تطبيق منهجية الفن الحركي في العمارة الديناميكية المُعاصرة

Applying the Methodology of Kinetic Art on Contemporary Dynamic Architecture

أ.د / عماد شفيق عبد الرحمن

رئيس قسم تصميم المُنتج الصناعي - كلية التصميم والفنون الإبداعية . جامعة الأهرام الكندية

Prof. Dr. Emad Shafeeq Abdurahman

Head of the Industrial Product Design Department - College of Design and Creative Arts. Al-Ahram Canadian University

أ.د / رشا محمد على

أستاذ التصميم المعماري بقسم الزجاج - كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان

Prof. Dr. Rasha Mohammed Ali

Professor of Architectural Design, Department of Glass, Faculty of Applied Arts, Helwan University

م.د / سارة عمرو

مُدرس بقسم الزجاج - كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان

Dr. Sara Amr

Lecturer, Department of Glass, Faculty of Applied Arts, Helwan University

م / أميرة إبراهيم محمد

مُعيد بقسم تصميم المُنتج الصناعي – كلية التصميم والفنون الإبداعية . جامعة الأهرام الكندية

Lect. Amira Ibrahim Mohammed

Demonstrator, Department of Industrial Product Design - College of Design and Creative Arts. Al-Ahram Canadian University

amiraibrahim791@gmail.com

مُلخص البحث:

يعُد التقدم التكنولوجي هو الإنطلاقة التي أتاحت لبعض المعماريين الإستفادة من الإمكانات التي يُقدمها هذا العصر، وذلك لتحقيق أحلامهم في الوصول إلي عمارة مُستقبلية تُعبر عن إحتياجاته وإضافة أبعاد جديدية في العمارة لم تكن موجودة من قبل، والإتجاه نحو عالم جديد إفتراضي يُرى من خلاله صور مُختلفة من مكان واحد عن طريق اللعب بالزمان والمكان وتحرك البيئة من حوله، لتُصبح عمارة ديناميكية مُتحركة من خصائصها التغير وعدم الثبات على رؤية واحدة في الزمن.

وتُعتبر الحركة هى الشكل الأساسي للطبيعة بدأ من حركة المجرات والكواكب إلي حركة الإلكترونيات داخل الذرات وكل منهما لها تأثير على الطبيعة، وهى جزء لا يتجزأ من العمارة الحديثة فهى الأسلوب المُستخدم في التعبير عن الأفكار المعمارية، وشهد الفن خلال القرن الماضي تحولات جوهرية من حيث مفهومه وإتجاهاته وموضوعاته وكان ذلك نتيجة التطور التكنولوجي الذي ساهم في تطور كثير من المجالات كالفن على كافة أشكاله كالتصوير والنحت والعمارة وأدى إلي ولادة إتجاهات فنية جديدة كالفن الحركي والذي أوجد إصطلاحات وبنائية جديدة للعمل الفني والتي ركزت على ديناميكية هذا العمل وإخراجه من سكونيته ودعت للتفاعل بين العمل الفني والمُتلقي من خلال العلاقات التفاعلية بينهما، ونرى أن إستخدام الحركة تطور من إستخدامها في الأعمال الفنية المُتحركة وصولاً إلي وجود مباني مُتحركة من الداخل والخارج، وتعُد العمارة الديناميكية هى منظور إبداعي جديد ظهر في العمارة المُعاصرة، ويعتمد في تصميمه على ديناميكية الحركة،

وتُعتبر من أشكال العمارة التي لها القدرة على التكييف والتوافق مع البيئة المُحيطة بها وذلك لقدرتها على إستيعاب المُتغيرات المُختلفة، وحتى الإحتياجات المُستقبلية وكيفية التعامل معهم بمرونة مما يعمل على تحقيق بيئة مُستدامة.

ومن هُنا ظهرت أهمية البحث في ضرورة التعرف على فلسفة الحركة في العمارة وإنعكاسها على ظهور الفن الحركي وماهية العمارة الديناميكية وأشكال الحركة التي تعتمد علىها ومدي تأثيرها في العمارة.

مشكلة البحث:

- الحاجة إلي تحديد الأسس والمعايير العلمية اللازمة لإستخدام الحركة في تصميم وتنفيذ الواجهات الديناميكية.

هدف البحث:

- تحديد الدور الوظيفي والجمإلي للحركة في الواجهات المعمارية لتعزيز كفاءة العمارة الديناميكية.
- التوصل إلي منهجية لتطبيق الفن الحركي وتحديد أثرها على العمارة الديناميكية

أهمية البحث:

- إلقاء مزيد من الضوء على أهمية إستخدام الحركة في عملية التصميم بما يتناسب مع المُتطلبات الوظيفية والجمإلية للعمارة الديناميكية.

فرض البحث:

- يفترض البحث أن بتحديد نُظم تصميمية قياسية لإستخدام الحركة فى العمارة يُحقق المُتطلبات الوظيفية والجمإلية للعمارة الديناميكية.

حدود البحث:

- العمارة الديناميكية

منهج البحث:

- أعتمد البحث على المنهج الوصفى: من خلال دراسة الحركة ومفهومها فى العمارة الديناميكية وأهم خصائصها التكنولوجية.

الكلمات المفتاحية:
تطبيق منهجية ،الفن الحركى ،العمارة الديناميكية

Abstract:

The technological progress is the breakthrough that helps some architects to utilize the capabilities presented in this age in order to achieve their dreams in reaching future architecture expressing their needs and adding modern aspects to architecture that never exist before. This also will enhance the approaching towards a virtual new world throughwhich various images can be seen from one place via playing with time and place as well as moving the environment around him to be a kinetic dynamic architecture characterized by transformation and impermanence of one vision over time.

The kinetic is considered as the main form of nature starting from the kinetic of galaxies and planets to the kinetic of electronics inside the atoms and each has an impact on nature. This is considered as an integrated part of the modern architecture as it is the method that is used in expressing the architectural ideas. During the previous century, art witnessed an essential

transformations in terms of its concept, approaches and subjects. Moreover, this was the result behind the technological development that contributes in developing many domains such as art in all of its forms such as photographing, sculpture and architecture. In addition, this results in creating modern artistic approaches, that is kinetic art that builds up new structural expressions for the artistic work that focus on the dynamism of this work and moving it from its stability and calling for the interaction between the artistic work and the receiver via the interactive relations between them. We can see that using the kinetics is developed from being used in the kinetic artistic works to reach the existence of a moving building from inside and outside. The dynamic architecture is the creative new perspective that appears in the contemporary architecture. Moreover, it depends in its design on the dynamism of the kinetic and it is considered one of the architecture forms that have the ability to adapt and coincide with the surrounding environment due to its ability to uptake the various changes even the future needs and how to deal with them flexibly in order to achieve the sustainable environment.
Thus, the significance of the research appears in the necessity to acknowledge the philosophy of kinetic in architecture and its reflection on the appearance of the kinetic art and the identity of the dynamic architecture and the forms of the kinetic it depends on as well as the extent of its effect on architecture.

Keywords:
Applied methodology, kinetic art, dynamic architecture

الإطار العام للحركة

مفهوم الحركة

هي حالة تغير الجسم من حالة السكون من مكان إلي آخر، ويُطلق علىها Motion or Movement وعلم الحركة يقوم بدراسة عملية الحركة بدقة من خلال كيفية تغير وضع الجسم من حالة السكون إلي الحركة مع الزمن، وقد أهتم علم الحركة بأربع عناصر الواجب توافرهم لضمان حدوث الحركة وهي (المادة، القوة، المسافة، الزمن)، بالإضافة إلي دراسة الكميات القائم علىها علم الميكانيكا المهتم بالحركة وهي (الفراغ، الزمن، الكتلة، القوة).

وتُعرف الحركة أيضاً بأنها إنتقال الجسم أو جزء منه من مكان لآخر بسرعة مُعينة وذلك نتيجة قوي محددة تنتج عنها مقاومته، فالسبب وراء فعل الحركة هو نسبة مقدار القوة إلي المقاومة، وترتبط الحركة دائماً بالزمان والمكان وذلك لأن حركة الجسم بتتحدد من خلال حركه بالنسبة لغيره من الأجسام.

مبادئ الحركة

تُعتبر مبادئ الحركة هي الأساس الذي يتم من خلالها تحديد وتعريف فهم ثقافي مُحدد للتصميم الجيد، وتشمل:" الزمن، الفيزياء والتوازن، السرعة والتسارع، الشكل والتسلسل التكراري، الكتلة والوزن، التعقيد والقياس" كما هو مُوضح في الشكل رقم(١).

شكل رقم (١): مبادئ الحركة.

الفن الحركي kinetic Art

أحدى تيارات الفنون التشكيلية وهو إتجاه حديث ظهر لأول مرة في القرن العشرين ويندرج تحت خانة الفن الحديث ويُسمي **"Kinetic Art"** وكلمة kinetic مُشتقة من الكلمة إليونانية "kinema" وتعني الحركة وهي علم يقوم بدراسة الحركة بغض النظر عن المُسبب لها، وتشمل الحركة الفعلية أو الظاهرة التي تُطبق بإستخدام وسائل ميكانيكية يدوية أو كهربائية أو من خلال الأتزان الحر المُعلق مع تيارات الهواء.

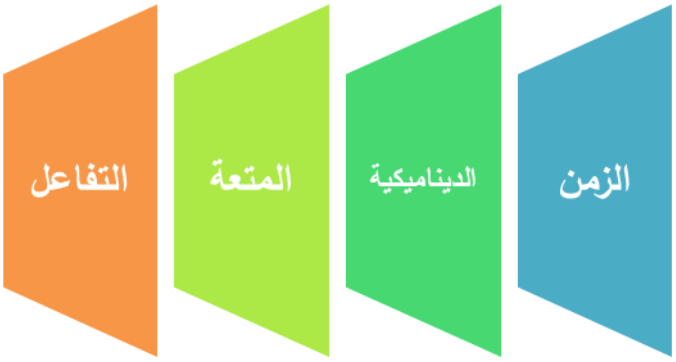
وأعتمد الفن الحركي على الحركة في بناء العمل الفني وذلك لإعتبارها من عوامل الشد البصري التي تؤثر بشكل كبير في العين البشرية لا إرأدياً بإتجاه الوحدات الحركية، وتكون حركة وهمية تعتمد على مُخيلة المُتلقي أثناء النظر للعمل الفني وذلك لقدرة هذه الوحدات على تحفيز وإثارة ذهن وعين المُشاهد. وظهر الفن الحركي **"Kinetic Art"** في عام ١٩٥٠م وأرتبط بمجال فن النحت وعُرف ما يُسمى بالنحت الحركي، ويتميز هذا النوع بوجود أجزاء مُتحركة تتحرك بمُحركات، أو بواسطة الرياح أو بطريقة يدوية، وتعود نشأة الفن الحركي إلي عجلة الدراجة لمارسيل دوشامب وأيضاً أعمال الكسندر كالدر رائد النحت الحركي، ونيكولاس شوفر الذي يُعتبر من أهم رواد هذا الفن، ويتجه الفن الحركي في التعبير إلي نمطين تربط بينهما منهجية واحدة هما البنية المبرمجة والصورة المتبدلة حركياً، لذلك نجد أن الفن الحركي يضع كل القيم الجمإلية في منطقة فاصلة عن المنطقة التقليدية بإستخدام أسإليب وتقنيات مختلفة.

ولقد أعتمد الفن الحركي في إنتاج المتحركات إستخدام خامات بيئية مُتنوعة كالزُجاج والحديد والأسلاك المعدنية، وأستخدم أيضاً السياق الفلسفي والمفهومي الذي تبنته المدارس الفنية كالتكعيبية التركيبية والدادئية في إعادة تشكيل البنية الفلسفية للأشياء، ونجد إن ما يُثير إعادة بناء الواقع في الفن الحركي هو البنية التي من خلالها تُصاغ الأفكار والعمل الفني.

المفاهيم الأساسية للفن الحركي

أختلفت النظرة إلي صياغة وبناء التصميم بناءً على المُعطيات والأفكار الجديدة المطروحة في العملية التصميمة ومنها علوم الحركة والتي تتمثل في تغيير حركة الجسم من مكان إلي أخر تحت تأثير قوة مُعينة، وذلك خلال فترة زمنية مُحددة مما يتولد عنه حركة ذهنية أو فعلية تعمل على إثارة عقل المُتلقي، ونجد أن الفن الحركي يعتمد في نشأته على وجود أربعة

عناصر أساسية هما (الزمن- الديناميكية- المتعة- والتفاعل)، والذي من خلالهما يتحقق مفهوم الفن الحركي كما هو مُوضح في الشكل رقم(٢).



شكل رقم(٢): المفاهيم الأساسية للفن الحركى.

الزمن Time:

ترتبط المرحلة الإنشائية في العمل الفني بمفهوم الزمن والذي بدوره يُولد بُعد رابع في العملية التصميمية، والذي يتمثل في الحركة التي تلعب دوراً هاماً وملموساً في العملية التصميمية وتؤثر على العقل الإبداعي للمُتلقي من خلال خصائصها وأبعادها. وكان لمفهوم الزمن تأثير واضح على تناول الفنان للمكان في تنفيذ أعماله وذلك من خلال محور الزمان والمكان.

- الزمان: يتمثل في الزمان التاريخي (سنة إنجاز هذا العمل) والزمان الإدراكي (إدراك الحركة خلال فترة زمنية معينة).
- المكان: يشمل الموقع الجغرافي والمكان الذي يشغله العمل الفني.

الديناميكية Dynamics

ظهرت الديناميكية بشكل قوي وبارز في أعمال كثير من الفنانين في شتى مجالات نظراً لتطورات العصر والإستكشافات التكنولوجية الحديثة الذي أتاح للفنانين إستخدام الحركة في جميع صورها الميكانيكية أو البصرية أو الطبيعية، وذلك لإعطاء تأثير الحركة الواقعية في العمل الفني، وكان البحث وراء تحقيق الحركة في العمل الفني والتي يُمكن التحكم فيها إما بتغير شكلها أو تثبيتها لتغيير شكل العمل الفني بأكثر من مظهر جمالي بما يتناسب مع ذوق المُتلقي، الأمر الذي أدى إلي إضافة صيغة شكلية وقيمة جمالية جديدة بالإضافة إلي تعميق العلاقة بين العمل الفني والمُشاهد فتُصبح بينهما علاقة إتصال مُباشرة ومُتواصلة.

المُتعة Pleasure

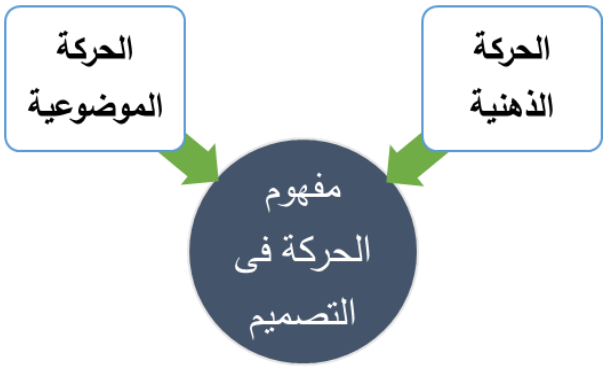
كان من الضروري إضافة عُنصر المُتعة وجعله من العناصر الرئيسية والضرورية في إثراء العمل الفني، وذلك لضمان إستمرارية التفاعل بينه وبين المُتلقي والتقليل من حدوث أي شعور بالملل أثناء التفاعل معه، والعمل على دخول عُنصر الإثارة والتشويق والجذب للمُشاهد، فنجد تنوع مظاهر الرؤية الحديثة بين الإتجاهات والمذاهب الفنية المُختلفة والتي أصبحت إعتمادها الأساسي على الإبتكار والسرعة والحركة والتجريب لمواكبة هذا العصر، بالإضافة إلي ضرورة إنفعال الفنان في إعادة صياغة العناصر الفنية بشكل مُختلف وتحمل قيم تعبيرية جديدة وذلك للتحرر من الثبات إلي الحركة والخروج من قيود الإطار الثابت.

التفاعل Interaction

يُعتبر التفاعل من العناصر الهامة التي لها دور كبير بين المُتلقي والعمل الفني والتي تتمثل من خلال المشاركة الفعلية للمُتلقي في تغيير علاقات العمل الفني، الأمر الذي أدى إلي قيام المُتلقي بدور إيجابي وفعال لممارسة وإدراك مجموعة من العمليات التحليلية للعلاقات التشكيلية في العمل الفني، بالإضافة إلي إثارة روح المُشاركة والإبداع الفني لدي المُتلقي فضلاً عن دوره القديم الذي كان لا يتعدي التأمل أو المُشاهدة البصرية من الخارج فقط، ونجد أيضاً أن دخول المُشاهد كشريك في العرض والإبداع الفني أدى إلي وجود علاقة جديدة بين العمل الفني والمُتلقي من خلال مُشاركته في الخلق والأداء الفني.

مفهوم الحركة في التصميم وفقاً لعملية الإدراك

تتضمن الحركة فكرتين هما: التغيير والزمن، فالتغيير قد يحدث موضوعياً في المجال المرئي والتي تُسمى **(حركة ديناميكية)**، أو قد تحدث ذهنياً في عملية الإدراك وتُسمى **(حركة إستاتيكية)**، أو يمكن حدوث كلاهما معاً، ويأتي بعد ذلك الزمن ليدخل في جميع الحالات، لذا علينا أن نفرق جيداً بين النواحي الموضوعية والذهنية للحركة في التصميم، ويُمكن تقسيم الحركة وفقاً لعملية الإدارك إلي الآتي، كما هو موضح في شكل رقم (٣).



شكل رقم(٣): مفهوم الحركة فى التصميم وفقاً لعملية الإدراك.

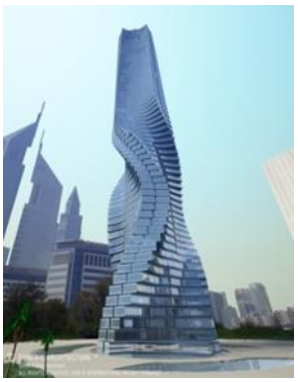
أولاً: الحركة الذهنية:

يتمثل هذا النوع في الحركة الإستاتيكية التي تعتمد على الإيحاءات، وتحدث عن طريق ترتيب عناصر المنشأ وخطوطه وأشكاله الأساسية ومستوياته وذلك لإعطاء الإحساس بالحركة، حيث تحدثت النظريات الخاصة بالعمارة عن المفاهيم المختلفة للتكوينات الحركية كالشبكية والخطية والإشعاعية والمركزية والتجميعية، ونظريات تداخل الأشكال وإلتقاءها كالتقاطع وإلتقاء الحواف وغيرها وأيضاً الحركة التي تنتُج عن التفكيك أو ميل أو إلتواء الكتلة، أو تأثير بعض العوامل على المُنشأ كالرياح أو الزلازل، فقد أستخدم المعماريون رؤية مُختلفة لمعمار المُستقبل وذلك لتجنب المعوقات التي قد تواجههم في العملية التصميمية، كثبات المبنى وواجهاته على نفس النمط مما يُعطي رتابة للمبنى وللمُترددين علىه، لذلك إتجه بعض المعماريين لمباني وواجهات ديناميكية بالرغم من ثبات المبنى، أو تغيير في شكل الكتلة أو اللون والإتجاه وغيرها من الأساليب وذلك لإنتاج عمارة بها قوة ديناميكية تعطي حيوية للتصميم، ويُعتبر أحد مداخل الحركة الذهنية في العمارة هي مدى قُدرة المُصمم المعماري على التركيب والتعقيد والتهجين بين تلك العناصر وذلك للوصول إلي إحساس عالي بالحركة، كما هو مُوضح في الشكل رقم (٤).

شكل رقم(٤): مبنى فرانك جيرى بنيويورك- حيث يظهر المبنى كأنه يتحرك نتيجة الإنحناءات التى تعطى هذا الإنطباع ولكنه ثابت غير مُتحرك.

ثانياً: الحركة الموضوعية:

يتمثل هذا النوع في الحركة الديناميكية والتي تعني دخول البُعد الرابع في العملية التصميمية، بالإضافة إلى حدوث تغيير في الوقت، ويظهر ذلك من خلال حركة العناصر أو أجزاء منها بسرعة ثابتة أو مُتغيرة حسب الإحتياجات المطلوبة، إلى أن يُصبح لديها القدرة على الدوران حول نفسها وتغيير إطلالتها من كافة الزوايا وتعقب إيقاعتها الخارجية، ويتميز هذا النوع من الحركة أنه أكبر مساحة للحركة في عملية الإدراك للمستخدم والمُتلقي، كما هو كوضح في الشكل رقم(٥)، (٦).



شكل رقم (٥): البرج الدوار- Rotating tower- دبى- الإمارات ٢٠٢٠ .

شكل رقم (٦): أبراج البحر- Al bahr towers – أبو ظبى- الإمارات ٢٠١٣.

عناصر الحركة التي تُحقق ديناميكية المبنى

نجد أنه عند تحقيق الحركة في المباني الديناميكية لابد من وجود ثلاث عناصر أو مُكونات أساسية ، كما هو مُوضح في الشكل رقم (٧).

شكل رقم(٧): عناصر الحركة فى تحقيق ديناميكية المبنى.

المادة:

تتحدد المادة حسب نوعيتها وخواصها الفيزيائية وذلك وفقاً لنوع الحركة المطلوبة وكيفيتها.

النظم الميكانيكية:

هي حركة المبنى المكانية والفيزيائية والتي تتحدد تبعاً لرؤية المُصمم للتصميم والظروف المُحيطة بالتصميم، مما ينتُج عنها تحديد الحركة المطلوبة بالإضافة إلي ضرورة أخذ النظام الإنشائي في الإعتبار.

السلوك الحركي:

يُعتبر هو الهيكل الذي يتم من خلاله المُراقبة الزمنية للحركة وتحديد إتجاه الحركة والوقت الذي ستستغرقه وزمن حدوثها.

اثر الفن الحركي في العمارة المُعاصرة

تُعتبر العمارة من أهم الركائز الأساسية التي تعمل على صياغة المشهد الحضاري لأي مُجتمع، فالعمارة ما هي إلا تشكيل وظيفي يقوم بتلبية الإحتياجات الحياتية وتأخذ من المادة ركيزة ومن الفعل والخيال وسيلة للإنتاج، لذلك نرى أن ظهور العمارة بشكل جديد ومُختلف عن العمارة الكلاسيكية كان نتاج وجود التقنيات الحديثة والمُتطورة في الخامات وطرق البناء، بالإضافة إلي إستخدام الفن الحركي الذي ساعد على تغيير شكل العمارة التقليدي وذلك عن طريق إضافة جو ديناميكي، الأمر الذي بعث روح المُعاصرة والتجديد في العمارة الكلاسيكية، مما جعل إستخدام الحركة وتطبيقها في العمارة المُعاصرة سهلاً إلي أن أصبحت العلاقة بين التصميم المعماري والحركة أقوي، وأدى ذلك إلي تغيير مفهوم الحركة في العمارة كُلياً، ومن هُنا بدأ مفهوم الديناميكية في العمارة. ونجد أن الوجود الفعلى للحركة في العمارة عن طريق الأستمرارية في التواصل الحركي أدى إلي أعتبار الحركة لغة في الشكل وذلك لأن التصميم المُتحرك هو عبارة عن مجموعة من العناصر المُتحركة والعلاقات البنائية والشكلية والتقنية والأسس التصميمية ذات علاقة بفكرة التصميم الأساسية، والتي نجد أنها تتمحور حول الوظيفة الجمإلية والأدائية والتعبيرية للمبنى بالإضافة إلي سير العمل وفق إلية وصولاً لتحقيق الهدف التصميمي.

وأضافت المفاهيم الفكرية للفن الحركي قيم جمإلية وتعبيرية لكثير من التصاميم المعمارية التي تختلف بإختلاف فكره ومفاهيمه، وذلك من خلال إحداث حركات إيهامية أو موضوعية في عين المشاهد مما يضيف طابع من الحيوية والديناميكية على العمارة. فنجد أن ظهور الفن الحركي في العمارة في البداية تمثل في إستخدام الخطوط المُنحنية والمُنكسرة والمموجة وإنما الآن أصبحت الحركة فعلية تدخل في حركة جميع أجزاء المبنى كما هو مُوضح في الشكل رقم(٨).

شكل رقم(٨): إستخدامات الفن الحركى فى العمارة.

العمارة الديناميكية Dynamic Architecture

الهندسة المعمارية الديناميكية منظور معماري جديد وإبداعي يستند على ديناميكية الحركة وتُعتبر مؤشر جديد في مجال الهندسة المعمارية وأسإليب تصميم البناء المستخدمة في مُدن المُستقبل، ويعني مفهوم الديناميكية التغير في الوقت ودخول

العامل الرابع وهو عُنصر الزمن في العملية التصميمية بحيث تُصبح عملية التصميم رباعية الأبعاد (طول – عرض – أرتفاع – زمن) ، كما هو مُوضح في الشكل رقم (٩).

شكل رقم (٩): مفهوم العمارة الديناميكية.

وتُعتبر العمارة الديناميكية عمارة مفتوحة لمفهوم ديناميكي للزمن، بذلك تُصبح عملية التصميم رباعية الأبعاد وتأخذ طابعاً خاصاً وأنماط مُختلفة وتكون إما موضوعية أو إفتراضية في منطقة معمارية واحدة وذلك لجذب أنتباه المحيط الخارجي، بالإضافة إلي إظهار الإمكانيات الهائلة التي أتاحتها التُكنولوجيا كما أطلق علىها " دافيد فيشر" بأنها عمارة **" من تشكيل الحياة، ومن تصميم الوقت"**. ونجد إنه عند تعريف العمارة الديناميكية وجب الإشارة إلي فن البوب (حركة الفنون البصرية) الذي كان سائداً في الخمسينات والستينات من القرن العشرين في بريطانيا والولايات المُتحدة الأمريكية وكان له الاثر في تشكيل مفهوم العمارة الحركية أو ما يُطلق علىه الديناميكية.

وتُعتبر العمارة الديناميكية جُزء من العالم الديناميكي دائم الحركة والذي يُمثل عُنصر الحركة العامل الأساسي، وقد ظهرت المباني الديناميكية نتيجة لتعامل المعماريين مع المبنى، وذلك بإعتباره كائن حي ينتج الحركة لمواجهه الظروف المُختلفة، ومن هُنا أدى ظهور مجموعة من المفاهيم التكنولوجيه الحديثة إلي التأثر بها للوصول إلي العمارة الديناميكية كأحد الإتجاهات الحديثة التي تُحقق المعايير البيئية والإقتصأدية والإجتماعية.

ويمكن تعريف العمارة الديناميكية من خلال منظورين، كما هو مُوضح في الشكل رقم (١٠).

شكل رقم(١٠): مفهوم الديناميكية من خلال مفهومها الجمالى والتنفيذى.

الديناميكية بمفهومها الجمالي: تُمثل رؤية جديدة للإنسان وذلك من خلال دوران المباني حول نفسها مما يؤدي إلي توليد إطلالات مُتميزة وذلك للإستمتاع الكامل بالمناظر البيئية المحيطة، بالإضافة إلى توفير خدمات ذات تقنية عالية، بحيث نجد أن مفهوم الديناميكية يؤكد على أن المساحة التي يعيش فيها الإنسان لابد أن تكون قابلة للتغيير والتعديل وذلك حسب رغبة وإحتياج المُستخدم.

الديناميكية بمفهومها التنفيذي: نجد أن تقنية العمارة الديناميكية تحتاج إلي تقدم تكنولوجي هائل بالإضافة إلي توفير تكاليف عالية التنفيذ، بالإضافة إلي وجود مُحددات وقيود تعطي الخصوصية لإمكانية تطبيق هذه التقنية في أي مكان وتتمثل هذه المحددات في (التنفيذ، التقنية، القوانين المنظمة، التكلفة)، ولكن هذه المُحددات في النهاية لا تقف أمام التطبيق، وعلى الرغم من ذلك نجد أن مفهوم الديناميكية يُمثل فكر جديد، تطور وينمو مع النهضة العالمية والتكنولوجية الآن.

خصائص العمارة الديناميكية

من خلال دراسة المفاهيم الأساسية للعمارة الديناميكية نجد أن هُناك بعض الخصائص والصفات التي تصف العمارة الديناميكية والتي تعمل على تسهيل الحركة لأجزاءه المُختلفة، كما هو مُوضح في الشكل رقم (١١).

شكل رقم(١١): خصائص العمارة الديناميكية.

الحركة:

تتمثل الحركة في أجزاء من المبنى أو المبنى كله أو من الممكن أن تكون حركة إيحائية وليست موضوعية يكون الغرض منها التشكيل، فنجد أن في المباني ذات الموقع المُتغير تكون فيها الحركة سابقة للإستخدام على عكس المباني ذات الأبعاد المُتغيرة تكون فيها الحركة لاحقه للإستخدام، فنجد أن المُتغير هو عنصر الزمن الذي يُضيف البُعد الرابع في العمارة الديناميكية.

وحدة التصميم:

كانت الحركة تتم في العمارة من خلال إضافة أو حذف جزء من المبنى والتي كانت تُسمى الموديولية التي تُعتبر من العناصر الأساسية للحركة، ومع التقني في مواد البناء أدى إلي إمكانية الإستغناء عنه خاصاً بعد الإتجاه إلي الحركة، وذلك عن طريق الخواص الفيزيائية التي تُكون المبنى، وعلى الرغم من ذلك ستظل وحدة التصميم أحد خصائص العمارة الديناميكية.

خفة الوزن:

تُعتبر خفة الوزن من أهم الخصائص التي تُمكن المبنى من الحركة بسهولة ومرونة وذلك نتيجة التقدم التكنولوجي والتقنيات الحديثة في مواد البناء الذي ساعد على عمل مواد بناء خفيفة لها قدرة تحمل عالية على عكس المواد التقليدية.

البساطة:

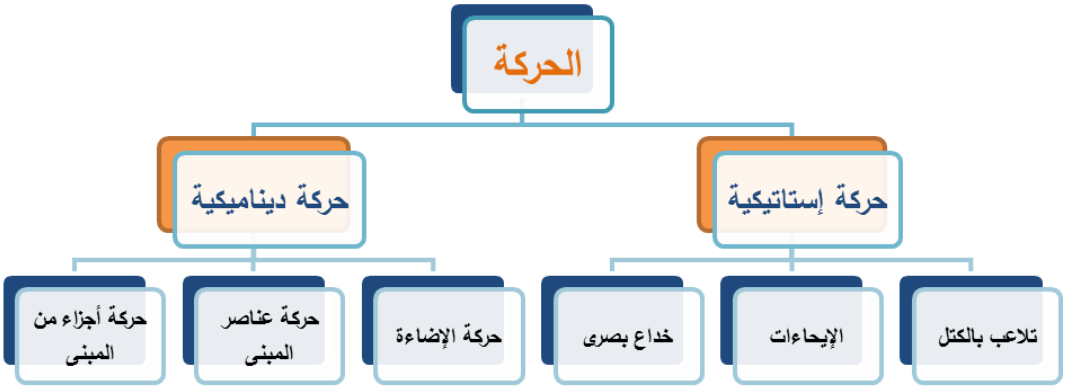
تُعتبر البساطة من الخصائص الهامة الواجب مُراعتها في العمارة منذ البداية إلي أن ظهرت العمارة الذكية وإستخدام المُجسمات، فأصبحت الحركة أكثر تعقيداً وعلى الرغم من ذلك فهي تُعتبر بسيطة في مُجملها وذلك لسرعة إستجابة الإحتياجات البيئية والفيزيائية للمُستخدمين.

قابلية الإمتداد والإنتشار:

تتمثل في قدرة المبنى أو أجزاء منه إما بالتمدد للخارج وذلك للتغلب على عوامل بيئية مُعينة، مثل التغلب على الإرتفاع في درجة الحرارة عن طريق رمي الظلال أو الأمتداد حسب إحتياجات المُستخدم وذلك لتلبية كافة إحتياجات مُستخدمي المبنى.

إتجاهات الحركات الديناميكية في العمارة

لابد من التفرقة بين النواحي الموضوعية والذهنية لتطبيق مفهوم العمارة الديناميكية في التصميم، ولذلك يمكن تقسيم العمارة الديناميكية إلي نوعين والذي يتم من خلالهما الحصول إما على الحركة الذهنية في الأشكال من خلال طبيعة التكوين، فكل شكل يختلف في تأثير حركته الذهنية أو حتي في أجزاء منه أو الحصول على الحركة الموضوعية والتي تشمل الحركة الفعلية في العمارة ولذلك يمكن تقسيم الحركات الديناميكية لإتجاهين تتمثلان في: الحركة الساكنة أو الديناميكية الساكنة والتي كانت تمهيداً لبدء ظهور الحركة الفعلية أو مايُطلق علىها الحركة الديناميكية، ومن هنا سنتناول أنواع الحركة في العمارة والتي أدت إلي ظهور العمارة المُتحركة كما هو مُوضح في الشكل رقم (١٢).



شكل رقم(١٢): أنواع الحركة فى العمارة.

الحركة الإستاتيكية:

هُناك العديد من المُصطلحات التي تُطلق على الحركة الإستاتيكية كالإيهامية والتقديرية والنسبية والضمنية وكلها تدل على معني واحد أنها حركة ناشئة لعلاقات الشكل والفراغ التمثيلي، ومن خلال الإيقاعات السريعة للأشكال في الفراغ والتي توحي بالحركة دون أن تتحرك فعلياً أو تكون قابلة للحركة من خلال تحليل وتبسيط وتجريد الأشكال والعلاقات لتحقيق آثار

وجدانية ونفسية وإدراكية. وتُعرف أيضاً الحركة الإستاتيكية بأنها الحركة الذهنية في عملية الإدراك والتي تنقسم إلي عدة أنواع كما هو مُوضح في الشكل رقم (١٣).

شكل رقم(١٣): أنواع الحركة الإستاتيكية.

- الخداع البصري:

يُعرف بأنه" الإنحراف البصري بدرجة صغيرة نسبياً، ويمكن أن تكون في الشكل أو الحجم أو الإتجاه، ويُسمي وهم وذلك لأن الخطوط الخارجية للرسوم تحتوي على مقومات للشكل ولكن بوجودد عناصر مُحرفة نتيجة أخطاء نظامية مقصودة تؤدي إلي حدوث أوهام بصرية أو هندسية بصرية".

ومن أمثلة ذلك: **مبنى Arons en Gelauff Architecten – ليدن-هولندا-٢٠١٣.**

تبدو قضبان الحديد راقصة الشكل، مع خداع الأسقف والجدران المنحية كما هو مُوضح في الشكل رقم(١٤).

شكل رقم (١٤): مبنى Arons en Gelauff Architectene – ليدن-هولندا-٢٠١٣.

- الإيحاءات:

تظهر هذه الحركة عن طريق ترتيب عناصر المُنشأة وخطوطها وأشكالها الأساسية ومستوياتها لتعطي الإحساس بالحركة، ونجد أن نظريات العمارة تناولت المفاهيم المُختلفة للتكوينات كالشبكية والخطية والمركزية والإشعاعية بالإضافة إلي نظريات تداخل وإلتقاء الأشكال كالتجاور وإلتقاء الحواف والتجاور وغيرها. ومن أمثلة ذلك:

- **مبنى Stone Towers– القاهرة – مصر ٢٠٠٩.**

صمم هذا المبنى المعمارية زها حديد عام ٢٠٠٩ وأعتمدت في تصميمه على إستخدام الخطوط الخارجية المُنكسرة في إظهار الحركة الإيحائية للمبني، كما هو مُوضح في الشكل رقم(١٥).

شكل رقم(١٥): مبنى Stone Towers – القاهرة – مصر ٢٠٠٩.

- التلاعب بالكُتل:

يُعتبر التلاعب بالكُتل المعمارية من الحركات الإستاتيكية التي تظهر في العمارة والتي تحدث عن طريق التفكيك أوميل أوإلتواء الكتلة وذلك لإضافة عنصر الحركة في المبنى، ومن أمثلة ذلك:

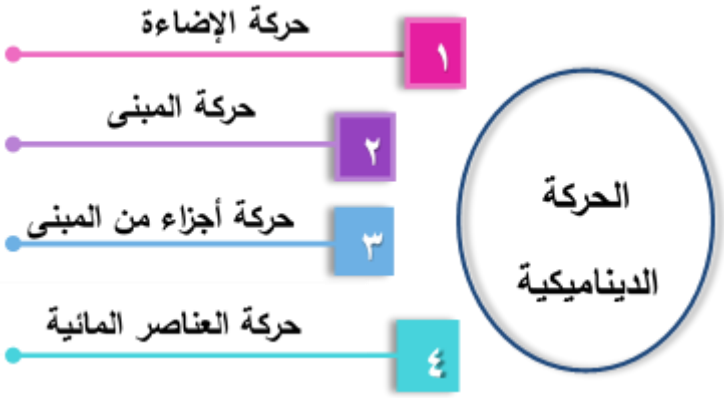
- **مبنى بوابة العاصمة أبو ظبى-"Capital Gate 2013"،**

نجد إنه تم تصميم المبنى بإستخدام الخطوط المنحنية والتلاعب بالكُتلة وذلك لإعطاء الشعور بحركة المبنى من قبل المُستقبِل، كما هو مُوضح في الشكل رقم(١٦).

شكل رقم(١٦): مبنى بوابة العاصمة بأبو ظبى-الإمارات،٢٠١٣.

الحركة الديناميكية:

تُعرف الحركة الديناميكية بأنها الحركة الموضوعية في المجال المرئي والتي تعتمد على الحركة سواء حركة المبنى نفسه أو جزء منه بالإضافة إلي حركة الإضاءة وحركة الأثاث، مما تعمل على إعطاء تغيير واضح في التكوين العام للمبني والفراغ الداخلي، وتنقسم الحركة الديناميكية إلي عدة أنواع كما هو مُوضح في الشكل رقم(١٧).



شكل رقم(١٧): أشكال الحركة الديناميكية فى العمارة.

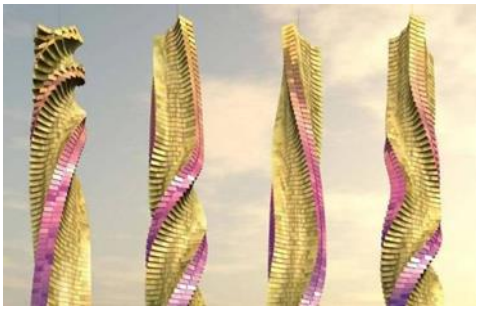
حركة الإضاءة:

تُعتبر الإضاءة من أهم العناصر التي تؤثر في الإدراك البصري، وذلك لإرتباط الضوء بالرؤية البصرية، حيث تُعتبر عين الإنسان الأداة التي يستخدمها في رؤية الأشياء المُحيطة به، والتي تعتمد بشكل أساسي على وجود الإضاءة وعلاقتها المُركبة بالمساحة والحجم والملمس واللون، لذلك لجأ الإنسان إلي إستخدام الإضاءة الصناعية نظراً لثباتها وعدم خضوعها لأي مُتغيرات مناخية، ومفهوم الإضاءة الديناميكية يعتمد على كيفية التحكم في إضاءة المبنى الخارجية من خلال إستخدام تكوينات لوحدات إضاءة مُختلفة في الترتيب، أو من خلال إسقاط الضوء على واجهة المبنى عن طريق إستخدام وحدات إسقاط تعتمد على تقنيات عالية تعمل على تصميم وتوزيع الإضاءة وذلك لإعطاء شكل جديد للمبنى من خلال التحكم في ألوانها وإتجاهتها، ومن أمثله ذلك: ملعب إليانز أرينا Allianz Arena، فندق أتلانتس دبي النخلة كما هو مُوضح في الشكل رقم(١٨)، (١٩).

حركة المبنى كاملاً:

أستفاد المعماريون بإستخدام الإمكانيات التكنولوجية الهائلة في تحقيق أحلامهم لعمارة المستقبل عن طريق إضافة أبعاد جديدة للعمارة **"البُعد الرابع في العملية التصميمية" "الزمن"** والتي لم تكن مُتاحة وذلك لتوفير الإحتياجات التي يتطلبها العصر الآن، ونجد أن حركة المبنى تتمثل في دوران المباني حول نفسها لتوفير الإطلالات المُتميزة بالإضافة إلي الإستمتاع بالمظاهر الطبيعية للبيئة المحيطة وتعقب إيقاعتها الخارجية، مما نتج عنه تحول المبنى من الثبات إلي مبنى فعال يتفاعل مع البيئة الداخلية والخارجية في وقت واحد ، حيث يتحرك المبنى كاملاً في آن واحد بكافة طوابقه بالدوران حول نفسه ومن أمثلة ذلك:

شكل رقم(١٨): إستاذ اليانز أرينا - بعد إستخدام الإضاءة.



شكل رقم(١٩): الواجهة الخارجية للبُرج الدوار- Rotating tower دُبى- الإمارات ٢٠٢٠.

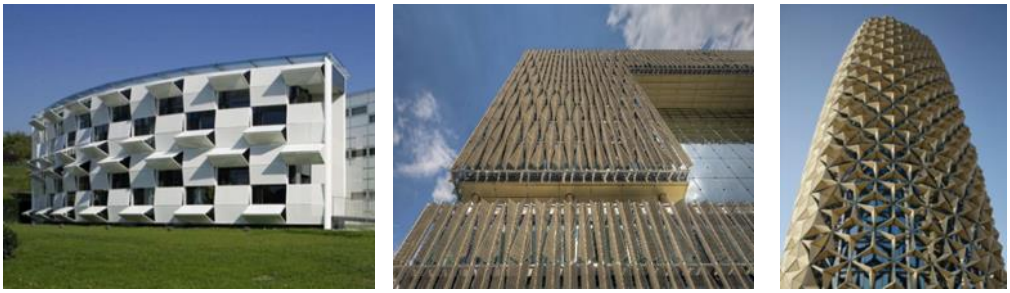
حركة أجزاء من المبنى:

تتمثل حركة أجزاء من المبنى في حركة الطوابق وحركة الأسقف والأرضيات وحركة الواجهات الخارجية للمبني وذلك لتلبية إحتياجات المُستخدم ومُراعاة البيئة المُحيطة به، كما هو مُوضح في الشكل رقم (٢٠).

شكل رقم(٢٠): حركة أجزاء المبنى.

- **حركة واجهات المبنى Dynamic Facades**:

إتجه المعماريون لإنتاج واجهات ديناميكية مُصممة بدقة عالية وتعمل إلكترونياً عن طريق فتح وغلق النوافذ وذلك لإعطاء شكل مُختلف في الواجهات الخارجية، فنجد أن واجهة المبنى تتأثر وتستجيب لأشعة الشمس مما يضيف إليه بُعد جديد لتصميم ديناميكي، عن طريق الإستفادة من الألواح المرنة والحركة الناتجة عن التكنولوجيا مما يُعطي تغيير مُستمر في شكل المبنى وذلك لمتعة كل فرد بالمبنى كما هو مُوضح في الشكل رقم(٢١).



شكل رقم(٢١): حركة وجهات المبنى .Dynamic Facades

- **حركة الطوابق:**

تُعتبر حركة الطوابق هي البداية الحقيقية لإضافة الحركة في المبنى كُلياً، مما يعمل على إعطاء مظهر جمإلي بالإضافة إلي تعظيم الإستفادة من الإطلال على البيئة المُحيطة، ويتمثل ذلك في المطاعم الدوارة في الطوابق العلوية. **ومن أمثله ذلك**: المطعم السياحي ببرج القاهرة، مطعم جراند حياة الدوار، أبراج الكويت الثلاثة الدوارة كما هو مُوضح في الشكل رقم(٢٢).

شكل رقم(٢٢): حركة طوابق المبنى.

- **حركة الأسقف والأرضيات:**

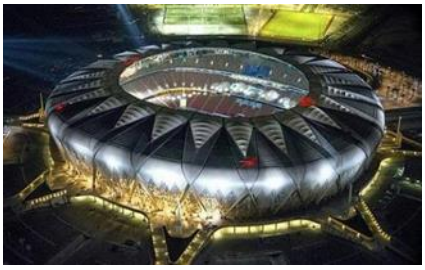
لم تقتصر حركة الأسقف والأرضيات على الإستفادة منها في إعطاء مظهر جمإلي للداخل والخارج فقط، وإنما توسعت لتشمل إعطاء مساحات مُظللة للوقاية من أشعة الشمس بالإضافة إلي التهوية الجيدة وذلك من خلال ميكانيزمات الحركة التي تعمل بحساسات تُبرمج لتُفتح أو تُغلق إلكترونياً حسب كمية الضوء أو الحرارة المطلوبة.

ومن أمثلة ذلك: حركة أرضيات إستاد الملك عبد الله كما هو مُوضح في الشكل رقم(٢٣).

حركة العناصر المائية:

تُعتبر حركة العناصر المائية والتحكم فيها من أحد أشكال الحركة الديناميكية في العمارة والهدف منها إعطاء حركة تتفاعل مع البيئة الخارجية أو الداخلية وذلك عن طريق عمل أشكال جمإلية تُثير خيال المشاهد وخاصاً عندما تمتزج بالموسيقي

والاضاءة، فتُصبح لوحة فنية متحركة بديعة تُثير المُشاهد، ويتم التحكم فيها من خلال برامج إلكترونية مُتخصصة، **ومن أمثلة ذلك:** نوافير بيلاجيو بلاس فيجاس – ولاية نيفادا الأمريكية، كما هو مُوضح في الشكل رقم(٢٤).

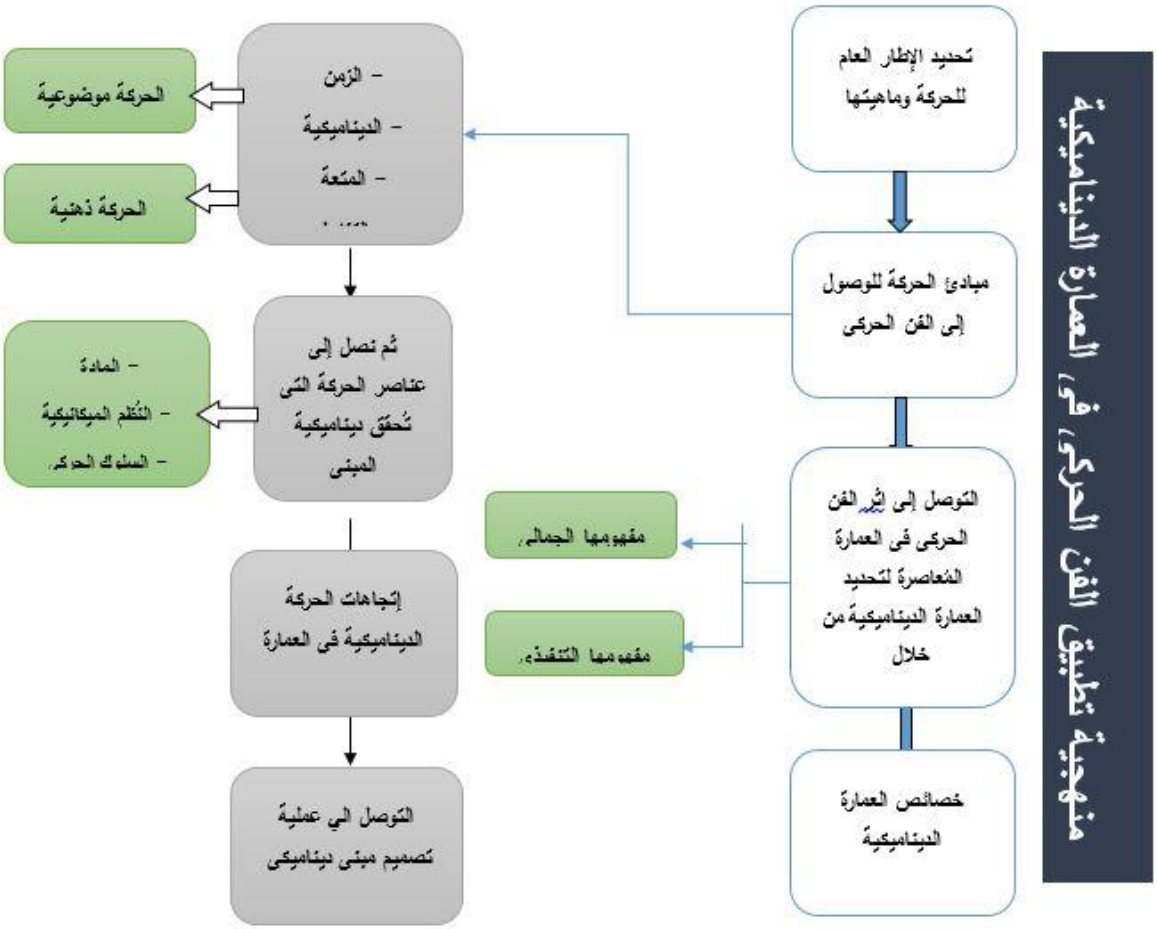


شكل رقم (٢٣): إستاد الملك عبد الله الدولى- الأردن- ١٩٩٩.

شكل رقم(٢٤): نوافير بيلاجيو بلاس يجاس – ولاية نيفادا الأمريكية.

النتائج:-

الوصول إلي وضع أُسس وإعتبارات لتحقيق منهجية وتطبيق الفن الحركي في العمارة الديناميكية وذلك من خلال:-



التوصيات:-

١) يوصى البحث المُصممين والمعماريين بإستخدام الحركة وتوظيفها في العمارة الحديثة وذلك للقضاء على الملل الناتج عن التصميم النمطي أو المُتكرر للواجهات المعمارية، مما يُساعد في القضاء على الرتابة وإحداث أشكال معمارية مُختلفة.

المراجع

المراجع العربية:

١) الحداد، محمد منير زكريا(٢٠٠٨)، البعد الزمن العد الرابع في العملية التصميمية- العمارة الديناميكية مفهوم تطبيقي، ماجيستير، كلية الهندسة، قسم العمارة، الجامعة الإسلامية.

Alhadad, Mohamed Moner Zakaria (2008), Alboad alzaman Al ad Alrabaa fi al amalia al tasmemia- al emara al denamecia mafhom tatbeki, Magester, Kolit alhandasa, Qsm al Emara, Al Gamaea al Eslamia.

٢) الحسناوي ،على شناوة وأدى (٢٠١١)، الأبعاد المفاهيمية والجمإلية للدادانية وإنعكاساتها في فن ما بعد الحداثة، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان.

Alhesnawi, Ali Shinawa Waadi (2011), Al abaad Al mafahemia w Al gmalia Lldadania w Anekasha fi Fan ma Baad al Hadasa, Dar safaa llnashr w Altawzee, Aman

٣) بباوي، مراد حكيم(٢٠١٤)، هندسة المعرفة وإنقرائية الصورة الإلكترونية لإثراء الثقافة الفنية في التربية الفنية، عالم الكتب للنشر والتوزيع.

Bebawi, Morad Hakem(2014), handast al maarfa w enqraait al sora al electronia lethraa al saqafa al fania fi al tarbia al fania, Alam Al kotob llnashr W al tawzea.

٤) حسين، أميرة أحمد (٢٠١٧)، تعدد الرؤي الجمإلية للمشغولة الفنية الواحدة لإثراء مادة الأشغال الفنية، المجلة التربوية، كلية التربية ، جامعة عين شمس، العدد ٤٨ ،ص٢٥٦ـــ٢٥٧.

Hussin, Amira Ahmed(2017), taadood al roaa al gamalia llmashgholat al fania al waheda lethraa madat al ashghal al fania, al magala al tarbawia, kolit al tarbia, gamete in shams,s256-257

٥) حيدر، نجم(٢٠٠٠)، الواقع والواقعية بين المُتخيل والوجود الفيزيائي، مجلة كلية الفنون الجميلة، العدد الثامن، مجلد٢٨، كلية الفنون الجميلة، جامعة بغداد،، ص٧٤.

Hedar, Negm(2000), al wakea w al wakieia ben al motakhail w al wogod al feziaei, magalt kolit al fonon al gamila, al adad al tamin, mogalad 28, kolit al fonon al gamila, gamiet baghdad,s74.

٦) رأفت ،على (١٩٩٢) ، ثلاثية الإبداع المعماري، دورات الإبداع الفكري، عمارة المستقبل، مركز أبحاث انتركونسلت، القاهرة-مصر.

Rafaat, Ali (1992), solaset al ebdae al miemarym, dawrat al ebdae al fekry, emarat al mostakbal, markaz abhas interkonslt , al kahira, masr.

٧) سعد ،محمد عزت - صادق، مفيدة ، فاروق، سمر (٢٠٢٠)، الفن الحركي من منظور التصميم الصناعي، مجلة التصميم الدولية، المجلد ١٠، العدد٣ ،ص٨٨.

Saad, Mohamed Ezzat- Sadek ,Mofida- Farouk, Samar(2020), al fan al haraki mn manzor al tasmem al senaei, magalt al tasmem al dawlia, mogalad 10, adad 3, s88.

٨) سويدان، محمد محمد أحمد(٢٠١٤)، توفير الطاقة في العمارة الديناميكية كوسيلة لوضع دليل عملي مُحدد للمعايير التصميمية للمباني الديناميكية، رسالة ماجستير، كلية الهندسة المعمارية، جامعة القاهرة.

Swedan, Mohamed mohamed Ahmed (2014), Tawfer al taqa fi al emara al denamikia kawsela lwade dalil amali mohadad llmaeayeer al tasmemia llmabani al denamikia, resalit magester, kolit al handasa al memaria , gameat al qahira.

٩) شارتيه، آلان اميل(٢٠٠٨)، منظومة الفنون الجميلة، ترجمة: سلمان حرفوش، الطبعة الأولي، دار كنعان للنشر، دمشق ، ص٢٥٥.

Sharteh, Alan emil (2008), manzomt al fnon al gamila, targamit: soliman harfosh, al tabea al oula, dar kanean llnashr, demashq,s255.

١٠) شيرزاد، شيرين إحسان(١٩٨٣)، مبأدى في الفن والعمارة، مكتبة إليقظة العربية للنشر، ص١٧.

Sherazat, sheren ehsan (1983), mabadea al fan w al emara, maktabet al eakaza al Arabia llnashr,s17.

١١) صابر ،أحمد محمود(٢٠١٥)، خصائص وسمات العمارة الديناميكية – البعد الرابع- الزمن، مجلة العلوم الهندسية، مجلد ٤٣،العدد ٥، ، ص٧٨٨.

Saber, Ahmed Mahmoud (2015), khasaes w semat al emara al denamecia- al boed al rabe- al zaman, magalet al elom al handasia, mogalad 43, al adad 5, s788.

١٢) عبيدات, عبد الله حسين(٢٠١٦)، فلسفة البنية في الفن الحركي- متحركات الكسندر كالدر نموذجا: دراسة وصفية تحليلية، مجلة كلية التربية، جامعة الأسكندرية، مجلد ٢٦، العدد٦ ،ص١٠.

Abedad, Abdullah hussien (2016), falsafet al benia fi al fan al haraki- motharekat alksander Kalder namozagan:derasa wasfia tahlilia, magalet kolit al tarbia, gameit al askndria, mogalad26, al adad 6,s10.

١٣) عبد الرحمن، سعيد- سمير، علا محمد ، - يحيي، مريهان محمد ، أثر البعد الرابع على تطور التصميم الديناميكي (الحركي) بالتصميم الداخلي والأثاث، مجلة العمارة والفنون، العدد ١٢، الجزء الأول، ص٥١٧.

Abdurahman, Saed – Samir, Ola Mohamed- yehiam Merihan Mohamed, athar al boed al rabee ala tatawor al tasmem al denamiki(al haraki) bltasmem al dakhli w al asas, magalt al emara w al fnon, al adad 12, al goza al awel, s517.

١٤) عبد الغني، ألفت سليمان(٢٠١٢)، تطور مفهوم الحركة وإنعكاسه على الناتج المعماري، مؤتمر الأزهر الهندسي الدولي الثاني عشر.

Abel ghani, olfat soliman (2012), tataor mafhom al haraka w enekasha ala al nateg al memary, moatamer al Azhar al handasi al dawli al thani ashar.

١٥) عبد العاطي، محمود (١٩٨٧)، توظيف البعد الثالث الحقيقي في التصوير الحديث ، دراسة تجريبية، رسالة دكتوراه ، كلية التربية الفنية ، جامعة حلوان.

Abdelaati, Mahmoud (1987), tawzef al boed al thalesal haqiqi fi al taswer al hades, derasa tagrebiam resalit doktorahm kolit al tarbia al fania, gamiet Helwan.

١٦) علاء ،إيناس توفيق أحمد(٢٠١٣) ، مفهوم الاستدامه في المباني الديناميكيه - رسالة ماجستير، كلية الفنون الجميلة - جامعة الأسكندرية.

Alaa, Enas tawfeq ahmed (2013), mafhom al estedama fi al mabani al denamecia, resalit magester, kolit al fnon al gamila, gameit al askandria.

١٧) كلثوم ، لوتس (٢٠١٧)، مبادئ العمارة الحركية وتقنياتها، مجلة العمارة Twenty Two، عدد ٥٤، ص١١٧.

Kothom, lotus(2017), mabadea al emara al harakia w tekniatha, magalit al emara twenty two, adad 54,s117.

١٨) نصار، عُلا (٢٠١٧)، مفهوم العمارة الحركية وتطورها تاريخياً، مجلة Twenty Two Architectural، العدد ٥٤، ص٨٢.

Nasar, Ola(2017), Mafhom al emara al harakia w tatorha tarekhian, magalit al emara twenty two, adad 54,s82.

١٩) هاشم، علا - صلاح، هالة - إبراهيم، مي (٢٠١٩)، فلسفة الحركة من خلال البعد الرابع ومردوده على التصميم الداخلي، مجلة العمارة والفنون، العدد التاسع عشر،ص٦٣٥.

Hesham, Ola- Salah, Hala- Ibrahim, Mai(2019), Falsafet al haraka mn khilal al boed al rabee w mardodoh ala al tasmem al dakhali, magalit al emara w al fnon, al adad al tasee ashar, s635.

٢٠) يوسف ،محمد - إبراهيم ، عبد الباقي: سكوت، روبرت جيلام (١٩٩٢)، أسس التصميم: كتاب مترجم، دار نهضة مصر، القاهرة، مصر،ص٤٧-٤٨.

Yousif, Mohamed – Ibrahim, abdelbaai: Scout robort gelam (1992), osos al tasmem: ketab motargam, dar naheded masr, al kahira, masr, and s47-48.

المراجع الأجنبية:

21) Adeelson, Edward (2004), lightness perception and lightness Illusions, Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts. P1.

22) Bonnimazion, Sarah (2007), Responsive Textile environments, Canada, press:

23) Riversdale ,Yolande Harris: AD (2000), "From Moving the Imge to Moving Architecture-A discussion of the "Space-Time" phenomenon of the twentieth century, with particular reference to architecture, moving img, and music. "Grant Chester Cambridge England, Pp2.

24) Zellner, Peter (1999): AD Hybrid space: New Forms in digital architecture: Thames and Hudson Ltd: London, P2.

مواقع الإنترنت:-

25) http://www.jehat.com/ar/Tashkeel/studies/Pages/f_sudani.html

26) https://weekly-geekly-es.imtqy.com/articles/ar406733/index.html

27) http://greentopia.com.br/sistemas-inteligentes/

28) https://byarchlens.com/architecture-dynamic/

29) www.worldbuildingsdirectory.com/index.cfm

30) https://byarchlens.com/architecture-dynamic/