مقال
تقنى

تعدد وإختلاف قوى الجاذبية وأثرها على حركة جزيئات الخامة من منظور الفن التشكيلي رؤية مستحدثة للمشغولة الفنية.

* شريف ربيع وحيد عبد الرحمن
* أستاذ الأشغال الفنية المساعد، قسم التربية الفنية، كلية التربية النوعية، جامعة طنطا.
البريد الإليكتروني: dr.sherifrabea@gmail.com

تاريخ المقال:

- **تاريخ تسليم البحث الكامل للمجلة: 12 أكتوبر 2024**
- **تاريخ القرار الأول لهيئة التحرير: 14 أكتوبر 2024**
- **تاريخ تسليم النسخة المنقحة: 16 نوفمبر 2024**
- **تاريخ موافقة هيئة التحرير على النشر: 24 نوفمبر 2024**

الملخص:

يقدم الباحث رؤيه فنية وفلسفية حول إمكانية توظيف وتطويع الفكر التخيلي لتحقيق هدف فني، حيث إعتمد على وجهة نظر فلسفية مستندة على مفهوم ونظرية علمية وهي أثر قوى الجاذبية على جزيئات المادة أو الخامة، حيث تعرض لبعض النظريات والفلسفات والمفاهيم العلمية لقوى الجاذبية كأحد القوى الأساسية المتحكمة فى الكون والموجودة بين الأجسام والكتل المختلفة. ولاحظ الباحث وجود اختلافات بين قوي الجاذبية بين الأجسام وكذلك اختلاف مجال الجاذبية (حقول الجاذبية) لكل جسم، ومدى تأثير هذه القوى على الأجسام ظاهرياً أو على جزيئاتها الداخلية . ومن ذلك تخيل الباحث إمكانية التحكم في حركة جزيئات المواد أو الخامات، وحدوث تغير شكلي لها من خلال التأثير عليها بقوى جذب مختلفة، مع مراعاة اختلاف طبيعة الخامات وقوى ترابط وتماسك جزيئاتها وإختلاف شكل هذه الجزيئات، وإمكانية الحصول على العديد من القيم والمتغيرات الشكلية والتشكيلية لحركة هذه الجزيئات باختلاف تأثير هذه القوى، مما يعتبر مدخلاً مستحدثاً في بناء وتشكيل المشغولة الفنية.يهدف البحث إلى إيجاد مداخل تجريبية جديدة للمشغولة الفنية من خلال أثر إختلاف وتعدد قوى الجاذبية على حركة جزيئات الخامة. والوصول إلى صياغات بنائية وتشكيلية مستحدثة من خلال المتغيرات الشكلية والقيم الإيقاعية لحركة جزيئات الخامة.وأمكن التوصل إلى مشغولات فنية بها العديد من الأسس البنائية والقيم التشكيلية المتنوعة من خلال تخيل حركة الجزيئات أو الوحدات للخامة من خلال تأثيرات قوى الجاذبية المختلفة . والوصول إلى حلول تشكيلية ومعالجات فنية جديدة لبنائيات المشغولة الفنية وظهور قيم إيقاعية متنوعة لوحداتها من خلال الفكر التخيلي لحركة الجزيئات. والدراسات التخصصية والتأملية للنظريات والمجالات العلمية تصلح كمداخل ومتغيرات لأفكار فنية وتجريبية غير تقليدية.

الكلمات المفتاحية: *قوى الجاذبية، جزيئات الخامة، مشغولة فنية*

مقدمة البحث

العلم والفن وجهان لعملة واحدة، والطبيعة دائما ما تكون نقطة مرجعية لكلاً منهما، فالعلوم تحاول فهم وشرح قوانين الطبيعة والنظريات والقوانين ما هي إلا محاولات لدراسة وتفسير حقائقها وظواهرها، كما أن جماليات الطبيعة وضعت في مقدمة إبداع الأعمال الفنية، فالطبيعة غنية بالظواهر والأنظمة المختلفة بأشكالها الظاهرية والداخلية والتى تعد مصدراً خصباً لدارسي الفن.

فإذا نظرنا لمدى أهمية الطبيعة للفنان فنجد أنها أحد المحكات الهامة للبحث عن الشكل والمضمون، فهي تمثل عمليات الحياة وتُظهر الأشكال وسماتها والهيئة الجمالية المميزة لها، وما بها من خصائص ونظم يرجع أساسها إلى القانون البنائي الذي تنتظم على أساسه الأجزاء والعناصر المكونة للأشكال والهيئات الطبيعية، التي يعتمد الإنسان على إدراك البسيط منها بحواسه فقط، ثم ارتقى المفهوم بعد ذلك إلى الإهتمام بجوهر الطبيعة ونظمها وقوانينها. (أية محسن،2022، ص165).

ولما كانت هذه النظم متوافرة في الطبيعة، فإن قدرة الفنان على التعرف عليها ضروري لفهمها واستخلاص ماهيتها وبنائها ومنهجها، ليصبح إدراك هذا النظام هو مصدر أعماله الفنية، وفي واقع الأمر فان البناء الجمالي للعمل الفني يكمن في ترجمة النظم التي يستخلصها الفنان من العلاقات الموجودة في العناصر الطبيعية المحيطة به. (ريم حمودة وأخرون،2018، ص81)

فالطبيعة بهيئاتها وأشكالها المتباينة تطوي في فحواها أنماط ونماذج من العلاقات والتراكيب الطبيعية المقننة والمعقدة، والتى تخضع لأنظمة ومقاييس ذات نظام محكم، يتضح في بنائها وعلاقاتها الإنشائية. فقد أثبتت دراسات وبحوث تاريخ الفن أن العديد من المدارس والإتجاهات الفنية إعتمدت في الأساس على نظريات وفلسفات علمية، حيث كانت هذه النظريات هي البنية الأولى والأساسية لفكر هذه المدارس وأساس بني عليه فكر العديد من الفنانين .

وتؤكد فلسفة شوبنهاور أهمية العودة إلى النظام الطبيعي، فلقد بدأت فلسفة الفن بدراسة النظام الخارجي لها، وبعد ذلك إتجهت إلى التحليل الدقيق للحياة الباطنة لإكتشاف الأجزاء المكونة لبنائيات العناصر وتكويناتها وأنظمتها المتأثرة بالقوى الطبيعية الخارجية والداخلية. (جوزايا رويس،2003، ص316)

وتعد الجاذبية أحد هذه القوى الطبيعية والتى تعتبر من أهم القوى المؤثرة في الكون، فهى من القوى التى تحقق حالة التوازن الدقيق في الحركة الكونية، فهى التى تتحكم في حركة الأجسام الكبيرة مثل الأجرام السماوية والكواكب، وكذلك الأجسام الصغيرة مثل الجزيئات والذرات المكونة للمواد أوالخامات.

ومما سبق وتأكيداً على إمكانية المزاوجة بين النظريات والقوانين العلمية والإبداع الفني، وهو ما يمكن اعتباره مدخلاً للبحث الحالي، بهدف إضافة المزيد من الرؤى التشكيلية المستحدثة والتجريب المستمر في مجال الأشغال الفنية، من خلال أحد المداخل العلمية المرتبطة بقوى الجاذبية وقوانينها .

الفكر الفلسفي للبحث

يقدم الباحث رؤيه فنية وفلسفية لدارسي الفنون حول إمكانية توظيف وتطويع الفكر التخيلي لتحقيق هدف فني (أهداف البحث)، حيث إعتمد على وجهة نظر فلسفية مستندة على مفهوم ونظرية علمية وهي أثر قوى الجاذبية على جزيئات المادة أو الخامة، حيث تعرض لبعض النظريات والفلسفات والمفاهيم العلمية لقوى الجاذبية كأحد القوى الأساسية المتحكمة فى الكون والموجودة بين الأجسام والكتل المختلفة سواء كانت كبيرة كالأجرام السماوية، أو صغيرة كالذرات والجزيئات المكونة للمواد والخامات.

ولاحظ الباحث وجود اختلافات بين قوي الجاذبية بين الأجسام وكذلك اختلاف مجال الجاذبية (حقول الجاذبية) لكل جسم، ومدى تأثير هذه القوى على الأجسام ظاهرياً أو على جزيئاتها الداخلية .

ومن ذلك تخيل الباحث إمكانية التحكم في حركة جزيئات المواد أو الخامات، وحدوث تغير شكلي لها من خلال التأثير عليها بقوى جذب مختلفة، مع مراعاة اختلاف طبيعة الخامات وقوى ترابط وتماسك جزيئاتها وإختلاف شكل هذه الجزيئات، وإمكانية الحصول على العديد من القيم والمتغيرات الشكلية والتشكيلية لحركة هذه الجزيئات باختلاف تأثير هذه القوى، مما يعتبر مدخلاً مستحدثاً في بناء وتشكيل المشغولة الفنية .

وتتضح مشكلة البحث في السؤال التالي

- إلى أي مدى يمكن إيجاد صياغات بنائية وتشكيلية مستحدثة للمشغولة الفنية من خلال الفكر التخيلي لأثر تعدد وإختلاف قوى الجاذبية على حركة جزيئات الخامة ؟

أهداف البحث :

يهدف البحث إلى :

- إيجاد مداخل تجريبية جديدة للمشغولة الفنية من خلال الفكر التخيلي لأثر إختلاف وتعدد قوى الجاذبية على حركة جزيئات الخامة .

- الوصول إلى صياغات بنائية وتشكيلية مستحدثة من خلال المتغيرات الشكلية والقيم الإيقاعية لحركة جزيئات الخامة.

أهمية البحث :

- التأكيد على مدى أهمية الفكر التخيلي كمدخل فني للوصول لآفاق جديدة للتجريب في مجال الأشغال الفنية .
- يسهم البحث في إيجاد صياغات بنائية وتشكيلية للمشغولة الفنية من خلال أثر إختلاف وتعدد قوى الجاذبية على حركة جزيئات الخامة.
- تدعيم مداخل التجريب الفني في الأشغال الفنية من خلال العلاقات التبادلية بين النظريات العلمية والفن .

فرض البحث : يفترض الباحث أنه

- يمكن إيجاد صياغات بنائية وتشكيلية مستحدثة للمشغولة الفنية من خلال أثر تعدد وإختلاف قوى الجاذبية على حركة جزيئات الخامة .

المصطلحات :

قوى الجاذبية : هي قوة تجذب أي جسمين يحمل كل منهما كتلة وبينهما مسافة، وتحركهما نحو بعضها البعض، وهي خاصية من خصائص المادة والطاقة أيضاً، وبموجب نظرية النسبية لآينشتاين التي تمثل قوة شدّ تحدث فيما بين أجزاء المادة مهما كانت صغيرةً أو كبيرةً، ومهما كانت المسافات الفاصلة فيما بينها، فالجاذبية قوة واسعة الشمول، وقد اشتق مصطلح الجاذبية Gravity من الكلمة اللاتينية Gravis . (عبد الله العمري،2023، ص 7) .

الجزيء: أساس بناء المادة أو الخامة وهو أصغر وحدة أو جسيم من المادة النقية ويحدد ويظهر الخواص لها، ويؤدي ترتيب الجزيئات في إتحادات مختلفة إلى تنوع المواد ذلك باختلاف قوة الترابطات بينها . (هارون يحيى،2004، ص 67)

المسامات الجزيئية: هي الفراغات أوالمسافات بين الجزئيات المكونة للمواد أو بين الذرات المكونة للجزيئات، ويتناسب حجم المسامات عكسياً مع قوى التجاذب بين الجزيئات. (خير سليمان شواهين،2014، ص3)

التعرف الإجرائي لجزيئات الخامة : هي أصغر وحدة في المادة أو الخامة (المكونة للعمل الفني) والتي تظهر خواصها وتختلف تنتظماتها وبنائياتها من خامة لأخرى على أساس شكل الذرات المكونة للجزيئات والروابط والمسافات بينها، والتي تكون حالتها سواء صلبة أو سائلة أو غازية أو بلازما(هيولية)، وفي البحث الحالي يعتبر جزيئات الخامة هي الوحدات المكونة للعمل الفني والتي تتحرك فيما بينها مكونة أبعاداً وقيماً تشكيلية وبنائية متنوعة تتحكم في حركتها تأثير قوى الجاذبية الخارجية وقوة الترابط الداخلية بين هذه الجزيئات.

المحاور الأساسية للمعرض :

أولاً : قوى الجاذبية بين العلم والفن التشكيلي .

ثانياً : البنائية والمشغولة الفنية الحديثة .

ثالثاً : الإطار التطبيقي للبحث .

أولاً : قوى الجاذبية بين العلم والفن التشكيلى:

تعددت الإفتراضات والنظريات الفلسفية والعلمية للقوى الأساسية المتحكمة في الكون، بداية من علم الكونيات والأجرام السماوية وحركتها وعلاقتها ببعضها، ونهاية بالذرات والجزيئات التى يتكون منها كل مادة في الكون .

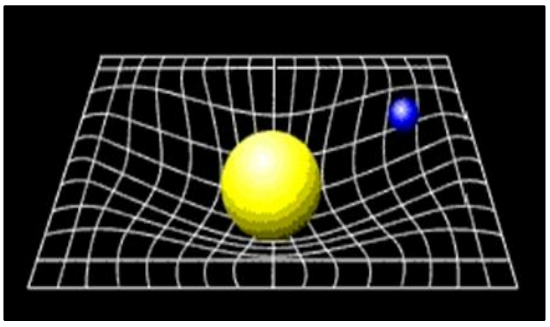
من النظريات والنتائج تنوعت وجهات نظر العلماء، والتى قد يختلف أو يتشابه ما توصل إليه كل منهم، حيث أكدت معظمها علي أن هناك ما يسمى بالحقل الموحد لقوانين الطبيعة، ويتكون من أربعة قوى أو حقول تتحكم في توازن الطبيعة (الجاذبية والكهرومغناطيسية تفاعل الضعيف تفاعل القوي.**(سلوى الصالح،https://faculty.ksu.edu.sa/ar/salwams/blog/157429)**

ومن ذلك فقد تناول الباحث أحد هذه القوى وهى المسؤولة عن التجاذب والترابط في الكون وهى قوى الجاذبية، ودراسة نظرياتها وآراء العلماء والفلاسفة حول مفهومها وأسبابها وتأثيراتها المختلفة، حيث أكدت العديد من المراجع والدراسات أن قوى الجاذبية، تعد أحد أكبر الألغاز التى تواجه العلم، ولم يستطع العلماء الوصول إلى جواب نهائي وتحليل مؤكد لها، فلكل جسم حقل جاذبية مستقل ومختلف عن غيره، فتأثير قوى الجاذبية ينشأ بين الأجسام ويعتمد في الأساس على عدة عوامل أهمها الكثافة والمسافة بين هذه الأجسام، ويقل تأثيرها كلما زادت المسافة بينها.

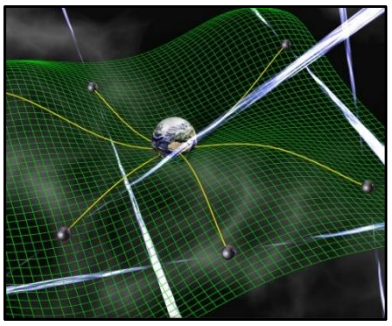
وأشار **اسحق نيوتن** إلى الجاذبية في كتابه "المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية"، (The Mathematical Principles Of Natural Philosophy)، أن جميع الأجسام تنجذب إلى بعضها البعض بقوة، ومقدار هذه القوة مرتبط بكثافة الأجسام والمسافة بينها، وفسر أن كلا من الأرض والتفاحة يتجاذبان فيما بينهما، لكن ضخامة الأرض الهائلة تجعلها لا تتأثر بجذب التفاحة لها بينما التفاحة تنجذب وتسقط نحو الأرض، وأن هذه القوة الجاذبة للأجسام تسمى الجاذبية الأرضية، وهي القوة التي تشد جميع الأجسام إلى سطح الأرض وتؤدى بالتالي إلى أن يكون لها وزن، وأكد أيضا على أن قوة الجاذبية الأرضية تتناقص بإبتعاد الجسم عن الأرض، لأن شد الجاذبية الأرضية له يكون أضعف . (Newton,1845)

ومن جانب آخر عبر **ألبرت أينشتاين** عن الجاذبية بأنها موجات تنقل الطاقة من خلال الكون، وأعلن عن ذلك لأول مرة عام 1915م، وشكل ذلك جزءاً مهما من نظريته النسبية الشهيرة التى تشرح الزمكان وهو الأبعاد الثلاثة للمكان إضافة للزمن.

حيث أكدت النظرية النسبية العامة لاينشتاين، أن الجاذبية ليست قوة كما أشار نيوتن، وإنما خاصية من خصائص المكان ويمكن أن يطلق عليها مجال أو حقل، حيث أن الأجسام الكونية مثل الكواكب والنجوم، تقوم بحني الزمكان المحيط بها، وأن لكل جسم مجال أو حقل جاذبية خاص به، يتحرك على أساسه، بالإضافة إلى الحقول الأخرى المؤثرة عليه، ومن ذلك فقد أكدت بعض الدراسات على النظرية النسبية لانشتاين حيث تعمل الأجسام الكبيرة على ثني الزمكان، بينما يملي إنحناء الزمكان على الأجسام كيفية تحركها وتغيير شكلها. ويوضح ذلك الأشكال (1-2). (أحمد عطية،2021، ص14-15)



شكل (1)

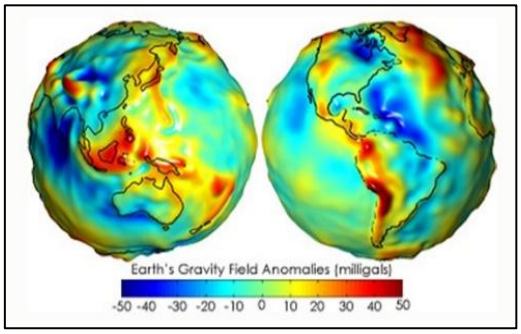


شكل (2)
مجالات وحقول الجاذبية لبعض الأجرام السماوية وتأثيرها على حركة الأجسام الأخرى المصدر (أحمد عطية،2021)

وقد تتغير الأشكال الخارجية للأجسام من خلال تأثير قوى الجذب الخارجية عليها حين تقترب من جسم آخر فتدخل فى مجال الجاذبية له (شكل رقم 3)، بينما يمكن تغيير الشكل الخارجى أيضا من خلال إختلاف القوى الجاذبية الداخلية أو نوعية الخامة أو المادة وقوى التماسك الداخلي بين جزيئاتها، ويمكن تأكيد ذلك من خلال النموذج المعروف بـ (نموذج بوتسدام للجاذبية)(POTSDAM GRAVITY Model) شكل(4)، والذي يعد تصوراً لنموذج يظهر إختلافات في الجاذبية الأرضية، مما أدى إلى اختلافات متعددة في الشكل الخارجي للكرة الأرضية. فقد يميل البعض إلى الظن بأن جاذبية الكرة الأرضية هي ثابتة ومتساوية في جميع المناطق، لكن في الواقع هذا غير صحيح فمجال الجاذبية الأرضية يختلف من مكان لآخر حيث أثبتت الدراسات أن جاذبية الأرض مختلفة ومتغيرة، مما يؤثر على الشكل الخارجي للكرة الأرضية. (زياد وانلي، https://science.nasa.gov)

ومن ذلك يمكن التأكيد علي إمكانية تغيير الشكل الخارجي لمجسم أو خامة من خلال إختلاف قوى الجاذبية خارجياً أو داخلياً، معتمدة على قوى الجذب الخارجية المؤثرة عليها، وكذلك نوعية جزيئاتها وقوى التماسك بينها، وهذا ما يهدف إليه الباحث في البحث الحالى.

شكل (3)
يوضح تغير الشكل لمجرتان حلزونيتان بسبب قوى الجاذبية وتقاربهما من بعضهما المصدر(زياد وانلي، https://science.nasa.gov)



شكل (4)
نموذج بوتسدام للجاذبية الأرضية، توضح مدى اختلاف التوزيع الحقيقي للجاذبية ،مركز الأبحاث الألماني للجيوفيزياء(GFZ) . المصدر (زياد وانلي، https://science.nasa.gov)

واستكمالاً لدراسة الجاذبية ومجالها وحركة الأجسام المرتبطة بها وتأثير ذلك على شكلها، وجد الباحث بعض المصطلحات

والمفاهيم الهامة التي توضح العلاقة بين حركة الأجسام وجزيئاتها، سواء معتمدة على قوى الجاذبية الخاصة بها، أو القوة الخارجية المؤثرة عليها، ونوضح منها بعض المصطلحات المرتبطة بفلسفة وهدف البحث .

النظام المرجعي العطالي واللاعطالي : Inertial and non-inertial reference system

هو أحد المصطلحات الفيزيائية ويمثل الحركة الثابتة للجسم أو المتكررة بنفس الشكل (بندول الساعة)، ويدل ذلك على عدم وجود قوة خارجية تؤثر على الجسم أو حركته، وهى ما تعرف بالإطار المرجعي العطالي أو الحركة الساكنة أو القصور الذاتي، وهذا ما استنتجه العالم **نيوتن** في قانونه الأول للحركة، والذي ينص على، أن الجسم يظل ساكنا السكون التام أو التحرك في خط مستقيم وبسرعة ثابتة مالم يؤثر عليه قوة تغير حالته، بمعنى أنه ينعدم الفارق بين الأجسام المتحركة حركة منتظمة والأجسام الساكنة تماماً،(Chaney, 2021) وهذا أدي إلي ظهور فكرة التكرارات المنتظمة في الحركة أو الأشكال الناتجة عن هذه الحركة، ويمثل ذلك من المنظور الفنى التشكيلي إحدى أنواع الإيقاع وهو الإيقاع المنتظم، حيث تتكرر الحركة بصورة ثابتة وعلى مسافات متساوية، وهذا ما يمكن تحقيقه في حركة الجزيئات عند التأثير عليها بقوى جاذبية وتكرارها بنفس الشكل في أماكن مختلفة .

كما ظهرت أيضا حركة لبعض الأجسام لا ينطبق عليها قوانين نيوتن، توصل إليها العالم الفرنسي كاسبار كوريوليس 1835م وتعرف بالإطار المرجعي اللاعطالي، وفيها يتحرك الجسم بشكل غير منتظم وغير ثابتة، ويمثل ذلك من المنظور الفنى التشكيلي في حركة الجزيئات ذات الإيقاعات غير المنتظمة. (ديفيد والاس2021، ص37-39)

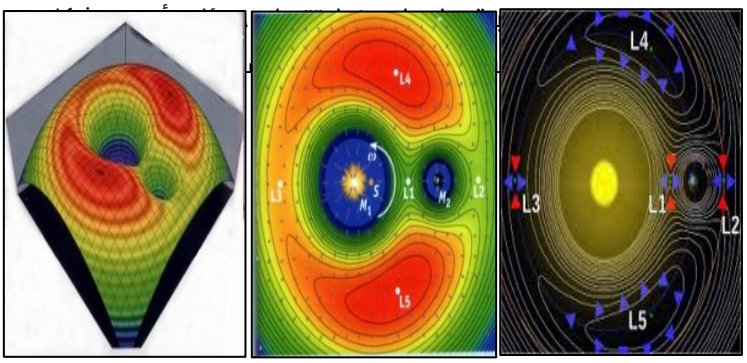
شكل (5)
يوضح نموذج لنظام مرجعي عطالي (إيقاع منتظم)
من تجارب الباحث

شكل (6)
يوضح نموذج لنظام مرجعي لاعطالي (إيقاع غيرمنتظم)
من تجارب الباحث

نقاط لاغرانج Lagrange Points

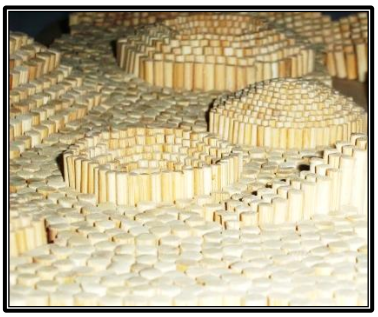
أحد مصطلحات ميكانيكا الأجرام السماوية، وسميت بإسم عالم الرياضيات الفرنسي جوزيف لاغرانج، وتعرف على أنها تلك النقاط التي ينعدم عندها تأثير الجاذبية بين جرمين سماوين كبيرين على جسم ثالث، وغالباً ما يكون صغيراً عنهم، حيث تعمل الجاذبيتان للجرمين بشكل متضاد، فيظل الجسم الثالث بدون أي تأثير عليه، ويمكن ان يحدث عند إختيار أماكن وضع المركبات الفضائية والأقمار الصناعية في الفضاء كما هو موضح في (شكل7).(ريم محمد، https://science.nasa.gov)

ومن جانب المنظور الفنى التشكيلي حيث يمكن أن تنعدم قوى الجاذبية على بعض الأجسام أو العناصر فتظل جزيئاتها في وضع مستقر وثابت دون حركة في بعض المساحات، وذلك نتيجة



شكل (7-أ) **شكل (7-ب)** **شكل (7-ج)**

شكل (7- أ،ب،ج) توضيحي ثلاثي الأبعاد يوضح مواقع نقاط لاغرانج (L1,L2,L3,L4,L5) وحيز روش للنظام الأرضي الشمسي المصدر(نور الهدى ابو الخير وسعيدة غريب، 2020)و(ريم محمد، https://science.nasa.gov)



شكل (8)
نموذج مفهوم إنعدام تأثير الجاذبية في بعض الأجزاء وذلك فى المناطق المستوية (من تجارب الباحث)

شكل (9) **شكل (10)**
يوضح شكل (9)،(10) التوزيع الحر للجزيئات بعد زوال قوى الجاذبية (من تجارب الباحث)

مجال روش Roche Field

ويطلق عليها حيز أو منطقة روش وهي منطقة الفضاء المحيط بالنجم أو الجرم السماوي، ويكون كل ما فيها من أجسام مرتبط بالنجم بقوى الجاذبية، فإذا تحرك أو إنفجر النجم أمكن للأجسام التحرر من قوة الجاذبية والتحرك الحر في الفضاء. (نور الهدى أبو الخير، سعيدة غريب، 2020، ص 23)

ومن ذلك يمكن الإستفادة من الحركة الحرة للأجسام والجزيئات، عند انفصال أو تلاشي تأثير قوى الجاذبية عليها، وما ينتج عنها من أنماط تشكيلية متعددة ذات طابع حر (الأشكال 10،9).

ثانياً : البنائية والمشغولة الفنية الحديثة .

قدم الفكر البنائي فلسفة جديدة كانت ثورة على التقليد والآلية التعبيرية، فهى حركة ميتافيزيقية ديناميكية تهدف إلى إستحداث أنماط جديدة في مجال الفن التشكيلي، وتحمل في طياتها رؤى تعبيرية مستحدثة من منطلق البناء والتركيب لإعادة صياغة العمل الفني سواء مسطح أو مجسم، بمفهوم وفكر العصر الحديث وما يستجد عليه من متغيرات زمانية أو مكانية. (زعابي حسين،2001، ص1)

ظهر الإتجاه البنائي في روسيا وإعتمد المفهوم العام له على إبتعاد الفنان عن محاكاة الواقع الظاهرى وتمثيله بشكل مباشر، وكذلك البعد عن الموضوعات الساكنة غير المتحركة، وطرح الموضوعات الديناميكية المتضمنة قوى حركية وإيقاعية عضوية. كما أكدت البنائية دائما على ضرورة العلم أو المعرفة كدعامة ومنطلق لكل إنتاج فني، فمن خلال أعمال الفنانين البنائيين نجد أنهم قد قدموا أعمالاً تتصف بمنطق العلم، فكانت كثيراً ما تظهر أشياء أكثر من العقلانية حيث نجد أن مفهوم تلك الأعمال كانت غالباً ما يكون رفضاً لمنطق أخذ صورة الأشياء كما هى في صورتها الطبيعية أو مفهومها التقليدي.(Guy,Brett.1968,p47)

أهم ما يميز الفكر البنائي هو النظرة الكلية الشاملة التى تعالج بها الظواهر بحيث يعطى الكل أولوية منطقية على الأجزاء، وهذا لايعنى أنها تغفل هذه الأجزاء والوحدات الصغيرة المكونة للكل، وإنما هى على عكس ذلك ترى أن فهم هذه الأجزاء لن يتيسر إلا من خلال دراسة نظم العلاقات التى تربط بين الأجزاء بعضها ببعض من جانب وعلاقتها بالكل من جانب آخر، وكثيراً ما تصل هذه النظم إلى درجة عالية جداً من التعقيد، وأن وجود هذه العلاقات ما هى إلا إنعكاساً على مستوى البناء الشكلي الذى يجعل المفكرين البنائيين لا يأخذون الأمور بظواهرها ولكن البحث عن البناء بالغوص تحت الظواهر المحسوسة.(هند بكري،2023، ص 659)

تهدف البنائية إلى تحقيق ماهو زمانى ومكاني، وتؤكد أن الكتلة الصماء ليست هي الإدراك المكاني الوحيد، وأن عنصري الحركية Kinetic والديناميكية Dynamic يجب أن تستخدم في التعبير عن الحقيقة المتمثلة في الزمان والمكان معاً. فالإيقاع الساكن لا يكون كافياً فى الأعمال الفنية، وأكد على ذلك أقوال رواد الفن البنائي جابوNaum Gabo وبفزنرAntoine Pevsner وغيرهم، نحو توضيح الفكر الفلسفى البنائي وهو أن القواعد الأساسية للفن هما الفراغ والزمن، وأعلنا أن الفن البنائي اعتمد في الأساس على قواعد الحركة المتمثلة في الإيقاع الديناميكي. (Read1964 ,p98,112)

وإن الإتساع الواعي الحقيقي فى مفهوم الفكر البنائي قد ظهر ضمن مفاهيم حركة الإتجاه الجديد من حيث اللجوء إلى الطبيعة ولكن بطريقة مختلفة، فالطبيعة بالنسبة لهم ليست المناظر الخلوية أو الطبيعة الصامتة، أو تشخيص للأحياء في الأعمال الفنية، بل هو فكر فلسفي حيث أنهم تجاهلوا تلك المعانى وصولاً لطبيعة خاصة بهم وهي ينبوع الظواهر، كقوى الجاذبية

والطاقة والضوء واستخدام كل ما تنتجة التكنولوجيا المتطورة للكشف عن خبايا الطبيعة ومكنوناتها ونظمها البنائية. (زعابي حسين،2001،ص 5)

وقد لجأ الباحث إلى الإتجاه للفكر البنائي حيث وجود منطلق فلسفي مشترك، وهو الوصول إلى تكوينات فنية تشكيلية تسعى وراء التكامل والوحدة من خلال نظم تجميع وتكرار وإيقاع فى الأساس البنائي التركيبى للمشغولة الفنية وإظهار العلاقات الجمالية بصورة أكثر وضوحاً، لإيجاد رؤى جديدة يمكن الإنطلاق من خلالها لمحاولة إستحداث صياغات تشكيلية وبنائية للمشغولة الفنية، ذات أسس ونظم بنائية منظمة ومتماسكة مكونة من أجزاء أو عناصر تتبادل التأثير فيما بينها، مكونة مجموعة من العلاقات الإيقاعية بنظم تكرارية ذات قيم تشكيلية وفنية متعددة .

ثالثاً : الإطار التطبيقي للبحث .

يعد مجال الأشغال الفنية من المجالات التشكيلية التى تعتمد في الأساس على التجريب والتحديث، سواء في الفكر الفلسفي أو التقني أو الخامات أو دراسة الأساليب الفنية الأدائية وتطويرها بهدف إستحداث وإنتاج مشغولات فنية تتسم بالمعاصرة والحداثة وتحوي العديد من الأبعاد التشكيلية والقيم الفنية، بالإضافة الى أصالة المصدر وحداثة الأداء.

ويهدف هذا البحث إلى إطلاق الفكر التخيلي للتحكم في حركة جزيئات الخامات والمواد، من خلال التأثير عليها بقوى جذب متنوعة، من حيث الشكل والقوة، سواء كان مصدر الجاذبية ثابت أو متحرك، بهدف إظهار حركة مقصودة بالجزيئات للحصول على العديد من المتغيرات الشكلية والتشكيلية للمشغولة الفنية .

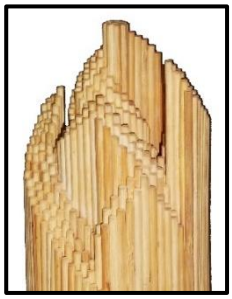
حيث إعتمد الباحث على عدة مرتكزات أساسية لتحقيق فكرة وأهداف البحث الحالى .

الصياغات البنائية والتشكيلية الناتجة عن تأثير قوى الجاذبية .

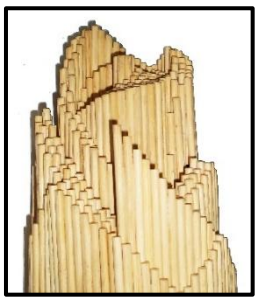
ظهرت العديد من الصياغات البنائية والتشكيلية عند تخيل تحرك الجزيئات عند التأثير عليها بقوى جاذبية خارجية منفردة أو متعددة سواء كانت ثابتة أو متحركة، ويمكن توضيح ذلك من خلال عدة عوامل تؤثر بشكل مباشر في حركة الجزيئات، أو على شكل وبناء المشغولة الفنية .

- مقدار قوى الجذب وحقل الجاذبية الخاص به .
- إتجاه حركة مصدر قوى الجذب .
- زمن حركة مصدر قوى الجذب .
- المسافة بين مصدر قوى الجذب وجزيئات الخامة.
- مقدار قوى التجاذب والتماسك بين جزيئات الخامة نفسها .

شكل (12)



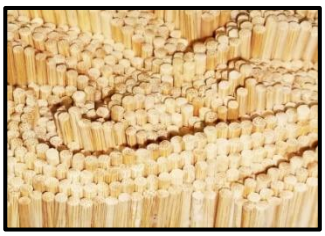
شكل (11)



شكل (12)

شكل (11)

شكل (13)



شكل (14)

شكل (15)

أشكال (11: 17) نماذج لبعض الصياغات البنائية والقيم التشكيلية الناتجة عن تأثير قوى الجاذبية (تفصيلية من أعمال الباحث)

الخامات المستخدمة

الخامة غالباً ما تشغل الفنان من حيث خواصها وامكاناتها الشكلية والتشكيلية، حيث يسعى الباحث فى البحث الحالى إلى الإهتمام بجزيئات الخامات بفلسفة فكرية تخيلية، من حيث إمكانية حركة جزيئات الخامة من خلال تأثرها بقوى جذب خارجية.

ومن المتعارف عليه أن حالات المادة أو الخامة إما صلبة أو سائلة أو غازية، وجميعها تتكون من جزيئات، وفي حالة المواد الصلبة تكون هذه الجزيئات ثابته الشكل والحجم، والمسافات بين هذه الجزيئات صغيرة جداً وقوى التجاذب بينها كبيرة، مما يفسر ثبات شكلها وحجمها، وقد اختار الباحث المواد الصلبة كنموذج لحالة المادة، لتناسبها مع الفكر الفلسفي للمعرض.

وقد إستخدم الباحث أعواد الأخشاب الطبيعية وهي أسطوانات الأخشاب ذات القطاع الدائري (خشب الشيش)، كخامة أساسية لتنفيذ مشغولات البحث الحالي، لتوافرها بالأسواق المحلية وسهولة عمليات التشكيل والتجميع، معتمداً على مقطعها الدائري والذي يرمز لجزئ الخامة بشكل عام، مما يساعد الباحث من تحقيق المتغيرات المختلفة لقوى الجاذبية كواقع مادى ومرئي لحركة الجزيئات، محققة مايسعى إليه الباحث من أبعاد وقيم تشكيلية في الخامة من خلال قيم البارز والغائر بين الجزيئات، بالإضافة إلى التكرارات المتنوعة وما ينتج عنها من إيقاعات فنية وكذلك ظهور المسارات المتنوعة للحركة المتتابعة للجزيئات سواء منتظمة أو غير منتظمة .

كما إستخدم الباحث أعواد الخشب الملون الدائرية والمربعة في بعض الأعمال، وذلك للتأكيد على الأبعاد التشكيلية والجمالية اللونية الناتجة من حركة الجزيئات للمشغولة الفنية .

كما أضاف الباحث خامة الايبوكسيEpoxy كوسيط تشكيلي تكميلي في بعض الأعمال الفنية للتأكيد على ما تهدف إليه فلسفة البحث الحالي من إطلاق الفكر التخيلي من إظهار سائل شفاف يغوص به عناصر العمل الفني (جزيئات الخامة) دون مقاومة للتأكيد على حرية حركة الجزيئات بفعل تأثير قوى الجاذبية، وإظهار العديد من القيم البنائية والإيقاعات الحركية المتنوعة، ويظهر ذلك في حالة من التآلف والوحدة داخل كتلة شفافة من الايبوكسي .

نماذج لبعض تجارب التشكيل بخامة الشيش وما تحققه من قيم متنوعة ناتجة عن تخيل تأثير قوى الجاذبية

تحليل المشغولات الفنية للبحث

قام الباحث بعمل مجموعة من المشغولات الفنية، والتى عبرت عن إختلاف تأثير قوى الجذب على جزيئات الخامة، مما أدى الى ظهور العديد من الصياغات والقيم البنائية والتشكيلية، من خلال حركة الجزيئات وفقا لما تتعرض إليه هذه الجزيئات من قوى جذب مختلفة، سواء منفردة أو متعددة، وكذلك ثابتة أو متحركة، وجميع هذه العوامل أدت إلى التنوع التشكيلي للمظهر الخارجي للخامة.

كما إعتمد الباحث في هذا البحث على اختيار المقطع الدائري في معظم المشغولات الفنية وذلك للتأكيد على قيم البارز والغائر لجزيئات الخامة والتأكيد على قيم التكرار والإيقاع، بالإضافة إلى إظهار الأسس والقيم البنائية الناتجة من حركة جزيئات الخامة.

وفيما يلي سوف يتناول الباحث تحليل المشغولات الفنية تبعا للمحاور التالية :

أولاً - مشغولات فنية ذات مصدر قوى جذب ثابت الشكل.

ثانياً - مشغولات فنية ذات مصادر قوى جذب متعددة ومختلفة الشكل.

ثالثاً - مشغولات فنية مجسمة.

رابعاً - مشغولات فنية ذات قيم لونية.

أولاً - مشغولات فنية ذات مصدر قوى جذب ثابت الشكل.

إتجه الباحث في هذا المحور إلى التأكيد على المتغيرات التشكيلية والأسس البنائية التى تنتج من أحد أنواع مصادر الجاذبية ذات الشكل الثابت، والتى تعطي نوع واحد فقط من التأثير على حركة الجزيئات، ومدى إمكانية كل نوع من هذه المصادر فى إنشاء نظم بنائية وتشكيلية مختلفة .

فنتج عن ذلك مشغولات فنية متوافقة التكوين ذات وحدة فنية، يتحقق فيها العديد من النظم الإيقاعية والتكرارية المتجانسة،

فظهر كل تكوين فني ذو استقلالية فنية، فمنها ما يتميز بالإيقاعات الحرة غير المنتظمة (الإطار اللاعطالي- الخروج من حيز روش) ومنها ما ظهر إيقاعات متدرجة ومتكررة (المرجع أو الإطار العطالي-القصور الذاتي)، وكذلك ظهور مساحات بدون ايقاعات حركية (نقاط لاغرانج) .

حيث ظهر في بعض المشغولات بهذا المحور تكوينات فنية ذات **نظم بنائية هندسية** كما في الأعمال (5،4،3،2،1)، وإعتمد ذلك على:

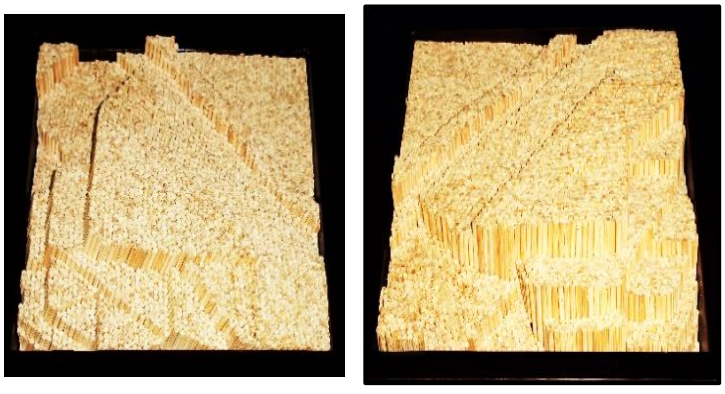
- مصدر جاذبية قوي وذلك لتحقيق نظم ايقاعية حادة وقوية لحركة الجزيئات.
- إستخدام تحريك مصدر الجاذبية ببطء بهدف انتظام حركة الجزيئات .
- تثبيت المصدر فترات زمنية عند التحرك بهدف تنظيم الجزيئات فى مستويات أفقية متدرجة .

كما ظهرت مشغولات بتكوينات فنية ذات **نظم بنائية عضوية إنسيابية** كما في الأعمال (8،7،6) وإعتمد ذلك على ما يلي:

- استخدام مصدر جاذبية ضعيف وذلك لتحقيق نظم ايقاعية ذو مرونة وإنسيابية لحركة الجزيئات
- بُعد المسافة بين المصدر والجزيئات لتقليل حدة وتأثير الجذب.
- اللجوء إلى الحركات السريعة للمصدر بهدف تحقيق ايقاعات تدريجية لحركة الجزيئات

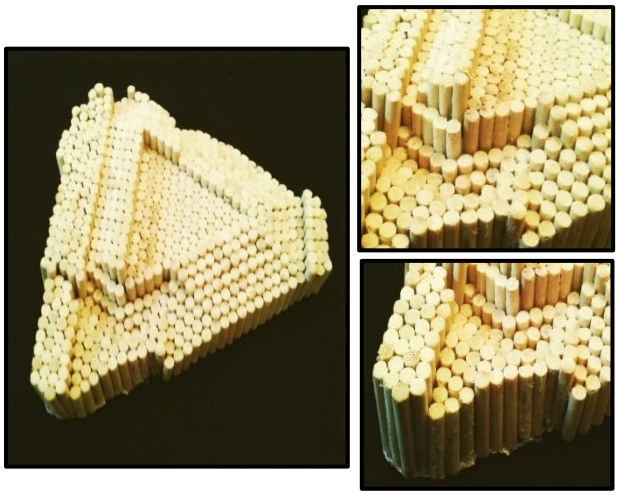
واستخدم الباحث خامة الايبوكسي في المشغولات رقم (8،5،4،2) كوسيط تشكيلي تكميلي لدعم الفكر التخيلي من خلال إظهار الرؤية العامة للمشغولة كسائل أو مياه يغوص بها عناصر العمل الفني والتأكيد على فكرة حرية حركة الجزيئات.

عمل فني رقم (1) – مقاس 30 X 30 سم

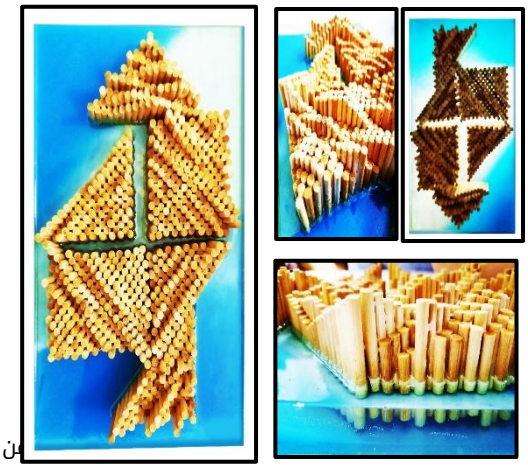


عمل فني رقم (2) – مقاس 25 X 25 سم

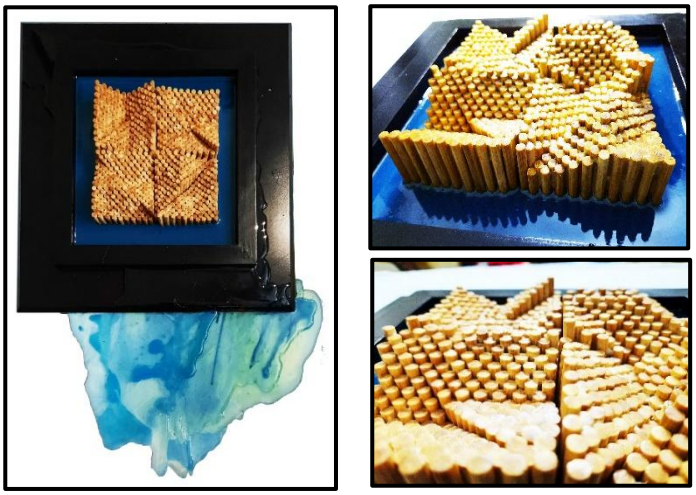
عمل فني رقم (3) – مقاس 25 X 25 سم



عمل فني رقم (4) – مقاس 25 X 35 سم



عمل فني رقم (5) – مقاس 25 X 25 سم



عمل فني رقم (8) – مقاس 25 X 60 سم

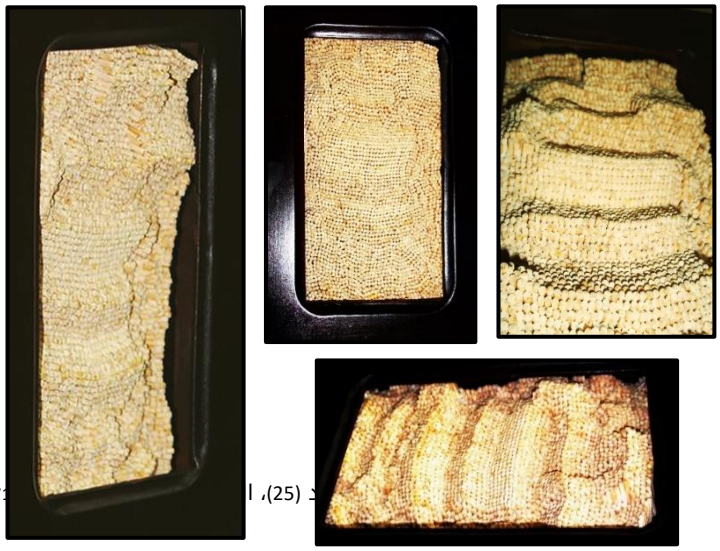
ثانياً - مشغولات فنية ذات مصادر قوى جذب متعددة ومختلفة الشكل.

عمل فني رقم (6) – مقاس 25 X 100 سم

تعتمد المشغولات الفنية فى هذا المحور على تنوع واختلاف وتعدد مصادر قوى الجذب التى تؤثر على حركة الجزيئات والوحدات، حيث يؤدي هذا التنوع إلى ظهور العديد من القيم التشكيلية والجمالية من خلال العلاقات والنظم البنائية والتكرارية المختلفة للوحدات .

فيظهر في مشغولات هذا المحور حدوث تغيرات متعددة في حركة الجزيئات، منها الحركات المنتظمة والغير منتظمة للجزيئات بسبب تنوع مصادر قوى الجذب وتعددها، حيث تتخذ حركة الجزئيات أشكالاً ومسارات متعددة ومختلفة الإتجاهات، فظهرت العديد من النظم الإيقاعية في المشغولة الواحدة الناتجة عن أنواع التكرارات المختلفة والمتمثلة فى التكرارات البسيطة والمتدرجة والمتعاكسة والحرة وغيرها، وقد ظهرت هذه التكرارات في حركة الجزيئات نتيجة تحريك مصادر الجذب المختلفة في إتجاهات ومسافات وأشكال متنوعة ومحسوبة ووفق معايير تتيح للجزيئات التحرك الى أعلى لتحقيق قيم البارز والغائر في تناغمات منتظمة وغير منتظمة في بناء تكوين مميز للمشغولة الفنية.

عمل فني رقم (7) – مقاس 25 X 35 سم



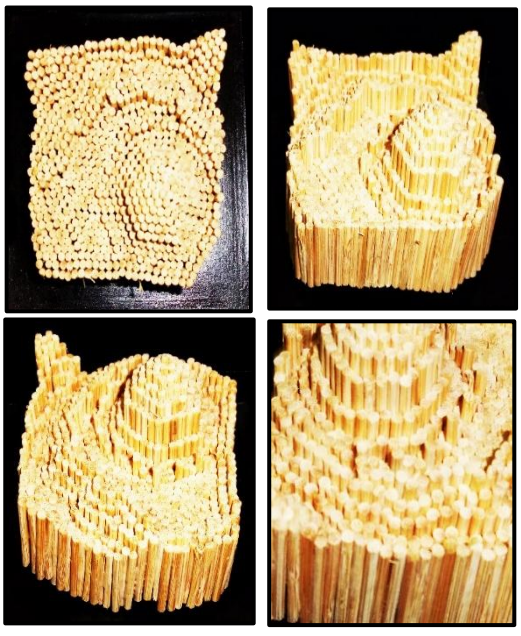
وظهرت تكرارات منتظمة للجزيئات نتج عنها نظم وأنماط ايقاعية ثابتة متشابهه تتكرر في أماكن مختلفة وهذا ما يعرف بإسم الإطار المرجعي العطالي (القصور الذاتى) كما في أعمال (14،13،12،9)، كما ظهرت أيضا أنماطا ونظم إيقاعية متكررة غير منتظمة وغير متشابهه لحركة الجزيئات مما يدل على ما يعرف بالإطار اللاعطالي(الحركة الحرة) وظهر فى الأعمال (16،15،11،10)

كما ظهرت مساحات مستوية الجزيئات أفقياً، نتيجة لثبات تأثير قوى الجاذبية عليها، كما فى الأعمال (16،15،13،11،9)، وظهرت مناطق أخرى تختفي فيها حركة الجزيئات نتيجة لعدم تعرضها لقوى جذب وذلك دليل على التأثير المعروف بنقاط لاغرانج كما فى الأعمال(16،14،10). وعند الإزالة المفاجئة لمصدر الجاذبية عن العناصر تتحرك جزيئاتها بشكل عشوائي وحر، وينتج عنه نظم إيقاعية حرة، والذي عرف بالخروج من حيز روش، وهذا يتضح في أعمال (16،11).

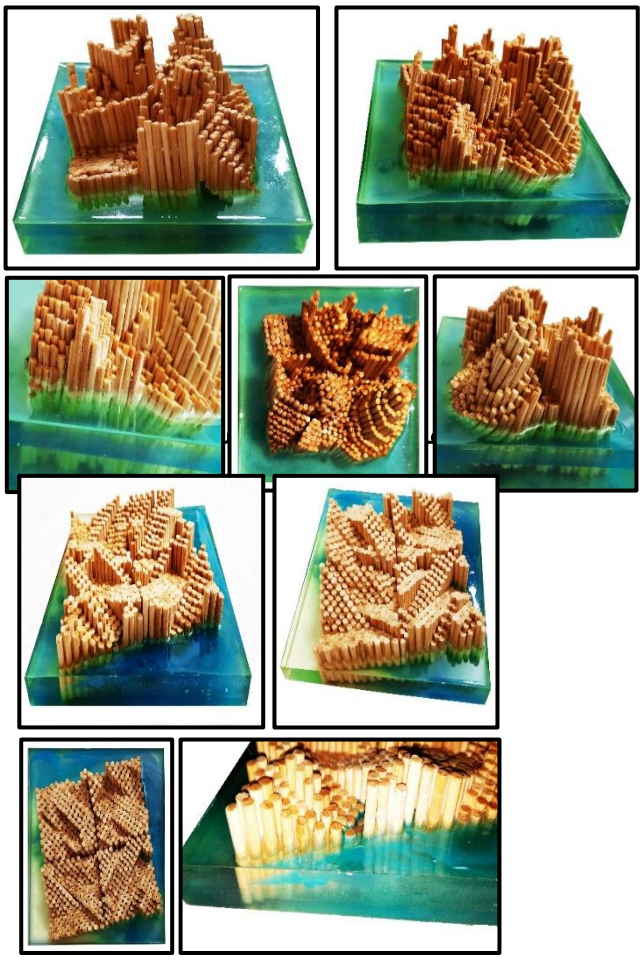
واستخدم الباحث خامة الايبوكسي في المشغولات رقم (16،14،12،11) كوسيط تشكيلي تكميلي لدعم الفكر التخيلي من خلال إظهار الرؤية العامة للمشغولة كسائل أو مياه يغوص بها عناصر العمل الفني والتأكيد على فكرة حرية حركة الجزيئات.

عمل فني رقم (9) – مقاس 30 X 30 سم

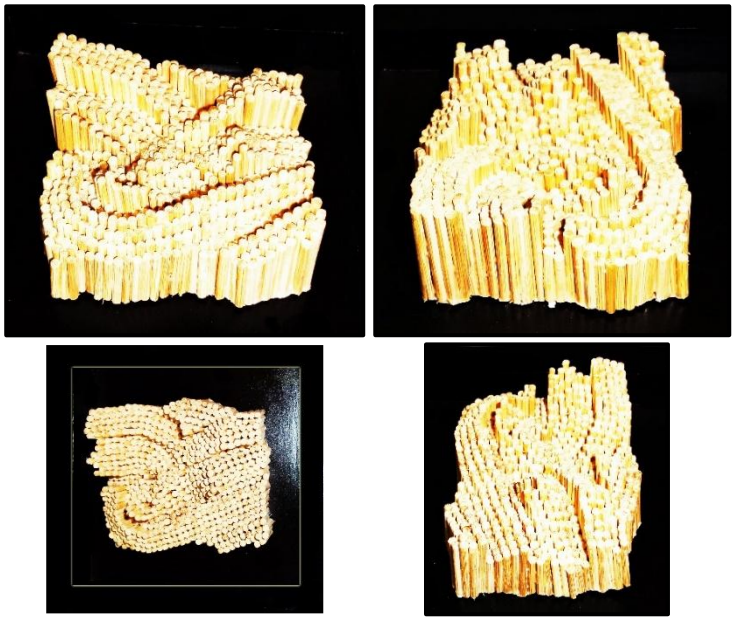
عمل فني رقم (10) – مقاس 20 X 20 سم



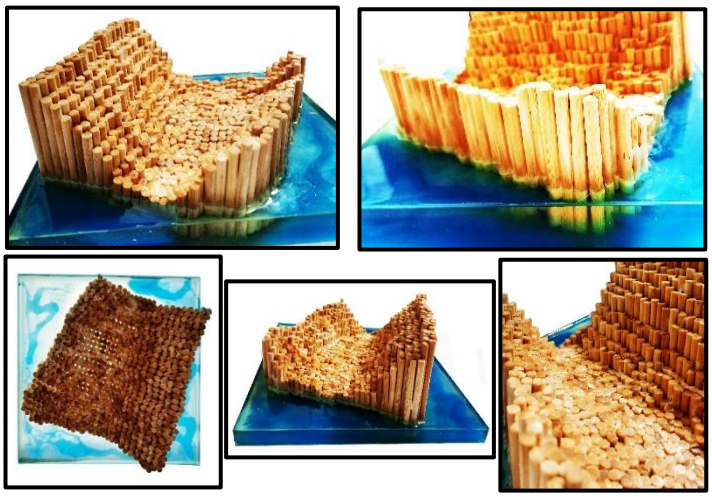
عمل فني رقم (11) – مقاس 20 X 20 سم



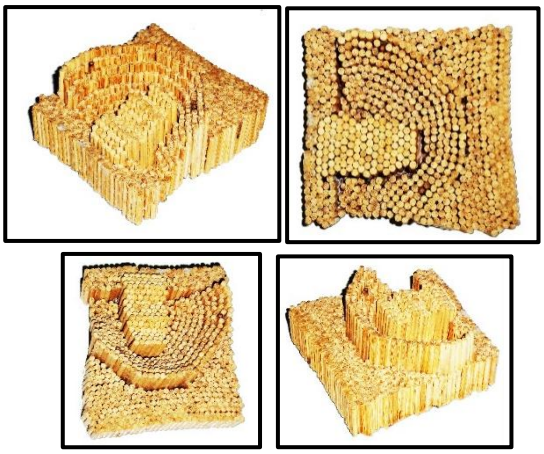
عمل فني رقم (13) – مقاس 20 X 20 سم



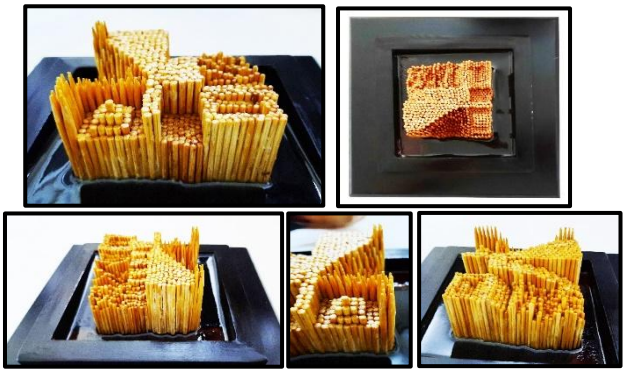
عمل فني رقم (14) – مقاس 25 X 25 سم



عمل فني رقم (15) – مقاس 20 X 20 سم



عمل فني رقم (16) – مقاس 20 X 20 سم



ثالثاً - مشغولات فنية مجسمة.

إتجه الباحث في هذا المحور إلى تنفيذ مشغولات فنية مجسمة ثلاثية الأبعاد، وتخيل إمكانية تحقيق ذلك من خلال تأثير قوى جذب الجزيئات لمدة زمنية أطول، فينتج عن ذلك إستمرار تحرك الجزيئات بشكل رأسي إلى أعلى، وذلك بهدف إظهار قيم وأسس تشكيلية وبنائية مختلفة ومتنوعة عن الموجودة في المشغولات الأخرى، وهذا مايؤكد فلسفة البحث من خلال الفكر التخيلي ومدى ما يمكن تحقيقة منها.

فنجد في مشغولات هذا المحور (18،17) ظهور كامل للعديد من الأسس الإنشائية ذات الطابع الإيقاعي التكراري المتناغم، نتيجة للتحرك الرأسي المستمر للجزيئات مما أدى إلى مسارات منتظمة وغير منتظمة سواء متصلة أو متقطعة ومستمرة لنهايات أطراف الجزيئات، نتيجة لثبات مصادر الجذب أو حركتها بطرق مختلفة سواء أفقية أو مائلة في نهاية حركة هذه المصادر، وهذا ما ينتج عنه قيم التنوع والتدرج الإيقاعي في النهايات العليا لمسارات الجزيئات، حتى يظهر التكوين العام للمشغولة المجسمة ذو توافق وإنسيابية في التكوين.

وأكد الباحث على توظيف الفراغات المتداخلة في تكوين المشغولة الفنية من خلال مايعرف بنقاط لاغرانج، والذي تتلاشى وتنعدم فيها تأثير قوى الجاذبية على الجزيئات وينتج عنه ثباتها أثناء تحرك الجزيئات الأخرى والذي ينتج عنه الفراغات في المشغولة الفنية .

كما اعتمد أيضا على تكرارات لبعض النظم الإيقاعية المتشابهه وغير المتشابهه في تكوين العمل المجسم وهذا تطبيق تشكيلي لما يعرف بالإطار المرجعي العطالي والغير عطالي، وما يتضمنه من تكوينات فنية تعتمد على المساحات والفراغات الناتجة من نظم التكرارات الحركية والايقاعية المتنوعة المستمرة والمتدرجة والمتقطعة، مما أدى إلى تباينات منسجمة لهذه النظم في إطار من الوحدة التكوينية للمشغولة الفنية، بما يسمح بايجاد كتلة مستقرة شكليا بالرغم من الحالة الحركية المتوالدة من النظم التكرارية لحركة الجزيئات.

عمل فني رقم (17) – مقاس 20 X 50 سم

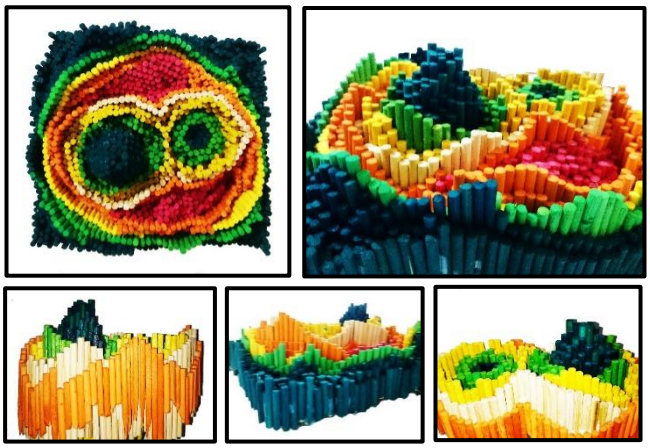
عمل فني رقم (18) – مقاس 20 X 50 سم

رابعاً - مشغولات فنية ذات قيم لونية.

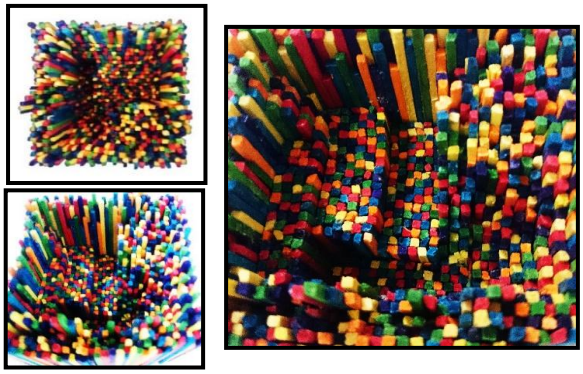
تؤكد المشغولات الفنية لهذا المحور على فلسفة الفكر التخيلي لإضافة عنصر اللون لجزيئات الخامة بإعتبارها خامات متعددة الألوان، مما يؤكد على مدى ظهور قيم مختلفة عند تحريك جزيئات الخامات الملونة.

وأكد الباحث على تثبيت نوع مصادر قوى الجذب المستخدمة، وذلك لتثبيت نوع الحركة والقيم الإيقاعية والأسس الإنشائية الناتجة للتأكيد على الإهتمام بالقيم التى يظهرها إضافة اللون إلى الجزيئات، فظهرت نظم إيقاعية لونية متناغمة نتيجة لإستخدام مجموعات لونية متوافقة ومتباينة ومندمجة مع نظم حركة الجزيئات، مما يعطى إحساس بالحركة الديناميكية في تكوين العمل الفني، كما أعطى إستخدام اللون قيماً حسية وتعبيرية للمشغولات الفنية بهذا المحور (21،20،19)، من خلال قيم التدرج اللوني التي ظهرت نتيجة تداخل الألوان مع قيم الظل الناتجة عن البارز والغائر نتيجة التكرارات المتدرجة للجزيئات، مما أدى إلى ظهور قيم فنية وأبعاد تشكيلية مختلفة في المشغولة الفنية .

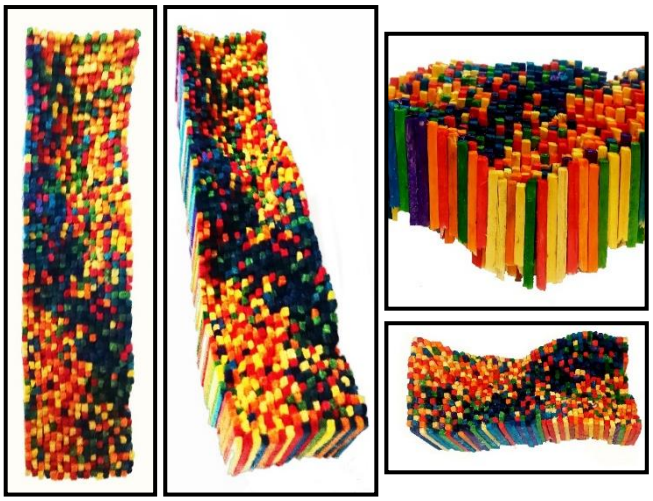
عمل فني رقم (19) – مقاس 22 X 26 سم



عمل فني رقم (20) – مقاس 12 X 12 سم



عمل فني رقم (21) – مقاس 9 X 30 سم



نتائج البحث :

توصل الباحث إلى النتائج التالية

- أمكن التوصل إلى مشغولات فنية بها العديد من الأسس البنائية والقيم التشكيلية المتنوعة من خلال تخيل حركة الجزيئات أو الوحدات للخامة من خلال تأثيرات قوى الجاذبية المختلفة .
- الوصول إلى حلول تشكيلية ومعالجات فنية جديدة لبنائيات المشغولة الفنية وظهور قيم إيقاعية متنوعة لوحداتها من خلال الفكر التخيلي لحركة الجزيئات .
- الدراسات التخصصية والتأملية للنظريات والمجالات العلمية تصلح كمداخل ومتغيرات لأفكار فنية وتجريبية غير تقليدية .

التوصيات :

يوصي الباحث بـ

- التأكيد على أهمية البحث عن المداخل والأساليب الجديدة في الموضوعات ومحاولة التطوير بما يتناسب مع المستحدثات في المجالات والخامات الفنية .
- ضرورة سعي الفنان ودارس الفن إلى تحقيق علاقات بينية وتكاملية بين العلم والفن، والتي يمكن من خلالها الوصول إلى مداخل فنية وتجريبية جديدة .

المراجـع :

الأبحاث العلمية :

1. أحمد محمد عطية (2021م): المجالات المغناطيسية والكهربية ليست مجالات خفية ولكنها موجات ميكانيكية في بناء الفضاء، نظرية موحدة لتفسير قوى الجاذبية والقوى المغناطيسية، مجلة العلوم الهندسية وتكنولوجيا المعلومات ، مج5، ع 1 .
2. 2- آية محسن مشهور(2022م):البنية الشكلية لمخطط فيرونوي ودورها ف إثراء التصميم الزخرفي وفق مفاهيم مورفولوجيا النظم البنائية للطبيعة، مجلة بحوث في التربية الفنية والفنون،كلية التربية الفنية، مج 23،ع1، 162-173.
3. ريم حمودة أبو العلا وآخرون،(2018م): النظم البنائية لنباتات الصبار كمدخل لإثراء الرؤية الفنية للشكل الخزفى المعاصر، المجلة المصرية للدراسات المتخصصة، ع19، مج 6، 81-102.
4. زعابي حسين علي زعابي (2001م): المنطلق الفكري والتجريبي عند بعض فناني المدرسة البنائية ودورة في تحديث التربية الفنية،مجلة دراسات تربوية واجتماعية، كلية التربية جامعة حلوان.
5. هند جمال بكري (2023م) : المفهوم الهندسي فى أعمال فناني البنائية كمدخل لاستحداث أشكال خزفية معاصرة ، المجلة العلمية لجمعية امسيا، مج 9،ع 35، 654-670 .

الرسائل العلمية :

6. نور الهدى أبو الخير، سعيدة غريب (2020م) : الإنفجارات في الأنظمة الثنائية ، ماجستير أكاديمي، كلية الرياضيات وعلوم المادة، جامعة قاصدي مرباح ورقلة ، الجزائر .

الكتب العربية :

7. جوزايا رويس (2003م): روح الفلسفة الحديثة ، ترجمة أحمد الأنصاري وحسن حنفي،الطبعة الأولى، الهيئة العامة لشؤون المطابع الأميرية.
8. خير سليمان شواهين (2014م) : من الذرة إلى الجزيء ، مؤسسة الياقوتة الحمراء للبرمجيات، الأردن.
9. ديفيد والاس (2021م): فلسفة علم الفيزياء ، ترجمة إبراهيم سند، مؤسسة هنداوي للنشر.
10. عبد الله محمد العمري(2023م) : الجاذبية الأرضية وتطبيقاتها، الطبعة الأولى، موسوعة العمري في علوم الأرض، جامعة الملك سعود، السعودية .
11. هارون يحيى(2004م):معجزة الذرة، مؤسسة الرسالة ناشرون ، بيروت.

الكتب الأجنبية :

12. Guy, Brett (1968) KINETIC ART (The Language of Movement Studio Vista , London.
13. Newton, Isaac(1845) The Mathematical Principles Of Natural Philosophy , translated into English by Andrew Motte ,Daniel Adee, New-York
14. Read Herbert(1964) Aconciese Hestory of Modern Sculptur, Thumes and Hudson, Londen.

مراجع شبكة المعلومات الإنترنت

15. ريم محمد (مقالة مترجمة) منشورة بتاريخ (2017/6/14م) في موقع: ناسا بالعربي - تعليم –ما هي نقاط لاغرانج؟ (nasainarabic.net)، عن موقع https://science.nasa.gov
16. زياد وانلي (مقالة مترجمة) منشورة بتاريخ (2015/3/15م) في موقع: ناسا بالعربي- تعليم -نموذج الجاذبية الأرضية(nasainarabic.net)،عن موقع https://science.nasa.gov
17. سلوى محمد الصالح: نظرية الحقل الموحد ، كلية العلوم ، جامعة الملك سعود ، السعودية ، مقال منشور، عن موقع https://faculty.ksu.edu.sa/ar/salwams/blog/157429