تأثير الفراشة: الحركة ما بين قوانين نيوتن الحتمية ونظرية الفوضى في أعمال تصويرية من فن "الفراكتال" الرقمي المعاصر

The Butterfly Effect: Movement between Newton's Deterministic Laws and Chaos Theory in Digital Contemporary Fractal Paintings

م. د/ مهرة حامد محمد صقر

مدرس التصوير بكلية الفنون الجميلة جامعة المنصورة

Dr. Mohra Hamed Mohammed

Lecturer - photography at the Faculty of Fine Arts, Mansoura University

mohrahsakr@mans.edu.eg

ملخص البحث

لطالما كانت الحركة جزءًا لا يتجزأ من فن التصوير على مر الزمن. سواء عبر الإيحاء بحركة فعلية على مسطح التصوير أو من خلال توجيه أعين المشاهدين ضمن حدود العمل التصويري. يقدم هذا البحث أعمالاً تصويرية باستخدام الوسيط الرقمي حول مفهوم الحركة. ويتعرض البحث إلى مفهوم الحركة من منظورين؛ الأول: الحركة الفعلية الفيزيائية، والثاني: الحركة كمبدأ من مبادئ التصميم وأحد أهم عناصر نجاح العمل التصويري. فالأعمال تقدم مفهوم الحركة الفعلية من خلال تعبير تصويري مرئي لحركة طيور وفراشات، وتشكيليًا من خلال استغلال عناصر العمل التصويري المختلفة للتعبير عن مفهوم الحركة وما يرتبط بها من إيقاع بصري.

والأعمال التي يقدمها البحث تنقسم في مجملها إلى ثلاث مجموعات، كل مجموعة منها تقدم تعبيرًا تصويريًا لمفهوم الحركة من منظور أحد قوانين نيوتن الثلاث للحركة، غير أن تلك الأعمال هي باستخدام ما يعرف **بفن الفراكتال** Fractal Art، وهو فن رقمي يعتمد في إنتاجه على **هندسة الفراكتال** Fractal Geometry الحديثة إلى حد كبير والتي تهتم بدراسة النظم الفوضوية، والتي تأتى كفلسفة في العلم مناقضة لما يُعرف بالفلسفة الحتمية التي تجسدها قوانين **نيوتن** للحركة، ما يقدم في البحث نوعًا من المفارقة ما بين موضوع اللوحات والوسيط المستخدم في إنتاجها.

والبحث يتبع المنهج الوصفي التحليلي لشرح وتحليل مفهوم الحركة عند كل من نيوتن وضمن ما يعرف بنظرية الفوضى، كما يتبع كذلك المنهج التجريبي من خلال ما يُقدمه من أعمال تصويرية تُمثل الحركة الحتمية باستخدام وسيط يتبع مفهوم نظرية الفوضى، وتتمثل أهم النتائج في نجاح الأعمال بشكل عام في توظيف الوسيط الرقمي وبخاصة **فن الفراكتال** في تقديم تعبيرًا تصويريًا مرئيًا للحركة وفق نظريات نيوتن الحتمية وكمبدأ من مبادئ التصوير.

الكلمات المفتاحية

فن الفراكتال – التصوير الرقمي – مفهوم الحركة – الفلسفة الحتمية – نظرية الفوضى.

Abstract

Through the years, movement has always been part and parcel of the art of painting; whether through illusion of physical movement on canvas or through directing viewers eyes within a painting. This research discusses the concept of movement through paintings utilizing the digital medium. It examines movement through two viewpoints, first: the illusion of physical movement, second: movement as a vital principle contributing to the success of a painting. In the paintings, physical movement is represented through painterly expression of birds and

butterflies' while flying, and movement as a design principle by using various painterly elements to express the concept of movement and rhythm.
Moreover, the paintings are categorized in three groups; each group offers a visual representation of one of Isaac Newton's laws of motion. However, they are fractal paintings based on Fractal Geometry; a field relating to the study of nonlinear chaotic systems. In the philosophy of science, chaos stands in opposition to Newton's determinism. Thus, these paintings offer a kind of paradox between the topic it embodies, and the tool used to bring them to life.
This research follows a descriptive analytical method to describe and analyze the concept of movement in both Newton's laws and Chaos Theory. In addition, it also follows an experimental method through paintings representing deterministic movement through a chaotic tool. Results include relative success of use of digital Fractal Art to represent the illusion of actual movement in accordance with Newton's determinism as well as movement as a painterly principle within the artworks.

key words
Fractal art – Digital Painting - Concept of Movement - Deterministic Philosophy - Chaos Theory.

مقدمة
عندما وضع العالم الإنجليزي السير **"اسحق نيوتن"** Sir. Issac Newton (١٦٤٣م-١٧٢٧م) قوانينه الثلاثة الشهيرة للحركة كان ذلك تجسيدًا لفلسفته التي **سُميت بالحتمية** Determinism. وتعنى **الحتمية** الاعتقاد بأن **كل حدث أو فعل هو النتيجة الحتمية لحدث أو فعل آخر يسبقه،** أي أن بإمكاننا التنبؤ مقدمًا بأي حدث أو فعل في المستقبل، إذا ما عرفنا ما يسبقه من أحداث أو أفعال (Trump 1998).

وفى النصف الثاني من القرن العشرين، ظهرت فلسفة أخرى تناقض فلسفة **نيوتن** الحتمية تلك عُرفت باسم **"بتأثير الفراشة"**. وتأثير الفراشة هو مصطلح للدلالة على نظرية في علم الفيزياء تُعرف **"بنظرية الفوضى"** Chaos Theory. وتهتم النظرية بوضع تفسير علمي لما تحمله الطبيعة من تعقيدات قد تبدو لنا في حالة من الفوضى؛ كتوقع حالات المناخ، وتفسير تشكيلات السحب، وجريان الأنهار، وحركة الطيور.

هذا البحث يقدم لوحات تصويرية تُعد استمرارًا لتجربة الباحثة في **فن الفراكتال** والتي بدأتها مع رسالة الدكتوراة في التصوير الرقمي منذ حوالي ٢٠٠٦م. **وفن الفراكتال** Fractal Art هو **فن رقمي** يعتمد في إنتاجه على **هندسة الفراكتال** Fractal Geometry التي تهتم بدراسة **النظم الفوضوية،** ووضع نماذج قادرة على تقديم تفسير للظواهر المعقدة التي قد تبدو لنا في حالة من الفوضى، كحركة الطيور والفراشات المفعمة بالحيوية والانطلاق.

ولوحات البحث قدمتها الباحثة في معرض فني بعنوان **"تأثير الفراشة"** The Butterfly Effect بقاعة العرض الكبرى بكلية الفنون الجميلة جامعة حلوان، وقد افتتح المعرض بتاريخ ١٠ فبراير ٢٠١٨م. واللوحات تمثل في الحقيقة نوعًا من المفارقة، فهي تقدم تعبيرًا تصويريًا لقوانين **نيوتن** الخاصة بالحركة، والتي تُعد تجسيدًا لفلسفته **الحتمية** التي تؤمن بدقة التنبؤ بحالة الأجسام والنظم في المستقبل في حين أن المسار الذي اتخذته الباحثة في إنتاج تلك الأعمال يتبع فلسفة أخرى مناقضة هي فلسفة **الفوضى** والتي تؤمن بأن أي تغيير في حالة الأجسام والنُظم المبدئية يجعلنا غير قادرين على التنبؤ بحالتها المستقبلية.

إشكالية البحث

التعبير عن مفهوم **الحركة** وفق نظريات **نيوتن** وفلسفته (**الحتمية**)؛ وذلك في شكل أعمال تصويرية باستخدام الوسيط الرقمي المتمثل في **"فن الفراكتال"** Fractal Art والذي يتبع انتاجه فلسفة أخرى تعرف بنظرية (**الفوضى**) أو (**تأثير الفراشة**)، والتي تهتم بدارسة النظم الفوضوية غير الخطية. والبحث كذلك سيتعرض تشكيليًا لمفهومي **الحركة والإيقاع** ضمن العمل التصويري من خلال تجربة تصويرية تستغل **الوسيط الرقمي**، وعلى وجه الخصوص **"فن الفراكتال"**.

أهمية البحث

تكمن أهمية البحث في إلقاء الضوء على فلسفتين في العلم يقعان على طرفي النقيض من بعضهما البعض إلى حد كبير تهدفان إلى فهم وتفسير الطبيعة من حولنا وبخاصة مفهوم الحركة ألا وهما (**الحتمية**) Determinism و(**الفوضى**) Chaos. والبحث يقدم كذلك تجربة عملية تجمع ما بين مفهوم الحركة الفيزيائية والحركة من منطلق تصويري من خلال الوسيط الرقمي وبخاصة **"فن الفراكتال"**، أحد أهم مجالات فن التصوير الرقمي المعاصر، الأمر الذي يعمل على إثراء المكتبة العربية، والمجتمع الفني بشكل عام، بتجربة فنية وبحثية جديدة ومعاصرة.

أهداف البحث

– التعرف على فلسفتين في علم الطبيعة يهتمان بتفسير وفهم **الحركة فيزيائيًا** ألا وهما الفلسفة (**الحتمية**) التي تمثلها قوانين **نيوتن** الثلاثة للحركة، وفلسفة (**الفوضى**) التي تتبع ما يُعرف بنظرية الفوضى.

– الربط بين الحركة (**الحتمية**) والحركة (**الفوضوية**) من خلال أعمال تصويرية تمثل الأولى باستخدام أداة تتبع الثانية.

– تقديم تجربة عملية في فن التصوير تجمع ما بين الحركة الفيزيائية و**الحركة في التكوين** كأحد مبادئ نجاح العمل التصويري.

– التعرف على إمكانات **"فن الفراكتال"** أحد مجالات التصوير الرقمي الحديث نوعًا ما في تقديم أعمال تصويرية تعبر عن مفهوم الحركة.

فروض البحث

– يفترض البحث إمكانية تمثيل الحركة كما وصفها العالم **إسحق نيوتن** في قوانينه الثلاثة للحركة من خلال أعمال تصويرية إبداعية بالوسيط الرقمي وبخاصة "فن الفراكتال".

– كما يفترض إمكانية الوسيط الرقمى المتمثل في "فن الفراكتال" في مساعدة الفنان في التعبير التصويري بشكل عام، والتعبير عن الحركة - وما ينتج عنها من إيقاع - كأحد أهم مبادئ نجاح العمل الفني التصويري بشكل خاص.

مصطلحات البحث

– **الفلسفة الحتمية Determinism:** تعنى **الحتمية** الاعتقاد بأن **كل حدث أو فعل هو النتيجة الحتمية لحدث أو فعل آخر يسبقه**، أي أن بإمكاننا التنبؤ مقدمًا بأي حدث أو فعل في المستقبل، إذا ما عرفنا ما يسبقه من أحداث أو أفعال (Trump 1998).

– **نظرية الفوضى** Chaos Theory**:** "نظرية الفوضى" هي نظرية تصف سلوك النُظم غير الخطية عند التكرار، والتكرار يُشير إلى إدخال نتائج المعادلات الخاصة بحساب سلوك تلك النُظم كمعطيات مرة بعد مرة، وتظهر النتائج في شكل مرئي كنقاط في الفراغ، وسميت بذلك الاسم لأن نتائج تلك المعادلات والتي تحدد مسار النظم في المستقبل لم تكن تتماشي مع النتائج المتوقعة وظهرت في شكل عشوائي وغير منطقي وصف بالفوضوي (Saitis 2007) .

– **تأثير الفراشة** The Butterfly Effect**:** مصطلح "تأثير الفراشة" يرتبط بتساؤل طرحه الباحث والبروفيسور الأمريكي بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا MIT **إدوارد لورينز** Edward Lorenz (١٩١٧- ٢٠٠٨م) في الاجتماع رقم ١٣٩ **للجمعية الأمريكية لتطور العلوم** American Association for the Advancement of Science عام ١٩٧٢م حول تأثير التغييرات الطفيفة في الظروف الأولية للنُظم الديناميكية – غير الخطية – في مسار تلك النُظم المستقبلي، وكان التساؤل حول ما إذا كانت الحركة النابعة من جناحي فراشة في البرازيل يمكنها أن تؤدي إلى حدوث إعصار مدمر في تكساس، وذلك للدلالة على النتائج الكبيرة وغير المتوقعة – الفوضوية - في سلوك تلك النُظم، وهو ما يُطلق عليه في علم الطبيعة الحساسية المفرطة للحالة الأولية Sensitivity to initial condition، وقد أصبحت تلك الصورة البلاغية التي طرحها **لورينز** هي الأساس لما يعرف **"بنظرية الفوضى"** ومرادفًا لها منذ ذلك التاريخ (Vernon 2017) .

– **النظم الخطية وغير الخطية Linear and Nonlinear Systems:** تعني **النظم الخطية** أن أي تغيير في مدخلات النظام ينتج عنه تغيير مماثل في المخرجات، وهو ما يظهر في شكل خط مستقيم عند تمثيله بيانيًا، أما في **النظم غير الخطية** فالتغيير في مدخلات النظام لا ينتج عنه تغيير مماثل في المخرجات، وعند تمثيل النتائج بيانيًا لا تظهر في شكل خط مستقيم (Truax 1999).

– **فن الفراكتال Fractal Art:** فن الفراكتال هو فن رقمي بدأ في الانتشار مع الثمانينيات من القرن الماضي وهو فن نابع من نتائج معادلات الفراكتال التي تظهر في شكل مرئي كلوحات تصويرية هي في الواقع تمثيل بياني لنتائج المعادلة، ويتم إنتاج أعمال الفراكتال بمساعدة الحاسب فقط (Saitis 2007) .

منهجية البحث

المنهج الوصفي التحليلي لوصف وتحليل مفهوم الحركة من منظور قوانين نيوتن الحتمية ونظرية الفوضى، والمنهج التجريبي من خلال عرض وتحليل للأعمال التصويرية الرقمية التي أنتجتها الباحثة حول مفهوم الحركة.

حدود البحث

– **الحدود الزمنية للبحث**: تتمثل حدود البحث الزمنية في الفترة من حوالي منتصف العام ٢٠١٧م وحتى بداية العام ٢٠٢١م.

– **الحدود المكانية:** جمهورية مصر العربية وبخاصة القاهرة، حيث إن الأعمال البحثية التي يتضمنها البحث هي نتاج لتجربة فنية أجرتها الباحثة منذ حوالي منتصف عام ٢٠١٧م وعُرضت في معرض فني أقيم بكلية الفنون الجميلة جامعة حلوان في الفترة من ١٠ إلى ١٥ فبراير ٢٠١٨م.

– **الحدود الموضوعية:** تتمثل الحدود الموضوعية في دراسة وتحليل مفهوم الحركة من منظور فلسفة نيوتن الحتمية ونظرية الفوضى من خلال أعمال تصويرية بالوسيط الرقمي وبخاصة "فن الفراكتال".

الإطار النظري للبحث

قبل البَدْء في عرض وتحليل الأعمال التي يتضمنها البحث علينا أولاً التعّرف على (**قوانين نيوتن**) للحركة، والتي تُعد مرادفًا لفلسفته (**الحتمية**) التي تعنى إمكانية التنبؤ بحالة النُظم والأجسام عبر الزمن. ومن ثم التعرف على (**نظرية الفوضى**) التي تؤكد على صعوبة تقديم مثل تلك التنبؤات الدقيقة فيما يخص نُظم وظواهر الطبيعة وتشكيلاتها الغنية اللانهائية.

أولاً: قوانين نيوتن للحركة

في عام ١٦٨٦م ومنذ ما يزيد عن ٣٠٠ عام مضت، وضع العالم الإنجليزي السير "**إسحق نيوتن**"Sir. Issac Newton قوانينه الثلاثة المعروفة للحركة وهي:

– **القانون الأول:** (يظل الجسم الساكن ساكناً، والجسم المتحرّك متحركاً، مالم تؤثر عليه قوى ما) (Hall 2015).

– **القانون الثاني:** (إذا أثرت مجموعة قوى على جسم ما، فإنها تمنحه تسارعاً يتناسب طردياً مع محصلة تلك القوى المؤثرة، وبنفس اتجاهها، وعكسياً مع كتلة الجسم) (Hall 2015).

– **القانون الثالث:** (لكل قوة فعل قوة رد فعل، مساوٍ له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه) (Hall 2015).

ففي **قانونه الأول** يؤكد **نيوتن** أن: (**الجسم الساكن يظل ساكنًا والجسم المتحرك يظل متحركًا ما لم تؤثر عليه قوى ما**). وهو ما يُفسَر في علم الطبيعة **بالقصور الذاتي**، بمعنى عجز الجسم عن التغيير من حالته سواء (الحركة) بسرعة ثابتة أو (السكون) إلا بدافع من قوى خارجية.

فالسيارة التي تسير بسرعة ثابتة في اتجاه معين عند إيقافها فجأة بالضغط على المكابح التي تمثل هنا قوى خارجية فسوف يندفع قائد السيارة بشدة إلى الأمام لأن جسمه قد اتخذ في تلك الحالة سرعة السيارة وبالتالي سيعجز جسمه عن إيقاف نفسه بنفسه وذلك لأن الأجسام تميل إلى الحفاظ على حالتها من الحركة أو السكون ما لم تؤثر عليها قوى خارجية.

والقانون الثاني: (**إذا أثرت مجموعة قوى على جسم ما، فإنها تمنحه تسارعاً يتناسب طردياً مع محصلة تلك القوى المؤثرة، وبنفس اتجاهها، وعكسياً مع كتلة الجسم**) وهو يصف ما يحدث للجسم عندما تؤثر عليه قوة ما، والعلاقة ما بين القوة المؤثرة على الجسم والحركة التي يكتسبها الجسم. فإذا أثرت (**قوة ما**) على (**جسم متحرك**) باتجاه حركته فإن (**سرعته سوف تزداد**). وإذا كانت تلك القوة المؤثرة (**معاكسة لاتجاه حركة الجسم**) فإن (**سرعته سوف تقل**). ومقدار القوة المؤثرة يؤثر في مقدار حركة الجسم - سواء تسارعه أو تباطؤه – فإذا تضاعفت القوة في اتجاه حركة الجسم فسيتضاعف تسارع الجسم في اتجاه حركته، ولكن إذا تضاعفت كتلة الجسم فتسارعه سيقل إلى النصف لأن مقدار القوة المؤثرة يتناسب عكسيًا مع الكتلة، أي أن تضاعف القوة المؤثرة على الجسم في اتجاه حركته مع وتضاعف كتلته يعنى أن تظل حركة الجسم – أو تسارعه – ثابتًا دون تغيير (هويت، سوشكوي و هويت ٢٠١٤).

أما **القانون الثالث** والأشهر من بين قوانين **نيوتن** الثلاثة: (**لكل قوة فعل قوة رد فعل، مساوٍ له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه**) – والذي يُعرف كذلك باسم قانون (الفعل ورد الفعل) – وهو يُقدم تفسيرًا للقوى المتبادلة بين الأجسام، سواء في حالة الحركة أو السكون؛ كصاروخ يندفع في الجو بحيث تكون قوة اندفاعة مساوية لقوة الدفع الذي يحدثها أثناء الانطلاق عن سطح الأرض بالنسبة للأجسام المتحركة، أو ككتاب موضوع على طاولة في حالة سكون؛ فهذا الكتاب الساكن هو في

حالة اتزان، إذ يؤثر الكتاب بقوة تساوى وزنه على الطاولة، في حين تؤثر الطاولة على الكتاب بقوة تساوى وزنه ومعاكسة له، أي أن محصلة القوى هنا بين الكتاب والطاولة تساوي صفر وهو ما يحدث نوعًا من التوازن يجعلنا نرى الكتاب ساكنًا على الطاولة (هويت، سوشكوي و هويت ٢٠١٤، ٢٣).

ثانيًا: نظرية الفوضى ومصطلح تأثير الفراشة

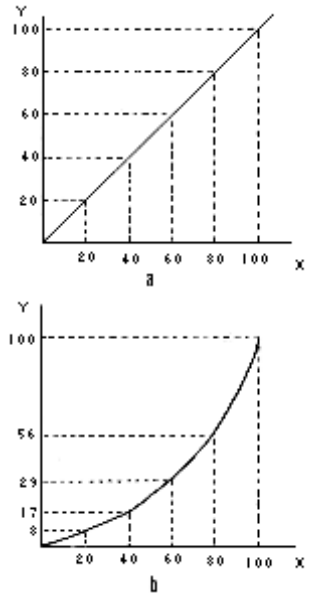
عند دراسة نُظم وظواهر الطبيعة وجد العلماء أنه في كثير من الأحيان يُعد من المستحيل إعطاء تنبؤات دقيقة بحالة الأجسام والنُظم في المستقبل **البعيد** باستخدام قوانين **نيوتن** الحتمية للحركة، فحتى يتمكنوا من فعل ذلك كان عليهم حساب الحالة المبدئية لحركة الأجسام بدقة لانهائية Infinitely precise calculations وذلك لأن أي تغيير ولو طفيف للغاية في حساب الحالة المبدئية لحركة الأجسام نتج عنه تغيرات كبيرة وغير متوقعة على الإطلاق في حالتها في المستقبل، وهو ما وصفوه **(بالفوضى)**، ولأن قوانين الطبيعة واحدة وإنما يسعى الإنسان إلى فهمها بما يمتلكه من فهم أو أدوات تبعًا لتطور المعرفة البشرية، فعندما وضع **نيوتن** قوانينه الحتمية تلك كانت التجارب التي لا يمكن التنبؤ بنتائجها بدقة تُعد نوعًا من الاستثناء عن القاعدة، في حين أننا اليوم نجد أن مثل تلك **النتائج الفوضوية** ربما تكون هي القاعدة لا الاستثناء فيما يخص دراسة النظم الطبيعية كحالة المناخ وحركة الطيور (Trump 1998).

فنظرية الفوضى تهتم بدراسة ما يطلق عليه **النظم غير الخطية** Nonlinear Systems – ولو أخذنا حالة المناخ على سبيل المثال - فلكي نستطيع التنبؤ بدقة بحالة الجو في المستقبل – الأسبوع القادم مثلاً – علينا الانتظار حتى الأسبوع القادم لنعرف إلى أين يتجه النظام؛ نحو جو صحو ومشمس أم عاصف وممطر، أو علينا الرجوع إلى الحالة السابقة (اليوم السابق مثلاً) وقياسها بدقة متناهية للوصول إلى تنبؤ دقيق نوعًا ما. غير أن ذلك شبه مستحيل لأن أي تغيير طفيف في حساب تلك الحالة المبدئية (أو السابقة) بهدف معرفة إلى أين يتجه النظام، ينتج عنه تغيير كبير وغير متوقع على الإطلاق، وهو ما دفع عالم الأرصاد الأمريكي **إدوارد لورينز** Edward Lorenz (١٩١٧- ٢٠٠٨م) بوصف تلك النتائج **بالفوضوية** (Vernon 2017).

ومصطلح **"تأثير الفراشة"** The Butterfly Effect أصبح مرادفًا للنظم الفوضوية **غير الخطية** – التي لا يمكن التنبؤ بحالتها المستقبلية – منذ أن قدم **لورينز** بحثًا له تحت نفس الاسم إلى **الجمعية الأمريكية لتطوير العلوم** American Association for the Advancement of Science في عام ١٩٧٢م، ففي بحثه الرائد وصف **لورينز** مقدار عشوائية النتائج إذا ما لم يتم حساب الحالة المبدئية للنظام **بدقة شبه مستحيلة** بفراشة تهز جناحيها في البرازيل فيحدث اهتزاز جناحيها خللاً طفيفاً للغاية في المجال الجوي مما يؤدى إلى حدوث إعصار مدمر في تكساس (Vernon 2017).

النظم الخطية وغير الخطية linear vs Nonlinear Systems

تطرقنا أثناء حديثنا لمصطلحي **النظم الخطية وغير الخطية**، فإلى ماذا يُشيران بالضبط؟ تعني **النظم الخطية** أن أي تغيير في مدخلات النظام ينتج عنه تغيير مماثل في المخرجات، وهي تُسمى بالنظم الخطية لأنه عند تمثيل ذلك التغيير رياضيًا في شكل رسم بياني يظهر في شكل خط مستقيم، وهو ما لا يحدث في **النظم غير الخطية** كما هو واضح في الرسم البياني رقم (١)، فالتغيير في مدخلات النظام لا ينتج عنه تغيير مماثل في المخرجات (Truax 1999) بحيث لا يمكننا التنبؤ بالنتائج.



رسم بياني (رقم ١): رسم بياني يوضح مفهوم النظم الخطية (a) وغير الخطية (b). المصدر: (Truax 1999)

وتُعد الحركة مرادفًا للتغيير، وكل ما هو متحرك يتحرك في الزمن، وربما كان محور **التغيير** في النظم **غير الخطية** Nonlinear هو **التعقيد**؛ فقد يكون مسبب الحركة بسيط وغير معقد، إلا أن آثاره قد تكون غاية في التعقيد ومستعصية على التوقع، وهو ما يُعرف **بالنظم الديناميكية** (كل ما هو متحرك في الزمن) (سليم، قزيز و نصر ٢٠١٧).

وقوانين نيوتن للحركة تتعامل بشكل أساسي مع (**النظم الخطية**) التي يكون فهم حركتها وتوقع التغيير فيها أمرًا ممكنًا وربما وصفه العديد من العلماء (**بالحتمي**)، بينما في (**النظم غير الخطية**) يُعد تحليل وفهم وتوقع سلوك النظام نوعًا من التحدي، وبالتالي تظهر نتائج الحركة أو التغيير في شكل من **أشكال الفوضى**، وقد ساعدت **هندسة الفراكتال** العلماء في تقديم نماذج باستطاعتها تفسير تلك النتائج الفوضوية – كما وصفها **لورينز** – لأنه مع تعقيد النتائج واختلافها يمكننا تتبعها إلى عدد من القواعد الأساسية التي تتبع منهج تكراري بسيط نوعًا ما، الأمر الذي ساعد العديد من العلماء في الوصول إلى تفسير ما لتلك الظواهر. ولم تكن مثل تلك التفسيرات ممكنة قبل تطور **الحاسب الآلي** مع منتصف القرن الماضي تقريبًا، الأمر الذي ساهم في نشأة وتطور فرع من فروع **الهندسة** أطلق عليه العالم الفرنسي/الأمريكي **بنوا ماندلبروت** Benoit Mandelbrot (١٩٢٤-٢٠١٠م) اسم (**هندسة الفراكتال**) عام ١٩٧٥م (صقر ٢٠٠٩)، وتهتم **هندسة الفراكتال** بتقديم نماذج قادرة على تفسير بعض الظواهر الطبيعية التي تبدو لنا غير قابلة للقياس كحالة الجو، والعديد من الأنماط الطبيعية الأخرى، كخطوط السواحل، وأشكال النباتات، والأوعية الدموية في جسم الإنسان وغيرها.

الإطار العملي للبحث

عدد اللوحات: ١١ عمل تصويري.

الأداة المستخدمة: تصوير رقمي "فن الفراكتال".

المقاس: اللوحات عُرضت على توال canvas مقاس ١٠٠×١٤٠سم موقعة باليد، ويمكن عرضها رقميًا أو بمقاس أكبر حتى ٢٧٨×١٩٥سم.

الاتجاه الفني: إلى حد كبير تتبع الأعمال الاتجاه التجريدي.

شرح وتحليل الأعمال

الناظر إلى الأعمال التي يتضمنها هذا البحث يجد أنها مفعمة بالحركة والانطلاق، وربما كان من أكثر ما يعطى هذا الإحساس العام في اللوحات بشكل عام هو العنصر الأهم والمشترك في كافة اللوحات؛ ألا وهو الطيور والفراشات التي صُورت إلى حد كبير في حالة الحركة والطيران لا السكون.

والألوان في الأعمال بشكل عام تتميز بالهدوء والتناغم، فليس هناك تباين واضح ما بين الألوان الساخنة والباردة، ولكن ربما يسيطر على الأعمال لونًا هادئًا كالأخضر أو الأزرق أو حتى درجات من الأصفر والبرتقالي قليل التشبع نوعًا ما، ليقطع هذا الجو العام لمسات سريعة من ألوان أكثر تألقًا أو يدخل الأسود بقوة ليعطى الأعمال إحساسًا بالدراما.

كذلك قدمت العديد من اللوحات نوعًا من التلاعب بالفراغ الإيجابي والسلبي، فالمدقق في بعض اللوحات قد يجد الفراغ السلبي يمثل أطيافًا لطيور، وتشكيلات أخرى ربما تترك لخيال المشاهد العنان ليغوص فيها ليراها كيفما يشاء، مما يُعطى الأعمال بعدًا أخر يُشرك فيه المشاهد في العملية الإبداعية ولو في شكل ذهني أو وجداني.

والحركة في الأعمال تمثل تعبيرًا مرئيًا لقوانين **نيوتن** الثلاثة للحركة إلى حد كبير، غير أن الأعمال تتبع ما يعرف بفن الفراكتال الرقمي والذي يعتمد في إنتاجه على مفهوم النظم غير الخطية التي قد تتغير فيها النتائج بشكل قد يُمثل تحديًا في التنبؤ بمسارها واتجاهها وهو ما يتعارض مع فلسفة **نيوتن** الحتمية تلك، وبالتالي فالأعمال تقدم نوعًا من المفارقة ما بين التعبير عن ذلك القابل للقياس والتنبؤ، في مقابل ذلك الذي يستعصي فهم مساره وبالتالي التنبؤ بحالة في المستقبل.

وفن الفراكتال هو فن رقمي نابع من **هندسة الفراكتال** الحديثة نوعًا ما، والتي تعنى بتقديم نماذج قادرة على فهم تشكيلات الطبيعة المعقدة إلى حد بعيد، فالطبيعة ليست حادة المظهر كالمثلث أو المربع أو المستطيل، ولا هي ملساء كالدائرة أو الكرة أو الاسطوانة، إنها أعقد من ذلك بكثير، وما السحب، والجبال، والأشجار، وخطوط السواحل والأوعية الدموية في جسم الإنسان أو خلاياه العصبية، إلا أشكال مختلفة للفراكتال، كلها أشكال ظهرت لنا بشكل أو بآخر غاية في التعقيد وربما كذلك في حالة من الفوضى أو عدم الانتظام (صقر ٢٠٠٩، ٤١).

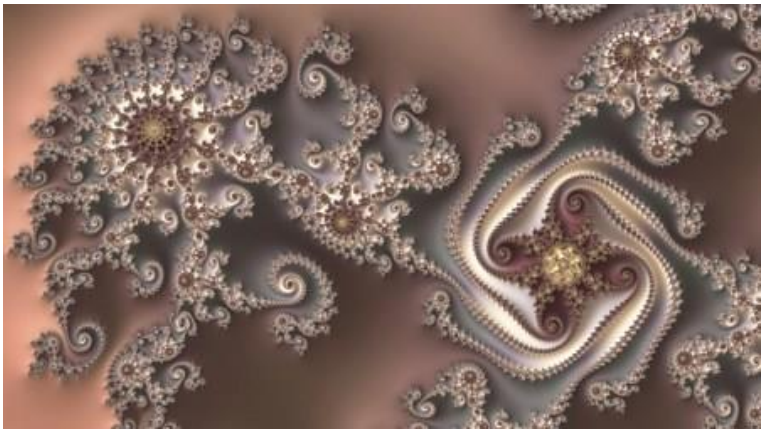
إن أشكال الفراكتال – وهي الناتج المرئي لمعادلات الفراكتال - هي لوحات ترسمها المعادلات، فالأعمال هي نتاج لمعادلات الفراكتال التي تهدف إلى تقديم معادل رياضي يمكن من خلاله تمثيل تشكيلات الطبيعة المعقدة وتقديم تفسير لظواهرها. وبشكل مُبسط يمكننا التفكير في العمل الفني هنا باعتباره (**تمثيل مرئي لناتج معادلة رجعية**) (A visual representation of a recursive equation result).

والمعادلات الرجعية recursive equations هي تلك المعادلات التي يتم إدخال نتائجها كمعطيات فيها مرة بعد مرة، وتسمى عملية إدخال النتائج في المعادلة وتنفيذها مرة أخرى **بتكرار** Iteration، ويمكننا اعتبار أن كل **تكرار** يُحدد نقطة ما في الفراغ، وتكرار المعادلة مئات، وآلاف، بل ملايين المرات، ينتج عنه العمل الفني في النهاية – الذى هو هنا الناتج المرئي لتنفيذ المعادلة - ولذلك فأعمال **فن الفراكتال** لم تكن ممكنة قبل تطور الحاسب الآلي مع حوالي منتصف القرن الماضي وذلك للقيام بكل تلك العمليات الرياضية التي يُعد تنفيذها دون مساعدة الحاسب الآلي أمرًا مستحيلاً.

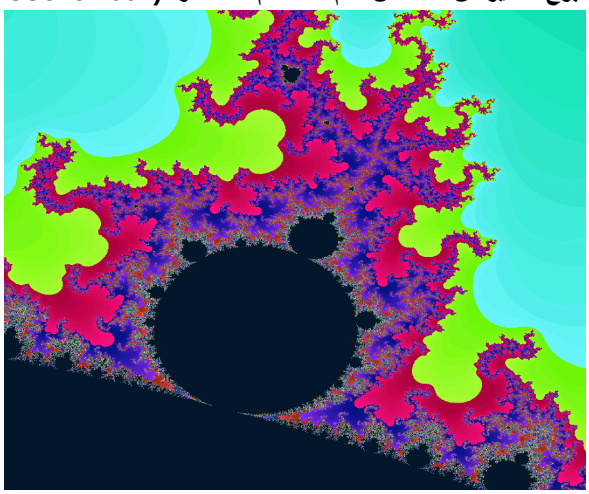
والباحث في **فن الفراكتال** قد يجد العديد من الأعمال لعدد كبير من المهتمين سواء بالمجال العلمي أو الفني؛ فالمهتم بهندسة الفراكتال نراه يسعى في الأساس لابتكار معادلات جديدة تعطى تشكيلات بصرية غير مألوفة بغض النظر عن جودة الناتج من وجهة النظر الفنية التصويرية، في حين أن المهتم بفن التصوير نراه يسعى نحو توجيه النتائج نحو فتوحات تصويرية أبعد وأرحب.

وهو ما نراه على سبيل المثال في لوحة الفنان الأمريكي **بول دي سيل** Paul DeCelle بعنوان **"مرة أخرى"** Encore شكل (١) والفنان في الأساس مهندس ميكانيكا من ميشيجان بالولايات المتحدة الأمريكية، واللوحة تمثل جزئية من أشهر

معادلات الفراكتال والمعروفة باسم **"مجموعة ماندلبروت"** Mandelbrot Set شكل (٢) هذه الجزئية تمثل تكبير مقداره من ١٠ إلى ١٣ مرة داخل عمق المجموعة، والمعروف أن أشكال الفراكتال هي أشكال تُظهر إمكانية كبيرة للتكبير حتى مالانهاية في بعض الأشكال. والفنان هنا استخدم أسلوب معروف ومتبع في إنتاج أعمال الفراكتال، ألا وهو التكبير والاكتشاف، ومن ثم التعديل في طريقة عرض البيانات بالتحكم في المدخلات parameters (Society n.d.). و**"دى سيل"** يجد أن الجزء الرياضي الخاص بأعمال الفراكتال هو الأكثر إثارة بالنسبة له كما يؤكد هو نفسه (D. Art 2008)، الأمر الذي يُفسر ظهور أعماله الفنية في شكل أقرب للتمثيل المباشر الصريح للمعادلات، فهو لم يُضف إليها أو يتلاعب في المعطيات بطريقة كبيرة بحيث تتجه النتائج بالعمل نحو أبعاد تصويرية أبعد وأرحب، وبذلك فهو يُعد مثالاً لفناني الفراكتال الذين يطغى عليهم الجانب الرياضي.



شكل (١): بول دي سيل Paul DeCelle بعنوان "مرة أخرى" Encore - تصوير رقمي "فراكتال آرت" Fractal Art – حتى ١٤,٣×٢٥,٤ سم – ٢٠٠٤م واللوحة عرضت في معرض خاص بأعمال الفائزين بالمسابقة الدولية لفن الفراكتال عام ٢٠٠٦م وقد أقيم المعرض ضمن فعاليات "المؤتمر الدولى لعلماء الرياضيات" International Congress of Mathematicians بمدريد أسبانيا الأسبوع الأخير من أغسطس عام ٢٠٠٦م. المصدر: (DeCelle 2004).



شكل (٢): مجموعة ماندلبروت Mandelbrot Set المصدر: (Alfeld 1998)

في حين أننا نجد أعمال فنان فراكتال أخر مثل الفنان الكندى الفرنسى **إيتيان سانت أمو** Etienne Saint-Amant تتسم بحس تصويري عالي كما نرى في اللوحة **"الشمس السوداء"** Soleil noir شكل (٣) حيث تمكن الفنان من تطويع الأداة الرقمية وبخاصة أعمال الفراكتال لتقديم أجواء تصويرية غنية لا مجرد أعمال ذات حس زخرفي يخلو من المعنى، أو يعجز عن التعبير عن عاطفة ما أو مشاعر خاصة، سواء لدى الفنان أو مشاهدي العمل، وهو ما تتسم به أعمال كثير من فناني الفراكتال المهتمين بشكل أكبر بالجزء الرياضي أكثر من التصويري. ففي أعماله نجد الفنان منغمسًا في محاولات واعية

الهدف منها التعبير عن موضوعات بعينها مثل: (الذاكرة أو الترحال أو الهجر أو الحزن .. الخ)، وهو في موضوعاته تلك يحاول توصيل إيحاءات بالملامس المختلفة، أو التعبير عن الحركة والسرعة، أو إجراء دراسات معقدة الهدف منها الوصول إلى تكوين متقن أوبناء معقد (صقر ٢٠٠٩، ١٥٢).

شكل (٣): إيتيان سانت أمو – "الشمس السوداء" Soleil noir – تصوير رقمي
"فراكتال آرت" Fractal Art - ٢٠٠٣م. المصدر: (Amant 2004)

وقد حاولت في هذا البحث الوصول بالأعمال إلى أبعد من مجرد تمثيل مرئي للمعادلات الرياضية، الأمر الذي تطلب العديد من التعديلات والعمليات اللاحقة Post Processing حتى تحقق الأعمال الرؤية التصويرية التي رغبت في توصيلها للمشاهد، وهو ليس بالأمر اليسير في كثير من الأحيان، ولكنه في الواقع أمر يمثل بالنسبة للفنان نوعًا من الإثارة؛ فيجد نفسه يترقب النتائج بشغف ولهفة حتى يرى مدى نجاحه في الوصول إلى ما يرمى إليه. والأمر في الواقع لا يختلف كثيرًا عن العمل بأدوات فن التصوير التقليدية، فلطالما شعر الفنانين باللهفة والترقب لرؤية نتائج ما يرونه بعين الخيال متجسدًا على مسطح التصوير.

وتنقسم أعمال البحث إلى ثلاث مجموعات تُعد كل منها تعبيرًا مرئيًا إلى حد ما لأحد قوانين **نيوتن** الثلاثة الخاصة بالحركة، ويتردد صدى تلك القوانين فيما تقدمه معظم اللوحات من إحساس كبير بالحركة والإيقاع من خلال تكرار تشكيلات الخطوط والمساحات اللونية في أرجاء الأعمال.

المجموعة الأولي: قانون نيوتن الأول للحركة

(يظل الجسم الساكن ساكناً، والجسم المتحرّك متحركاً، مالم تؤثر عليه قوى ما)

اللوحات: "تأثير الفراشة ١" The Butterfly effect 1 شكل (٤)، "رحلة" Journey شكل (٦)، "هجرة" Exodus شكل (٧).

تُقدم تلك المجموعة تعبيرًا تصويريًا لمفهوم **الحركة**، وبخاصة تلك **الحركة الثابتة** نوعًا ما والتي لم تعمد قوى خارجية إلى التغير من مسارها أو تقدمها. فهي تمثل إيقاعًا تتردد فيه الحركة بشكل رتيب إلى حد كبير. والإحساس الذي تتركه هذه المجموعة من اللوحات بالإيقاع منبعه ما تحمله من تشكيلات خطية غنية، نراها تارة تقطع مسطح التصوير في تكرار وتعاقب حاد وقوي، وتارة أخرى تتحرك في فضاء اللوحة في هدوء وانسيابية، في حين نراها سواء هنا أو هناك في تداخل سلس مع ما تحمله الخلفية من مساحات وملامس بصرية غنية وكأن عناصر العمل ككل تتحرك في هدوء وسلاسة نحو وجهة واحدة.

ففي اللوحة الأول بعنوان **"تأثير الفراشة ١"** شكل (٤) نستطيع أن نرى ما يشبه فراشة أثناء التحليق وهي تُحرك جناحيها إلى الأمام والخلف في حركة مستمرة ومتعاقبة تتميز بالحدة بعض الشيء، وما يُعطي المشاهد هذا الإحساس بحدة الحركة وقوتها شكل جناحي الفراشة واللذان يبدوان في شكل تجريدي هندسي إلى حد كبير، في حين يأتي تكرار تلك التشكيلات التجريدية لجناحي الفراشة ليضفي على اللوحة ككل حسًا بإيقاع بصري غني يرى المشاهد إرهاصاته على مسطح التصوير وتتجلى ملامحه بعين الخيال.

شكل (٤): "تأثير الفراشة ١" The Butterfly Effect 1 – تصوير رقمي "فراكتال آرت" Fractal Art – ١٠٠×١٤٠سم – ٢٠١٨م.

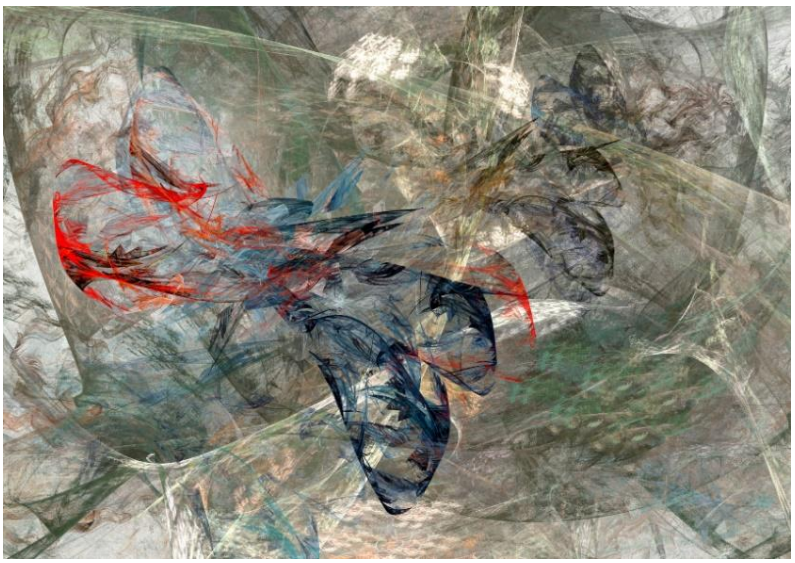
والحقيقة أن التمثيل الهندسي لجناحي الفراشة، وظهور أطياف متكررة ومتعاقبة لهما إنما يذكرنا إلى حد بعيد بلوحة الفنان الفرنسي **مارسيل دوشامب** (١٩٦٨-١٨٨٧م) **"عارية تهبط الدرج رقم ٢"** Nude Descending a Staircase, No. 2 شكل (٥) والذي عمد فيها **دوشامب** إلى تمثيل الحركة الفعلية من خلال التكرار الذي يمثل أطوار الحركة باستخدام عناصر تجريدية حولت جسم المرأة إلى أشكال هندسية ظهرت في شكل مثلثات ومستطيلات عديدة متداخلة على مسطح التصوير، مما أعطى العمل ككل إحساس غامر بالحركة والإيقاع.

شكل (٥): مارسيل دوشامب - "عارية تهبط الدرج رقم ٢ Nude Descending a Staircase, No. 2 – 1912" م – ألوان زيتية على توال – ٨٩,٢×١٤٧ سم - متحف فيلادلفيا للفنون Philadelphia Museum of Art ، فيلادلفيا الولايات المتحدة الأمريكية. المصدر: (Art .n.d.)

والحركة في العمل الثاني من تلك المجموعة بعنوان **"رحلة"** Journey شكل (٦)، تبدو في شكل تكرار لتشكيلات خطية أكثر انسيابية من العمل السابق تمثل ما يبدو وكأنه سربًا من الفراشات يتحرك بين العشب في جو خيالي مثير. ويتميز العمل ككل بإحساس غنى بالملامس التي منبعها اللمسات السريعة المتداخلة لأشكال الفراشات وما يحيط بها من جو عام يمثل خلفية العمل.

فالعمل بشكل عام يحمل إيحاءات غامضة تثير الخيال قد تكون نِتاج لما تحمله من تشكيلات خطية غنية انطلقت في هدوء هنا وهناك في أرجاء العمل ككل، أو لاستخدام الألوان الهادئة المتمثلة في درجات الأخضر قليل التشبع الذي تقطعه لمسات برتقالية قوية تميل إلى الأحمر في أحد جناحي الفراشة في مقدمة اللوحة – والتي قد تبدو للمشاهد وكأنها تقود المجموعة في رحلة نحو مروجًا أكثر ازدهارًا - وأخرى في مقابلها بالجناح الأخر الذي يسيطر عليه لونًا أزرق قاتم تتخلله لمسات من أزرق أفتح بعض الشيء، ما يقدم نوعًا من التقابل ما بين الساخن والبارد من ناحية، وما بين لمسات البرتقالي المائل إلى الأحمر والتي يتردد صداها في الجانب الأخر من العمل مما يعطى اللوحة ككل إحساسًا بالتناغم والاتزان.

والعمل يسيطر عليه جوًا يتسم بالانسجام والتآلف البصري ما بين عناصر التشكيل المختلفة، كالتباين الهادئ ما بين الألوان، أو التأثيرات البصرية الغنية لتشكيلات الخطوط على مسطح التصوير، أو الإحساس بخشونة السطح والملمس البصري.



شكل (٦): "رحلة" Journey – تصوير رقمي "فراكتال آرت" Fractal Art ١٠٠×١٤٠سم – ٢٠١٨م.

والتشكيلات الخطية في العمل الثالث من هذه المجموعة بعنوان **"هجرة"** Exodus شكل (٧) أخذت منحى أكثر انسيابية، فظهرت في شكل تموجات تكررت هنا وهناك على مسطح التصوير فيما يبدو للناظر وكأنه أشكالاً لطيور عديدة انطلقت محلقة بين جنبات جبال أسطورية غامضة نحو المجهول.

والعمل يقدم تناغمًا لونيًا ما بين درجات اللون البرتقالي والأصفر "الأوكر" تتخللهما لمسات من درجات لونية مقابلة كالأزرق والبنفسجي، وينبثق من بين هذا الجو الحالم تلك التشكيلات الخطية التجريدية الطابع التي تمثل أشكال الطيور بالأبيض والأسود في تقابل أخر يعطي المشاهد إحساس بالعمق والاتساع للتباين ما بين تلك المضيئة في مقدمة اللوحة، وتلك القاتمة في خلفيتها. والتقابل هنا ما بين الساخن والبارد، والفاتح المضيء والقاتم المظلم، يُعطي المشاهد - ومرة أخرى - إحساس كبير بالتناغم والاتزان في أرجاء العمل، بالإضافة إلى ما تحمله اللوحة كذلك من تشكيلات خطية متعاقبة تملؤها بالحركة والإيقاع.

شكل (٧): "هجرة" Exodus – تصوير رقمي "فراكتال آرت" Fractal Art -١٠٠×١٤٠سم – ٢٠١٨م.

واللوحتان **"رحلة"** Journey شكل (٦)، و**"هجرة"** Exodus شكل (٧)، تقدمان جوًا تصويريًا مشبعًا بالحركة والإيقاع وذلك من خلال تكرار الخطوط والتشكيلات اللونية المختلفة في أرجاء العمل، وهو وما يذكرنا بعمل "غابة الزان ١" Beech Forest 1 للفنان النمساوي **جوستاف كليمت** Gustav Klimt (١٨٦٢-١٩١٨م) شكل (٨)، التي صور فيها الفنان منظرًا طبيعيًا لإحدى الغابات وقد اختار الفنان أن يرسم جذوع الأشجار مكررًا إياها في إيقاع بصري آخاذ على مسطح التوال، وتتسم اللوحة بملمس بصرى واضح وتناغم هادئ ما بين اللونان الأخضر والبرتقالي قليلي التشبع في حس زخرفي مثير. وربما يكون العمل من الأعمال الأقل شهرة للفنان حيث إنه معروف بلوحاته المذهبة التي تتسم بحس غامض وخيالي إلى حد كبير، غير أن الفنان أنتج هذا العمل ضمن مجموعة من الأعمال التي تصور مشاهد من غابات متعددة ما بين عام ١٩٠١م وعام ١٩٠٤م وتميزت تلك الأعمال بحس دمج فيه **كلمت** ما بين التجريدية والتمثيل الواقعي للطبيعة نوعًا ما (Stanska 2018).

شكل (٨): جوستاف كليمت Gustav Klimt - بعمل "غابة الزان ١" Beech Forest 1 – زيت على توال – ١٠٠×١٠٠سم - ١٩٠٢م – جاليرى الأساتذة الجدد Galerie Neue Meister ضمن المجموعة الفنية لولاية درسدن Staatliche Kunstsammlungen Dresden ألمانيا. المصدر: (Stanska 2018)

وكما نرى فإن أعمال تلك المجموعة تتميز **بالحركة والإيقاع الرتيب** نوعًا ما، والذي منبعه تكرار الأشكال والخطوط سواء لتمثيل حركة فعلية كما نرى في لوحة **"تأثير الفراشة ١"** شكل (٤)، أو من خلال تكرار أشكال الفراشات والطيور في تتابع كما نرى في اللوحتين بعنوان **"رحلة"** Lourney شكل (٦) و**"هجرة"** Exodus شكل (٧) في انعكاس لقانون نيوتن الأول الخاص باستمرارية الحركة ما لم تعترضها قوة أو حدث عارض يغير من اتجاهها.

المجموعة الثانية: قانون نيوتن الثاني للحركة

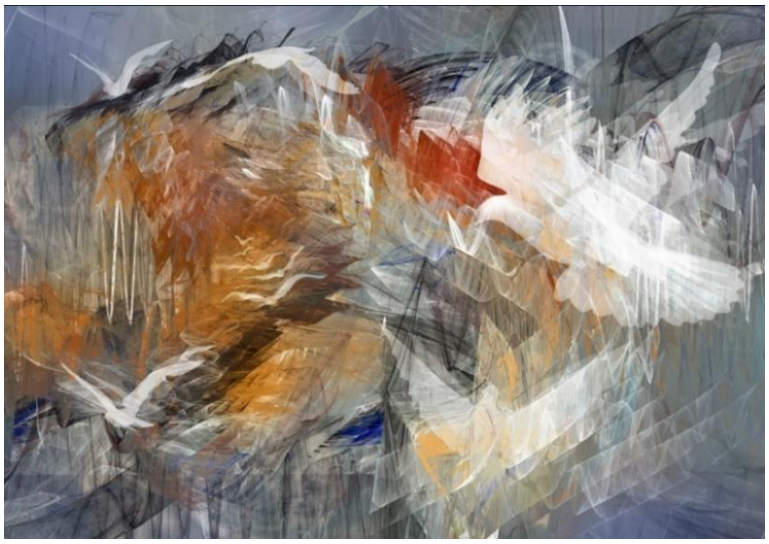
(إذا أثرت مجموعة قوى على جسم ما، فإنها تمنحه تسارعاً يتناسب طردياً

مع محصلة تلك القوى المؤثرة، وبنفس اتجاهها، وعكسياً مع كتلة الجسم)

اللوحات: "وجهة" Destination شكل (٩)، "إصرار" Determination شكل (١٠)، "تأثير الفراشة ٢" The Butterfly Effect شكل (١١).

هذه المجموعة من اللوحات تقدم تعبيرًا تصويريًا لقانون **نيوتن** الثاني للحركة، فالحركة هنا هي حركة تدفعها قوى خارجية في اتجاه ما، ففي اللوحة بعنوان **"وجهة"** Destination شكل (٩) نستطيع أن نرى اندفاع مجموعة من طيور **"الحَمَام"** في جو مضطرب نوعًا ما، وكأنها هنا تتحرك مدفوعة بتيارات الهواء صعودًا وهبوطًا فيما يبدو وكأنه احتفال بآخر ساعات يوم مليء بالحيوية والانطلاق وقت الغروب.

واللوحة تتميز بتنوع الخطوط وانطلاقها، فنراها تارة تتجه في شكل رأسي في شكل تموجات وكأنها تمثيل مرئي لنبضات إيقاعية متفاوتة، وتارة أخرى تتجه بشكل مائل وفى لمسات سريعة مليئة بشحنة عاطفية وتعبيرية كبيرة، فاللمسات اللونية في العمل تعطى المشاهد إحساسًا بالحركة والانطلاق والحيوية، وكأننا نرى الفنان منطلقًا بفرشاة عريضة محملة بالدرجات اللونية المختلفة على مسطح التصوير هنا وهناك في جرأة معبرًا عن عمق انفعاله. وأشكال الطيور في العمل تتفاوت في الحجم فنراها أكبر حجمًا في مقدمة اللوحة في حين نراها في شكل لمسات سريعة دقيقة في عمق العمل ما يعطى العمل عمقًا منظوريًا نوعًا ما. وتأتى اللمسات الداكنة ما بين الأسود والأزرق الداكن لتحيط بتشكيلات الطيور ما يعمل على توجيه حركة أعين المشاهدين ضمن حدود العمل، كما يساعدها على ذلك وجود الألوان الساخنة كالأحمر البرتقالى والأصفر بعيدًا عن حدود اللوحة وفى قلب العمل.



شكل (٩): "وجهة" Destination – تصوير رقمي "فراكتال آرت" Fractal Art - ١٠٠×١٤٠سم – ٢٠١٨م.

وفي اللوحة الثانية بعنوان **"إصرار"** Determination شكل (١٠)، يُمكننا رؤية ما يبدو كصقر ينطلق محلقًا تدفعه الرياح في إصرار ربما نحو فريسة ما، وهو ما يُمكننا اعتباره قوة دفع إضافية وإن كانت داخلية هذه المرة. ومما يزيد من تأثير قوة **الحركة والإيقاع** في اللوحة تكرار شكل جناحي الصقر وتلاشي تفاصيلهما بعض الشيء مما يُعطي المشاهد الإحساس بحركة فعلية متكررة وسريعة.

ويُعد الملمس البصري هو البطل في هذا العمل، فاللمسات السريعة بالأسود والتي تُشكل إيحاء بجسد الطائر وهو يُحرك جناحيه أثناء التحليق يُساهم في جذب انتباه المشاهد نحو العنصر الأهم في العمل ألا وهو هذا الصقر المحلق في قوة وإصرار. وعلى الرغم من اتسام خلفية العمل بنوع آخر من الملامس أقل حدة، إلا أن قوة تلك اللمسات السوداء وتباينها الكبير من ناحية القيمة الضوئية مع الخلفية تشكل بؤرة تستحوذ على اهتمام المشاهد وتمنعه من التشتت. وفى الوقت نفسه يُشكل اختلاف الملامس وتنوعها ما بين تلك الهادئة الخفيفة، وتلك الأشد قوة وتأثيرًا، في إضفاء حسًا دراميًا آخاذًا على العمل ككل، وكأننا نشاهد تسارعًا في الأحداث في انتظار اللحظة التي يحسم فيها الصراع لطرف دون الآخر.

شكل (١٠): "إصرار" Determination– تصوير رقمي "فراكتال آرت" Fractal Art - ١٠٠×١٤٠سم– ٢٠١٨م.

أما العمل الثالث من هذه المجموعة بعنوان **"تأثير الفراشة ٢"** The Butterfly Effect 2 شكل (١١) فيستطيع الناظر للعمل رؤية ما يبدو كفراشة تحلق في عالم خيالي غريب وربما تكون مدفوعة هي الأخرى بقوة خارجية كتيارات الهواء. والعمل يُقدم تداخلاً ما بين تشكيلات من خطوط انسيابية متكررة تمثل إلى حد كبير حركة جناحي الفراشة، يُقابلها تشكيلات أخرى هندسية الطابع لمربعات تتكرر بارزة في أمامية اللوحة تارة ومتداخلة مع خلفيتها تارة أخرى، ليبدو المشهد برمته كحلم سريالي عجيب.

شكل (١١): "تأثير الفراشة ٢" The Butterfly Effect – تصوير رقمي "فراكتال آرت" Fractal Art - ١٠٠×١٤٠سم – ٢٠١٨م.

والعمل يجمع ما بين الحس التجريدي التعبيري وذلك الهندسي، فنحن نستطيع أن نرى اللمسات اللونية تتحرك في أرجاء العمل في انطلاق يذكرنا بأعمال فناني **التجريدية التعبيرية** من أمثال الفنان الأمريكي **جاكسون بولوك** Jackson Pollock (١٩١٢-١٩٥٦م) والفنان الهولندى الأمريكى **وليام دى كونينج** Willem de Kooning (١٩٠٤-١٩٩٧م) وغيرهم (عاصم ٢٠١٨)، ففي اللوحة بعنوان **"إمرأة رقم ٢"** Woman II شكل (١٢) نرى **وليام دى كونينج** وقد انطلق بفرشاته محملاً بشحنة عاطفية وتعبيرية كبيرة في أرجاء العمل غير عابئ بالتمثيل الدقيق أو المحاكاة الحرفية لجسم المرأة، فاهتمامه هنا إنما انصب على فعل الرسم والتلوين نفسه والتعبير عن طريق اللمسات السريعة المحملة بالألوان لإنتاج عمل يتسم بالجرأة ونضارة الألوان وانطلاقها، وهو السبب وراء تسمية التجريدية التعبيرية بالفن الحركي Action Painting كذلك (Zelazko 2020) . وربما اقترب الإحساس اللوني للعمل الذي نحن بصدده هنا - "تأثير الفراشة ٢" – بما يحمله من انطلاق للمسات اللونية المكونة لجسم الفراشة من ذلك الذي نراه في لوحة **دى كونينج**، غير أنه كذلك بما يحمله من حس هندسي متمثلاً في تلك التشكيلات الهندسية للمربعات التي انتشرت في أرجاء اللوحة مع اختلاف أحجامها ما بين الكبير والأصغر حجمًا، يذكرنا كذلك بأعمال فناني التجريدية الهندسية كالفنان الهولندي **بيت موندريان** Piet Mondrian (١٨٧٢-١٩٤٤م).

شكل (١٢): وليام دى كونينج Willem de Kooning - "إمرأة رقم ٢" Woman II – زيت على توال – ١٤٩,٩×١٠٩,٣سم – ١٩٥٢م – متحف الفن الحديث Museum of Modern Art نيويورك الولايات المتحدة الأمريكية. المصدر: (Zelazko 2020)

المجموعة الثالثة: قانون نيوتن الثالث للحركة

(لكل قوة فعل قوة رد فعل، مساوٍ له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه)

اللوحات: "حركة" Motion شكل (١٣)، "صراع" Struggle شكل (١٤)، "فوضى" Chaos شكل (١٥)، "اضطراب" Turmoil شكل (١٦)، "ملحمة" Odyssey شكل (١٧).

يمكن لمشاهد العمل الأول من هذه المجموعة بعنوان **"حركة"** Motion شكل (١٣) أن يرى حركة طائران من طيور البَبَّغاء تجذبنا بقوة في اتجاه، في حين تجذبنا قوة أخرى لأطياف مضيئة بالأبيض في الاتجاه المعاكس كتمثيل لقانون **نيوتن** الثالث للحركة.

شكل (١٣): "حركة" Motion – تصوير رقمي "فراكتال آرت" Fractal Art - ١٠٠×١٤٠سم – ٢٠١٨م.

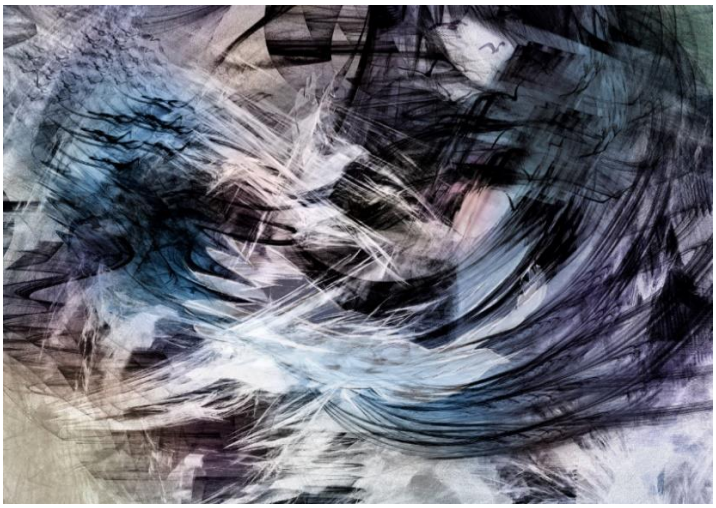
وحركة الطائران السريعة أثناء التحليق جعلت الألوان تتداخل حتى أصبح من العسير تفسير مواقعها؛ فهل هذا الأزرق البراق هو امتداد للون جناح الطائر، أم أنه جزء من جسده، وهذه اللمسات المنطلقة من اللون الأخضر هل هي بالفعل خضراء أم أن انطلاق الأصفر فوق الأزرق تحول مع سرعة الحركة إلى ذلك الأخضر في أعيننا فقط؟ وفى النهاية فإن تداخل الألوان وانطلاقها هنا إنما هو دليل آخر على قوة الحركة وتأثيرها الأخاذ في عين المشاهد.

ويقدم العمل نوعًا من الخداع البصرى من خلال التلاعب بكل من الفراغ الإيجابي والسلبي، فالفراغ الناشئ عن حركة تلك الطيور الملونة المبهجة، يظهر هو الآخر في شكل طيور تتحرك في الاتجاه المعاكس، وهو من ناحية عمد إلى الاحتفاظ بانتباه المشاهد لأكبر وقت ممكن داخل نطاق اللوحة فلا نرى العين تتجه مع حركة الطائرين الملونين خارج حدود العمل كونها تتجه في الاتجاه المعاكس، ومن ناحية أخرى تمثل استغلالاً جيدًا لتلك الفراغات السلبية في العمل، ولأنها لا تبدو واضحة من أول وهلة فهي تدعوا المشاهد إلى النظر لأطول فترة ممكنة لاكتشاف تلك الأطياف والشعور بنوع من الانتصار عند رؤيتها وكأنه تمكن من حل اللغز.

أما باقي الأعمال التي تضمها هذه المجموعة **"صراع"** Struggle شكل (١٤)، و**"فوضى"** Chaos شكل (١٥)، و**"اضطراب"** Turmoil شكل (١٦)، و**"ملحمة"** Odyssey شكل (١٧)، فنرى فيها حركة مجموعات من الطيور التي تبدو في شكل ظلال "سيلويت" silhouette وهي تقاوم في عزم قوة ما يبدو للناظر وكأنها رياح عاتية حتى تتمكن من الاستمرار في التحليق.

واللوحات تتميز بقوة **الحركة والإيقاع**، سواء من خلال تشكيلات الخطوط التي تداخلت فيها أجنحة الطيور مع مساحات من ظلال بالأسود حتى تاهت الحدود ما بين الخطوط والأشكال، وما بين الطيور والملامس الغنية في الخلفية، أو من خلال تكرار وتوزيع أشكال الطيور في فراغ اللوحات، مما يزيد من الإحساس الدرامي للأعمال إلى حد بعيد.

والألوان في هذه اللوحات بصفة عامة محدودة وقليلة التشبع، فالألوان في اللوحة بعنوان **"صراع"** Struggle شكل (١٤) اقتصرت على الأسود والأبيض المشرب بدرجات خفيفة من لون أزرق وبنفسجي هادئ، في حين تظهر أرضية اللوحة في شكل لون قليل التشبع من درجة أصفر "الأوكر" الممتزج بالأبيض مما يعطى العمل ككل إحساس أحادي اللون Monochrome إلى حد بعيد، والحقيقة أن هذا التباين بين الأسود والأبيض يعزز من تأثير العمل في نفس المشاهد ويزيد من قوة الإحساس (بالصراع) الذى تصوره اللوحة وكأنه صراع تلك المجموعة من الطيور في جو عاصف من أجل الاستمرار والبقاء.



شكل (١٤): "صراع" Struggle – تصوير رقمي "فراكتال آرت" Fractal Art - ١٠٠×١٤٠سم – ٢٠١٨م.

وفى اللوحة بعنوان **"فوضى"** Chaos شكل (١٥) اقتصرت الألوان على الأزرق المضيء والأسود إلى حد كبير، كما نستطيع أن نرى مساحات طفيفة من الأبيض وكأنه انفراج لضوء النهار من بين السحب، ولمسات من أحمر برتقالي قليل التشبع توجه عين المشاهد في نحو مناطق الظلال السوداء التي ربما تمثل تدافع الطيور في ظل الجو العاصف، فتتوه بينها عين المشاهد حتى يخرج من تلك (المعمعة) توجهه أجنحة الطيور في حركة مستمرة خلال العمل ككل.

شكل (١٥): "فوضى" Chaos – تصوير رقمي "فراكتال آرت" Fractal Art - ١٠٠×١٤٠سم – ٢٠١٨م.

وفى اللوحة بعنوان **"اضطراب"** Turmoil شكل (١٦)، نرى نفس الحس اللوني الأحادي Monochrome يسيطر على العمل مرة أخرى، ولكن تقطعه في هذه اللوحة لمسات أكثر سخونة من أحمر برتقالي داكن يقابله ما يُشبه مساحات من لون أزرق "بروسي" مخفف، في حين تظهر أرضية العمل ككل من لون أبيض ممتزج بلمسات طفيفة من لون بنى "برنت أمبر" خفيف. وتأتي درجات اللون الأحمر الداكن لتستحوذ على اهتمام المشاهد في حين تمنع التشكيلات الخطية لأجنحة الطيور والتي تتحرك في اللوحة بشكل دائري عين المشاهد من التجول خارج حدود اللوحة وتجبره على الالتفاف والدوران مع الطيور في تلك الحلقة المفرغة بين جنبات العمل، الأمر الذي يزيد إحساس المشاهد (بالاضطراب)، ويشعره وكأنه هو الآخر ضحية لذلك الصراع المرير.

شكل (١٦): "اضطراب" Turmoil – تصوير رقمي "فراكتال آرت" Fractal Art - ١٠٠×١٤٠سم – ٢٠١٨م.

أما اللوحة الأخيرة في تلك المجموعة بعنوان **"ملحمة"** Odyssey شكل (١٧)، فربما تختلف عن باقي اللوحات بدخول أكثر من درجة لونية إلا أنها ومع هذا تشترك معهم في الجو العام. فالناظر إلى العمل يستطيع رؤية درجات من أخضر ممتزج باللون الأزرق في شكل لمسات ذات ملمس خشن، ثم يدخل معها في نوع من التقابل اللوني درجات من لون أحمر "كادميوم" ممتزج بلمسات من أحمر "الكريمزون" في لمسات خشنة الملمس مرة أخرى، كما نرى في أرضية العمل مساحات من أبيض هادئ ممتزج بلمسات طفيفة للغاية من لون أصفر "أوكر" وبنى "برنت أمبر" مما يُحد من تألقه بعض الشيء، والعمل ككل يحمل حس درامي من نوع خاص منبعه هنا تداخل تلك الدرجات اللونية ما بين الساخن والبارد إلى جانب أشكال الطيور التي ظهرت كظلال سوداء تحلق في أفق العمل ككل في عزم على البقاء بعد هدوء الأجواء وانتهاء الصراع.

شكل (١٧): "ملحمة" Odyssey – تصوير رقمي "فراكتال آرت" Fractal Art - ١٠٠×١٤٠سم – ٢٠١٨م.

واللوحات تذكرنا – ومرة أخرى – بفناني التجريدية التعبيرية بما تحمله من شحنة تعبيرية متمثلة في اللمسات اللونية التي انطلقت هنا وهناك في أرجاء الأعمال لتقدم جوًا تصويريًا وحسًا دراميًا يوحي بالأشكال والعناصر أكثر منه يفصلها، الأمر الذي يترك للمشاهد إمكانية التجاوب مع الأعمال والتفاعل معها بطريقته الخاصة ومن واقع خبراته الشخصية ومشاعره الكامنة، لتصبح الأعمال البوابة التي ينطلق منها كل من الفنان والمشاهد على حد سواء نحو أعماق النفس الخفية وعوالم الخيال الرحبة الغنية.

الخلاصة

حاولت في هذا البحث تقديم رؤية تصويرية لقوانين **نيوتن** الخاصة بالحركة، والتي تؤكد على دقة التنبؤ بنتائج حركة النُظم والأجسام في المستقبل، ولكن من خلال أعمال "فن الفراكتال" الذي يُعد تمثيلًا لفلسفة أخرى معاكسة لفلسفة **نيوتن** (الحتمية) تلك ألا وهي فلسفة (الفوضى).

فالفوضى هي ما تبدو عليه النتائج إذا ما حدث تغيير طفيف للغاية في حساب الحالة المبدئية لحركة الأجسام والنُظم. وهو ما دعى عالم الأرصاد الأمريكي **إدوارد لورينز** إلى أن يُطلق على تلك الظاهرة مصطلح **"تأثير الفراشة"** ككناية عن عشوائية النتائج؛ فالاهتزاز الناتج عن حركة جناحي فراشة في مكان ما من العالم ينتج عنه إعصار مدمر في الجانب الآخر من الكرة الأرضية.

ومحاولة التعبير تصويريًا عن مفهوم أو فلسفة ما - (الحتمية) - عبر استخدام وسيط يتبع الفلسفة المعاكسة - (نظرية الفوضى) - يقدم نوعًا من المفارقة إلى حد ما، ويلقى الضوء على أهمية كل من النظريتين في محاولة فهم الطبيعة من حولنا.

والبحث يقدم مفهوم الحركة من خلال تشكيلات تصويرية لحركة الطيور والفراشات، فنرى أن بعض اللوحات قدمت تمثيلًا للحركة الفعلية المتكررة ضمن حدود العمل، في حين تداخلت في لوحات أخرى حركات الطيور والفراشات مع عناصر العمل التصويري من خطوط ومساحات وألوان على مسطح التصوير لتنتج جميعها تعبيرًا تصويريًا عن الحركة والإيقاع بشكل عام.

وأعمال البحث هي باستخدام الوسيط الرقمي والذي قد يعتبره البعض مناقضًا لمفهوم التصوير بأدوات التصوير التقليدية، غير أن الأمر لا يُعد أكثر من اختلاف في أدوات الإبداع، وهو ما شاهدناه يحدث مرارًا وتكرارًا عبر تاريخ الفن، بداية من استخدام عظام الحيوانات ودماؤها كأدوات للرسم والتلوين على جدران الكهوف، ومرورًا بالعديد والعديد من الاختراعات التي ساهمت في تطور أدوات التصوير عبر الأعوام والقرون.

وكما على الفنان الذي يرغب في استخدام وسائط التصوير التقليدية فهم الخامة والأداة حتى يتمكن من تطويعها لتقديم رؤيته الفنية الخاصة، كذلك على الفنان الذي يستخدم الحاسب دراسة الأداة وبناء خبراته شيئًا فشيئًا حتى يتمكن من تقديم رؤيته الفنية هو الآخر. وسواء عبر وسائط فن التصوير التقليدية أو الرقمية فالأمر في النهاية يعود إلى ناتج العملية الإبداعية وما تحمله من رؤية أو تتركه في نفس المشاهد من تأثير.

أهم النتائج

– قدم البحث تعريفًا لمفهوم الحركة الفيزيائية في الطبيعة من وجهة نظر الفلسفة (الحتمية) التي تمثلها قوانين العالم اسحق نيوتن الثلاثة للحركة، وفلسفة (الفوضى) التي تتبع نظرية الفوضى.

– إلى حد بعيد استطاعت لوحات البحث الربط بين مفهومي الحركة (**الحتمية**) و(**الفوضوية**) من خلال ما قدمته اللوحات من تعبير تصويري لقوانين نيوتن الحتمية عبر "فن الفراكتال" الرقمي الذي يتبع فلسفة الفوضى.

– اتسمت العديد من لوحات التجربة العملية الخاصة بالبحث بالحركة والإيقاع التصويري، بما قدمته من تشكيلات خطية متعددة واستخدام لمفهوم التكرار.

– يُعد البحث بما يقدمه من تجربة عملية جديدة ومعاصرة في فن التصوير الرقمي وبخاصة "فن الفراكتال" إضافة جديدة تعمل على إثراء المكتبة العربية وفن التصوير المعاصر في مصر والوطن العربي.

التوصيات

في ضوء ما خلص إليه البحث من نتائج توصي الباحثة بما يلي:

– حث الباحثين على الربط بين مفاهيم العلم والفن من خلال البحوث التي تقدم تجارب عملية جديدة ومتطورة في مجال فن التصوير.

– حث الباحثين على الاطلاع والبحث في مجال التصوير الرقمي وبخاصة "فن الفراكتال" بما يعمل على إثراء المكتبة العربية في مصر والوطن العربي.

– تشجيع التجارب العملية في مجال التصوير الرقمي بشكل عام، و"فن الفراكتال" بشكل خاص، للعمل على انتشار هذا النوع من فن التصوير الرقمي المعاصر.

المراجع

المراجع العربية

١- بول ج. هويت، جون أ. سوشكوي، و ليسلي أ. هويت. ٢٠١٤. *مفاهيم العلوم الفيزيائية*. المملكة العربية السعودية: العبيكان للنشر.

1- Paul G. Hewitt, John A. Suchocki, Leslie A. Hewitt. 2014. Mafahiem alolom alfezia'aea. Almamlaka Alarabia Alsoudia: Alobican lelnashr.

٢- رهام سليم، إلياس قزيز، وطارق نصر. ٢٠١٧. *على نايفة، ثورة في الديناميكا اللاخطية*. ٣٠ مارس. تاريخ الوصول ٢٠ أغسطس, ٢٠١٨. https://nasainarabic.net/main/articles/view/ali-hasan-nayfeh.

٢- Reham Saliem, Elias kaziz, Tarek Nasr. 2017. Ali Nayfa thawra fe aldenamica allakhatia. 30 Mares. Tarekh alwesol 20 Aughostos 2018. https://nasainarabic.net/main/articles/view/ali-hasan-nayfeh

٣- د. ريم عاصم. ٢٠١٨. "فنون ما بعد الحداثة في الغرب – النشأة والتطور." مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية (الجمعية العربية للحضارةوالفنون الإسلامية) ٣ (٩): ٤٠٤-٤٢٣. doi:10.12816/0044291.

3- Dr. Reem Asem. 2018. "Fenon ma baad Alhadatha fe Algharb – Alnashaa wa Altatwor". Megalat Alemara Wa Alfenon wa Alelom Alensania (Algamea Alarabia Lelhadara wa Alfenon Alislamia) 3 (9): 404-423. Doi: 10.12816/0044291.

٤ - سماح رضوان. بلا تاريخ. *قوانين نيوتن في الحركة قانون نيوتن الثالث*. تاريخ الوصول ١٨ أغسطس, ٢٠١٨. https://sites.google.com/site/samahmsradwan/qwanyn-nywtn-fy-alhrkte/qanwn-nywtn-althalth.

4- Samah Radwan. Bela Tarekh. Kawanin Newton fe alharaka Kanon Newton althaleth. Tarekh alwesol 18 Aughostos 2018. https://sites.google.com/site/samahmsradwan/qwanyn-nywtn-fy-alhrkte/qanwn-nywtn-althalth

٥- سماح رضوان. بلا تاريخ. قوانين نيوتن في الحركة قانون نيوتن الثاني. تاريخ الوصول ١٨ أغسطس, ٢٠١٨. https://sites.google.com/site/samahmsradwan/qwanyn-nywtn-fy-alhrkte/qanwn-nywtn-althany.

5- Samah Radwan. Bela Tarekh. Kawanin Newton fe alharaka Kanon Newton althany. Tarekh alwesol 18 Aughostos 2018. https://sites.google.com/site/samahmsradwan/qwanyn-nywtn-fy-alhrkte/qanwn-nywtn-althany

٦- مهرة حامد صقر. ٢٠٠٩. *"الفراكتال" والوسائط الجديدة فى فن التصوير الرقمى الحديث وأثرهما فى ابتكار مفهوم فلسفى جديد لفن التصوير الغربى المعاصر*. القاهرة: كلية الفنون الجميلة جامعة حلوان

6- Mohrah Hamed Sakr. 2009. Fractal wa alwasa'et algadeda fe fan altasweer alrakmy alhadeth wa atharohoma fe ebtekar mafhom falsafy gadeed lefn altasweer algharby almoaaser. Alquahira: Koliat Alfenon Algamela Game'at Holwan.

المراجع الأجنبية

7- Alfeld, Peter. 1998. Understanding Mathematics, The Mandelbrot Set. August 10. Accessed February 2, 2021. http://www.math.utah.edu/~alfeld/math/mandelbrot/mandelbrot.html.

8- Amant, Etienne Saint. 2004. Deviantart, Etienne Saint Amant . March 20. Accessed February 2, 2021. https://www.deviantart.com/etiennesaintamant/art/Soleil-noir-5957849.

9- Art, Digital. 2008. Paul DeCell. March 30. Accessed February 2, 2021. https://www.manscostyle.com/submit/artist_ver.php?id_art=130.

10- Art, Philadelphia Museum of. n.d. Nude Descending a Staircase (No. 2). Accessed August 22, 2018. https://philamuseum.org/collections/permanent/51449.html.

11- DeCelle, Paul. 2004. Fractal Art - Gallery 18. Accessed February 2, 2021. https://www.fractalus.com/paul/eighteen.html.

12- Hall, Nancy. 2015. Newton's Laws of Motion. May 5. Accessed February 9, 2018. https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/newton.html.

13- Saitis, Charalampos. 2007. "Fractal Art: Closer to Heaven? Modern Mathematics, the art of Nature, and the nature of Art." Bridges Conference, Mathematical Connections in Art, Music, and Science. San Sebasti´n, Spain: The Bridges Organization. 369-376. Accessed August 19, 2018. https://www.researchgate.net/publication/233760832_Fractal_Art_Closer_to_Heaven_Modern_Mathematics_the_art_of_Nature_and_the_nature_of_Art.

14- Society, American Mathematical. n.d. Fractal Art: Beauty and Mathematics. Accessed February 2021. http://www.ams.org/publicoutreach/math-imagery/mandelbrot.

15- Stanska, Zuzanna. 2018. Gustav Klimt And His Love For Trees In Paintings. October 9. Accessed February 2, 2021. https://www.dailyartmagazine.com/gustav-klimt-trees-paintings/.

16- Truax, Barry. 1999. HANDBOOK FOR ACOUSTIC ECOLOGY: Linear or linearity. Burnaby Canada: World Soundscape Project, Simon Fraser University, and ARC Publications. Accessed August 19, 2018. https://www.sfu.ca/sonic-studio-webdav/handbook/Linear.html.

17- Trump, Dr. Matthew A. 1998. What is Chaos? a five-part online course for everyone. Vers. 2.0. Ilya Prigogine Center for Studies in Statistical Mechanics and Complex Systems. August 14. Accessed March 20, 2018. http://order.ph.utexas.edu/chaos/determinism.html#panel01.

18- Vernon, Jamie L. 2017. "Understanding the Butterfly Effect." The American Scientist 105 (3): 130. doi:10.1511/2017.105.3.130.

19- Zelazko, Alicja. 2020. Abstract Expressionism. May 28. Accessed February 2, 2021. https://www.britannica.com/art/Abstract-Expressionism.