Journal of Al- Azhar University Engineering Sector

Vol.15, No. 54, January, 2020, 416-427

EVALUATING THE PERFORMANCE OF GLOBAL MODELS APPLYING DYNAMIC ARCHITECTURE

Lamiaa Mohamed Said Mohamed Sherif* , Mohamed Said Meselhy and Sherif El Atar
Department of Architecture , Faculty of Engineering, Fayoum University, Fayoum , Egypt.
*Corresponding Author E-mail: lamiaa.mihamed@nub.edu.eg

ABSTRACT
Construction Technology has been developed and new technologies have emerged in construction technolog , technics and technology of design technologies have emerged that aim to respond to the user needs, one of the importants is Dynamic Architecture (kinetic) , This study presents Dynamic Architecture as one of the leading factors in Architecture. Architecture has evolved from static to dynamic forms, followed by changes in Architectural thought, building materials and methods are developed , computer and multimedia applications in Architecture have been used.
The study is based on an analysis of 5 study models, which is based on the Dynamic Architecture in buildings and reached a set of considerations through which and through the work of a survey, by taking the opinion of a group of specialists and experts in the field of architecture , a measurement ruler for dynamic buildings has been reached and appling to the study models.

KEYWORDS: Dynamic Architecture, Kinetic, Building Parts Movement, The Whole Building Movement ,Measuring Ruler

تقييم أداء نماذج عالمية تطبق العمارة الديناميكية

لمياء محمد سعيد محمد شريف* و محمد سعيد مصيلحي و شريف محمد صبري العطار
قسم الهندسة المعمارية ، كلية الهندسة، جامعة الفيوم، الفيوم، ،مصر
*البريد الاليكتروني للباحث الرئيسي : Email: lamiaa.mihamed@nub.edu.eg

الملخص
بعد الحرب العالمية الثانية و الثورة الصناعية و في عصر تكنولوجيا المعلومات و عصر العولمة حدث إنتشار في إستخدام الأجهزة الرقمية ، و ذلك جعل تكنولوجيا المعلومات وسيلة مهمة لتنظيم الاعمال الحديثه و كذلك في أعمال البناء.
فظهر تطور في تكنولوجيا البناء و ظهور تقنايات جديدة في تكنولوجيا البناء ، و ظهرت العديد من تقنيات وتكنولوجيا التصميم التي تهدف إلى الاستجابة لاحتياجات المستخدمين المتغيرة باستمرار ، وأبرزها هو العمارة الديناميكية (الحركية) ، التي تعتبر تطوراً في نظريات العمارة، و تقدم هذه الدراسة العمارة الديناميكية باعتبارها واحدة من العوامل الرائدة في طرق التعبير المعاصرة في الهندسة المعمارية.
وقد تطورت العمارة من الأشكال الثابتة إلى الأشكال الديناميكية تبع ذلك تغييرات في الفكر المعماري ، وقد تطورت مواد وأساليب البناء ، واستخدمت تطبيقات الكمبيوتر والوسائط المتعددة في الهندسة المعمارية. و الدراسة تقوم علي تحليل لمجموعة النماذج الدراسية التي تقوم علي تطبيق العمارة الديناميكية في المباني و الوصل إلي مجموعة إعتبارات من خلالها و و من خلال عمل إستبيان لرأي مجموعة من المختصيين و الخبراء في مجال العمارة تم التوصل إلي مسطرة قياس للمباني الديناميكية و تم تطبيقها علي النماذج التحليلية.
الكلمات المفتاحية : العمارة الديناميكية ، المباني المتحركة ، حركة أجزاء المبني ، حركة المبني ككل ، مسطرة قياس

مقدمة :

منذ خلق الله الانسان و أنزلة علي الأرض و هو في بحث مستمر سعياً لإيجاد مأوي يحمية ، فلجأ إلى الكهوف و استظل بالشجر، ثم بدأ بإستخدام الحجارة لتكون أول بيت من صنع الانسان ، و إستمر الإنسان في تطوير بيته على مر العصور على قدر ما توصلت اليه العلوم المعاصرة لكل فترة زمنية ، و في الآونة الأخيرة أحدثت تطبيقات الحاسب الآلي أثرًا كبيرًا في ثقافة و علوم الهندسة المعمارية و أضافت أبعاداً جديدة للتصميم ، أمتزجت العمارة و الفضاء المعلوماتي ، فتم عمل العديد من الأبحاث علي علوم الحاسب و أثره علي فكرة العمارة المتفاعلة و تغير اسطح المباني فهي طريقة جديدة تبحث عن تغير سطح و شكل الفراغ المعماري لتطويعه لملائمة متغيرات مختلفة ، سواء بطريقة طبيعية أو ميكانيكية.

مشكلة البحث :

عدم قدرة و قابلية المباني علي تلبية إحتياجات المستخدميين بالصورة المثلىً ، فهي مباني استاتيكية ثابتة و غير قابلة للتغير و التأقلم بصفة مستمرة ، و لا يوجد بها أي نوع من الديناميكية والتكيف و التأقلم مع إحتياجات المستخدمين ، وما لأهمية الحركة من أسباب طبيعية و دعائية .

أهداف البحث :

الوصول لمسطرة قياس للمباني الديناميكية عن طريق دراسة مراحل نشأة العمارة الديناميكية و تحليل لمجموعة من المباني العالمية تقوم علي تطبيق معايير العمارة الديناميكية.

منهجية البحث : تم استخدام المنهج الوصفي والتطبيقي من خلال دراسة الحالة وهي مشروع الوادي السكني R3 بالعاصمة الإدارية الجديدة كمشروع تتوفر فيه المواصفات لغرض قياس مدي استجابته لمبادئ النمو الذكي ، واعتماد الأسلوب الكمي (بطاقة الأداء لقياس مبادئ النمو الذكي) وهو أسلوب معتمد من قبل الباحثين والبلديات في البلدان المتقدمة لقياس مدي استجابة مشاريع التنمية والتطوير لمبادئ النمو الذكي .

يشتمل البحث على ثلاثة محاور أساسية هم **المحور الأول:** يشتمل على الإطار النظري للبحث (نشأة العمارة الديناميكية)، **المحور الثاني:** الدراسة التحليلية لمجموعة من المباني العالمية التي تقوم علي تطبيق معايير العمارة الديناميكية ، **المحور الثالث:** تقييم أداء النماذج التحليلية علي مسطرة القياس التي تم أستنتاجها من تحليل النماذج و عمل أستبيان علي ذلك .

١- المحور الأول: الإطار النظري للبحث (نشأة العمارة الديناميكية):

١-١ مفاهيم العمارة الديناميكية :

يجب معرفة مفهوم المباني المتحركة بصفة عامة و ماهية التصميم الديناميكي.

أ مفهوم المباني المتحركة :

هي نوع من أنواع المباني المتميزة بالحركة ، و هي مباني تـ جمع بين الميكانيكية الحركية و تكنولوجيا المعلومات الحديثة ، و هي وليدة التغير الفكري و التطور في الفكر المعماري ، فأصبحت العمارة متغيرة الشكل و متحركة بعد أن كانت ساكنة و ثابتة. (١)

ب ماهية التصميم الديناميكي :

التصميم الديناميكي هو منظور جديد في عالم الهندسة المعمارية يعتمد علي الحركة الديناميكية فإن الديناميكية تنتج من التغير في الوقت و دخول البعد الرابع في عملية التصميم و هو الزمن ، فيصبح التصميم رباعي الأبعاد (طول و عرض و إرتفاع و زمن) ، و ذلك يجعل المبني لة القدرة علي الدوران حول محورة و تغير واجهتة و إطلالتة.

١-٢ التطور التاريخي في العمارة الديناميكية :

مرت العمارة الديناميكية بعدة تطورات فهي لم تكن وليدة اللحظة بل لها عدة مراحل ، فنجد الديناميكية حولنا في كل شئ حي ، بدايةً من **الحركة الكونية** (حركة المجرات و المجموعات الشمسية و النجوم ، و حركة الشمس نفسها و حركة الكواكب حول الشمس و حول نفسها ، و كذلك القمر ، كما في قول الله عز و جل " و هو الذي خلق الليل و النهار و الشمس و القمر و كل في فلك يسبحون"" سورة الأنبياء " (٣٣)) ، ثم **حياة الترحال** (تنقل و حركة البادية و حياتهم ومساكنهم من الخيام المتنقلة لسهولة الحركة للبحث عن إحتياجتهم البشرية المختلفة فبالرغم من أن منشآت الخيام غير متحركة و ثابتة إلا إنها تندرج تحت منظومة العمارة الديناميكية .(٢)

فيما بعد ظهرت المباني ذات **الفراغات المتحركة في روما** (فتطورت الخيام بعد ذلك و ظهر ما يسمي بالفلاريوم في الدولة الرومانية و هي عبارة عن غشاء خيامي واحد يغطي المنشآه بأكملها ، و في عام ٦٤ م بني قصر البيت الذهبية أو قصر نيرون علي يد الملك نيرون ، به غرفة طعام رئيسية علي شكل صالة مثمنة مجهزة ميكانيكياً للدوران) ، حتي ظهور العمارة الديناميكية في وجهها الجديد في **عصر النهضة** و بعد إنتشار الصناعة و الإعتماد علي الماكينات و الآلات من هذه الآلات طواحين الهواء و تعتبر بداية لنقل الحركة آلياً ، و بداية فكر المنشآت ذات المقصات تم تصميم جناح طائر و الرافعة الخشبية ، و مقترح الرج الدوار للنحات الشهير فيلاريت و هو مبني من الحجر إسطواني دوار و مكون من ٥ أدوار وقاعدتة مربعة ، ثم تطورت **العمارة الديناميكية من بعد عصر النهضة حتي ١٩٠٠** فظهر العديد من الإختراعات بعد الثورة الصناعية و إكتشاف البارود و الأسلحة أدي إلي تطور أنماط المعدات وظهور(المباني الدفاعية الدوارة ، السجون الديناميكية ، المنازل الصيفية الدوارة ، المسارح الدوارة.(٦)

ثم تطورت **العمارة الديناميكية من عام ١٩٠٠ حتي عام ١٩٤٥(حيث أنه** أدي إختراع الكهرباء إلي التطور في أنظمة الحركة في العمارة ، و كذلك حدث تطور في تكنولوجيا الهندسة الميكانيكية و الإنشائية أدي إلي تطور النظم الإنشائية و ظهور أنماط جديدة للحركة في المباني.

و كانت البداية الفعلية للحركة في المباني من مقولة في سنة ١٩٢٠ لوكوربوزية الشهيرة " المنزل هو آلة للحياة بداخلة " و أدي إلي عدة تطورات أهمها ظهور الهياكل الإنشائية الفراغية والمباني الدوارة و المباني العلاجية الدوارة و المنازل الديناميكية الدوارة .ثم **تطورت العمارة الديناميكية بعد ذلك حتي عام ١٩٨٠** حيث تم التعافي من آثار الحرب العالمية الثانية ظهرت تقنيات جديدة في التصنيع ساهمت في تطور نظم الإنشاء مثل التوافق القياسي و سبق التجهيز لتسريع بناء المنازل المهدمة بتأثير الحرب و بعدها تم التركيز علي المباني السياحية و المباني التجارية الضخمة فتم إستخدام الهياكل الإنشائية الفراغية و منشآت الشد و المنشآت المتكاملة الشد و المنشآت الدوارة ، وصولاً إلي **العمارة الديناميكية ما بعد ١٩٨٠** (أهم ما ميز هذة الفترة إنتشار الحاسوب و اللاب توب و تطورت أيضاً علوم الرياضيات و علوم الهندسة و ساهم هذا في تطور عمليات التصميم و ذلك من خلال تسهيل عمليات التصميم و إستنتاج الأشكال المعقدة بإستخدام برامج التصميم مثل الأوتوكاد و كذلك إستخدام برامج المحاكاة في توقع الإنشاءات و الاحمال و الإجهادات و كذلك التصميم البيئي و دراسات سريان الهواء و الرياح و حركة الشمس و غيرها من عوامل بيئية ، و بذلك سهلت عملية التصميم لتخدم المباني المتحولة ، و تطورت الهندسة الإنشائية و تطور إستخدام المواد فتم إكتشاف المواد الذكية و مواد النانو).(٣)

و نجد أن العمارة الديناميكية لم تظهر بصورتها الفعلية و حركة المبني ككل قبل تطبقها في مبني صالة فولارد بالبرازيل في مدينة كورتيبا في عام ٢٠٠٤ تدور به جميع الطوابق حول نفسها ٣٦٠ دجة كلاً علي حدة و تتصل ببعضها عن طريق عناصر الإتصال الرأسي في مكانة الثابت .

١-٣مظاهر الأسطح المتحركة:

يوجد مجموعة من المظاهر المشتركة في الأسطح المتحركة و يمكن تقسيمها من ناحية التشكيل ، و اللون ، و الحجم ، و الملمس ، و الإضاءة ، و آلية الحركة، و مسببات الحركة .

١-٤ حركة أجزاء المبني:

يممكن أن يتحرك أجزاء من المبني كل علي حدة و يمكن أن يحدث حركة في أكثر من جزء مع بعضهم مثل حركة الأثاث ، حركة العناصر المائية ، حركة الفتحات حركة التغطيات ،حركة الأرضيات ، حركة بعض الأدوار من المبني ، حركة المبني ككل .

٢- ٢- المحور الثاني: الدراسة التحليلية لمجموعة من المباني العالمية التي تـ قوم علي تطبيق معايير العمارة الديناميكية:-

تحليل لمجموعة النماذج الدراسية التي تقوم علي تطبيق العمارة الديناميكية في المباني:

٢-١إستاد سنغافورة الوطني Singapore National Stadium:

شكل ١ مركز سنغافورة الرياضي Singapore Sports Hub .
المصدر :
https://www.archdaily.com/
523365/**singapore-**

- **تعريف المشروع:**
  - **أسم المشروع** : مركز سنغافورة الرياضي Singapore Sports Hub.
  - **موقع المشروع** : كالانغ ، سنغافورة.
  - **أسم المصمم** : شركة آروب، DP Architects ، حيث قام الكونسورتيوم SportsHub Pte Ltd مع أربعة شركاء في الأسهم بتصميمهم .
  - **تاريخ التنفيذ** : ٣٠ يونيو ٢٠١٤ .
  - **نوع المشروع** :ستاد رياضي له تغطية متحركة.
  - **موضع الحركة** : حركة التغطيات.
- **وصف المشروع معمارياً:**

تبلغ مساحته ٣٥ هكتار ، ملعب وطني بسعة ٥٥٠٠٠ مشجع مع سقف قابل للطي ومقاعد متحركة متعددة المستويات ، و يحتوي علي:

- استاد سنغافورة الداخلي بسعة ١٢٠٠٠ مشجع
- مركز OCBC للأحياء المائية بسعة ٦٠٠٠ قدرة يتوافق مع معايير FINA
- حلبة OCBC سعة ٣ آلاف بطاقة قابلة للتطوير ومرونة
- يضم مركز الرياضات المائية التجديف والتجديف
- مول Kallang Wave Mall بمساحة ٤١٠٠٠ متر مربع ، ويتميز بجدار تسلق داخلي
- منشأة Splash-N-Surf) حديقة مائية للأطفال ، نهر ستينغراي و(Lazy River
- 100PLUS الكورنيش الذي يطوق الاستاد الوطني
- متحف سنغافورة الأولمبي للشباب ومتحف سنغافورة الرياضي.

- **الحركة في المشروع :**

سقف قابل للطي ومقاعد متحركة متعددة المستويات، يتم التحويل من وضع إلى آخر خلال ٤٨ ساعة .

- **طريقة الارتكاز و الهيكل الإنشائي و المواد المستخدمة :**

فيما يتعلق بالحركة ، تربط المنطقة الواسعة القابلة للتجول في Sports Hub مباشرة بشبكات المشاة والدراجات المحلية وبنظام موصل الحديقة على مستوى الجزيرة بسنغافورة ، سقف قابل للطي ومقاعد متحركة متعددة المستويات، يتم التحويل من وضع إلى آخر خلال ٤٨ ساعة.(٨)

شكل ٢ ملعب White Hart Lane
المصدر :
https://www.youtube.com/watch?v=xHLpDpRrYTw

٢-٢ملعب White Hart Lane:

- **تعريف المشروع:**
  - **أسم المشروع** : ملعب White Hart Lane الجديد(Spurs' new stadium).
  - **موقع المشروع** : نادي توتنهام هوتسبر ، لندن ، إنجلترا.
  - **أسم المصمم** : شركة Populous.
  - **تاريخ التنفيذ** :من ٢٠١٦ إلي ٢٠١٨ و تم إفتتاحة سنة ٢٠١٩.
  - **نوع المشروع** :ستاد رياضي له أرضية و متحركة.
  - **موضع الحركة** : حركة الأرضيات .
- **وصف المشروع معمارياً:**

تم تغطيته بالكسوة المعدنية مثل تلك المخططة في البداية ، على الرغم من أنها في شكل محدث من فسيفساء حزام مثقبة. و يتم إنشاء سطح عرض أعلى الملعب ، يسع الملعب ٦٢٠٠٠ مشجع ، الميزة الأكثر تميزا في ملعب توتنهام هوتسبر هي منصة ساوث ستاند التي تبلغ سعتها ١٧٥٠٠ ، وهي أكبر منصة في المملكة المتحدة ، صمم Populous الحامل الجنوبي للمساعدة في إنشاء "جدار للصوت" داخل الاستاد والمساعدة في خلق شعور فريد مميز على الأرض ، أسفل المدرج الجنوبي يوجد ردهة زجاجية بارتفاع خمسة طوابق مع عمودين كبيرين يشبهان الأشجار يدعمان الهيكل ، هذه المنطقة التي تسمى The Market ، عبارة عن قاعة طعام ومشروبات كبيرة تحتوي على بار بطول ٦٥ مترًا الغرض منها استخدامها كمكان تجمع قبل وبعد المباريات ، وكذلك يتم فتحها في المناسبات المختلفة.

شكل ٣ الحركة في أرضية ملعب White Hart Lane الجديد
المصدر :
http://stadiumdb.com/designs/eng/new_tottenham_stadium

- يتضمن حامل kop أحادي الطبقة المخطط لهواة المنزل. ستكون موجودة في الجنوب وتحت هذا القسم ، ستكون ميزة جديدة مخفية: تخزين لحقل قابل للسحب حيث يستضيف الملعب العشب الطبيعي والعشب الصناعي لألعاب كرة القدم الأمريكية و ألعاب NFL والحفلات الموسيقية وغيرها .
- و في جنوب الإستاد تم توفير ما يصل إلى ٥٧٩ شقة ، بعضها يسمى الإسكان الميسور التكلفة ، بالإضافة إلى ذلك إنشاء فندق يضم ١٨٠ سريراً ، و كذلك مركز صحي .
- سيحتوي الملعب على أول ملعب قابل للفصل في العالم ، وسيكون أول ملعب في المملكة المتحدة يضم ملعبين داخليين: ملعب عشب قابل للسحب لكرة القدم ، وسطح اصطناعي أسفله لألعاب اتحاد كرة القدم الأميركي وأحداث أخرى .(٨)

- **الحركة في المشروع :**

القدرة على إزالة الملعب المرجاني ، الذي ينقسم إلى ثلاثة أجزاء قبل أن يتم تدويره تحت الحامل الجنوبي للتخزين ، كما أنه قادر على لعب كرة القدم الأمريكية ، فهذا يعني أنه يمكن تحويل المساحة بسهولة وبسرعة في مكان للحفلات والمناسبات ، في غضون ٤٠ دقيقة.

- **طريقة الإرتكاز و الهيكل الإنشائي و المواد المستخدمة :**

الملعب الاصطناعي تم إنشاؤه على بعد ١.٥ متر تحت سطح ملعب العشب القابل للسحب (الخاص بكرة القدم) ، ينزلق أسفل الموقف الجنوبي .(٧)

٢-٣ Media Tic Building :

- **تعريف المشروع:**
  - **أسم المشروع** : Media Tic Building.
  - **موقع المشروع** : برشلونة ، إسبانيا .

شكل ٤ Media Tic Building
المصدر :
https://www.archdaily.com/49150/media

- **أسم المصمم** : Cloud 9 Architects.
- **تاريخ التنفيذ** : ٢٠١٠.
- **نوع المشروع** : مركزللإتصالات وتكنولوجيا المعلومات.
- **موضع الحركة** : حركة الواجهات.

- **وصف المشروع معمارياً:**

يتكون من ثمانية طوابق والذي يبلغ ارتفاعه ٣٨ مترًا إلى ثلاثة أقسام متفاوتة الكثافة ، مما يوفر مساحة أرضية إجمالية تبلغ ٢٣١٠٤ متر مربع وسعة إشغال لـ ٢٤١٨ شخصًا ، توفر المساحة ذات الكثافة الصفرية في الطابق الأرضي ٣٦ مترًا بحلول ٤٤ مترًا من المساحة المفتوحة وهي موطنًا لمركز تكنولوجيا المعلومات والاتصالات - منطقة معارض للاتصالات مفتوحة للجمهور - اللوبي ومنطقة الاستقبال ومكاتب الاستقبال والمطعم. يمكن الوصول إلى هذا المستوى عبر واجهتي مواجهة للشمس ، تقع قاعة تضم ٣٠٠ شخص في الطابق الأول. ستشغل المكاتب المستويات المركزية منخفضة الكثافة (من سنتين إلى خمسة) ، في حين ستحتوي المستويات العليا على دعم هيكلي عالي الكثافة للمساحات الأصغر بما في ذلك المزيد من المكاتب والحمامات وتراسات الأسطح والأفنية ، يوفر موقف السيارات في الطابق السفلي ٢٠١ مكان لركن السيارات و ٢٦ مكان للدراجات النارية وأربعة أماكن لوقوف السيارات. تبلغ مساحة البناء ٣٥٥٧ متر مربع.

شكل ٥ الهيكل الإنشائي ل Media Tic Building
المصدر :
https://www.archdaily.com/49150/media-tic-enric-ruiz-geli

- **الحركة في المشروع :**

حركة خطية في الواجهة غير مباشرة بصورة متوازية و متفاعلة مع البيئة المحيطة.(٥)

- **طريقة الإرتكاز و الهيكل الإنشائي و المواد المستخدمة :**

تم إستخدام الهيكل الإنشائي structural typology للمباني الصناعية ، من هيكل معدني يتكون من أربعة إطارات صلبة ، معزولة ١٤.٢٥ مترًا، تكون الإطارات من عوارض معدنية على شكل صفيح مصنوعة من السبائك ونسخ ثمانية أقسام. يحتوي كل إطار على حزمة دعم تنقل حملها إلى "المعارض" ، الدعامات الصلبة ، تم إستخدام مواد تكسية الإيثيلين رباعي فلورو إيثيلين (ETFE) ذات الكفاءة البيئية ، يظهر سطح الكسوة ETFE كفسيفساء من المثلثات المقعرة والمحدبة .(١٠)

٤-٢ البيت المنزلق Sliding House :

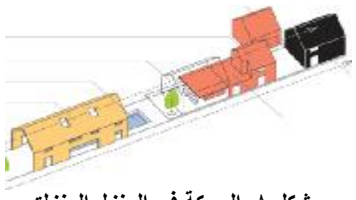
- **تعريف المشروع:**
  - **أسم المشروع** : البيت المنزلق Sliding House.
  - **موقع المشروع** : إنجلترا.
  - **أسم المصمم** :مجموعة DRMM.
  - **تاريخ التنفيذ** :٢٠٠٩.
  - **نوع المشروع** : سكني.
  - **موضع الحركة** : حركة بعض طوابق المبني.

شكل ٦ البيت المنزلق Sliding House
المصدر :
https://weburbanist.com/2014/08/25/13-

شكل ٧ تغير التشكيل مع تغير الحركة في السقف و الحوائط للمنزل المنزلق
المصدر :
https://www.pinterest.com/pin/48888926167542359/

- **وصف المشروع معمارياً:**

هو منزل ممصم للإستمتاع بالبيئة الريفية المحيطة ، يتكون من ٣ مباني (كل مبني له لون و خامة تميزة) يتوسطهم ساحة داخلية ، إثنان منهم علي نفس المحور و هم منزل الإعاشة الرئيسي (من الزجاج) و جناح الضيوف (باللون الأسود) ، و علي المحور الموازي لهم يوجد جراج (باللون الأحمر) ، و السقف و الحوائط المتحركة باللون الخشبي. الجزء المتحرك من السقف و الحوائط يصل وزنة إلي ٢٠ طن.



شكل ٨ الحركة في المنزل المنزلق
المصدر :
http://drmm.co.uk/projects/view.php?p=sliding-house

- **الحركة في المشروع :**

يتحرك السقف و الحوائط في المبني حركة خطية بإستخدام محرك كهربائي مخفي في الحائط ، للإستفادة من أشعة الشمس خلال اليوم .

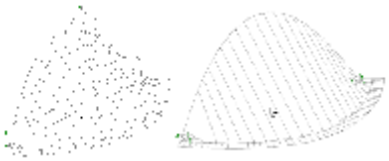
شكل ٩ Gateshead Millennium Bridge, Newcastle
المصدر :
http://www.lusas.com/case/bridge/gateshead.html

- **طريقة الإرتكاز و الهيكل الإنشائي و المواد المستخدمة :**

المبني عبارة عن هيكل جمالوني من الحديد الصلب ، يرتكز علي قضبان معدنية مثبتة علي حصيرة خرسانية ، و يتم تكسية الحوائط بخشب به عازل للحرارة و جزء الإعاشة من الزجاج .(٣)

٢-٥ كوبري جيتسهيد ميلينيوم بنيوكاسل Gateshead Millennium Bridge, Newcastle :

- **تعريف المشروع:**
  - **أسم المشروع** : كوبري جيتسهيد ميلينيوم بنيوكاسل.
  - **موقع المشروع** : على نهر Tyne River بين Gateshead و Newcastle في المملكة المتحدة.
  - **أسم المصمم** : ويلكينسون آير Architects و Gifford and Partners (مهندس إنشائي).
  - **تاريخ التنفيذ** : سبتمبر ٢٠٠١.
  - **نوع المشروع** : كوبري .
  - **موضع الحركة** : حركة المبني ككل.



شكل ١٠ الحركة و الإرتكاز في كوبري جيتسهيد ميلينيوم بنيوكاسل
المصدر :
ttp://www.lusas.com/case/bridge/gateshead.html

- **وصف المشروع معمارياً:**

هو أول جسر دوار في العالم. تم تصميم الجسر لفتح ، للسماح للقوارب الكبيرة بالمرور تحته علي إرتفاع ١٠ أمتار فوق سطح الأرض مرفوعة على الركائز، مكون من ثمانية عشر كابلات فولاذية مربوطة بقوس ، برافعة بأبعاد ٢٠٠ متر × ٥٠ متر ، يمكن للقوارب الصغيرة أن تمر تحت سطح السفينة في الوضع المغلق ، يتم حملة بكبلات خطية ، يشبه الجسر تمثالًا عملاقًا ، اللون خلال النهار ، يُنظر إلى الجسر على أنه منحنيان أبيضان ، القوس والسطح. تسبب اختيار لون الكابل في التراجع إلى الخلفية خلال بعض الظروف الجوية ، ومع ذلك فهي مرئية بوضوح في مناسبات أخرى. هذا يعطي الجسر مجموعة متنوعة من المظاهر ، في الليل ، يضيء الجسر بمجموعة متنوعة من الألوان. الكابلات غير مرئية تقريبا في الليل. كان هذا الاختيار على علم بالحاجة إلى الحد من تلوث الضوء.

- **الحركة في المشروع :**

يتحرك الكوبري حركة دورانية في أقل من ٤ دقائق بزاوية تصل إلي ٤٠ درجة ، بإستخدام المعدات الهيدروليكـــــية علي الجوانب (مكابس بهيدروليكية بقطر ٤٥ سم) و ذلك بإستخدام محرك كهربائي ، يمرر من تحته القوارب و السفن الصغيرة بإرتفاع لا يتعدي ٢٥ متر .

- **طريقة الارتكاز والهيكل الإنشائي و المواد المستخدمة :**

الجسر هو جسر القوس بقي. قوس الصلب يدعم سطح الفولاذ المنحني باستخدام ١٨ كابل من الصلب ، وكان مخطط البناء الأصلي لتثبيت القوس في قسم واحد وعلى سطح السفينة وثلاثة أقسام منفصلة على ضفاف النهر. وشمل ذلك أربعة مصاعد ولحام وتوتير الكابلات فوق الماء. من الأفضل تجنب اللحام في الموقع ، لذلك تم التفكير في مخطط الرفع ، لكن لم تكن هناك مساحة كافية لتجميع جسر على ورافعة عائمة كبيرة بما فيه الكفاية غير متوفر. بعد بدء التصنيع ، أصبح حوض بناء السفن متاحًا على بعد ٦.٥ كم من الموقع ، القوس تم تصميم القوس والسطح في أقسام ، باستخدام بيانات التحكم العددي بالكمبيوتر (CNC) لقطع مقاطع الألواح التي تم لحامها فيما بعد. تم تعليقها مؤقتًا في مكانها ، و تم وضع اللحامات الأولية. بعد ذلك تم إجراء لحام كامل القوس المغمور ، وتحول المقاطع بانتظام لمنع التسخين الزائد في قسم واحد .(١)

٣- المحور الثالث: تقييم أداء النماذج التحليلية:

من خلال دراسة مفاهيم العمارة الديناميكية و مراحل نشأتها و تطورها ، و تحليل النماذج الدراسية و المقارنة بينهم كالتالي:

جدول (١) مؤشرات التقييم وفق بطاقة الاداء مقارنة بين النماذج التحليلية المصدر : الباحث

النماذج التحليلية	الإعتبارات الوظيفية				الحركة في المشروع																الهيكل الإنشائي و		الطاقة في المشروع	
	الحركة الديناميك		موضع الحركة						غرض الحركة				شكل الحركة			نوع المحرك			التحكم		المواد		التأثير على الطاقة			إنتاج الطاقة	
المشروع	جزئي	كلي	حركة العناصر المائية	لسقف	أرضيات	و اجهات	الغلاف الخارجي	المبني ككل	وظيفي	بيئي	ترفيهي	جمالي	خطية	تورابة	محورية	يدوي	كهربائي	هيدروليكي	مباشر	غير مباشر	مادة التكميل	مادة الهيكل	التأثير على الإضاءة	التأثير على التهوية	التأثير على درجة الحرارة	موفر للطاقة	منتج للطاقة
الموقع																											
استاد سنغافورة الوطني																					ألومنيوم	حديد صلب					
ملعب White Hart Lane																					كمونة معدنية و	أرضية متحركة					
Media Tic Building																					ETFE	سيلك معدنية					
البيت المنزلق Sliding House																					خشب به عازل	هيكل جمالوني من الحديد					
كوبري جيتسهيد ميلينيوم بنيوكاسل																					steel	الحديد الصلب ، الفولاذ المنخفض					
المملكة المتحدة																											
ويلكينسون آير																											
كوبري																											
2001																											
2009																											
DRMM																											
إنجلترا																											
2010																											
مركزل لإتصالات																											
Cloud 9 Archit																											
برشلونة ، إسبانيا																											
2014																											
رياضي																											
بور آ DP &																											
كالانغ ، سنغافورة																											
لندن ، إنجلترا																											
2018																											
رياضي																											
Populous																											

تم التوصل لمجموعة من الإعتبارات تم عملي إستبيان للأهية النسبية لكل منها و توصلنا لمسطرة القياس التالية .

٣-١ معايير القياس المقترحة لتصميم المباني الديناميكية :

لوضع مقترح لمسطرة القياس للمباني الديناميكية يجب توافر مجموعة من الإعتبارات المعمارية و التقنية في المبني الديناميكي تم إستنتاجها من الإستبيان (أنظر الملحق) :

جدول (٢) مقترح لمسطرة قياس لتصميم المباني الديناميكية المصدر : الباحث

الإعتبارات المعمارية و التقنية	عنصر التقييم	الأهمية النسبية	
الإعتبارات الوظيفية	إختيار الموقع المناسب	٣.٤	٢٨.٧
	توفير جميع الفراغات طبقاً للوظيفة المطلوبة في المبني	٤.٣	
	التوافق بين التصميم الديناميكي و الإحتياجات الوظيفية للفراغات الداخلية	٤.٣	
	العلاقة بين الجزء الثابت و المتحركة و عدم إعاقة أي منهما وظيفة الأخر	٤.٤	
	دراسة عناصر الحركة الأفقية و الرأسية و ملائمتها مع الحركة في المبني و خلق مخارج للهوروب ، للحفاظ علي سلامة المستخدمين.	٤.٤	
	وضع الخدمات و المرافق في أماكن تخديمها المناسب و مراعاة عدم تكرارها و تداخل مساراتها.	٣.٩	
	تطبيق التصميم الديناميكي للوائح و القوانين و التشريعات طبقاً لمكان التنفيذ و الموقع	٤.٠	
الإعتبارات البيئية	كفاءة التهوية الطبيعية	٤.١	١١.٩

	كفاءة الإضاءة الطبيعية	٣.٩	
	كفاءة الراحة الحرارية و درجات الحرارة	٣.٩	
الإعتبارات الجمالية	إختيار الشكل الكتلي للمبني ككل	٢.٩	١٤.٠
	وضع عدد من الوحدات التكرارية في التصميم بحيث يسهل تصميمها و تنفيذها مع مراعاة النواحي الإنشائية و الميكانيكية	٣.٠	
	دراسة شكل و إسلوب الحركة و تطبيقها بصورة تسمح للمستخدمين إستعمالها بسهولة ، و ثبات و إستقرار المبني للحفاظ علي سلامة المستخدمين	٤.٠	
	دراسة البعد الجمالي من المبني في الثبات و الحركة و علاقة الجزء الثابت و المتحرك ، و توافق التشكيل مع الطابع المحلي المحيط بالمبني .	٤.٠	
تصميم الجزء المتحرك	موضع الحركة (العناصر المائية ، الأسقف و التغطيات لأرضيات ، الواجهات ، بعض الطوابق ، المبني ككل)	٤.٠	١٩.٠
	غرض الحركة : (وظيفي ، بيئي ، ترفيهي ، جمالي)	٣.٩	
	شكل الحركة : (خطية ، دورانية ، محورية)	٣.٥	
	نوع المحرك : (يدوي ، كهربائي ، هيدروليكي)	٣.٨	
	التحكم في الحركة : (مباشر ، غير مباشر)	٣.٨	
الهيكل الإنشائي و المواد	فراغات متحركة أو فراغية	٣.٦	٧.١
	مواد فعالة / جديدة	٣.٥	
قابيلية الصيانة و التعديل	الصيانة	٤.٣	٧.٦
	التعديل	٣.٣	
كفاءة إستهلاك الطاقة	موفر لطاقة الإنشاء	٣.٨	١١.٧
	موفر لطاقة التشغيل	٤.٣	
	منتج للطاقة	٣.٦	
المجموع			100

٣-٢ تطبيق مسطرة القياس علي المباني التي تم تحليلها:

جدول ٣ تطبيق مسطرة القياس علي المباني التي تم تحليلها
المصدر : الباحث

النماذج	الإعتبارات الوظيفية						الإعتبارات البيئية				الإعتبارات الجمالية				تصميم الجزء المتحرك ، الإنشائي و				سياة و التعدفاءة إستهلاك الطاق				مجموع ٠٠
المشروع	إختيار الموقع ٤. ٣%	توفير الفراغات الوظيفية ٣. ٤%	التوافق بين التصميم الديناميكي	العلاقة بين الثابت و المتحرك	عناصر الحركة ٤. ٤%	الخدمات و المرافق ٩. ٥%	تطبيق اللوائح و القوانين ٤%	النسبة المئوية ٧. ٨٥%	التهوية الطبيعية ١. ٤%	الإضاءة الطبيعية ٩. ٣%	الراحة الحرارية ٩. ٣%	النسبة المئوية ٩. ١%	التشكيل الكتلي ٣%	الوحدات التكرارية ٣%	شكل و أسلوب الحركة ٤%	توافق التشكيل مع الطابع	النسبة المئوية ١٤%	موضع الحركة ٤%	غرض الحركة ٩. ٥%	نوع المحرك ٨. ٣%	التحكم في الحركة ٨. ٣%	النسبة المئوية ١٩%	زاغات متحركة أو فراغية ٦. ٣%	مواد فعالة/ جديدة ٥. ٣%	النسبة المئوية ١. ٧%	الصيانة ٣. ٤%	التعديل ٣. ٥%	النسبة المئوية ٦. ٧%	موفر لطاقة الإنشاء ٨. ٥%	موفر لطاقة التشغيل ٣. ٤%	منتج الطاقة ٦. ٥%	النسبة المئوية ١. ٧%	
استاد سنغافورة الوطني	3.2	4.3	4.2	4.0	4.4	3.7	4.0	27.8	4.1	3.5	3.5	11.1	2.0	2.0	2.0	4.0	12.0	3.0	3.8	3.5	3.5	17.3	3.0	2.5	5.5	4.0	2.2	6.2	3.5	4.1	2.5	##	90.0
ملعب White Hart Lane	3.4	4.0	4.2	4.2	4.4	3.5	4.0	27.7	4.1	3.5	3.5	11.1	2.0	2.0	2.0	4.0	12.0	4.0	3.9	3.8	3.5	19.0	3.0	3.0	6.0	4.3	3.3	7.6	3.5	4.3	0.0	7.8	91.2
Media Tic Building	3.4	4.3	4.3	4.4	4.4	3.9	4.0	28.7	3.8	3.5	3.5	10.8	2.0	3.0	4.0	4.0	13.0	3.0	3.9	3.5	3.0	16.4	3.2	3.5	6.7	4.3	3.0	7.3	3.5	4.3	0.0	7.8	90.7
البيت المنزلق Sliding House	3.2	4.0	4.2	4.2	4.4	3.9	3.5	27.4	4.1	3.9	3.9	11.9	2.5	3.0	4.0	4.0	13.5	3.0	3.0	3.0	3.0	15.0	2.6	2.5	5.1	3.5	3.0	6.5	3.5	4.1	0.0	7.6	87.0
كوبري جيتسهيد ميلينيوم بنيوكاسل	3.4	4.0	4.0	4.0	4.4	3.9	4.0	27.7	4.1	3.9	3.9	11.9	3.0	3.0	3.0	4.0	14.0	2.5	3.5	3.2	3.5	16.2	3.6	3.0	6.6	3.5	2.5	6.0	3.5	4.1	0.0	7.6	90.0

٦- النتائج والتوصيات :-

أولا: النتائج :-

- العمارة الديناميكية لم تكن وليدة اللحظة بل لها عدة مراحل بداية من الحركة الكونية و حياة الترحال و مرورًا بظهور المباني ذات الفراغات المتحركة في روما ثم العمارة الديناميكية في عصر النهضة وصولاً إلي العمارة الديناميكية في العصور الحديثة .
- أهم مبادئ الحركة هي الزمن و التوازن الفيزيائي و السرعة والتشكيل و التكرار المتسلسل و الكتلة و الوزن .
- الحركة أو الديناميكية هو التغير في الجسم بصورة مستمرة إلي نقطة ثابتة ، و لها قوة و سرعة يمكن أن يتغيروا.
- العمارة الديناميكية تعتمد علي الحركة الناتجة من تغير الوقت و دخول البعد الرابع في التصميم .
- التشكيل واللون و الحجم و الملمس و الإضاءة و آلية الحركة هي المظاهر المشتركة في الأسطح المتحركة.
- الديناميكية في المباني إما أن تكون ديناميكية ساكنة (حركة ساكنة) عن طريق الإيحاء أو التحكم في الإضاءة الخارجية للمبني أو التحكم في الملمس الخارجي للمبني ، أو ديناميكية متحركة (الحركة الديناميكية أو حركة أجزاء المبني) .
- يمكن ان يتكون الحركة في جزء واحد أو عدة أجزاء من المبني و مثل حركة الأثاث ، حركة العناصر المائية ، حركة الفتحات ، حركة التغطيات ، حركة بعض أدوار من المبني ، و يمكن أن تكون الحركة في المبني ككل .
- بعد تطبيق مسطرة القياس علي النماذج الدراسية تم التوصل إلي أعلي المشاريع الديناميكية التي تم تحليلها هو (مشروع "ملعب White Hart Lane) به حركة في كلًا من السقف و الأرضية و حصل علي نسبة تقييم ٩١.٢% ، و أقلهم في التقييم (مشروع البيت المنزلق Sliding House) به حركة في المبني ككل و حصل علي نسبة تقييم ٨٧% .

ثانيا التوصيات :-

- § يجب نشر ثقافة العمارة الديناميكية في جميع الأوساط و ليست الأوساط المعمارية فقط.
- § إستخدام التقنيات الحديثة و تطويعها لخدمة العمارة الديناميكية .
- § تشجيع المستثمرين علي خوض تجربة العمارة الديناميكية في تجربة مثمرة فعلياً .
- § وضع قوانين و تشريعات من الدولة المصرية تختص بدراسة المباني الديناميكية بما يتلائم مع طبيعة بيئتنا .
- § يجب ألا يبعد التصميم الديناميكي عن هوية الموقع المبني فيه .
- § تعديل المناهج الدراسية بحيث تتضمن أساليب و نظم الإنشاء الجديدة و كذلك التوجهات المعمارية الحديثة حتي يتمكن الطالب من معرفة مبادئ التصميم الحديث و(منها العمارة الديناميكية).
- § و علي مستوي طلاب الدراسات العليا يجب زيادة رقعة الأبحاث التي تهتم بدراسة المباني لحديثة و اتقنيات الجديدة المختلفة في المباني لمواكبة العصر .

المصادر والمراجع

١. الماجدي ، باسم حسن هاشم الماجدي ، الطائي . مريم محمد . (٢٠١٤) . المجلة العراقية لهندسة العمارة . العمارة المتحركة . أثر الحركة الموضعية للعمارة في المتلقي . الجامعة التكنولوجية . قسم الهندسة المعمارية . العراق . بغداد . المجلة العراقية لهندسة العمارة . المجلد (٢٨) العددان ١ ، ٢ .

٢. سويدان ، محمد أحمد محمد . (٢٠١٤) توفير الطاقة في العمارة الديناميكية – كوسيلة لوضع دليل عملي محدد للمعايير التصميمية للمباني الديناميكية . بحث مقدم للحصول على درجة ماجيستير العلوم في الهندسة المعمارية - قسم الهندسة المعمارية . كلية الهندسة . جامعه القاهرة . جمهورية مصر العربية .

٣. ابو الفضل ، حسين عصام . (٢٠١٢) . تكنولوجيا العمارة الديناميكية - المفهوم و التطبيق . بحث مقدم للحصول على درجة ماجيستير العلوم في الهندسة المعمارية . قسم الهندسة المعمارية . كلية الهندسة . جامعه الزقازيق . جمهورية مصر العربية .

٤. السمنودي ، أحمد محمد سعيد السيد علي . (٢٠١٦) . تكنولوجيا الوجهات المتحولة - نهج جديد في تكنولوجيا البناء . بحث مقدم للحصول على درجة ماجيستير العلوم في الهندسة المعمارية . قسم الهندسة المعمارية . كلية الهندسة . جامعه القاهرة . جمهورية مصر العربية .

٥. مهدى ، محمود عادل احمد . (٢٠١٧) . تأثير تقنيات النظم الحركية للأسطح الخارجية على استهلاك الطاقة في المباني الإدارية . بحث مقدم للحصول على درجة ماجيستير العلوم في الهندسة المعمارية . قسم الهندسة المعمارية . كلية الهندسة . جامعه القاهرة . جمهورية مصر العربية .

6. **Revolving Architecture: A History of Buildings that Rotate, Swivel, and Pivot 1st Edition.**
7. **www.dezeen.com**
8. https://www.archdaily.com/523365/singapore-sportshub-dparchitects ,1/11/2019
9. http://stadiumdb.com/designs/eng/new_tottenham_stadium ,1/11/2019
10. https://www.designbuild-network.com/projects/media-tic/ ,1/11/2019
11. http://www.lusas.com/case/bridge/gateshead.html ,1/11/2019

ملحق ١
نموذج إستبيان عن العمارة الديناميكية
دراسة لتطويع العمارة الديناميكية بما يتلائم مع البيئة المصرية كمدخل لتوفير الطاقة في المباني لعينة

عددها ٧٢ . إستبيان عن العمارة الديناميكية و معاييرها ، بهدف الإستفادة من مشاركة آراء بعض الخبراء و العامليين بمجال الهندسة المعمارية ، و ذلك من خلال جمع مجموعة من المعلومات اللازمة المتعلقة بموضوع البحث (تطويع العمارة الديناميكية مع البيئة المصرية لتوفير الطاقة) ، و ذلك بوضع علامة أمام رأي المشارك في الإستبيان كلاً حسب وجهة نظره .
و نحيط سيادتكم علماً بالأهمية الكبيرة للنتيجة النهائية لهذا الإستبيان في وضع مسطرة لقياس أداء المباني الديناميكية و من ثم تطبيقها علي المباني محل الدراسة .
و لسيادتكم جزيل الشكر و التقدير للمشاركة الفعالة و إبداء الرأي في هذا الإستبيان .

بيانات عامة :

١-طبيعة العمل المهني (المعماري) :

o هندس حكومي o هندس حر أو في مكان خاص o كاديمي

٢-سنوات الخبرة :

o أقل من ٥ سنوات o من ٥ إلي ١٠سنوات o من ١٠ إلي ٢٠ سنة o أكثر من ٢٠ سنة

٣-مستوي التعليم :

o كالوريوس o ماجيستير o كتوراة

مصدر معلوماتك عن العمارة الديناميكية

١-هل سبق لك درست محتوي عن العمارة الديناميكية أثناء فترة الدراسة الجامعية :

o نعم o لا

٢-هل إطلعت علي مراجع علمية خاصة بالعمارة الديناميكية :

o نعم o لا

٣-هل لديك معلومات مسبقة عن بعض معايير العمارة الديناميكية :

o نعم o لا

أسئلة خاصة بالدراسة :

من وجهة نظرك ما هي نسب أهمية الإعتبارات الواجب توافرها في التصميم الديناميكي كلاً بالنسبة للأخر :

	متوسط الأهمية	مهم	مهم جداً
١. الإعتبارات الوظيفية .	o	o	o
٢. الإعتبارات البيئية .	o	o	o
٣. إعتبارات جمالية .	o	o	o
٤. إعتبارات تصميم الجزء المتحرك .	o	o	o
٥. إعتبارات إختيار الهيكل الإنشائي و المواد .	o	o	o
٦. قابلية الصيانة و التعديل .	o	o	o
٧. إعتبارات خاصة بكفاءة إستهلاك الطاقة .	o	o	o

١-أولاً الإعتبارات الوظيفية كلاً بالنسبة للأخر:

	متوسط الأهمية	مهم	مهم جداً
١. أهمية إختيار الموقع .	o	o	o
٢. توفير جميع الفراغات طبقاً للوظيفة المطلوبة في المبني .	o	o	o
٣. التوافق بين التصميم الديناميكي و الإحتياجات الوظيفية للفراغات الداخلية .	o	o	o

٤. العلاقة بين الجزء الثابت و المتحركة و عدم إعاقة أي منهما وظيفة الأخر .	○	○	○
٥. دراسة عناصر الحركة الأفقية و الرأسية و ملائمتها مع الحركة في المبني و خلق مخارج للهوروب ، للحفاظ علي سلامة المستخدمين .	○	○	○
٦. وضع الخدمات و المرافق في أماكن تخديمها المناسب و مراعاة عدم تكرارها و تداخل مساراتها .	○	○	○
٧. تطبيق التصميم الديناميكي للوائح و القوانين و التشريعات طبقاً لمكان التنفيذ و الموقع .	○	○	○

٢-ثانياً الإعتبارات البيئية كلاً بالنسبة للأخر:

	متوسط الأهمية	مهم	مهم جداً
١. كفاءة التهوية الطبيعية .	○	○	○
٢. كفاءة الإضاءة الطبيعية .	○	○	○
٣. كفاءة الراحة الحرارية و درجات الحرارة .	○	○	○

٣-ثالثاً الإعتبارات الجمالية كلاً بالنسبة للأخر:

	متوسط الأهمية	مهم	مهم جداً
١. إختيار الشكل الكتلي للمبني ككل .	○	○	○
٢. وضع عدد من الوحدات التكرارية في التصميم بحيث يسهل تصميمها و تنفيذها مع مراعاة النواحي الإنشائية و الميكانيكية .	○	○	○
٣. دراسة شكل و إسلوب الحركة و تطبيقها بصورة تسمح للمستخدمين إستعمالها بسهولة ، و ثبات و إستقرار المبني للحفاظ علي سلامة المستخدمين .	○	○	○
٤. دراسة البعد الجمالي من المبني في الثبات و الحركة و علاقة الجزء الثابت و المتحرك ، و توافق التشكيل مع الطابع المحلي المحيط بالمبني .	○	○	○

٤-رابعاً إعتبارات تصميم الجزء المتحرك كلاً بالنسبة للأخر:

	متوسط الأهمية	مهم	مهم جداً
١. موضع الحركة (العناصر المائية ، الأسقف و التغطيات لأرضيات ، الواجهات ، بعض الطوابق ، المبني ككل) .	○	○	○
٢. غرض الحركة : (وظيفي ، بيئي ، ترفيهي ، جمالي) .	○	○	○
٣. شكل الحركة : (خطية ، دورانية ، محورية) .	○	○	○
٤. نوع المحرك : (يدوي ، كهربائي ، هيدروليكي) .	○	○	○
٥. التحكم في الحركة : (مباشر ، غير مباشر) .	○	○	○

٥-خامساً إعتبارات إختيار الهيكل الإنشائي و المواد كلاً بالنسبة للأخر:

	متوسط الأهمية	مهم	مهم جداً
١. فراغات متحركة أو فراغية .	○	○	○
٢. مواد فعالة / جديدة .	○	○	○

٦-سادساً قابلية الصيانة و التعديل كلاً بالنسبة للأخر:

	متوسط الأهمية	مهم	مهم جداً
١. الصيانة .	○	○	○
٢. التعديل .	○	○	○

٧-سابعاً إعتبارات خاصة بكفاءة إستهلاك الطاقة كلاً بالنسبة للأخر :

	متوسط الأهمية	مهم	مهم جداً
١. موفر لطاقة الإنشاء .	○	○	○
٢. موفر لطاقة التشغيل .	○	○	○
٣. منتج للطاقة .	○	○	○