت وتعددت الآراء حول استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في فن النحت، حيث لا يعتبر بعض الفنانين ومؤرخي الفن الأعمال النحتية التي تم انشاؤها باستخدام الذكاء الاصطناعي أنها فن، لأن تعريفهم للفن يعتمد على شخصية الفنان باعتباره المكان الوحيد لإبداع الفن، فشخصية الفنان ضرورية لتعريفهم للفن، ولكن يري البعض الآخر أنه من الضروري مواكبة التكنولوجيا ومستحدثات العصر وأننا في مفترق طرق حضارية في تطور التكنولوجيا، وأن انتاج الأعمال الفنية بمساعدة التقنيات الحديثة هو نتيجة الادراك الذي انتقل من البشر إلى الآلات المجهزة بمدخلات حسية، ومن ثم فان العمل الفني يمكن ان يكون نتيجة لبرمجة كلية للبيئة، وان الأعمال النحتية المنتجة بتقنيه الذكاء الاصطناعي تعبر عن الانسجام بين الفنان والآلة، فقد استغلها الفنان كوسيط تقني واعتبرها شريك عقلي فيما انتجه من أعمال، فالآلة لا يمكن أن تنتج وتبتكر أفكار من تلقاء نفسها بل إنها تقوم بتنفيذ الأفكار والمعلومات التي ينتجها الفنان بنفسه.

تكمن مشكلة البحث في الآتي:

هل يمكن للذكاء الاصطناعي أن يحل محل المصمم النحات أم أنه سيقدم لنا منظوراً جديداً للإبداع الفني؟

أهداف البحث: يهدف البحث إلى:

١- القاء الضوء على ضرورة مواكبة النحات لتحديات العصر وتطويع التكنولوجيا لخدمته والبحث عن أساليب فنية وتقنية جديدة تثري الابداع النحتي.

٢- محاولة الكشف عن تحولات مفهوم الإبداع في التشكيل النحتي بظهور تقنيات الذكاء الاصطناعي.

أهمية البحث:

١- التأكيد على أهمية مواكبة النحات لتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي واكتساب القدرة الإبداعية في التعامل تقنياً وتعبيرياً معها لإنتاج أعمال نحتية معاصرة.

٢- الاستفادة من برامج الذكاء الاصطناعي في تطوير مجال التشكيل النحتي وفتح أفاقاً إبداعية جديدة.

فروض البحث: يفترض البحث أن:

١- توفر تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي للنحات أدوات وتقنيات جديدة يمكنها أن تعزز من رؤيته الفنية وتضيف الحيوية على أفكاره، وتسمح له باستكشاف تقاطعات جديدة بين الفن والتكنولوجيا.

٢- يعتبر الذكاء الاصطناعي أداه قوية قادرة على تعزيز قدرات الفن، ولكنها ستظل بحاجه إلى التوجيه الإبداعي لفنان بشري، فلا يمكن أن تمحو بصمته، بل على العكس فهي تطور من أدواته وأدائه.

منهجية البحث:

يعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي.

أولاً: نشأه الذكاء الاصطناعي "Artificial intelligence":

الذكاء الاصطناعي هو نظام علمي بدأ رسمياً في عام ١٩٥٦م في كلية دارتموث "Dartmouth College" في هانوفر بالولايات المتحدة الأمريكية خلال انعقاد مدرسة صيفية نظمها أربعة باحثين أمريكيين، وهما: جون مكارثي "John McCarthy"، مارفن مينسكي "Marvin Minsky"، ناثانييل روتشستر "Nathaniel Rochester"وكلود شانون "Claude Shannon"، ولم تتوقف البحوث بعد ذلك لكنها أخذت اتجاهات جديدة، وانصب الاهتمام على علم النفس المتعلق بالذاكرة وعلى آليات الفهم لمحَاولة محاكاتها على الحاسب الآلي، كما بدأ الاهتمام بدور المعرفة في التفكير المنطقي، وهذا ما أدى إلى ظهور تقنيات التمثيل الدلالي للمعارف التي تطورت إلى حد كبير في منتصف السبعينات، ثم أدّى تحسين التقنيات إلى تصميم خوارزميات تعلّم الآلة التي مكّنت أجهزة الحاسب الآلي من تجميع المعارف وإعادة برمجتها تلقائياً انطلاقاً من تجاربها الخاصة، ومن ثم اعتباراً من أواخر التسعينات، تمّ ربط الذكاء الاصطناعي بالرُوبوتات وبالوَاجهة بين الإنسان والآلة.(١)

وفي منتصف القرن العشرين شهد العالم ثورة صناعية رابعة وبدأ يظهر الذكاء الاصطناعي بشكل متزايد حتي أصبح جزءاً أساسياً من كل ما يُستخدم في الحياه اليومية وله تأثير واضح في الواقع المحيط وعلي نمط الحياة والنمو الاقتصادي في كل المجالات، ومع مرور الوقت وتطور الخوارزميات التي وصلت إلى تحسن وتفاعل الكثير من المكونات حتي أصبحت الشبكة العصبية مستوحاه من نموذج الشبكة العصبية للعقل البشري، وكان الهدف الأساسي من تطور تقنيات الذكاء الاصطناعي العمل علي تعزيز الأداء العقلي للإنسان إلي أعلي مستوي، والتي تنصب في مصلحة البشر.(2)

حيث يقوم الذكاء الاصطناعي على علوم الحاسب ولغات البرمجة المتطورة التي تعمل لأجل قدرة الآلة على التعلم، والتي تحاكى طرق عمل العقل البشري وقدراته الذهنية في اتخاذ القرارات الصحيحة عن طريق الاستنتاج والتفكير والتوقع، ومع نمو وتطور تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي أصبح من أهم التقنيات التي تتداخل في كثير من القطاعات والمجالات التي تساعد في أداء المهام المختلفة. (3)

ثانياً: مفهوم الذكاء الاصطناعي "Artificial intelligence":

ظهر هذا المصطلح في الستينات بواسطة الباحث مارفن مينسكي "Marvin Minsky" الذي وصفه بأنه "علم استخدام الآلات للقيام بأعمال تتطلب ذكاء عندما يقوم بها الانسان"، وكان باعتقاد مارفن مينسكي "Marvin Minsky" أنه يمكنها أن تقوم بالتعليم وتمييز الأشكال والترجمة وممارسة الألعاب والقيام بالاستكشاف، كما يمكنها تقدير الموقف وتحديد رد الفعل المناسب، وإذا ما أخطأت فأنها سوف تتعلم من أخطائها في المرات القادمة. (2)

كما صاغ عالم الحاسوب جون مكارثي "John McCarthy" هذا المصطلح في عام 1956م، وعرفه بأنه "علم وهندسة صنع الآلات الذكية"، كما عرف أندرياس كابلان "Andreas Kaplan" ومايكل هاينلين "Michael Heinlein" الذكاء الاصطناعي بأنه "قدرة النظام على تفسير البيانات الخارجية بشكل صحيح، والتعلم من هذه البيانات، واستخدام تلك المعرفة لتحقيق أهداف ومهام محددة من خلال التكيف المرن". (١)

كما يعرف خليفة "Khalifa" الذكاء الاصطناعي بأنه " علم انشاء الأجهزة وبرامج الحاسب القادرة على الفهم والتفكير بالطريقة التي يعمل بها العقل البشري كتعلم وفهم والاستجابة للمثيرات الخارجية". (٣)

وعلي ذلك يمكن تعريف مصطلح الذكاء الاصطناعي "بأنه قدرة الآلات والحواسيب الرقمية على القيام بمهام معينة تُحاكي وتُشابه تلك التي تقوم بها الكائنات الذكية والعقل البشري، كالقدرة على التفكير أو التعلم من التجارب السابقة أو غيرها من العمليات الأخرى التي تتطلب عمليات ذهنية، كما يهدف الذكاء الاصطناعي إلى الوصول إلى أنظمة تتمتع بالذكاء وتتصرف على النحو الذي يتعامل كالبشر من حيث التعلم والفهم، بحيث تقدم تلك الأنظمة لمستخدميها خدمات مختلفة من التعليم والإرشاد والتفاعل وما إلى ذلك". (٣) ويختلف مفهوم الذكاء الاصطناعي "Artificial Intelligence" ومفهوم تعلم الآلة Learning" Machine " ولكنهما مرتبطان ارتباطاً وثيقاً، فتعلم الآلة هو أحد فروع الذكاء الاصطناعي الذي يتضمن جعل الحاسب الآلي قادراً على التعلم من تلقاء نفسه من الخبرات أو التجارب السابقة، وهي ما نطلق عليها المدخلات، مما يجعله قادراً على خلق حلول متنوعة للمخرجات، وعلى التنبؤ واتخاذ القرار المناسب بشكل سريع و خلق حلول متنوعة للمخرجات، وذلك من خلال خوارزميات تسمح بمثل هذه الأمور وهو ما يطلق عليه التعلم العميق " Deep Learning" حيث تكون تلك الخوارزميات مستلهمة من بنية ووظيفة العقل البشرى والتي تسمى بالشبكات العصبية الاصطناعية "Artificial Neural Networks". (٤)

ثالثاً: تأثير الذكاء الاصطناعي على فن النحت التقليدي وحدوده:

شكّلت تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي عند ظهورها لأول مرة تحدياً لفن النحت التقليدي في جميع أنحاء العالم، وقال العديد من العلماء والفنانين أنها كانت ضارة بإبداع الفن وتطويره، على الرغم من أن إبداعات الذكاء الاصطناعي في البداية كانت عادةً ما تكون بدائية، وفي كثير من الحالات تغلبت التكلفة المنخفضة والسرعة على الجودة العالية والإتقان الدقيق، لذا أصبح نقطة انتقاد للعديد من الفنانين، ومع ازدياد عدد الأشخاص الذين بدأوا في استخدام الأعمال الفنية المولدة بالذكاء الاصطناعي، سيواجه الفنانين التقليديين منافسة وضغطاً أكبر، فإن الإبداع الفني القائم على الذكاء الاصطناعي المعتمد على التكنولوجيا الرقمية قد كسر تماماً تلك القواعد والأعراف الفنية والمعاني والقيم الجمالية، فمن وجهة النظر التقليدية لعلم الجمال ونظرية الفن" يتعارض الإبداع بالذكاء الاصطناعي مع جوهر الإبداع الفني".(5)

ولطالما كان الإبداع الفني شكلاً متقدماً من أشكال النشاط الروحي الإنساني، فمنذ العصور القديمة كان الاعتقاد السائد هو أن الذكاء البشري وحده هو القادر على فهم المعنى العميق للأعمال الفنية، ولكن في السنوات الأخيرة أدى تطور الآلة والرؤية الآلية والذكاء الاصطناعي إلى إعادة تحليل وبناء جميع المجالات البشرية تقريباً بواسطة الذكاء الاصطناعي من حيث طريقة الإبداع، حيث يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي توليد الأعمال الفنية من خلال الخوارزميات والبرامج، بينما يتطلب الرسم والنحت والموسيقى التقليدية من الفنانين إنشاء أعمالهم يدويًا، وفي السابق كان يحتاج معظم النحاتين إلى موهبة كبيرة وتدريب طويل لتحقيق مستوى جدير بالثناء، لكن اليوم يمكن للمستخدم في الواقع استخدام ١٠ ثوانٍ فقط لإكمال عمل نحتي، فلا يحتاج المستخدم حتى إلى امتلاك مهارات النحت، فقط يحتاج إلى كتابة بعض الكلمات الرئيسية، واختيار النمط المفضل، ومن ثم يظهر عمل فني قريب من احتياجات العميل في غضون ثوانٍ.(2)

وعلى الرغم من أن فن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يولد أشكالاً مختلفة من الأعمال الفنية، إلا أنه يفتقر إلى الإبداع الحقيقي، لأنه لا يستطيع توليد أعمال فنية إلا بناءً على خوارزميات وبيانات محددة مسبقاً ولا يمكنها التفكير من خيالها وتجاربها الحياتية لخلق أعمال فنية جديدة كما يفعل الفنانين، كما تميل الأعمال الفنية للذكاء الاصطناعي إلى أن تحتوي على عناصر متشابهة أو متكررة، على سبيل المثال قد تحتوي بعض الأعمال النحتية التي يولدها الذكاء الاصطناعي على نفس الألوان أو الأشكال أو القوام، حيث يتطلب فن الذكاء الاصطناعي كماً كبيراً من البيانات لتدريب النماذج، وبدون بيانات كافية لا يمكنه توليد أعمال فنية عالية الجودة، ولذلك فإنه غالباً ما يكون محدود بمجموعة البيانات، ويصعب عليه تجاوز

الأنماط والأساليب الموجودة، على الرغم من أن الذكاء الاصطناعي لديه القدرة على التعلم العميق، إلا أن معظم أعماله لا يمكنها الإفلات من تكديس المهارات وتجميعها، ويرتبط نقص الخبرة والعمق في فن الذكاء الاصطناعي والتحول في النموذج الجمالي المعاصر للجماهير ارتباطاً وثيقاً بضيق الوقت بسبب تسارع المجتمع، فعندما يتسارع عالم الحياة يتسارع عالم الفن، كما أن التجربة الجمالية للفن تتسارع دائماً.(6)

ويري العديد من الفنانين أنه "على الرغم من أن الذكاء الاصطناعي يمكنه أن يخلق أعمالاً فنية أكثر، ويمكنه أيضاً أن يجذب انتباه المشاهد ووقته بشكل أكبر، إلا أن الأعمال الفنية الناتجة تميل إلى التسطيح. ونتيجة لذلك، فكلما زادت سرعة الإنتاج كلما قلّ عمق العمل الفني للذكاء الاصطناعي، وكلما ضعفت قيمته، والواقع أنه عندما تُتهم الأعمال الفنية للذكاء الاصطناعي بأنها تفتقر إلى العمق، فقد يكون هؤلاء يرون جانباً واحداً فقط من العملة، ففي عصر التطور المتسارع يمكن أن يكون العمق أيضاً عائقًا أمام التقدير والتداول، كما يفتقر فن الذكاء الاصطناعي إلى العاطفة والذاتية لنقل المشاعر والأفكار العميقة، وأيضاً لا يستطيع التعبير عن المشاعر والتجارب الإنسانية، ويفشل في خلق علاقة عاطفية حقيقية وتعاطف مع المشاهد. في حين أن فن الذكاء الاصطناعي يمكنه توليد أشكال مختلفة من الأعمال الفنية، إلا أنه لا يمكن أن يحل محل الفنانين البشر، أما من حيث الشكل قد لا يكون الفنان أفضل من الذكاء الاصطناعي، ولكن لا يمكن مقارنة الذكاء الاصطناعي بالفنان في ربط الشكل بعمق تجربة الحياة وخلق أعمال أكثر جمالاً وتأثيراً، هذه هي طبيعة الإبداع البشري التي لا يمكن الاستغناء عنها". (1)

وعلى ذلك فلا شك أن الإشكالية القائمة بين الفن والذكاء الاصطناعي سوف تستمر كغيرها من إشكاليات التقليد والتحديث، والتاريخ يقول لنا أيضاً لابد وأن يتنصر التجديد في النهاية، ولكن تظل المشكلة في مفهوم البعض التقليدي ونظرتهم القديمة التي لا تقبل كل جديد بسهولة، لذلك علي الفنان أن يستثمر خبراته وإمكاناته وقدراته الفنية واستغلال الأدوات والآلات التي تقدمها التكنولوجيا الحديثة في انتاج أعمال فنية تضيف له ولإبداعه وانتاجه الفني الذي لا يجب ان يقف جامداً عند عصر معين.

رابعاً: أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على صياغة التصميم النحتي:

معظم الأعمال الفنية المرئية التي يتم إنشاؤها اليوم بواسطة تقنيات الذكاء الاصطناعي هي ثنائية الأبعاد تم إنشاؤها بواسطة برامج مثل Dall-E وMidjourney وHotspot وNightcafe، وهذه البرامج مجانية بشكل عام، أما عن أدوات النحت الرقمي ثلاثي الأبعاد فهي موجودة منذ سنوات، بما في ذلك برامج ZBrush وBlender، فبعد أن ينتهي المصمم من إنشاء تمثيل رقمي ثلاثي الأبعاد لمنحوتة ما يمكنه طباعتها بتقنية ثلاثية الأبعاد، كما يمكن حتى الطباعة بالشمع المناسب لصب البرونز بالشمع المفقود، وقد استخدم خبراء Blender برنامج الذكاء الاصطناعي "الانتشار المستقر" لإنشاء منحوتات ثلاثية الأبعاد في Blender باستخدام وظيفة إضافية، واستخدمت مجموعة أخرى برنامج ChatGPT لكتابة نصوص برمجية في Blender لإنشاء منحوتات ثلاثية الأبعاد بدائية. (7)

وفيما يتعلق بالأعمال الفنية المرئية التي يتم إنشاؤها باستخدام الذكاء الاصطناعي والمدعومة بالذكاء الاصطناعي، كان هناك قدر كبير من الاستكشافات التي تمت على مدار السنوات الثلاث الماضية في مجال الأعمال ثنائية الأبعاد. في الوقت نفسه، كان هناك القليل جداً من الاستكشافات في مجال المنحوتات ثلاثية الأبعاد، وقد نجحت أبحاث التوليد الإبداعي للأجسام ثلاثية الأبعاد التي أجراها ليمان "Leman" وآخرون في توليد أشكال متطورة، ومع ذلك لم يكن الشكل النهائي بعيداً عن الشكل الأصلي، ويمكن القول إنه مجرد محاكاة للشكل الأصلي، كما استكشف الفنان إيجور كرافت "Igor Kraft" مشروع بعنوان دراسات الوعى بالمحتوى"Content Awareness Studies" والذى يتضمن إمكانيات الذكاء الاصطناعي

لإعادة بناء الأجزاء المفقودة من المنحوتات اليونانية والرومانية القديمة، كما قدم الفنان نيما "Nima" وآخرون شبكة "Vox2Net" المقتبسة من شبكة "GAN pix2pix GAN" والتي يمكنها استخراج الشكل المجرد للمنحوتة المدخلة له. (6)

فنجد أن دمج الذكاء الاصطناعي في مرحلة وضع التصور المفاهيمي لإبداع المنحوتات يمثل تحولاً محورياً في كيفية تعامل الفنانين مع نشأه أعمالهم تقليدياً، فقد كان مفهوم النحت التقليدي مسعي بشرياً بحتاً يعتمد علي خيال الفنان وخبراته ومهاراته الفنية، ومع ظهور تقنيات الذكاء الاصطناعي أصبح الفنانون الان قادرين علي استكشاف مناطق إبداعية جديدة، حيث تقدم خوارزميات الذكاء الاصطناعي من خلال تحليل مجموعات البيانات الضخمة لتاريخ الفن والأساليب المعاصرة اقتراحات تصميمية جديدة يمكن أن تلهم الفنانين لتجاوز الحدود التقليدية، حيث تقدم هذه العملية التعاونية بين الابداع البشري والتعلم الآلي نوعاً جديداً من النحت المبتكر الذي يعكس الترابط الرقمي.(7)

وعلاوة على ذلك، تحدث الأدوات التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي ثورة في عملية التصميم من خلال تمكين الفنانين من انشاء نماذج ثلاثية الأبعاد مفصلة ومحاكاة افتراضية لمنحوتاتهم قبل التصنيع المادي، وهذا لا يعزز دقة وجدوى التصاميم المعقدة فحسب، بل يسمح أيضاً باتباع نهج أكثر تكرارية وتجريبية في النحت، حيث يمكن للفنانين تعديل تصاميمهم واستكشاف مواد ومقاييس وأشكال مختلفة دون قيود الموارد المادية، ويعزز هذا المستوى من المرونة والتجريب ثقافة أكثر ديناميكية واستكشافية لدى النحاتين، مما يؤدى إلى ابتكار أعمال فنية متقدمة تقنياً وغنية من الناحية المفاهيمية، حيث يؤدي استخدام الذكاء الاصطناعي في اختيار المواد وعملية تصنيع المنحوتات إلى تحسين الإنتاج الفني بشكل كبير، فيمكن للفنانين الان التنبؤ بسلوك المواد المختلفة المستخدمة في منحوتاتهم في ظل الظروف البيئية المختلفة، واتخاذ قرارات مستنيرة بشأن صلاحية استخدامها في أعمالهم النحتية. (5)

فلا تحقق تقنيات الذكاء الاصطناعي في تصميم العمل النحتي الجودة الجمالية له فقط، بل ايضاً تضمن متانته واستدامته، كما أن قدرة الذكاء الاصطناعي علي تحسين استخدام المواد تعالج المخاوف البيئية، مما يقلل من النفايات ويشجع على استخدام مواد صديقة للبيئة، ونتيجة لذلك سوف تصبح المنحوتات أكثر تماشياً مع القيم المعاصرة لاستدامة العمل الفني.

وفي مجال التصنيع، تقدم تقنيات الذكاء الاصطناعي مستويات غير مسبوقة من الدقة والكفاءة، فالأدوات الآلية الموجهة باستخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي قادرة على تنفيذ التفاصيل المعقدة لتصميم الفنان بدرجة عالية من الدقة، مما يتيح للفنان انجاز منحوتات من الصعب للغاية انتاجها يدوياً، فلا يؤدى استخدام الذكاء الاصطناعي في التصنيع إلى تسريع عملية الإنتاج فحسب، بل يفتح أيضاً إمكانيات جديدة للحجم والتعقيد والملمس في الاعمال النحتية، مما يثري الصفات البصرية والحسية للأعمال الفنية. (6)

كما يكتسب دور الذكاء الاصطناعي أهمية قصوى في ضمان السلامة الهيكلية للمنحوتات وأمانها، خاصة المنحوتات المُعدة للأماكن العامة، ومن خلال برامج المحاكاة المتطورة يمكن للذكاء الاصطناعي نمذجة كيفية تفاعل المنحوتات مع مختلف التغيرات الفيزيائية كالرياح والطقس والتفاعل البشري معها، ويعد هذا التحليل التنبؤي أمراً بالغ الأهمية بالنسبة للمنحوتات في الأماكن العامة، حيث يشكل خطر الفشل الهيكلي للعمل النحتي مخاوف تتعلق بالسلامة، فمن خلال تحديد المشكلات المحتملة قبل تنفيذ العمل الفني يتمكن الفنانين والمهندسين باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لإجراء التعديلات اللازمة، مما يضمن للمنحوتات أن تكون متينة من الناحية الهيكلية، مما يؤكد هذا الدمج للذكاء الاصطناعي في مرحلة التخطيط والتصميم إلى التحول نحو نهج أكثر مسؤولية وتفكيراً مستقبلياً في المنحوتات الفنية العامة. (8)

وعلاوة على ذلك، فإن ظهور المنحوتات التفاعلية المدعومة بتقنيات الذكاء الاصطناعي تعمل على تحويل الأماكن العامة إلى بيئات ديناميكية تستجيب لحضور المشاهدين وأفعالهم، فهذه التجهيزات في العمل النحتي القادرة على تغيير

مظهره استجابة للظروف البيئية أو تفاعلات الجمهور تخلق تجربة أكثر جاذبية من خلال هذا التفاعل الذي يشكله الذكاء الاصطناعي، حيث تتلاشي الحدود بين العمل الفني والمشاهد، فتصبح المنحوتات كيانات حية تتواصل وتتفاعل مع جمهورها. (7)

ويمتد الذكاء الاصطناعي في النحت إلي ما هو أبعد من الابداع والتركيب، مما يؤثر بعمق علي كيفية تفاعل الجمهور مع الفن، حيث تُحدث التطبيقات المدعومة بالذكاء الاصطناعي ثورة في تجربة المشاهد، مما يتيح للمشاهد استكشاف معلومات إضافية عن محتوي العمل الفني مثل عملية بناء المنحوتة أو محاكاه التغيرات في بيئتها من خلال استخدام الهواتف الذكية أو نظارات الواقع الافتراضي، فلا تعزز هذه التقنية القيمة التعليمية للعمل النحتي فحسب، بل تجعل الفن أكثر سهولة وقابلية للوصول إلي نطاق أوسع من الجمهور، ويمثل استخدام الواقع الافتراضي في مشاهدة المنحوتات قفزة نحو ثقافة بصرية أكثر شمولاً وتفاعلاً، حيث تعمل التكنولوجيا كجسر بين المشاهد والعمل الفني. (5)

فإن قدرة الذكاء الاصطناعي على تحليل البيانات المتعلقة بما يفضله المشاهدين وسلوكياتهم تفتح أفاقاً جديدة للتجارب الفنية الشخصية، حيث يمكن تصميم المنحوتات أو تكييفها لتعكس السياق الثقافي أو الاجتماعي أو التاريخي لموقعها، ويعزز هذا التخصيص للفن العام المدعوم برؤى الذكاء الاصطناعي إحساس أقوى بالتواصل بين المشاهد والعمل الفني، بحيث لا تعمل المنحوتات كأدوات جمالية فحسب، بل كمحفزات للمشاركة الاجتماعية والتأمل الثقافي.

أما عن عمليات صيانة وترميم المنحوتات فإنها تستفيد أيضاً من البراعة التحليلية للذكاء الاصطناعي، بحيث يمكن للنماذج التنبؤية التي تم تطويرها من خلال تقنيات الذكاء الاصطناعي أن تتنبأ بعملية تقادم المواد، مما يسمح لخبراء الترميم بمعالجة الاحتمالات في عملية الترميم بشكل استباقي، فيطيل هذا النهج الاستباقي من عمر المنحوتات مما يضمن من استمرارها في إلهام الأجيال القادمة، كذلك تقدم تقنيات الذكاء الاصطناعي رؤي قائمة علي البيانات لتكرار القوام والألوان والاشكال بدقة في الأجزاء التالفة أو المتآكلة من المنحوتات التاريخية، وهذا يعزز من دقة عملية الترميم ويحافظ علي سلامة وأصالة الأعمال الفنية التاريخية. (7)

وعلي ذلك فإن دمج الذكاء الاصطناعي في ابتكار المنحوتات وعرضها وحفظها يشكل نموذجاً جديداً في الثقافة البصرية، فلا يؤدى هذا الدمج بين التكنولوجيا والفن إلي توسيع إمكانيات ما يمكن تخيله وابداعه فحسب، بل إنه يغير ايضاً الطريقة التي يتم بها اختبار العمل الفني والحفاظ عليه، ومن الواضح أن مستقبل فن النحت يتسم بقدر كبير من التفاعل والاستدامة مدفوعاً بالإمكانات التعاونية بين الابداع البشري والذكاء الاصطناعي، فإمكانات اثراء الثقافة البصرية هائلة مما يبشر بمستقبل يتضافر فيه الفن والتكنولوجيا لخلق أشكال جديدة من التعبير والتواصل، ومن أهم تقنيات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في تصميم العمل النحتي مؤخراً هو الذكاء الاصطناعي التوليدي. (8)

- **الذكاء الاصطناعي التوليدي "Generative Artificial Intelligence":**

في الآونة الأخيرة، أظهر الذكاء الاصطناعي (AI) أنه ينتج مخرجات قد يحكم عليها المجتمع تقليدياً بأنها إبداعية، وتمت الاستفادة من الخوارزميات التوليدية من أجل توليد الأعمال الفنية الإبداعية تلقائياً مثل الموسيقى، والأعمال الفنية الرقمية، والقصص.

ومن المتوقع أن يصبح الذكاء الاصطناعي التوليدي أكثر فاعلية لإتمامه المزيد من المهام الإبداعية التي كانت مخصصة تقليديًا للفنانين وتوليد قيمة اقتصادية كبيرة في السنوات القادمة، وقد تم إطلاق العديد من هذه الخوارزميات التوليدية في العام الماضي، وأثار انتشارها في المجالات الإبداعية قلق العديد من المجتمعات الفنية التي ترى في الذكاء الاصطناعي

التوليدي تهديدًا لاستبدال القدرة البشرية الطبيعية على الإبداع، فقد برز الذكاء الاصطناعي التوليدي للنصوص وتحويلها إلى صور كنظام مرشح يقوم بإتمامه عناصر العملية الإبداعية البشرية في إنتاج أعمال فنية رقمية عالية الجودة.(9)

حيث يشير الذكاء الاصطناعي التوليدي إلى فئة من تقنيات الذكاء الاصطناعي والخوارزميات المصممة لتوليد محتوى جديد، مثل الصور أو النصوص أو الصوت أو حتى القطع الفنية بأكملها، والتي تحاكي أو تستلهم من البيانات الموجودة، على عكس أنظمة الذكاء الاصطناعي التقليدية المصممة لمهام محددة، حيث يمكن لنماذج الذكاء الاصطناعي التوليدي إنشاء محتوى جديد أصلي لا يمكن تمييزه في كثير من الأحيان عن المحتوى الذي أنشأه الفنان.

فمن بين نماذج الذكاء الاصطناعي التوليدي المتعددة، تُعد الشبكات التوليدية (GANS) مناسبة بشكل خاص لتوليد المنحوتات، وهي تتألف من شبكتين عصبيتين مولد ومميز، يتم تدريبهما معاً بطريقة تنافسية، حيث يقوم المولد بإنشاء عينات بيانات جديدة، بينما يحاول المُميّز التمييز بين العينات الحقيقية والمزيفة، ومن خلال هذه العملية التنافسية يمكن لشبكات GANs توليد صور ونصوص واقعية (10)، ومن أهم أسباب براعة شبكات GANS في التصميم النحتي أنها تتميز بـ:

- مخرجات عالية الدقة: تشتهر شبكات GANS بقدرتها على توليد مخرجات واقعية عالية الجودة في سياق المنحوتات، كما يمكن لشبكات GANS أن تنتج صور أو نماذج ثلاثية الأبعاد تشبه إلى حد كبير أسلوب المنحوتات الحقيقية. (11)
- المرونة في تمثيل البيانات: حيث يمكن لشبكات GANS العمل مع أنواع مختلفة من بيانات الإدخال، بما في ذلك الصور، والتي تُستخدم عادةً لتمثيل المنحوتات، ومن خلال التدريب على مجموعة بيانات من المنحوتات، يمكن لشبكات GANS أن تتعلم الأنماط والخصائص الأساسية للأشكال النحتية، كما يمكن أن تتضمن مجموعة البيانات هذه جميع منحوتاتك التي يمكن الوصول إليها على شبكة الإنترنت. (11)
- القدرة على التقاط المميزات المجردة: غالباً ما تحتوي المنحوتات على تفاصيل معقدة، وقوام، ومميزات مجردة، فقد أظهرت شبكات GANS تفوقها في التقاط مثل هذه الملامح المعقدة وإعادة إنتاجها، مما يجعلها مناسبة لتوليد منحوتات متنوعة وجذابة بصرياً. (10)
- الاستكشاف الإبداعي: تنطوي شبكات GANS بطبيعتها على عملية استكشاف إبداعية، حيث تتعلم الشبكة المولدة إنتاج مخرجات جديدة غير موجودة مباشرة في بيانات التدريب، وهذا يجعل شبكات GANS مناسبة تماماً لتوليد تصميمات لمنحوتات أصلية وخيالية، أما عن مدى أصالتها وخيالها فهو موضوع نقاش. (11)

بشكل عام، توفر شبكات GANS إطار عمل قوي لتوليد المنحوتات بدرجة عالية من الواقعية والإبداع، ومع ذلك من المهم ملاحظة أن شبكات GANS تتطلب موارد حاسوبية كبيرة وتدريباً دقيقاً لإنتاج نتائج مُرضية، خاصةً بالنسبة للمهام المعقدة مثل توليد المنحوتات.

خامساً: ايجابيات وسلبيات استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تصميم العمل النحتي:

- **الإيجابيات:** (12)

١- يمكن للنحات استخدام برامج وتقنيات الذكاء الاصطناعي في إضافة عناصر مبتكرة وجديدة إلى اعماله الفنية.

٢- من خلال تقنيات الذكاء الاصطناعي يمكن تحليل البيانات والتصميمات والصور والألوان، مما يساعد النحات علي اتخاذ قرارات أفضل في تصميم أعماله.

٣- تسهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في توسيع قاعدة جمهور الفنان، فمن خلال المنصات الرقمية يمكن أن يصل الفنان إلى قاعدة كبيرة من الجمهور ويتفاعل معهم ويشاركهم أعماله، وهذا الانتشار الفني يفتح أبواباً جديدة للتعاون والتبادل الثقافي.

٤- تعزز تقنيات الذكاء الاصطناعي الابداع لدي النحات وتمده بأدوات تساعده في التجديد والابتكار الفني.

٥- يمكن للذكاء الاصطناعي أن يزيد من كفاءة عمليات إنتاج الأعمال الفنية ويساعد في إنشاء أعمال فنية مذهلة بسرعة كبيرة، كما يمكنه أيضاً تحسين التكاليف والدقة وتقديم أعمال فنية متجددة بشكل سريع.

٦- يتميز الذكاء الاصطناعي بقدرته على التكيف، حيث يتطور مجال الفن باستمرار، ويحتاج الذكاء الاصطناعي إلى تعلم مستمر لتلبية احتياجات المستخدمين المتغيرة بمرور الزمن، ويؤكد المختصون أن الذكاء الاصطناعي يستطيع تعلم الأساليب الفنية الجديدة، وأيضاً يمكنه تحديد الاتجاهات الفنية الحالية والمستقبلية، وهذا يؤدى دور هام في تطوير المجال الفني باستمرار.

- **السلبيات:** [8]

١- التطبيقات والبرامج تمكن الأشخاص الذين يجيدون التعامل مع الذكاء الاصطناعي وإن كانوا غير موهوبين من عمل تصميمات بسهوله وسرعة مما يجعل العديد من العملاء يعتمدون على البرامج وأجهزة الحاسب الألى لإنتاج الاعمال الفنية.

٢- يتعرض النحات لضغوط مواكبة التكنولوجيا واستخدامها في أعماله الفنية، لذلك يجد الفنان نفسه بحاجه إلى اكتساب مهارات تقنية جديدة للتفاعل مع التقنيات والأدوات الحديثة.

٣- يتعرض الفنان للخوف من فقدان الاصالة والتفرد في اعماله الفنية، حيث يشعر الفنان أن التكنولوجيا قد تجعل الأعمال الفنية ميكانيكية ومجردة من الروح والحس والطابع الشخصي.

٤- يختلف مفهوم الإبداع والجمال من شخص لأخر، ولا يمكن ترجمته او برمجته بسهولة في برامج الذكاء الاصطناعي، وفي هذه الحالة سيكون من الصعب فهم جمال عمل فني وإنتاج أعمال فنية متميزة تحمل طابع الإبداع مهما كانت المهارة عالية في التصميم.

٥- تقليل دور الفنانين البشريين والقلق بشأن تقليص فرص العمل الفنية، كما يمكن أيضاً أن يثير الاستفادة من الذكاء الاصطناعي تساؤلات حول الملكية الفكرية والتقليد.

٦- تميل الأعمال النحتية المصممة باستخدام تقنيات ذكاء الاصطناعي إلى أن تحتوي على عناصر متشابهة أو متكررة، على سبيل المثال قد تحتوي بعض الأعمال النحتية التي يولدها الذكاء الاصطناعي على نفس الألوان أو الأشكال أو القوام.

سادساً: نماذج من الأعمال النحتية المصممة باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي:

١- النموذج الأول التمثال المستحيل "Impossible Sculpture":

عرض متحف العلوم والتكنولوجيا في ستوكهولم "التمثال المستحيل"، وهو أول تمثال يتم إنتاجه من خلال دمج تقنية الذكاء الاصطناعي مع التصنيع الدقيق، وجاء التمثال كصياغة معاصرة لفنون عصر النهضة. [١]

كانت الفكرة الرئيسية لهذا العمل أن تكون مستوحاة من تصميمات لأعمال كبار الفنانين من فترات مختلفة على مر العصور التاريخية، وهو مزيج رائد من الفن والتكنولوجيا والهندسة، حيث يجمع التمثال بين أعمال خمسة فنانين هم: مايكل أنجلو Michelangelo (إيطاليا، ١٤٧٥-١٥٦٤)، واوغست رودان Auguste Rodin (فرنسا، ١٨٤٠-١٩١٧)،

وكاثي كولفيتس Käthe Kollwitz (ألمانيا، ١٨٦٧-١٩٤٥)، وتاكامورا كوتارو Takamura Kotaro (اليابان، ١٨٨٣-١٩٥٦)، وأوغستا سافاج Auguste Savage(الولايات المتحدة، ١٨٩٢-١٩٦٢)، والذين لديهم اتجاهات فنية مختلفة تماماً، فقد تم استخدام الذكاء الاصطناعي لتحليل وتوليف عناصر أعمال الفنانين البارزين وخلق منحوتة ثلاثية الأبعاد تلتقط جوهر أسلوب كل فنان، فنتج عن ذلك تمثال في حجم الإنسان ويده ممدودة ويحمل كرة أرضية، ويرى صانعي التمثال أنه يرمز إلى قوة ووحدة الفن والتكنولوجيا.([١٣])

تم تنفيذ العمل "التمثال المستحيل" بتعاون مجموعة فريم ورك "A.I. Framework"، وشركة ساندفيك "Sandvik" الهندسية السويدية المتخصصة بتقطيع المعادن، وتم تنفيذه من مادة الفولاذ المقاوم للصدأ، ويزن التمثال ٥٠٠كجم، كما يبلغ طوله خمسة أقدام، ومصمّم على شكل إنسان يحمل بيده كرة ضخمة. [١] شكل (١)

شكل (١) يوضح التمثال المستحيل - متحف العلوم والتكنولوجيا - مصنوع من الفولاذ - ستوكهولم - السويد [13]

- **مراحل التصميم:**

تم تصميم هذا العمل على عدة مراحل، إذ بدأ أولاً تدريب أحد برامج الذكاء الاصطناعي على نماذج لأعمال الخمسة نحاتين عن طريق اختيار السمات الأساسية لأعمالهم من قبل الآلة، فقد جمع هذا التمثال بين أشهر السمات الفنية لهؤلاء النحاتين فنرى الاهتمام بتأثير الضوء على السطح وانطباعية رودان ووضعية تماثيل مايكل انجلو الديناميكية ومفهوم الكتلة في التماثيل المعدنية لتاكامورا كوتارو وطبيعية أعمال كولويتز، وحركة كوتارو، وجرأة شخصيات سافاج، وبعد اختيار فريق ساندفيك "Sandvik" السمات المرغوبة من بعض النحّاتين الأكثر شهرة على مدار القرون الخمسة الماضية، فقد قاموا بإنشاء صور متكرّرة باستخدام مزيج من برامج Stable Diffusion و DALL-E وMidjourney . [14]

وبعد الاستقرار على التصميم، قام فريق ساندفيك "Sandvik" بتحويل الصورة ثنائية الأبعاد إلى نموذج ثلاثي الأبعاد باستخدام كل من برنامج تقدير العمق، وتقدير الوضع البشري، وهي مهمة يقوم بها الحاسب الآلي، ثم قامت الشركة باختبار شامل لعملية التصنيع في سلسلة من المحاكاة الرقمية، وخفّضت كمية الفولاذ المستخدم في العملية إلى النصف، حيث يتألف التمثال من تسعة ملايين مضلّع، و١٧ قطعة فولاذية منفصلة، وهو يختلف عن التصميم الرقمي بأقل من ٠,٠٣ مم [13] شكل (٢)

شكل (٢) يوضح لقطات مختلفة من منحوتة " التمثال المستحيل" - تم تصميمه باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي [14]

- **التحليل الفني للعمل:**

في هذا الصدد قال بيتر سكوج "Peter Skoog"، مدير متحف العلوم والتكنولوجيا في بيان له: "إن التمثال هو مثال رائع لما يمكن أن يخلقه المزج بين التكنولوجيا الحديثة والذكاء البشري، وتتمثل مهمّتنا في خلق فهم أوسع لإمكانيات التكنولوجيا، وتحفيز الجيل القادم"، بينما تقول جوليا أولديريوس"Julia Olderius" ، وهي مسؤولة عن الابتكار في المتحف "ثمة شيء في التمثال يشعرك بأنّه ليس من ابتكار البشر".[١٣]

كما يري البعض أن أكثر النماذج الفنية والنحتية شهره التي تم خلقها بواسطة الذكاء الاصطناعي ما هي إلا إعادة إحياء لأعمال فنية قديمة لفنان مشهور، ولكن بخامات فنية مختلفة أو إعادة تشكيل العمل الفني بشكل مختلف، فنجد هنا أن قيمة العمل الفني الحديث تكمن في الأساس في قيمة العمل الفني الأصلي والفنان صاحب العمل القديم وليس في فكرة إعادة إنتاجه بخامة جديدة، فالإبداع الفني في الأساس هو أصالة الفكرة ومضمون العمل الفني ورسالته وليس مجرد إعادة لفكرة قديمة بشكل أو باستخدام تقنية جديدة، فإن بطل العمل الفني في حالة استخدام تقنية الذكاء الاصطناعي يتمركز حول الأداة وليس الفكرة الإبداعية، حيث يتمحور الحديث والمناقشات دائماً حول إمكانية الذكاء الاصطناعي في خلق عمل فني وليس في مضمون ورسالة العمل الفني وهنا تحول أساس العمل الفني إلى أداة وليس فكرة إبداعية وبالتالي أصبحت التكنولوجيا هي الأساس وليس إبداع الفنان[1]

٢- <u>النموذج الثاني "تصميم نحتي على شكل انسان":</u>

بدأ استوديو اونفورمتيف "Onformative" للتصميم في برلين مشروعاً بحثياً يعتمد على الذكاء الاصطناعي لبرمجة ومراقبة وإعادة تفسير تطور الآلة التي تتعلم كيفية نحت نموذج ثلاثي الأبعاد، ويشير الفريق إلى أن" الجانب الأساسي في عملية الإبداع المشترك هو أننا – إلى حد ما – تخلينا عن السيطرة، فمع تزايد تكيف الذكاء الاصطناعي في مجالات التصميم، يتغير دورنا كمبدعين بشريين بسرعة، فالآلات أسرع بكثير من البشر في التعلم وإعادة إنتاج مخرجات بصرية، في حين أن المبدعين من البشر يحفزهم الفضول في الغالب"، واستكشافاً لهذا التجاور والفضول في البحث عن توازن بين اثنين من المبدعين المشتركين وهما (الإنسان والآلة)، فقد قاموا بتقديم هذه التجربة كسلسلة منسقة من الأعمال الفنية الرقمية في بيئة عرض ثلاثية الأبعاد، وهي عبارة عن رحلة مكعب بسيط يتحول إلى شكل يمكن التعرف عليه بشكل متزايد مع كل تكرار، ليتخذ في النهاية شكل الإنسان.[١٥] شكل (٣)

شكل (٣) يوضح تشكيل نحتي على هيئة انسان باستخدام تقنية الذكاء الاصطناعي (١)

فقد قام استوديو التصميم اونفورمتيف "Onformative" بتصميم عملية تعلم آلي ونموذج ذكاء اصطناعي كأداة نحت تقليدية رمزية، ويشير الفريق إلى أن "تجربة الذكاء الاصطناعي كمبدع والتعلم منه أصبح سعينا الرئيسي"، فمن خلال الذكاء الاصطناعي قاموا بعمل استراتيجيات مختلفة تسعى إلى التحسين المستمر في طريقها لتجسيد شكل معين، ومن خلال تغذيته بأدوات وقواعد ومكافآت مختلفة من خلال التعلم المعزز، تمكن الفريق من توجيه العملية – وليس النتيجة – مما كشف عن أشكال نهائية غير متوقعة.[1] شكل (٤)

شكل (٤) يوضح التنوع في شكل المخرجات النحتية الناتج عن اختلاف استراتيجيات العمل بالذكاء الاصطناعي[15]

- **خطوات التصميم:**

قام فريق عمل اونفورمتيف "Onformative" بالاستعانة بالذكاء الاصطناعي لتحقيق الهدف المحدد المتمثل في نحت نموذج ثلاثي الأبعاد، وتم تدريب الذكاء الاصطناعي من خلال التعلم المعزز القائم على المكافآت والعقوبات، حيث تمت برمجة The agent، والذي تم تعريفه على أنه "نموذج معين للتعلم الآلي للبحث عن أقصى قدر من المكافأة في عملية التجربة والخطأ في البيئة القائمة على فوكسل voxels والتي بدأت كمكعب كبير"، وتم توفير بيانات لا نهائية وهيكل مكافأة واضح ل The agent ليتحرك من خلاله، ومن هذا الهيكل الأولي كان على the agent إزالة الكتلة للاقتراب من الحالة المستهدفة المحددة مسبقًا. [15]

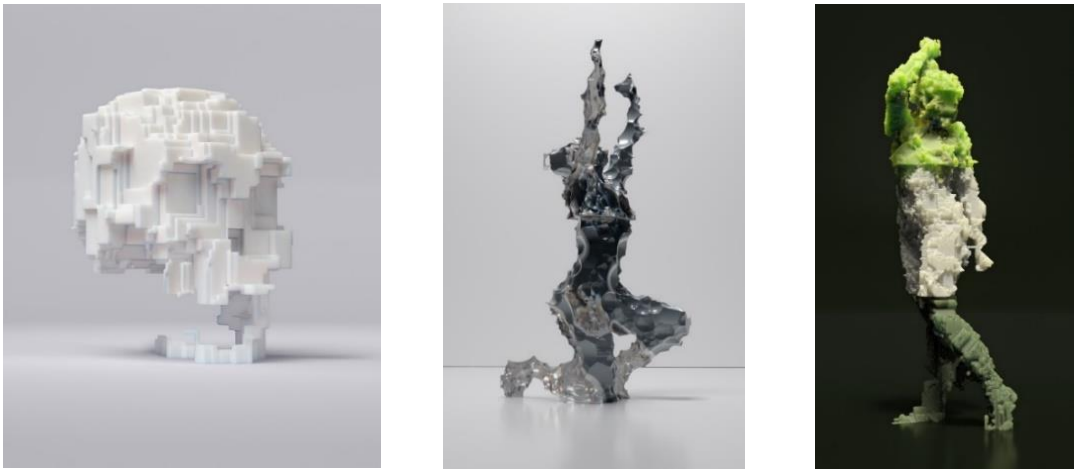
ومع كل خطوة، يكون The agent قادراً على تحديد المكان الذي يجب أن يذهب إليه، وما إذا كان سيزيل كتلة من الكتل الزائدة من حوله، ولتمكينه من التعلّم تم تكييفه بطريقة محددة، فعندما تتم إزالة كتلة زائدة تتم مكافأته، وعندما تتم إزالة الكتلة التي يجب أن تكون جزءًا من المنحوتة النهائية تتم معاقبته، ومن خلال التجربة والخطأ ابتكر The agent استراتيجياته الخاصة لتحقيق الشكل المطلوب.

وقد كانت إحدى النتائج اللافتة للنظر في هذا العمل هي التوازي الهائل في عملية التدريب، حيث تمكن الذكاء الاصطناعي من إجراء العديد من مجموعات التدريب في وقت واحد، مما أدى إلى تنوع كبير في المخرجات النحتية، ومن خلال مراقبة

تطور الآلة لمنحنى التعلّم لاحظ فريق اونفورمتيف"Onformative" مجموعة الاستراتيجيات والسلوكيات والمخرجات البصرية، حيث قاموا بتجارب مستمرة مع مختلف المتغيرات والقواعد المحددة مسبقاً. (١)

ولمزيد من الاستكشاف لمفهوم الإبداع المشترك، قرر فريق Onformative أن تأخذ وجهة The agent لرؤية العملية من منظور المبدع، وفي محاولة لتفسير عملية اتخاذ القرار التي يقوم بها، قام فريق التصميم بتجربة تصور بيانات الذكاء الاصطناعي مثل الثقة، أو الجزاء والمكافأة للخطوات الفردية داخل البيئة ثلاثية الأبعاد من خلال تسليط الضوء على مسار The agent عبر الكتلة، أي أنهم اكتسبوا منظوراً آخر لعملية الإنشاء نفسها. (15)

وأخيراً، قام الفريق بتجربة تعبيرهم الإبداعي من خلال تطبيق أدوات مختلفة ليختار The agentمن بينها من خلال إعداد التعلم المعزز، حيث سمحت هذه العملية بمزيد من التعقيد وأدت إلى تنوع وعمق الاستراتيجيات وكذلك النتائج البصرية، فمن خلال النظر إلى آثار الأدوات المختلفة على سطح الأشكال الناشئة تصبح عملية النحت مرئية، فالأدوات المختلفة لها بصمتها الفريدة من الخشونة إلى النعومة والسرعة إلى البطء، فكل قرار اتخذه The agent باختيار أداة أو طريقة توجيه مختلفة كان له نتيجة بصرية وتأثير مختلف. (15) شكل (٥)



شكل (٥) يوضح تجارب نحتية بصرية مختلفة باستخدام أدوات وتوجيهات مختلفة بتقنية الذكاء الاصطناعي (15)

ويشير الفريق إلى أنه "من خلال دراسة النتائج البصرية على طول العملية، تم اختيار عدد من النتائج وتحديدها كمنحوتات لتقديمها كأعمال فنية رقمية، وفي هذه المرحلة يأتي دور الإبداع البشري مرة أخرى، حيث كان على المصمم أن ينظر في أي التلاعبات التي تم صنعها آلياً في المكعب تعتبر قابلة للعرض، وكيف ينبغي عرضها". (1)

- **التحليل الفني للعمل:**

عن هذا العمل قال فريق اونفورمتيف "Onformative" في هذه التجربة نتعاون مع الذكاء الاصطناعي، والنتيجة ليست إعادة إنتاج لإبداعنا، بل هي غير متوقعة، حيث نحصل على نتائج غير مسبوقة، والتي تعيد إلهام طريقتنا في الإبداع، مما يسلط الضوء على أهمية استكشاف مفهوم الإبداع المشترك مع الذكاء الاصطناعي". (15)

كما يري البعض ان فكرة تحديد النتيجة النهائية من قبل المصمم جعلت هناك توازن بين الإنسان والآلة لخلق أعمال نحتية رقمية على هيئة إنسان، ولذلك يوجد اتزان وتناسق في مجمل تكوين الأعمال الفنية لهذا الفريق نوعاً ما مقارنة بالعمل السابق، وذلك بسبب تدخل المصمم في تشكيل النتيجة النهائية وفى العملية الإبداعية لتصميم الأعمال النحتية. (1)

٣- <u>النموذج الثالث العمل النحتي "Sense of healing"</u>:

العمل الفني"Sense of healing" هو منحوتة بيانات الذكاء الاصطناعي التي تنبثق من بحث طويل الأمد أجراه استوديو الفنان رفيق أنادول "Rafik Andol" في ابتكار فن تأملي قائم على البيانات العصبية، وقد تم التكليف بالعمل

لصالح حفل لويزا فيا "Luisa Via's concert" في مدينة روما بالتعاون مع منظمة اليونيسيف"UNICEF" لعام ٢٠٢٢م، ويقول رفيق أنادول Rafik Andol "إن المنحوتة تصور عمليات الشفاء لدى مرضى الصحة العقلية من خلال مجموعات من البيانات التي تفسر أنشطة العقل البشري، والتي تم جمعها باستخدام أجهزة استشعار تخطيط المخ وتقنيات التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي والتصوير بالرنين المغناطيسي الدماغي"، حيث قام رفيق أنادول "Rafik Andol" وفريقه بتفسير مجموعات البيانات الخاصة بأنشطة العقل البشري التي تم جمعها باستخدام مستشعرات تخطيط الدماغ لخلق عمل فني متعدد الحواس يساعد على تعزيز الصحة العقلية من خلال الفن. (16)

وفي ٢٣ يوليو في سانت تروبيه "Saint Tropez"، قدمت مبادرة الصحة النفسية "MYND" منحوتة بيانات الذكاء الاصطناعي "Sense of healing" للفنان رفيق أنادول "Rafik Andol" في الأمسية الافتتاحية لمعهد أورورا "Aurora" في فعالية "أمسية الاكتشاف"، وُتعد منحوتة "Sense of healing" أكبر منحوتة لبيانات الذكاء الاصطناعي العصبي في العالم، كما أنها أول عمل فني يتم إنتاجه بهذا الحجم باستخدام بيانات العقل البشري. (17)

حيث يقوم الفنان رفيق أنادول "Rafik Andol" بتشكيل عالم المعلومات مع التعلم الآلي لجعل العالم الافتراضي يتحاور مع الفضاء المادي، فبالنسبة له التكنولوجيا ليست مجرد أداه للإنجاز والتطوير والتحليل، بل هي قبل كل شيء تعبير وإبداع شخصي، ولكن في نفس الوقت عالمي، كما يري أن قرننا هو قرن التبادلات الهائلة بين الآلات والخوارزميات والبيانات التي يتم توليدها باستمرار، فالبيانات بالنسبة له هي أنماط لتشكيل حقائق جديدة، وأدوات للربط بين العلم والفن والتاريخ. (16)

كما تمثل منحوتة "Sense of healing" بداية التعاون بين الفنان رفيق أنادول و"Therme Art "و"MYND "، ويهدف المشروع المشترك إلى إعادة التفكير في المقاربات الحالية تجاه الصحة النفسية على المستوى العالمي، وذلك من خلال استخدام البحث والتطوير والإنتاج الإبداعي متعدد التخصصات من خلال استغلال قوة أحدث التطورات في مجال التقاط البيانات وأبحاث علم الأعصاب والحوسبة الكمية والتطوير المكاني، ويعتقد البعض أن هذه العلاقة ستتيح التعامل بشكل جماعي مع القضايا المعاصرة للصحة النفسية بطرق جديدة ومبتكرة. (17) شكل (٦)

شكل (٦) يوضح لقطات مختلفة من منحوتة "Sense of healing" - تصميم (MYND- Therme art- Rafik Andol) - تعتبر أكبر منحوتة في العالم لبيانات العقل البشري وتم تنفيذها باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي. (17)

٤- النموذج الرابع العمل النحتي بوابة البيانات "Data Gate":

تعد بوابة البيانات "Data Gate" أول منحوتة لبيانات الأبحاث الفلكية التي يتحكم فيها الذكاء الاصطناعي في العالم من إنتاج وكالة ناساNASA بمقاطعة جيانغسو شرق الصين، وهي عبارة عن منحوتة فنية عامة دائمة من تصميم استوديو أوتشه "Ouchhh" ومقره إسطنبول، وفي هذا العمل يطبق مفهوم التعلم الآلي على البيانات التي حصل عليها تلسكوب الفضاء كيبلر "Kepler Telescope" التابع لوكالة ناسا، والذي سافر في الفضاء لمدة ٩,٦ سنوات، وأكد وجود ٢,٦٦٢ كوكباً، ورصد ٥٣٠,٥٠٦ نجماً. (18)

يتكون العمل الفني من ٣ أجزاء وهما؛ الشكل والضوء والفضاء، فالضوء هو أول عمل فني في العالم يعتمد على فكرة استخدام التعلم الآلي في سياق اكتشاف الفضاء والأبحاث الفلكية من خلال مجموعات بيانات كبلر Kepler التابعة لوكالة ناسا، و باستخدام بيانات كبلر Kepler من وكالة ناسا سيتمكن الجمهور من مراقبة الكواكب الخارجية (الكواكب التي تدور حول نجوم أخرى) التي يمكن أن تتواجد فيها الحياة البشرية، ومن خلال أخذ هذا المفهوم خطوة أخرى إلى الأمام، يهدف أوتشة "Ouchhh" إلى اعتبار هذا العمل الفني بمثابة بوابة بين كوكبنا والكواكب الأخرى الصالحة للحياة حول الكون، وقد صوّر أوتشه نتائج هذه الشبكات العصبية لتحديد الكواكب الخارجية، وقام بتصميمها بشكل منمق بحيث يدعو العمل الناتج الزوار إلى الانغماس في عالم اكتشاف الفضاء الرائع من خلال منحوتة "Data Gate"، وسيقدم هذا العمل الفني تجربة حسية رائعة، ومن المفترض أن يصبح نصباً تذكارياً لفضول البشرية التأملي وحاجتها العميقة للاستكشاف. (18)

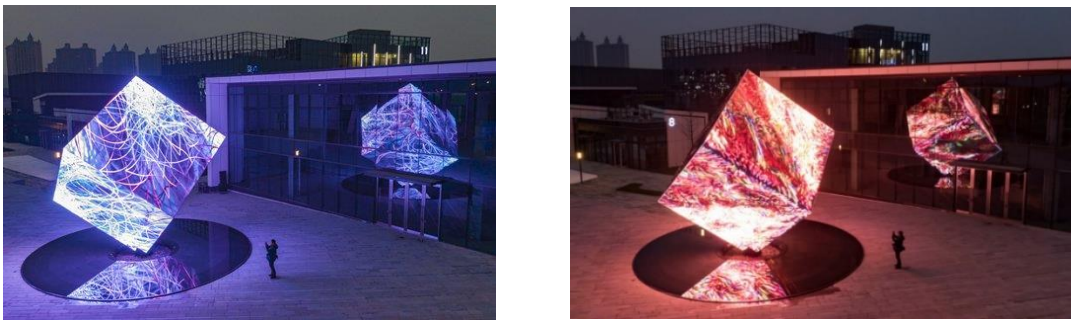
وقد جاء العمل النحتي يشبه في تكوينه المكعب، وسوف يحول بيانات تلسكوب كيبلر Kepler من وكالة ناسا إلى إشارات ثم يحولها إلى صور متحركة تُعرض على سطحه، مما يتيح للجمهور الغوص في عالم الاكتشافات الفضائية من خلال رصد الكواكب الخارجية (الكواكب التي تدور حول نجوم أخرى)، في هذا العمل تم استخدام البيانات كفرشاة والخوارزميات كلوحة فنية تحوّل البيانات إلى مادة جمالية يمكن أن يختبرها المشاهدين بطرق مختلفة، فيحول العمل البيانات غير المرئية إلى قطعة فنية يمكن أن يراها المشاهد ويتفاعل معها. (19) شكل (٧)

شكل (٧) يوضح التصميم الهيكلي لمنحوتة "Data Gate" - تصميم استوديو أوتشة "Ouchhh" - الصين (18)

وفي بداية هذا العمل تم تدريب شبكة من نوع RNN على مشاهد النجوم التي تم التقاطها خلال مهمة كيبلر Kepler من خلال كشط الصور النجمية المتاحة للجمهور، ثم قاموا بتجميع مكتبة واسعة من الصور التي تضم خرائط النجوم البعيدة، ونظراً لأن هذه الصور مأخوذة بعيداً عن الأرض، فإن مواقع النجوم وأي تشكيلات تشبه المجموعات النجمية غريبة بطبيعتها، وكنتيجة للتجارب الأولية لم تثبت شبكة RNN أنها مثمرة، حيث إن المنحنيات الضوئية للنجوم المنفردة متكررة للغاية، في حين أن توقع الأنماط متنوع جداً بين النجوم بحيث لا يمكن تفسيرها كبيانات واحدة متسلسلة مطلوبة لشبكة RNN، فتكون نتائج نمط المنحنى الضوئي للنجم الواحد نسخة طبق الأصل عن نفسه، في حين أن التدريب التراكمي يتقارب بسرعة إلى قيمة ثابتة دون إنتاج أي منحنى على الإطلاق. (18)

فبدلًا من ذلك، قاموا باستخدام حلًا غير تقليدي من خلال شبكة GANS يتمثل في التعامل مع المنحني كأرضية افتراضية، أي استخدام المخططات التي تنتجها شبكة GANs لتوليد الصور، فأدت النتائج إلى استكشاف المزيد من إمكانيات التطبيقات الإبداعية للذكاء الاصطناعي، حيث يتم تحويل المخرجات (فيديوهات المنحنيات الضوئية) التي يتم تحويلها باستمرار إلى تسلسلات رقمية، كما قاموا أيضاً بتحويل مقاطع الفيديو هذه إلى طوبولوجيات "Topologies" ثنائية الأبعاد، حيث يكون كل عمود من الصورة عبارة عن عرض لإطار واحد في الفيديو، بحيث يمثل الرابط الذي كانوا يهدفون

إليه في توليد أسطح كواكب أرضية افتراضية من المنحنيات الضوئية التي استُخدمت لإيجاد الكواكب الأرضية في المقام الأول، وفي النهاية تُستخدم هذه الأسطح مرة أخرى لتدريب شبكة GANs لإنشاء أسطح أرضية متحوّلة وحية ومتغيرة باستمرار لكواكب خيالية.[19] شكل (٨)



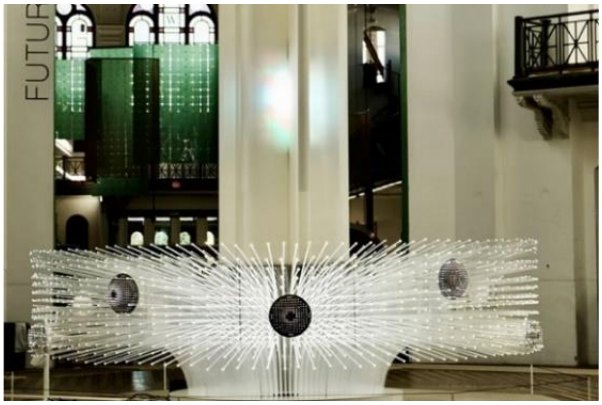
شكل (٨) يوضح لقطات لمنحوتة "Data Gate" - أول منحوتة لبيانات الأبحاث الفلكية التي يتحكم فيها الذكاء الاصطناعي[19]

٥- النموذج الخامس العمل النحتي "You and Me Sculpture":

العمل النحتي "You and Me" بمتحف سميثسونيان "Smithsonian" للفنون بولاية واشنطن الامريكية، وهي منحوتة صوتية تفاعلية تعمل بالذكاء الاصطناعي، حيث يترجم العمل الكلمات المنطوقة إلى ألوان وأضواء، وقد أنتج الفنان سوتشي ريدي "Sochi Reddy" وخدمات أمازون ويب سيرفيسز "Amazon Web Services" هذه القطعة لمعرض FUTURES من خلال ربط تقنية الذكاء الاصطناعي الصوتي الخاصة بشركة أمازون ويب سيرفيسز "Amazon Web Services" بالمنحوتة وتحويلها مع وصف كل زائر للعمل. [20]

يبلغ طول المنحوتة ٢٥ قدماً وعرضها ٢٠ قدماً وتقع في القاعة المستديرة لمبنى المعهد الأمريكي للاستثمار، فعندما يأتي الزوار إلى المنحوتة يمكنهم مشاركة أفكارهم ومشاعرهم حول المستقبل، حيث يتم التقاط الكلمات بواسطة ميكروفونات حول المنحوتة، ثم تستخدم شركة AWS الذكاء الاصطناعي لترجمتها إلى أضواء وألوان مطابقة تتوافق مع مواضيع مشاعر الزائرين.[20]

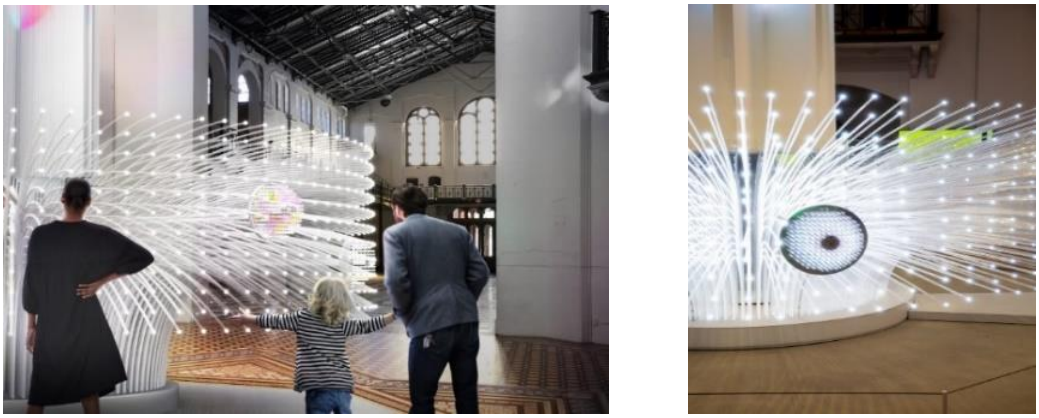
عمل الفنان سوتشي ريدي "Sochi Reddy" وشركة "AWS" على هذه القطعة لمدة عامين، حيث استخدموا أدوات مثل "Amazon Transcribe" و"Amazon Comprehend" ونموذج "Maker Amazon Sage" المخصص، كما يمكن للمهتمين الذين لا يستطيعون الوصول إلى المنحوتة المادية أن يتفاعلوا مع الخوارزمية عبر الإنترنت، والمنحوتة مغطاة بألواح رقيقة من مصابيح LED وموزعات الضوء إلى جانب الورق وأنابيب الأكريليك لتغيير شكل القطعة وإشراقها، فالفكرة هنا هي صناعة فن في حالة تغير مستمر ليعكس ما يقوله الزوار. [21] شكل (٩)



شكل (٩) منحوتة "You and Me" - متحف سميثسونيان Smithsonian - ولاية واشنطن بالولايات المتحدة الأمريكية

وهي منحوتة صوتية تفاعلية تعمل بالذكاء الاصطناعي [21]

وفي هذا الصدد قال سوتشي ريدي "Sochi Reddy" في معرض الكشف عن العمل الفني "كانت رؤيتي الأصلية للعمل "You and Me" هي الجمع بين الإنسانية والتكنولوجيا وخلق شعور بالتواصل في جميع أنحاء العالم، فمن خلال العمل مع AWS اكتسبت تقديراً عميقاً للذكاء الاصطناعي، واستمتعت باستكشاف الإمكانيات التي يوفرها كوسيط فني إبداعي، حيث يجمع عمل "You and ME" بين الإبداع البشري وإبداع الحاسب الآلي، وأتطلع إلى رؤية كيف يستجيب الجمهور ويستلهم من هذه القطعة الفنية". [21] شكل (١٠)



شكل (١٠) يوضح تفاعل المشاهدين مع العمل النحتي "You and Me" [21]

فهذا العمل النحتي هو جزء من اتجاه صاعد يربط بين الذكاء الاصطناعي الصوتي والفن، وهو ليس حتى الأول من نوعه في العاصمة، فقد تم افتتاح متحف تفاعلي صوتي كامل يسمى بلانيت وورد "Planet Word" في المدينة العام

الماضي، حيث يمزج متحف بلانيت وورد "Planet Word" بين الفن والذكاء الاصطناعي في مجموعة من المعروضات، مثل حائط من الكلمات التي تحكي تاريخ اللغة الإنجليزية حيث يؤثر ما يقوله الزوار على الكلمات التي يتم تسليط الضوء عليها، وهناك أيضاً معروضات مزودة بفرشاة رسم ذكية لرسم الكلمات، وغرفة لممارسة المحادثات مع متحدثي اللغات النادرة، وتمتد التجارب لتشمل الذكاء الاصطناعي الصوتي في المنزل أيضاً، فقد أطلقت شركة إنفيديا "NIVIDIA"مؤخراً أداة "GauGAN2" التي يمكنها تحويل الكلام والنصوص إلى لوحات واقعية، على غرار ما يقدمه المساعد الصوتي الروسي "Yandex"، إلا أن المنحوتة الجديدة تركز على ربط تلك التقنية بمكان عام أكثر أهمية.(21)

حيث يتيح العمل النحتي "You and Me" للناس المساهمة بأفكارهم ومشاعرهم في عمل فني تفاعلي من خلال قوة الذكاء الاصطناعي، كما قال نائب رئيس التعلم الآلي في أمازون سوامي سيفاسو برامانيان " Swami Sivasu Bramanian" في بيان له "لقد خلق سوتشي ريدي "Sochi Reddy" وبراعته الفنية جنبًا إلى جنب مع قوة الذكاء الاصطناعي عملاً فنياً مذهلاً من المؤكد أنه سيسعد أي شخص يتفاعل معه، نحن ممتنون لهذه الفرصة لإظهار مدى جمال التكنولوجيا وسهولة الوصول إليها، ونأمل أن يلهم هذا المشروع الأجيال الحالية والمستقبلية من الفنانين والتقنيين للتعاون وابتكار إبداعات جديدة". (20)

سابعاً: النتائج والتوصيات:

- **النتائج:**

١- سيؤدي تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في تصميم العمل النحتي إلى التطور والتغيير والانفتاح على فن جديد، فهو يتيح للفنان أن ينطلق في إدراك مفاهيم فنية جديدة.

٢- استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في فن النحت لا يمكن أن تقوم بدور النحات كاملاً فتلغيه أو تحل محله، أو تقلل من مكانته وتمحو بصمته، بل على العكس فهي تساعد الفنان علي تطوير أدائه وأدواته، وتساعده على التجديد والتغيير وفتح أفاق جديدة في التعبير والإنتاج.

٣- الهدف من أنظمة الذكاء الاصطناعي تتمثل في تطوير طرق جديدة تكمل الابداع البشري وتعزز سهولة العيش، فالذكاء الاصطناعي يعتبر أداه قوية قادرة على تعزيز قدرات فن النحت، ولكنه سيظل بحاجه إلى التوجيه الإبداعي لفنان بشرى.

- **التوصيات:**

١- في ظل انتشار تقنيات الذكاء الاصطناعي بدأت تظهر المنحوتات الافتراضية، لذلك توصي الباحثة بأهيمه تعزيز تطبيق المنحوتات الافتراضية في تعليم الفنون.

٢- ضرورة التوعية بالانفتاح على التكنولوجيا واستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تصميم فن النحت لاستكشاف تقاطعات جديدة بين الفن والتكنولوجيا وتوسيع حدود الابداع الفني.

٣- ضرورة التوعية بأهمية دور المصمم النحات في خلق أعمال نحتية تتحدى التقاليد من خلال تطويع تقنيات الذكاء الاصطناعي لإثراء ابداعه الفني.

المراجع:

١- عبده، سارة عبد ربه محمد. "النحت والذكاء الاصطناعي: التلاقي بين الابداع البشري والآلات"، مجلة التصميم الدولية، المجلد (١٤)، العدد (١)، يناير ٢٠٢٤م.

alnaht walzakaa aliaistinay: altalaqi bayn alebdaa "Abdou, Sara Abd Raboh Mohamed. , majalat altasmim aldawlya, almujalad (14), aladad (1), Yanayir 2024."albashari w alalat

٢- أمين، زينب محمد. أبو زيد، أمل محمد. على، أسماء ماهر. " الذكاء الاصطناعي والاتجاهات المعاصرة في الفنون التشكيلية"، مجلة الفنون التشكيلية والتربية الفنية، المجلد (٧)، العدد (٢)، يوليو ٢٠٢٣م.

Amin, Zaynab Muhamad – Abu Zeed, Amal Muhamad – Ali, Asma Mahir. "AlZakaa alaistinay walaitigahat almoasra fi alfunon altashkilya", majalat alfunon altashkilya waltarbya alfanya, almujalad (7), aladad (2), Yuliu 2023.

٣- الرشيد، ابتسام بنت سعود. " الذكاء الاصطناعي وتحول مفهوم الابداع في التصوير التشكيلي الرقمي"، المجلة التربوية لكلية التربية بسوهاج، العدد (١٠٩)، الجزء الثاني، مايو ٢٠٢٣م.

Al-Rasheed, Ibtisam bent Saud. Alzakaa aliastinay w tahawal mafhom alebidaa fi altaswir altashkili alraqmi", almajalat altarbawya likoliyat altarbya bisuhaj, aladad (109), algozaa althani, Mayo 2023.

٤- عيد، أحمد جمال أحمد. " الاستفادة من الذكاء الاصطناعي في انتاج رسوم وتصاميم الجرافيك الحديثة"، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، المجلد (٩)، عدد خاص (١١)، أبريل ٢٠٢٤م.

Eid, Ahmed Gamal Ahmed. "Alestifada min alzakaz alaistinzy fi entag rusom w tasamim albaraafik alhaditha", majalat alemara walfunon w aleulom aleinsanya, almujalad (9), adad khas (11), April 2024.

٥- The Research on the Characteristics of AI Application in "Fan, Xinyuan . Liang, Yuqi. , Proceedings of the 4th International Conference on Language, "Art Field and Its Value 2023. Cultural Exchange, August Art and https://www.researchgate.net/publication/373466601_The_Research_on_the_Characteristics_of_AI_Application_in_Art_Field_and_Its_Value (13/05/2024).

٦- , "Research on Sculpture Art Creation Method Based on Digital Technology"Weilin, Zeng. Converter Magazine, Volume No (6), 2021.

٧- Study on Network Virtual Printing Sculpture Design using"Sirivesmas, Veerawat. Xu, Wei. , International Journal of Communication Networks and information "Artificial Intelligence Security, Volume (14), Issue (03), 2023.

٨- , Online article, published on 7 "AI & Visual Culture: 29. Sculpture"Shomylov, Vladimir. February 2024. https://www.linkedin.com/pulse/ai-visual-culture-29-sculpture-vladimir shmoylov-ixene (13/05/2014).

٩- , "Generative artificial intelligence, human creativity, and art"Lee, Dokyun. Zhou, Eric. Journal PNAS Nexus, Volume (3), Issue (3), published in March 2024. https://academic.oup.com/pnasnexus/article/3/3/pgae052/7618478 (17/05/2024).

١٠- A Novel Technique to Regenerate Sculpture Using Generative "Jainulabudeen, S A k. , In book: Intelligent Systems and Computer Technology, published "Adversarial Network in November 2020. https://www.researchgate.net/publication/346803666_A_Novel_Technique_to_Regenerate_Sculpture_Using_Generative_Adversarial_Network (17/05/2024).

١١- , "Redefining Artistic Integrity: Can GANs Become Partners in Creation?"Deka, Debjat. online article, published on 29 April 2024. https://www.linkedin.com/pulse/redefining-artistic-integrity-can-gans-become-partners-debajit-deka-uakhc?trk=articles_directory (18/05/2024).

١٢- , Proceedings of "Application of Virtual Reality Technology in Sculpture Art"Shi, Linlin. the 2022 2nd International Conference on Education, Information Management and Service

Science, 2022. https://www.atlantis-press.com/proceedings/eimss-22/125978062 (19/05/2024).

١٣- S A K Jainulabudeen
١٤- a,1
١٥- , H Shalma
١٦- b
١٧- , S Gowri Shankar
١٨- c
١٩- , D Anuradha
٢٠- d
٢١- ,
٢٢- K Soniya
٢٣-

THE IMPOSSIBLE STATUE UNITS FIVE ICONIC SCULPTORS "13- Petridou, Christina. , Designboom magazine, Online article, published in 25 May 2023. "THROUGH AI https://www.designboom.com/technology/real-life-statue-michelangelo-rodin-signature-styles-ai-sandvik-the-impossible-05-25-2023/ (7/07/2024).

, "The first status made by generative AI is the love child of 5 famous sculptors"14- Diaz, Jesus. Online article, published in May 2023. https://www.fastcompany.com/90889274/first-generative-ai-statue (22/05/2024).

, Designboom magazine, Online "What happens when AI becomes the creator"15-Khan, Ravil. article, published in December 2022. https://www.designboom.com/technology/onformative-trains-ai-sculpt-3d-models-cube-voxels-12-22-2022/ (7/07/2024).

Refik Anadol on A.I., Algorithms and the "16- Pengelly, Alexandra Tremayne. , Online article, published in June 2023. "Amazon https://observer.com/2023/07/refik-anadol-on-a-i-algorithms-and-the-amazon/ (25/05/2024).

On process: Rafik Andol seeks to demystify AI art by showing how it is put "17- Jebb, Louis. , The Art Newspaper, Online article, published in April 2024. "together https://www.theartnewspaper.com/2024/04/05/on-process-refik-anadol-seeks-to-demystify-ai-art-by-showing-how-it-is-put-together (7\07\2024).

, Parametric "Outstanding data paintings and sculptures by Ouchhh"18- Ikiz, Serra Utkum. Architecture magazine, Online article, October 2022. https://parametric-architecture.com/outstanding-data-paintings-and-sculptures-by-ouchhh/ (7\07\2024).

, China Daily, Online article, published in "Picture of the future"19- Yuezhu, Cheng. January 2019.https://global.chinadaily.com.cn/a/201901/16/WS5c3e718ea3106c65c34e4a7e_2.html (27/05/2024).

, "Smithsonian art museum unveils interactive voice AI sculpture" 20- Shwartez, Eric Hal. Online article, Published in November 2021. https://voicebot.ai/2021/11/29/smithsonian-art-museum-unveils-interactive-voice-ai-sculpture/ (7\07\2024).

21- Moody, Elle. “Emotional AI’ Sculpture Blends Physics, Neuroscience and Data Technology with the Human Voice”, Smithsonian magazine, Online article, published in May 2021.
https://www.si.edu/newsdesk/releases/smithsonian-announces-new-interactive-installation-acclaimed-artist-suchi-reddy (29/05/2024).