التشكيل المعمارى وتكنولوجيا العمارة المتحركة

Architectural form and Dynamic Architecture technology

د. آمنه حسن السيد عمر

مدرس العمارة بقسم الهندسة المعمارية - معهد هندسة وتكنولوجيا الطيران

Dr. Amna Hassan El-Sayed

Instructor at institute of aeronautical engineering and technology

dramnaomar5@gmail.com

د. نعمه حسن السيد عمر

مدرس العمارة بقسم الهندسة المعمارية - معهد الاهرامات العالى للهندسة والتكنولوجيا

Dr. Neama Hassan El-Sayed

Lecturer at pyramids institute of engineering

Neama_omar@yahoo.com

ملخص البحث:

تمتلئ الطبيعة بالكثير من الأمثلة الرائعة التى وهبها الله القدرة على الحركة فجميع الكائنات الحية فى حالة حركة مستمرة وهذه الحركة ينتج عنها تغير فى شكل الكائن الحي فقد كانت مصدر لألهام الكثير من المعماريين.

لذا ظهرت تكنولوجيا الحركة فى المبانى فى العقود الأخيرة نتيجة للتقدم المذهل فى مختلف مجالات الحياة رغبة من المعماريين فى المساهمة فى إدخال العديد من وسائل الراحة والمتعة فى المبانى فلم تعد القيود تحكم فكر المعمارى فالحائط من الممكن ان يتحرك والسقف نستطيع أن نطويه، والمبنى يدور حول محوره دورة كاملة مما أشعل الرغبة داخل المعماريين فى إيجاد تشكيلات معمارية جديدة متحركة كان من الصعب تحقيقها من قبل. لذا يهدف البحث الى دراسة تاثير التكنولوجيا الحديثة فى العمارة المتحركة ودورها فى التشكيل المعمارى للمبنى.

مصطلحات البحث:

العمارة المتحركة – العمارة المتنقلة- التشكيل المعمارى – التكنولوجيا- العمارة المتجاوبة.

Abstract:

The nature have lots of wonderful examples that God-given ability to move, all the organisms in a state of constant movement and this movement which causes the changing in the form of the organism has been a source of inspiration for a lot of architects. So the movement technology in buildings emerged in the recent decades as a result of the stunning progress in various fields of life, that architects desire to introduce many of the comforts and pleasure in buildings .there is no restrictions which control the architects thinking for example governing the building wall can move, the ceil can be folded and the building can spin on its axis a full cycle. All of these developments are sparking the desire inside the architects to find new moving architectural formations that were difficult to be achieved before

KEYWORDS:

DYNAMIC ARCHITECTURE - TRANSPORTABLE ARCHITECTURE - ARCHITECTURAL FORM – TECHNOLOGY - RESPONSIVE ARCHITECTURE

مقدمة:

تمتلئ الطبيعة بالكثير من الأمثلة الرائعة التى وهبها الله القدرة على التغير والحركة لتلبية احتياجاتها من انسان وحيوان ونبات . وبما أن العمارة هى علم وفن اقامة المنشآت المختلفة وتهيئة البيئة المناسبة للإنسان للقيام بأنشطته المختلفة كان عليها أن تواكب هذا التغير فى احتياجات الانسان تبعا لتطور فكره مع الثورة التكنولوجية فى مختلف المجالات . لذا ظهرت الحاجة الى العمارة التى تتغير لتتوافق مع رغبة الفرد والمجتمع المتغيرة ، وهو ما يوضح أن الأحتياج محفز للتغيير والتطور فى العمل المعمارى، وأنه يتوافق مع الأستغلال الجيد للعلوم وتطبيقاتها بالصورة التى تحقق إشباع المتطلبات المتنوعة والمتعددة.

فظهرت العديد من الإتجاهات المعمارية التى تهدف إلى التجاوب معها خاصة الإحتياجات المتغيرة بإستمرار أو التى يتوقع تغيرها فيما بعد، ومن أبرزها العمارة المتحركة DYNAMIC ARCHITECTURE التى تشمل حركة العناصر التى يتضمنها المبنى.

منهجية البحث: يعتمد البحث على ثلاث محاور:

المحور الأول النظرى: عرض المفاهيم الخاصة بالقاعدة النظرية للبحث حيث يتناول مفاهيم العمارة المتحركة واسس التشكيل المعمارى للمبانى ومعايير الخاصة بها.

المحور الثانى التحليلي: تحليل بعض التجارب التحليلية لمشروعات العالمية والمحلية واستخلاص النتائج و المؤشرات.

المحور الثالث التطبيقي: اقتراح منهج مقترح فى شكل توصيات المستخلصة من الدراسة النظرية والتحليلية عن حالة دراسية تتوافر فيها معايير محددة وتحديد مدى امكانية تطبيقها والإنتقال من الإطار النظري إلى حيز التنفيذ.

1. مفهوم العمارة المتحركة:

هناك الكثير من التعريفات والمفاهيم المختلفة للعمارة المتحركة ذلك الإتجاه الجديد الذى يشترك مع غيره من الأتجاهات المعمارية ببعض السمات ومنها العمارة الذكية والعمارة السريعة الإستجابة .لذلك كان لابد من إيضاح تلك التعريفات والإتجاهات كما يلى:

- **علم الميكانيكا**: سمها العرب بعلم الحيل وكان يعرف عند الأغريق (بالميكانيكا) وهو علم قديم إهتمت به الشعوب السابقة مثل قدماء المصريين والصينيين والإغريق والرومان، وكان معظم هذه الشعوب تستعمله للأغراض الدينية فى المعابد، أو فى ممارسة السحر والتسلية لدى الملوك. فكان الصينيون يستخدمون عرائس متحركة على المسرح الدينى لها مفاصل يتحكم فيها الممثل بواسطة خيوط غير مرئية.

أ- **علم الحركة**: علم الحركة أو الكينماتيكا KINEMATICS (بالأغريقية KINEIN أى يتحرك أو حركة) هو أحد فروع علم الميكانيكا الذى يصف مفهوم الحركة الفيزيائى للأجسام بدون أى إعتبار للكتل أو القوى التى تسبب الحركة ويدرس علم الحركة كيف يتغير موقع الجسم مع الزمن. يتم قياس الموقع بالنسبة لمجموعة إحداثيات. أما السرعة فهى معدل تغير الموقع بالنسبة للزمن.والتسارع هو معدل تغير السرعة. تعتبر السرعة والتسارع الكميتين الرئيسيتين اللاتين يصفان كيفية تغير الموقع مع الزمن.

ب- **علم التحريك**:علم التحريك أو الديناميكا DYNAMICS هى القوى والتآثرات التى تنتج الحركة أو تؤثر عليها.

- **العمارة المتحركة:** العمارة المتحركة ليست بالضرورة عمارة ذكية ولكنها عمارة يمكن التحكم فى حركتها جزئيا أو كليا و تكون لها إستجابة للمؤثرات المحيطة.

- **المبنى المتحرك:**هو المبنى الذى يدار بواسطة نظام يتكون من أجهزة إستشعار ومحركات ليكون قادرا على الأستجابة للبيانات التى يستقبلها وتكون إستجابته فى شكل حركة .

وتعريف اخر للمبنى المتحرك : هو مبنى متغير الأوضاع نتيجة للإستجابة لأحتياجات المستعملين له أو ليتجاوب مع ظروف البيئية المحيطة وهذه الأستجابة نتيجة وجود أنظمة ذكية يمكنها التحكم فى حركته جزئياً أو كلياً بشكل أتوماتيكى

- **المبانى المتنقلة**: أى انها خفيفة على البيئة ومازالت تنقل الأحساس وفكر الوحدة والمشاركة وذلك ضرورى من أجل انشاء مجتمع مسئول. هو المبنى الذى يمكن احضاره فى الوجود فى مكان خاص لفترة محددة ومن خلال ضغطه أو كبسه يمكن أن يستمر لفترة أطول.
- **العمارة المتجاوبة**: هى أى عمارة لها القدرة على الإستجابة لإحتياجات المستعملين وهى ليست بالضرورة عمارة ذكية إلا إذا كانت الإستجابة نتيجة عمليات ذكية.

2. الخلفية التاريخية للعمارة المتحركة:

لقد كان للثورة الصناعية تأثيرا كبيرا فى مجال العمارة والتى اثرت فى الحياة الإنسانية. وظهرت العديد من الإختراعات وخاصة بعد الثورة الصناعية ، حيث تطورت تكنولوجيات تشكيل وتشغيل المعادن و الصب والسحب والبثق وغير ذلك، وظهر التطور بشكل واضح فى الكثير من المبانى المتحركة .

وتطورت التكنولوجيا فى الآونة الأخيرة بفضل التقدم المذهل فى علم نظم المعلومات والأتصالات والتى جعلت المبنى يمكن أن يدار بعدة أزرار من خلال الأجهزة الميكانيكية والإلكترونية عالية التكنولوجيا وظهر التطور بشكل واضح فى نوعيات عديدة من المبانى المتحركة ومنها :

- المسارح الدوارة (مسرح كيوريو)
- السجون الديناميكية (سجن سجن لمدينة انديانابولس)
- المنازل الدوارة (بيت صيفى دوار على تبة كمعبد البارثينون على الأكروبولس بحدائق كنجستون)
- المطاعم الدوارة (برج استيل بالولايات المتحدة الأمريكية و برج القاهرة مصر)
- المبانى العلاجية الدوارة (المستشفى الشمسية الدوار بفرنسا)
- اماكن الترفيه (برج JESSE LAKE الدوار ١٨٩٥)
- المنشآت الغشائية المشدودة (المنشآت الخيامية بالمسجد النبوى)

أ- الاتجاهات الفكرية ودورها فى العمارة المتحركة:

تطورت تقنيات الأنظمة المتحركة للمبانى فى القرن العشرين ، حيث ظهر تحديات كثيرة لجيل من المعماريين لمعرفة كيفية تطوير العمارة ووضع أيدلوجية وفكر جديد يواكب التقنيات التكنولوجية الحديثة وقد ظهر دور مجموعة من المعماريين الرواد الذين عرفوا بأفكارهم الثورية المستقبلية التى خدمت هذا الأتجاه المتحرك وسيتم استعراض لأهم هؤلاء الرواد الذين شكلوا الملامح الأولية للأنظمة الحركية للمبانى وساهموا فى تطويرها وهما:

أ- مدرسة الميتابوليزم (فترة الخمسينيات) 1950s

ب- مدرسة الآرشيجرام (فترة الستينات) 1960s

وجاء بعدهم العديد من المعماريين الذين تأثروا بأفكار تلك المدارس وأضافوا من إبداعهم أفكار جديدة إلى العمارة المتحركة.

- **مدرسة الميتابوليزم (فترة الخمسينيات) 1950s :**

هي حركة أنشأها مجموعة من المعماريين باليابان (KIKUTAKE – KUROKAWA - KAWAZOE) يمثلون الفكر المتطور لعمارة المستقبل ، اللذين أستمدوا مبادئ نظريتهم من الوظائف البيولوجية للكائنات الحية. وقد أمنت مجموعة الميتابولزم بمجموعه من المبادئ منها :

- أن العمارة والتكنولوجيا لابد أن يظهر منهما الحيوية الإنشائية التى تظهر فى الكائنات الحية.
- النظر الى المجتمع الأنسانى ككل على أنه عملية حيوية وتطور باستمرار, وأن التعامل مع المجتمع الأنسانى لابد أن يؤخذ على أنه وحدة واحدة أو جزء من إستمرارية الوجود الطبيعى الذى يشمل جميع الحيوانات والنباتات.

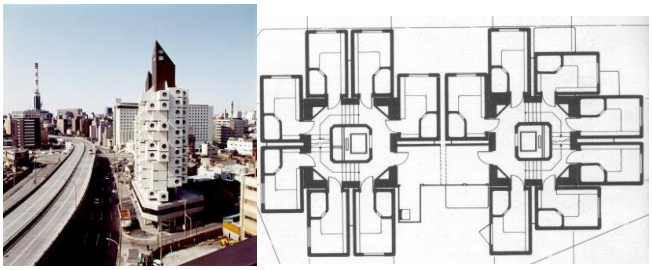
ومن هذه المبادئ لابد أن تعتبر التكنولوجيا هي الامتداد الطبيعي للإنسانية وليست في تضارب معها كما يعتقد الأوروبيون (حيث تعتقد أوروبا أن المدينة والتطور نتاج للتضارب والاختلاف بين التكنولوجيا والإنسانية. وانه لا يمكن خلق الفراغات التي تصلح أن تعيش لقرون طويلة لأن الاحتياجات المنفعية والجمالية سوف تتغير كما هو الحال في العصور الماضية) ولكن تغيرت الاحتياجات خلال تعاقب الأجيال إلا أن معدل التغير هذا قد زاد حتى أصبحت الاحتياجات المنفعية تتغير في الجيل الواحد لتتماشى مع التطور السريع الحادث في التكنولوجيا التي تخطو بخطوات أسرع من ما كانت عليها في العصور الماضية .

لهذا قام مؤسسى المدرسة بتقسيم الفراغات إلى نوعين :

- فراغات لا تتغير فيها الاحتياجات الإنسانية وهذه يمكن أن تكون فراغات دائمة ويدخل ضمن هذا الاتجاه المبانى الأثرية والتي تملك الأجيال من تسجيل التاريخ المعماري من خلالها وهذا يفرض عليها أن تكون منشأة من مواد معمرة.
- فراغات تتغير فيها الاحتياجات الإنسانية وتتطور بسرعة لذلك لا بد أن تتكيف هذه الفراغات مع الاستعمالات الجديدة وهذا يتطلب منها أن تكون حرة متحركة قابلة للتبديل والتغيير مثلها في تلك مثل أي قطعة مستبدلة في المطبخ وذلك يفرض عليها أن تكون منشأة من مواد مختلفة ذات عمر افتراضي أقل.

وقد قام معماريين مجموعة الميتابوليزم بفصل فراغات المسكن الى الاتى:

- فراغات معيشية
- فراغات خدمية



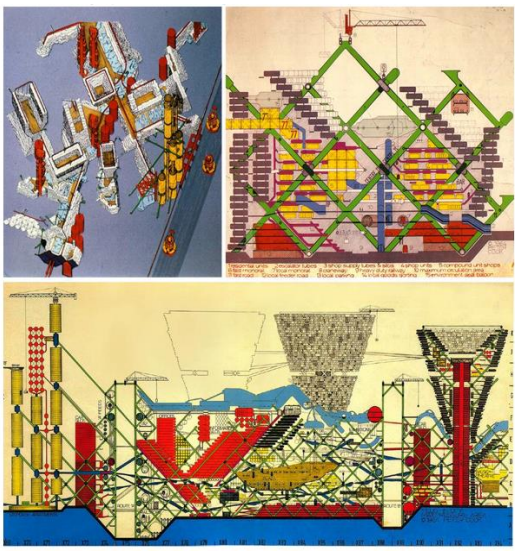
شكل (١) يوضح NAKAGIN CAPSULE PROJECT لكيروكاوا باليابان والمسقط الأفقى له ١٩٧٢م

شكل (٢) يوضح مشروع TOWER OF EXPO 70 لكيكوتاك بأبوظبى

- **مدرسة الآرشيجرام (فترة الستينات) 1960s :**

لهذه المجموعة دور كبير فى التمرد على المبانى التقليدية الثابتة الغير قادرة على الحركة وطرحوا مجموعة من الأفكار التى تدعوا للتفكير فى المبنى الذى يمكن أن ينمو ويتغير ويتبدل ويتحرك. ظهرت هذه الجماعة فى لندن ومن أهم روادها: مايكل ويب MICHAEL WEBB - بيتر كوك PETER COOK - دايفد جرين DAIVED GREENE .

ومن أهم المشروعات التى قامت بها المجموعة : مشروع PLUG-IN CITY وهو مدينة حضارية كاملة تعتبر حصيلة الأفكار المتطورة التى تميزت بها مجموعة الآرشيجرام والمشروع عبارة عن كبائن سكنية معدنية كنموذج يمكن تكراره أو إستبداله أو إضافته بوحدات متشابهة عند الحاجة الى ذلك. وهذه الوحدات المستبدلة تحمل على منشأ هيكلى عملاق MEGA STRUCTURE من الخرسانة المسلحة أو الحديد. ويحتوى على كافة الخدمات التى يمكن أن تحتويها مدينة أو حى سكنى كامل، كما يحتوى المنشأ على الطرق الأساسية وكذلك العناصر التليسكوبية الحاملة ثم توضع الوحدات داخل المنشأ العملاق. وتم تصممها على أساس أنه يسهل تغيرها وإستبدالها عند الحاجة. ويكون ذلك عن طريق أوناش ضخمة تركب على نفس الإنشاء الأساسى BASIC SKELETON وتبقى لتقوم بعمليات الخدمات المختلفة. وتغيير العناصر وإستبدال أى عناصر بعد إنتهاء عمرها الإفتراضى الذى يبدو قصير نسبيا كما يمكن تغيير مكان توجيه بعض العناصر أيضا .



شكل (٣) يوضح مشروع BLUG IN-CITY لبيتر كوك

ب- الافكار التى ساهمت فى تطوير انظمة العمارة المتحركة:

ان الاتجاهات السابق ذكرها اثرت بشكل مباشر على انظمة العمارة المتحركة

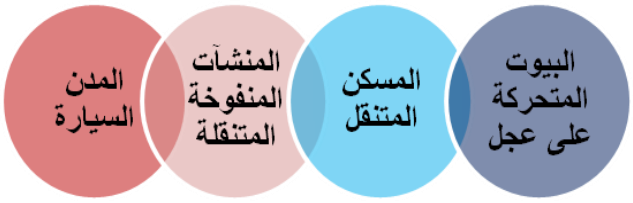
- **انشاء المبانى العملاقة MEGA STRUCTURE:** وهو مبنى شديد الضخامة يتضمن أو يحتوى بداخله جميع مكونات الحياة المدنية والمعيشية داخل هيكل إنشائى ضخم ويتكون من: (إنشاء أساسى وهو إنشاء بسيط قد يكون عبارة عن مركز الخدمات الميكانيكية للمبنى - وحدات كبسولية ويمكن لهذه الوحدات أن تعلق على الأنشاء الأساسى أو تنزلق داخله وبذلك يمكن سحبها أو إستبدالها عند الحاجة كأى قطعة غيار مستبدلة). وعادة ما يكون العمر الأفتراضى للمنشا الأساسى أطول من العمر الأفتراضى للمكونات التى بداخله.
- **مفاهيم الأحلال والأضافة والحذف:** الأحلال يقصد به تبديل الأجزاء التالفة التى انتهى عمرها الأفتراضى بأخرى جديدة. بينما الاضافة والحذف يقصد بها اضافة وحدات الى المنشأ أو انقاصها من المنشأ نفسه. وتكون الاضافة عند الحاجة الى فراغات أكبر وأكثر اتساعا ويكون الحذف عند الحاجة الى التنقل من مكان لآخر مثلا.

- **الوحدات الكبسولية:** هى وحدات موديولية متوافقة يمكن تعليقها من الأنشاء الرئيسى أو إنزلاقها داخله ويتم تصنيعها خارج الموقع ويمكن أن تصنع فى بلد ويتم نقلها الى بلد آخر. ويمكن أن ينزلق بداخلها وحدات مثل المطبخ أو الحمام مثلا اعتبار أنها عناصر أقل فى عمرها الأفتراضى من الكبسولة نفسها.

3. انواع الحركة فى مبانى العمارة المتحركة:

إن الحياة داخل مبنى متحرك تعد فى جوهرها نقلة كبيرة لطريقة تفكير الإنسان وفى طريقة ممارسة للحياة والهدف منها هو إعطاء الإنسان السهولة فى أداء أعماله فى المبنى الذى يعيش فيه وذلك بازالة بعض أعباؤه ليصبح أكثر تركيزا فى الإبداع والإتقان كما يحصل على قدر للإستمتاع بحياته وذلك لضياع الوقت فى الحياة فى ظل المبنى التقليدى مقارنة بالذى يمكن الإستفادة منه فى أمور عديدة فى حياة الأنسان داخل المبنى المتحرك. وللحركة فى المبنى أنواع عديدة وأشكال مختلفة ومنها الاتى:

- **<u>المبانى المتنقلة</u>**: هو المبنى الذى يمكن انشاءه فى مكان خاص لفترة محدودة فهو صمم من أجل قابلية الحركة والتنقل بسبب الطريقة التى يتغير بها العالم تكنولوجيا وثقافيا وإقتصاديا ، والشكل التالى يوضح اشكال المبانى المتنقلة.

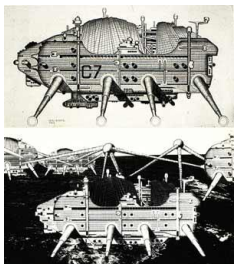


شكل (٤) يوضح أشكال المبانى المتنقلة

وفى الجدول التالى سيتم عرض امثله لكل نوع من اشكال المبانى المتنقلة :

جدول (٢) انواع المبانى المتنقلة

النوع		المثال
1. البيوت المتحركة على عجل (الكارافان) Caravan	نموذج المسكن المتنقل Travel Trailer , House Trailer : انتشر هذا النوع من السكن بالسنوات الأولى التى انشأت على الطرق السريعة والسفر باستخدام السيارات المزودة بمحرك	نموذج سيارات Dymaxion car ذات ثلاث اطارات تصميم فولر التى كانت بداية لظهور فكرة الكرافانات
	نموذج المسكن المتنقل Tear Drop: عبارة عن مقطورة صغيرة تجر بواسطة السيارة وهى مقطورة صغيرة فى حجمها بيضاوية الشكل ومزودة باطارين فقط وكانت بدايته فى أوائل الثلاثينات	نموذج سيارات Tear Drop

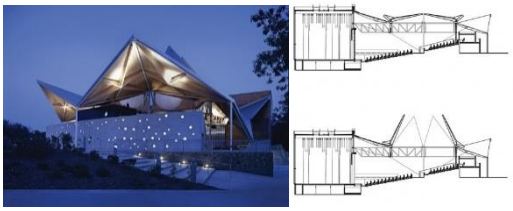
	نموذج المسكن المتنقل Motorhome , Recreational Vehicle : سيارة مزودة بوسائل اعاشة كاملة و بأحدث وسائل الرفاهية	نموذج سيارات Motorhome
2. المسكن المتنقل mobile home :	المسكن المضغوط Compact housing: ظهرت أفكار لمنشآت صغيرة متنقلة مستوحاه من فكرة المسكن المتنقل تستخدم لأغراض الترفيه والبحث العلمى	نموذج لمسكن Micro Compact house للمصمم المعمارى هوردن شيرى لى
3. المنشآت المنفوخة المتنقلة:	فى هذا النوع يعتمد الأنشاء على الهواء المضغوط داخل غشاء مرن لتحقيق اتزان المنشأ ، كما انه قابل للفك واعادة التركيب. ومن أشهر أمثلتها مسرح تيوبالون من أعمال مكتب سنوهتا النرويجى	نموذج يوضح التصميم الأنسيابى لمسرح تيوبالون المتنقل
4. المدن السيارة (المتحركة A Walking) City:	قد وضع تصور للمدينة السيارة اقترح فيه أنظمة انشائية ضخمة لمبانى متنقلة تتحرك حركة آلية Robotic Structure والنظام الأنشائى مزود بأنظمة ذكية تتحكم فى حركته الآلية وتستطيع هذه المبانى أن تجوب العالم بحرية وتلبى الأحتياج الى امكانياتها فى أى مكان. كما يمكن ربط مجموعة من المدن المتحركة بحيث يكونان معا مدينة رئيسية كبيرة متحركة.	نموذج يوضح المدينة السيارة Walking City لرون هيرون ١٩٦٤ م 
امثلة اخرى منها: السفن حاملات الطائرات		
السفن السكنية العائمة		
الطائرات		

- **حركة المبنى حركة جزئية DYNAMIC KINETIC STRUCTURE**: وهى حركة جزء من المنشأ بشكل مستقل عن باقى أجزاء المبنى مثل الأسقف المتحركة وحركة الواجهات وكاسرات الشمس وحركة عناصر الأتصال الأفقى والرأسى وحركة القواطيع الداخلية والفرش المتحول

شكل (٥) يوضح أجزاء المبنى التى تتحرك حركة جزئية

و سيتم عرض امثله لكل نوع من اشكال المبانى المتنقلة بالجدول الاتى :

جدول (٣) انواع حركة المبنى حركة جزئية

نوع الحركة	مثال
1. حركة الأسقف والتغطيات	السقف المنسحب باستاد RELIANT STADIUM بولاية تكساس السقف المتحرك لمسرح START LIGHT THEATRE بمدينة روكفورد الينوى 
2. حركة واجهات المبنى الخارجية وكاسرات الشمس	الواجهة المتفاعلة INTERACTIVE FACADE لأحد المبانى بقلب منهاتن : تفاعلية مع حركة المارة لجذب الانتباة الغلاف المتوهج THE FLARE SKIN: تتحرك بقوة دفع الهواء لتعكس ضوء الشمس

3. حركة عناصر الأتصال الرأسى والأفقى:	السلالم المتحركة بمحطة مترو PARK POBEDY بمدينة موسكو به ٧٤٠ درجة الكوبرى المتحرك BLATIC MILLENNIUM BIDGE الكوبرى المتحرك LOWRY FOOTBRIDGE
4. حركة القواطيع والعناصر الداخلية والأثاث المتحول	وحدة المطبخ الصندوقى داخل وحدة الأعاشة الكاملة

- **<u>حركة المبنى حركة دائرية حول محوره</u>**: من أكثر الأنظمة المتحركه أنتشاراً فى حركة المبانى . وهناك أمثلة عديدة لقصور وفيلات تدور حول محورها ومن أمثلة هذا النوع من المبانى:
- فيلا جيراسول (زهرة عباد الشمس) Villa Girasole

شكل (٦) يوضح فيلا جيراسول من تصميم أنجيلو أنفر نيزى بايطاليا ١٩٣٤م – ١٩٣٥م

- المبنى الشمسى الدوار Dome Space

شكل (٧) يوضح المبنى الشمسى الدوار من تصميم شركة دووم سبيس سنة ١٩٨٩م

- البرج المتحرك بدبى لـ David fisher

شكل (٨) يوضح التنوع بالتشكيل ببرج دبى الناتج عن الحركة

4. حركة المنشأ حركة كلية مدمجة داخل النظام الأنشائى:

تعنى حركة مكونه من عناصر الأنشاء تؤثر على النظام الأنشائى بالكامل وهذا النوع يدرس الأنظمة الأنشائية ذات الحركة الذكية التى تشبه حركة جسم الأنسان. وهى منشآت متحركة يتم التحكم فى حركتها من خلال نظم ذكيه ، ويمكن نقلها من مكان الى آخر وحتى الان هى تحت نطاق التجريب فى الكليات والمعاهد العملية وفيما يلى بعض الأمثلة لهذا النوع من الأنشاء:

أ- **البرج العضلى MUSCLE TOWER** (البناء العضلى) : هو نظام يستجيب للمؤثرات الخارجية مثل الرياح ودرجة الحرارة كما يستجيب للمؤثرات الداخلية الصادرة من المستخدمين وله القدرة على التكيف حيث يقوم بمجموعة من العمليات التى تكون بمثابة رد فعل لمجموعة عمليات تحدث داخل وخارج النموذج. ومن التطبيقات العملية الممكنة لهذا النظام الحركى:

- واجهات متكيفة:واجهات النموذج لها قابلية التكيف مع التغيرات الحادثة فى الظروف الخارجية والخاصة بالمتغيرات المناخية والظروف الداخلية المتمثلة فى الأستعمالات الداخلية ونشاط المستخدمين.
- أسقف مستجيبة :حيث يستجيب السقف للتغير الحادث فى أشعة الشمس فهو يفتح ويغلق تبعا لدرجة سطوع الشمس.
- الفراغ الاستباقى:حيث يتفاعل ويستجيب النظام الانشائى ويتغير تبعا لنشاط الحادث فى الفراغ الداخلى .
- النظام الأنشائى المتوازن:حيث يقاوم النظام الأنشائى بصورة حركيه للقوى الخارجية المؤثرة عليه وتمكنه من القدرة على الحركة والأتزان التام فى وجه الرياح القوية

شكل (٩) يوضح MUSCLE TOWER I

شكل (١٠) يوضح MUSCLE TOWER II

ب- **الغرفة العضليه MUSCLE ROOM:** هذا المشروع يطرح تصورا يكون فيه المستعمل قادراً على تغيير أبعاد الفراغ المحيط به ليتناسب مع احتياجاته , وعند دخول الغرفة تكون فارغة تماما والفراغ مفتوح وبعد دخول المستعملين يبدأ التغيير فى أبعاد وشكل الغرفة طبقا لعددهم وحركتهم .

شكل (١١) يوضح MUSCLE ROOM

ج- الفراغ العضلى MUSCLE SPACE: شبكة من أنابيب ال PVC المرنه المتصلة بمفاصل لها القدرة على الدوران التى تتحرك بطول الأنابيب. وهذا النسيج الشبكى يكون سطحين منحنيين يتم تحريكهما بواسطة عضلات FESTO متداخلة مع النسيج الشبكي ، النظام الأنشائى الذى سينتج فى النهاية يتحرك حركة مركبة مكونه من عدة أنواع من الحركة مثل الأنحناء والطى والتقاطع والسقوط. وبطول الممر توجد مجسات مثبتة فى ارضية الممر تسجل حركة الماريين ويتم تحليلها لوغارتميا وتتأثر بها المحركات .

شكل (١٢) يوضح نموذج MUSCLE SPACE

5. خصائص المبانى المتحركة :

أى مبنى متحرك يتكون من مجموعة مواد وتختلف خصائص المواد المستخدمة للتوافق مع الوظيفه الخاصة بالمبنى والاعتبارات التصميمي بالاضافة الى أنظمة ادخال وجمع المعلومات للوصول الى مستويات التحكم المطلوبة كما يلى : (**المواد – وسائل الإدخال – المحركات الميكانيكية – أنظمة التحكم).**

- **مواد البناء الحديثة التي ساهمت فى تطور الأنظمة المتحركة :**

أ- **المعادن :** يكثر استخدام المعادن في المباني المتحركه وذلك لخصائصها الميكانيكيه المتعددة مثل المطيلية و كبر قوتها وتحملها للإنضغاط وصلادتها وتنقسم المعادن الى نوعين: (معادن حديدية – معادن لا حديدية).

ب- **البوليمرات POLYMERS :** تتميز البوليمرات بأنها ذات وزن جزيئى كبير ، وقد اكتشف العالم HERMANN STAUDINGER التركيب الكميائى للبوليمر سنة ١٩٢٢ وعرف جزيئات البوليمر بأنها جزيئات تتكون من سلسلة طويلة من الذرات التى تترابط فيما بينها بروابط كميائية تسمى COVALENT BOND . **ومن استخدامتها :**

- إنشاء قبة متحركة من مادة راتنجية بسماكة رفيعة بحيث تكون عازلة للصوت والحرارة .
- انتاج قواطيع خفيفة الوزن تفصل بين الفراغات ويسهل تحريكها يدويا أو آليا

ومن مواد البوليمرات الجديدة مادة الايروجل AROGEL

شكل (١٣) يوضح عمل نحتى للفنان توماس ساراسينو من مادة الايروجل مأخوذة من فكرة المدينه الفاضله

شكل (١٤) يوضح ممر مشأه مرن يمكن طيه

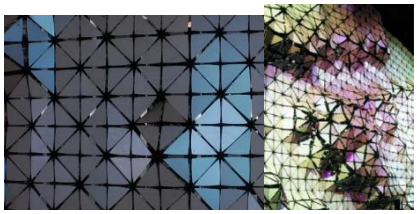
ج- **المواد المركبة COMPOSITE MATERIAL :** هى مواد تتركب من مادتين أو أكثر يوجد بينهما اختلاف كبير فى الخصائص الفيزيائيه والكميائيه و عند الفحص المجهرى للمادة تبدو مكوناتها منفصلة ومتميزة. فان المادة المركبة تنتج من تراكب نوعين من المواد: مادة داعمة ومقوية REINFORCEMENT ومادة بينية مالئة MATRIX MATERIAL حيث تعمل المادة البينيه المالئة على ملئ الفراغات الموجودة حول المادة الداعمة وتحافظ على ثباتها فى مكانها ، بينما تعمل المادة المقويه والداعمه على نقل الخصائص الميكانيكيه و الفيزيائيه المميزه الى المادة البينية المالئة.

ومن استخداماتها :

- **<u>الغلاف الذكى</u>** : هو أحد تطبيقات المواد المركبة وهو غلاف خاجى مبتكر للمبانى تقوم فكرته على دمج مجموعه الخواص التى تقوم بها الأغلفة التقليديه فى المبانى وتكون داخل غلاف واحد متطور ومركب. وللتحكم في درجة الحراره يحتوى الغلاف الذكى على كبسولات متناهية الصغر من مواد PCM`S هى مواد تتغير حالتها الفيزيائية تبعا للظروف المحيطة وهى تقوم بدور المادة الداعمة وسط مادة بينية مالئة من البوليمرات

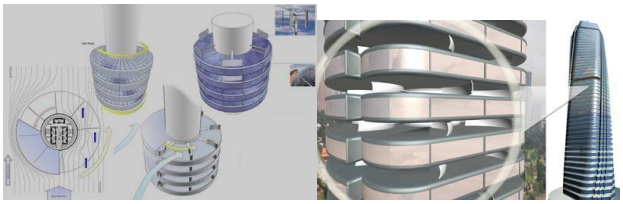
شكل (١٥) يوضح الغلاف الذكى

- **المواد الذكية**: هى مواد يحدث لها تغيير واضح و ملحوظ في خواصها عند تعرضها للمؤثرات الخارجية مثل الضغط ودرجة الحرارة والرطوبة والمجال الكهربى والمجال المغناطيسى



شكل (١٦) يوضح االحائط الحساس

- **مواد النانو** : هى أحد المجالات الخاصه التى تهتم بتصغير المادة ليصل حجمها الى مقياس ١ نانومتر حيث يتم الوصول الى خصائص مورفولوجية للمادة ، واعطاء خصائص للمادة عما كانت عليه فى حالتها الأولى. ولقد ظهرت العديد من خصائص المواد بتكنولوجيا النانو فى مجال التطبيقات المعمارية فى بداية القرن الحادى والعشرين ، فمنها مواد ذاتية التنظيف SELF-CLEANING ، ومواد سهلة التنظيف EASY TO CLEAN ، المواد المنقية للهواء AIR PURIFYING ، والمواد العازله للحرارة ، المواد المنظمة للحرارة
- **ومن اهم الخصائص للعمارة المتحركة :**
- تنتج الكهرباء من خلال توربينات هوائية مثبتة افقيا بين الطوابق حيث تنتج ما يصل الى ٤٠ ميجاوات على الاقل

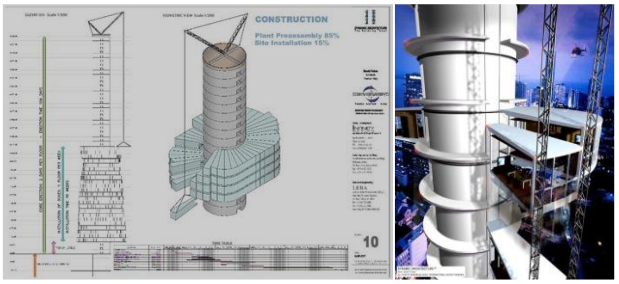


شكل (١٧) يوضح التوربينات الهوائية وطريقة تثبيتها

- يتم وضع خلايا كهروضوئية فوق سقف كل طابق يستفاد منها لتوليد الطاقة

شكل (١٨) يوضح الخلايا الكهروضوئية

- يبنى المحور أو القلب في الموقع اما الوحدات فهي مسبقة التصنيع وخارج الموقع، ولن تتطلب سوى ٦٠٠ شخص في موقع التصنيع، و ٨٠ في الموقع



شكل (١٩) يوضح محور البرج ووحدات التركيب لكل دور

- يتم انشاء الطابق الديناميكى الواحد أسرع من الطابق في المباني العادي حيث يحتاج إلى ثلاث أيام بينما الآخر يحتاج إلى ثلاث أسابيع

- **<u>ايجابيات وسلبيات ومحددات العمارة المتحركة:</u>**

كما قال" كريستوف باودر " :"تم تعريف العمارة بانها ساكنة وثابتة وثقيلة .فعمارة المستقبل ستتكيف ماديا مع احتياجاتنا وتوقعاتنا ، لأن التغيير عملية مستمرة في عصرنا ، فبيئتنا تحتاج الى القدره على التغيير". ونظراً لتنافس الدول علي وجود مباني متميزة عالميا بها لتكون أحد مصادر تسويق المدن وما يمكن ان يؤثر فى التنميه الإقتصاديه و مع افكار فليشر بدأ التفكير في إقامة الأبراج الدوارة لتدور البلاطات ذاتها دون الحاجة لدوران أرضيه اضافية مع حريه شكل المسقط الأفقي ليصبح ذات حاف مثل المربع أو مثمن ثم بدأ في FALSE CEILING و سقف معلق FALSE FLAT دوران كل طابق علي حدة ليصبح للمبني واجهات متعددة تتغير كل فترة زمنية وبدأ الشروع في إقامة تلك المشاريع في دبي وموسكو وسيليهما نيويورك ولندن بتصميم المعماري دافيد فيشر ، ولكن لم تكن تلك المشاريع هي بدايه العماره الديناميكيه فقد بدأ المعمارى HAIGH JAMGOCHIAN عام ١٩٦٢م فى تصور لناطحات سحاب سكنية دوارة بإسم سكن الشجر REVOLVING TREE

العمارة المتحركة لها إيجابيات و سلبيات و أيضا لها محددات علي النحو التالي :

أ- إيجابيات العمارة المتحركة:

- يمكن إستخدامها في توليد الطاقة ·
- سرعة التنفيذ تصل إلي ثلاث أيام للدور ·
- تغيير التوجيه للوحدات بصفة دورية ·
- واجهات متغيرة بعيدة عن الملل ·
- توفير للطاقة فى التبريد أو تسخين الفراغ ·
- العناصر الإنشائيه الرأسية تتمثل في حوائط ثابتة حول بطارية الحركة والخدمات والبلاطات بدن كمر طائرة FLAT SLAB
- مرونه عاليه في التصميم للمسقط الأفقي ·
- الواجهات عالمية تتكون من ألواح من الزجاج ولكن يمكن إضافة واجهة غير حقيقية يمكن أن تكون ذات سمة محليه مثل المشربيات فى مشروع أبراج البحر بأبو ظبي.

ب- سلبيات العمارة المتحركة:

- الإحتياج إلي تطور تكنولوجي عالي في التصنيع للأجزاء المتحركة لتحمل الرياح و ضغط الهواء للواجهات وضغط الأحمال للوزن للأجزاء المسئولة عن الحركة مثل الرمان بلي وتكون خفيفة وهو ما لا تتواجد إلا في مثل المواد النانوية
- ذات تكلفة عالية ·
- مضاعفة البلاطات للأرضيات والاسقف ·
- صعوبه التوصيلات للتجهيزات (المواسير والكابلات والأسلاك الكهربائية ومخارج التكييف) ·
- الإحتياج إلي وسائل نقل متطورة وشبكة طرق واسعة ·
- الإحتياج لعمالة فنية متخصصة ·
- الإحتياج إلي دقة عالية في للتنفيذ ·
- مسطح الوحدات (الجزء المتحرك) صغير ·
- إستهلاك طاقة كبيرة في الدوران ·
- صعوبة تنظيف الواجهات في حالة دوران كل دور علي حده ·
- إختيار مواد محددة خفيفة الوزن للقواطيع داخل الوحدة ·
- القواطيع داخل الوحدات غير عازله للصوت ·
- زيادة في إستهلاك الكهرباء لزيادة مسطحات الزجاج في الأربع واجهات لخفض درجه الحراره·
- تعرض الفراغ الواحد لكل الإتجاهات المختلفة مما يصعب عمل معالجات تقليدية بيئية لبعض الإتجاهات ·
- الإحتياج إلي الصيانة الدائمه وخاصة لرومان بلي المسئول عن الحركة حتي لا تنهار البلاطات ·
- مقلقة للحالة النفسية لبعض الشخصيات ·
- إستهلاك وقت وحيرة لمستخدمي المبني عند خروجه من المصعد للبحث عن مدخل الوحدة (السكنية او الإدارية)·
- الواجهات عالمية مجردة فهي تتكون فقط من ألواح زجاج

ج- محددات العمارة المتحركة:

- تصميمياً يجب وجود حواف بارزة أو محدبة في مناطق بالمساقط الأفقية حتي تظهر الحركه
- موقع مواسير التغذيه والصرف ومخارج التكييف بوسط الجزء الثابت من المبني (وسط المبني) ·

- فى حاله أن الطوابق كلها تدور مع بعضها البعض بذات السرعة تدور المواسير الرأسية ومرتبطة أفقيا بالمبني عن طريق وصلات للمدادات الأفقية

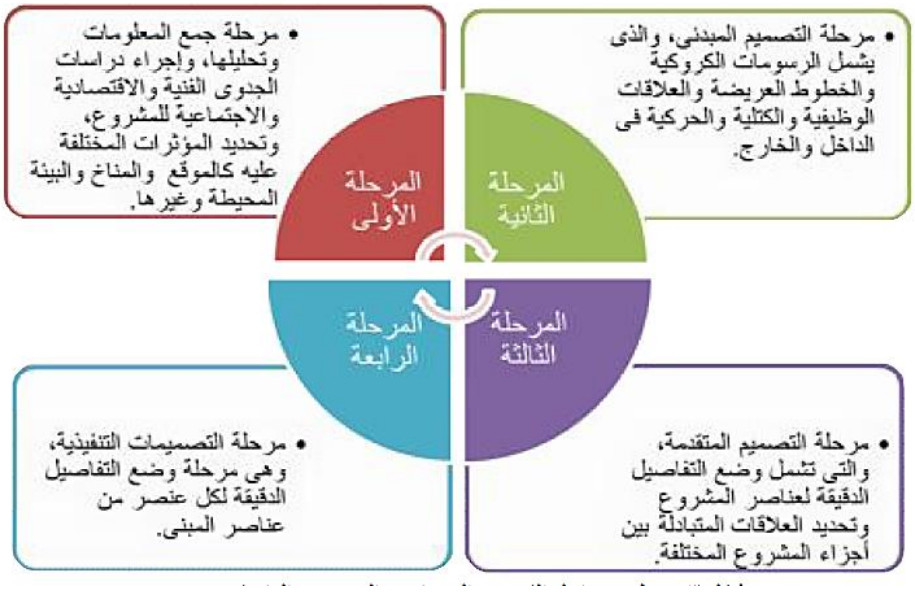
- في حاله ان الطوابق كل منها يدور بدون ربطه بباقي الطوابق بالإضافه الى المحدد السابق يتم توصيل أجزاء المواسير الرأسية برمان بلي حتي يمكن لكل جزء رأسي يدور دوران حر عن الجزء الأعلي و الأسفل.

- العلب الرأسية للتكييف يجب أن تكون دائرية المقطع الأفقي لها ·
- بطارية الحركة من مصاعد والسلالم بكل انواعها و الطرقة أما مداخل الوحدات ثابتة ويجب أن تتواجد في الجزء الثابت بمنتصف المبني .

- الحائط الإنشائي حامل المبني (CHEER WALL) بسمك و حجم كبير ويجب أن يكون دائري المسقط الأفقي لأنه بإرتفاع المبني الذي قد يصل إلي ناطحة سحاب ويحمل كل من الجزء الثابت من البلاطات (الطرقة) والجزء المتحرك من البلاطات (الوحدات) لتفادي تلف العامود (إلتواء).
- وجود فاصل بين الأدوار مثلث الشكل للقطاع الرأسي له بحيث يكون صغير فى مركز المبني والإرتفاع الكبير عند خط الواجهة لحمل البلاطة الطائرة (CANTILEVER) .
- بلاطة الجزء الثابت بمنتصف المبني يجب أن تكون بسمك كبير وتحتوي علي كمرات رابطة قوية لربط الحائط الخرساني لتفادي تلف العامود (إلتواء)
- الموقع المخصص للمبني يطل علي الشارع من الاربع جهات دون اي جار ليتمكن رؤية المبني ·
- يتم تصميم الاربع جهات للمبني بشكل موحد دون تمييز بيئي للواجهات مع التوصية بتكبير مسطحات الزجاج للرؤية ·
- ضرورة ترك مركز المبني للجزء الثابت حول الجزء الذي يدور الذى به فتحات و أوناش ومعدات ثقيلة لعمل الصيانه للرومان بلي
- ضرورة التصميم علي موديول يختلف شكله تبعا لنوع الحركة وشكلها

6. العملية التصميمية وعناصر التشكيل المعمارى للعمارة المتحركة:

التصميم المعماري هو عمليه معقدة لها طبيعتها الخاصة و لفهم التصميم و الابداع المعماري وتتكون العمليه التصميميه من اربعه مراحل اساسية وهى كالآتى :



شكل (٢٠) يوضح مراحل التصميم المعمارى

إن عملية الشكل تعتبر أسلوب أو طريقة فى الأداء وفقا لمقاييس وقواعد محددة. ولكل عملية تشكيلية ناتج يسمى التشكيل . ومن هنا يمكن قول ان الغاية من كل ما هو موجود لتكوين التشكيل المعمارى هو **الشكل** والذى يمكن تعريفه كالاتى : (الشكل هو تلك العلاقات التى تحكم بعض التكوينات والتركيبات للكتل فى إطار مفهوم يعبر عن غرض الشكل واستعمالة) . ومن ذلك ياتى **التشكيل المعمارى** الذى يتكون من عنصرين اساسيين وهما الكتلة والفراغ .

أ- منابع الابداع التشكيلى فى العمارة:

يستمد المعمارى تشكيلاته من المصادر المحيطة به ، وإبداعه فى التشكيل المعمارى يكمن فى قدرته للتصرف مع هذه التشكيلات . ومن منابع الابداع التشكيلى : (الطبيعة – التراث والخبرات السابقة)

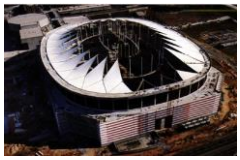
ب- اساليب التعامل مع منابع الابداع التشكيلى :

يتعامل الأنسان مع منابع الإ بداع فى عدة صور تتدرج تبعا لقدرته الفنيه و الفكريه على عدة مستويات: (التقليد – التجريد– الاستلهام).

- **<u>عناصر التشكيل المعمارى :</u>**

يتكون التشكيل المعمارى من عدة عناصر كما هو موضح فى الجدول الاتى :

جدول (٤) عناصر التشكيل المعمارى

عناصر التشكيل المعمارى		مثال
الخط	الخط المستقيم	أقصر مسافة بين نقطتين . ونجد الخط فى الواجهات بعدة صور فقد يكون عنصر فى تشكيل فتحة ، أو اطار رأسى كان ، أو أفقى ، أو فاصل فى أعمال البياض ، وقد يكون ناتج من تقاطع المستويات الرأسية والأفقية والمائله
	الخط المنكسر	أستاد جورجيا أطلانتا 
	الخط المنحني	البرج الدوار للمعمارى دافيد فيشر بباريس
الاتجاة	هو أحد الخصائص البصريه للخطوط والأشكال الهندسية ، حيث تأخذ أحد الإتجاهات الأربعة (الأفقى – الرأسى – المائل الى اليسار، المائل الي اليمين) وتتراوح الأتجاهات الأخرى بين هذه الأتجاهات	
الشكل	الاشكال ثنائية الابعاد	هذه الأشكال تتكون عن طريق مجموعة من الخطوط و النقاط الواقعة فى مستوى واحد
	الاشكال ثلاثية الابعاد	ANGELO HOUSE 'D بولاية كاليفورنيا

	الاشكال العضوية و الهندسيه	الاشكال العضوية : منزل OVER GLO بالمحمية الطبيعية GLASKOGEN بالسويد
	الاشكال البسيطة و المركبة	استاد جامعة فينيكس للمعمارى بيتر إينزنمان
	الاشكال المركزية والخطية والاشعاعية والشبكية والمتحولة	الاشكال المركزية : يوضح استاد منجوليا بالصين للمصمم ميتسيرو سيندا الاشكال الخطية: استخدام الجزء الخشبى المتحرك من اجل تظليل جزء الأعاشه للمبنى المنزلق الاشكال الشبكية : وتقوم من خلال النمو فى اتجاه محاور متكررة أو متوازية يمكن أن تكون متعامدة أو تربط بينها أى زاوية أخرى وفى هذه الحاله تنظمها شبكات موديولية منتظمة أ و غير المنتظمه الاشكال المتحوله: M-VIRONMENTS HOUSE الذى يعبر عن الاشكال التجميعيه
الحجم	هى علاقة بين الطول والعرض والأرتفاع . وفكرة المساحات والأحجام نسبية فلا يمكن تصورها إلا من خلال مقارنتها مع مثيلاتها لذلك ف إن تحليل الحجم يتم من خلال مفهوم النسبة والتناسب وتقسيم مقادير الأبعاد والسطوح والحجوم	
الملمس	إن الملمس يؤكد على طبيعة الأسطح المعمارية المكونة للمبنى وظيفيا وفنيا وبصريا حيث لابد وأن تظهر المادة طبيعتها وتأكد ملامح الشكل والتشكيل العام من خلال البارز والغائر والإ رتدادات والظلال الملقاة على السطح لذلك يجب إستخدام المادة المستعملة فى نهو الأسطح والتشكيلات للواجهات المعمار يه بطبيعتها المصممة لها دون تغيير خصائصها	

- **<u>الابداع المعمارى :</u>**

يتحقق الابداع المعمارى باستخدام احدى او كل العناصر الاتية :

- الحذف : يكون بغرض التشكيل أو بغرض الحل التصميمى لتهوية الفراغ

شكل (٢١) يوضح الحذف و التشكيل فى استاد جامعة فونيكس بولاية اريزونا بامريكا الشمالية

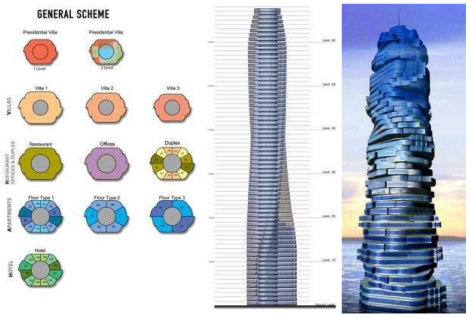
- التجميع: يتم فى عمليه التصميم بتجزئة المشروع الى عناصره لأيجاد الحل التصميمى الأمثل ثم تجميعها على هيئة كتل وفراغات واتصالها بطرقات أو وصلات لتكوين التشكيل وخلق الشكل الجمالى

شكل (٢٢) يوضح ROLLING BRIDGE بلندن

- الاضافة: اضافة شكل هندسى الى آخر رأسيا أو أفقيا بحيث يكون التكوين أو التشكيل النهائى وحدة واحدة ، وتتكون الوحدة بأن يشتركا فى مبدأ أو قاعدة تشكيلية على ان يشتركا فى محور الشكل والتشكيل أو في اللون أو الملمس.

شكل (٢٣) يوضح مركز روجرز بكندا للمصمم رودرك

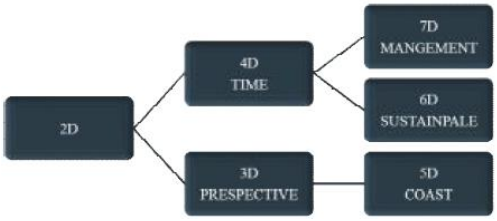
- الإضافة والتجميع والحذف: فقد يلجأ المعمارى الى استخدام الاضافة مع التجميع فى التشكيل حيث يتم اضافة كتل الي التكوين مع تجميع أكثر من كتلة الى التكوين كما قد يستخدم أسلوب الحذف والاضافة لاحد اجزاء التكوين أو التشكيل



شكل (٢٤) يوضح الاضافة والتجميع والحذف لبرج دبي المتحرك للمعمارى دايفيد فيشر

- **هدف الابداع فى التصميم والتشكيل المعمارى :**

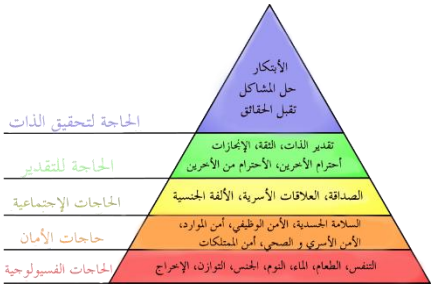
يُعد التصميم المعمارى تعبير عن الصوره البصرية ليصل الى تحقيق إدارة المشروع بكفاءة عاليه شامله التكلفة والاستدامة البيئيه وذلك لتحقيق الراحة الحرارية و المتعة و الرفاهية للمستخدمين. ومن العوامل المؤثرة على ابعاد العمليه التصميميه: (التصميم الثلاثى الابعاد كشكل افتراضى 3D – وادراكة بمعامل الزمن 4D – عامل التكلفه 5D – وعامل الاستدامة 6D – وعامل ادارة المشروع وتشغيلة 7D).



شكل (٢٥) يوضح أبعاد العملية التصميمية

7. جودة الحياة فى تحقيق العمارة المتحركة:

ظهرت جودة الحياة أثناء المناقشات التاريخيه لفلاسفة اليونان (ارسطو – سقراط – بلاتو) والمؤشرات الاقتصاديه ظهرت فى القرن الثامن عشر مع الثورة الصناعيه والمؤشرات الاجتماعيه في ستينيات القرن الماضى ، فان تعريف جوده الحياه للفرد هى الرضا العام عن اسلوب الحياة وتختلف مفهومها من علم الى اخر ، وهناك تعريف اخر (هى تعبر عن ادراك الافراد لمكانتهم في المجتمع) ، كما تم تعريفها علي انها (هى درجة تلبيه متطلبات السعادة) . وفى علم العمارة والعمران فهي الرضا وتتكون من الابتكار و حل المشاكل لتقليل الملل وتقبل الحقائق و السماح بالحرية أثناء السكن ، تلك التعاريف السابقة هي علي مستوي كل من المستخدم المطلقة و المستخدم لنظرته للمجتمع و المتمثلة في المشاركه في التاثير علي قرارات المجتمع ، و بالرغم من صعوبة الإحساس الدائم بالرضا للعمارة والعمران وبخاصة للمشروعات الكبيرة حتي و إن كان بعضها بغرض السكن الجماعي (أبراج سكنية) " أن أفضل طريقة لقياس نوعية و جوده الحياة هي قياس مدى تلبيه متطلبات السعادة "



شكل (٢٦) يوضح الاحتياجات الانسانية تبعا لهرم ماسلو

- وبإستخدام أدوات التقييم لإسلوب الحياة معمارياً علي مستوي الكتل و الواجهات فيمكن الوصول لمؤشرات تدل علي شعور المستخدم وترسم صورة جودة الحياة ، وتكمن "اهمية المؤشرات في انها ما لا يمكن قياسه لا يمكن إداراته "
- للوصول إلي جوده الحياه والسعادة و تحقيق الذات " يستلزم الإجابة علي ثلاث أسئلة (أين كنا ؟ - أين نحن الانَّ ؟ - إلي أين نريد الوصول ؟" و ببداية السؤال الأول أين كنا ؟ مرت علي العالم عدة حضارات وثقافات وآثار معمارية و أخرها عدة ثورات معمارية لها إتجاهات مختلفة من حداثة و ما بعد الحداثة حتي بدايه العقد الثامن من القرن العشرين و منها الحركه الديناميكيه في المباني الصغيرة الحركه الكينتيكا، مروراً بالسؤال الثاني أين نحن الانَّ؟ نحن في الوسط (الرماديه) من تطور

العمارة في ما بعد الحداثة من تفكيكية و إتجاهاتها الأربعة و منها إتجاه البنائية الحديثه و التى تسعي إلي الحريه المطلقة في الحركه الإستاتيكيه في سبيل الإبتكار والريادة و تقدير الذاتية فى المجتمع و من روادها المعمارية زاها حديد ، وأخيراً السؤال الثالث إلي أين نريد الوصول ؟ الوصول إلى الحريه المطلقة في الحركه الديناميكيه لناطحات السحاب

- يكون مفتوح الأسئلة بدون توجيه لتكوين رأي موضوعي و يعتمد على تحليل المعماري للمساقط و الواجهات و القطاعات للمشاريع المختارة

- **<u>الامثلة التطبيقية و رؤية مستقبل العمارة المتحركة:</u>**

الأبراج المتحركة الحديثة بدأت في تنفيذها في دبي ثم موسكو و لم يتم إكتمالهم و سيليهما نيويورك و لندن و بما أن تلك الأبراج هي مستقبل العمارة الحديثة وقد تم إختيار مشروع من كل اشكال للعمارة المتحركة ، ولذا سيتم اختيار وتحليل بعض الابراج من حيث ثلاث عناصر اساسية وهى (جودة الحياة – البعد المعمارى – البعد الاقتصادى) وسيتم تحليل الابراج على العناصر السابق ذكرها والابراج هى كالاتى: (برج دبي المتحرك – برج ABSOLUTE WORLD)

أ- برج دبى المتحرك – الامارات :

اسم المشروع : برج العمارة الديناميكيه (برج دبى المتحرك)

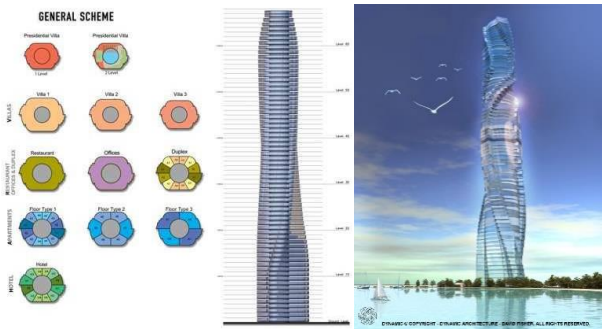
المهندس المعمارى : دايفيد فيشر

الموقع : دبي – الأمارات العربيه المتحده

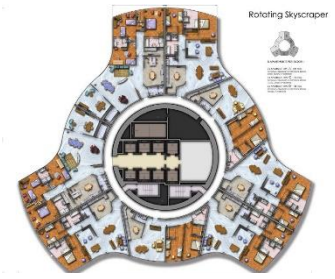
نوع المشروع : متعدد الاستعمالات (سكنى –ادارى – قيلات دوبلكس - ترفيهى)

- **الشكل المعمارى وخصائصه:**

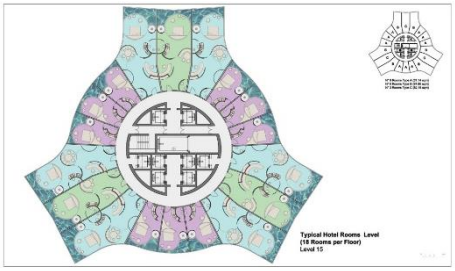
البرج المتحرك فى دبى أعلن عن عصر جديد للعمارة وأصبح رمز لمدينة دبى وهو أول مبنى متحرك فى العالم بهذا الارتفاع الشاهق.المبنى مكون من ٨٠ دور بارتفاع ٤٢٠م ، بكل دور عدد من الوحدات الادارية والسكنيه من شقق وفيلات، ويدور كل طابق منفصلاً عما أسفله ، فى إطار شكل خارجى ليس دائريا، مما يعطى تغيراً بصرياً مميزاً لواجهات المبنى أثناء الدوران . مساحات الشقق ١٢٤ م٢ تقريبا أما مساحات الفيلات ١٢٠٠م٢ كاملة بداخلها مساحة الجراج الموجود داخل الفيلا. أول ٢٠ دور من المبني استعمالهم ادارى مكاتب , من الدور الحادى والعشرين الى الدور الخامس والثلاثين سيكون فندق فاخر ومن الدور السادس والثلاثين الي الدور السبعين سيكون شقق سكنية فاخرة أما بالنسبة لأعلى عشرة أدوار ستكون فيلات فاخرة على أعلى مستوى فى أحلى موقع فى مدينة دبى.



شكل (٢٧) يوضح برج العماره المتحركه بدبى



شكل (٢٨) يوضح المسقط الافقى للبرج المتحرك حيث تم تقسيم الدور على ٨ شقق سكنية



شكل (٢٩) يوضح المسقط الافقى لدور الفندق به ١٨ غرفة

شكل (٣٠) يوضح المساحات المختلفة للغرف الفندقية والاختلاف فى التصميم بالبرج المتحرك

شكل (٣١) يوضح المسقط الافقى لدور الفيلات باعلى ١٠ ادوار بالبرج المتحرك

- **الفكرة التصميمية:**

العمارة هى جزء من الطبيعة ولكنها أيضاً من صنع الإنسان وإضافاته من أجل تحقيق التكيف مع البيئه المحيطه. وهناك تشابهات كثيرة بين البيئة والعمارة كل منهما يكمل الآخر من أجل تحقيق احتياجات الأنسان .ولقد أثرت البيئة علي التصميم المعمارى عبر العصور المختلفة بمستويات وطرق متعددة. فالطبيعة والبيئة هما المعطيات الأولى فى العمليه التصميميه.

العمارة هى جزء من الطبيعة تلك هى الفكرة التى دفعت المعمارى David fisher الى التفكير فى المبانى التى تغير اشكالها باستمرار لتحقيق التنوع والبعد عن الرتابة والملل وبالتالى تتكيف مع حياة الانسان واحتياجاته وحالاته المزاجيه المتغيرة دائما. وبما أن العمارة (أى المبانى) هى جزء من الطبيعه التى تتغير بإستمرار مع مرور الزمن فكان على المبانى أن تكون متغيرة لتتكيف مع البيئه المحيطة التى هى من صنع الخالق.

لذلك فان المبانى ذات البعد الرابع وهو الزمن، وتعتبر هذه الفلسفة الجديده للعماره المتحركه التى تتكيف مع شروق الشمس وغروبها وهبوب الرياح ووقوفها حتى تكون جزء من الطبيعة وأطلق عليها :David fisher

"Designed by time, Shaped by life"

لذا قرر David fisher فى المراحل التصميمية الأولى من أجل إدراك حلمه ضروره تطوير التصميم حتى يصل الى مبنى به كل أنواع الوسائل التكنولوجيه الممكنة في جميع فروع العلوم المختلفة.

شكل (٣٢) يوضح المسقط الافقى لدور الفيلات باعلى ١٠ ادوار بالبرج المتحرك

- **الهدف الرئيسى ل DAVID FISHER :**

يهدف David fisher بهذا المبنى إلى تغيير الأيدولوجيا التقليديه للعمارة حتى يصبح رمزاً الى الفلسفة المستقبليه الثوريه من أجل تغيير مظهر مدننا وطريقة حياتنا. ستخوض مشاريع David fisher العديد من المدن العالمية مثل موسكو , لندن , باريس, نيويورك ,ميلان , شيكاغو، وغيرها من مدن العالم

شكل (٣٣) يوضح البرج الدوار المقترح بنيويورك

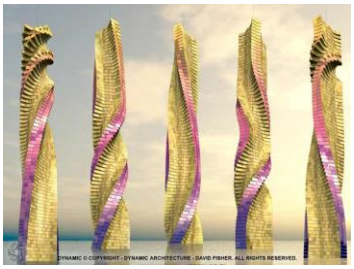
شكل (٣٤) يوضح البرج الدوار المقترح بباريس

- **الحركة فى البرج :**

شكل الحركة: حركه دورانيه حول محور راسى (مركز او قلب المبنى)

موضع الحركة : كل دور من أدوار المبنى يدور بمفرده ٣٦٠ درجة حول نفس المركز بسرعة مختلفة عن باقى الأدوار وذلك أدى إلى مبنى فريد ذو هيكل بسيط ومقدم للعماره البعد الرابع هو الزمن (فكرة المعمارى ريتشارد فولر).

غرض الحركة : غرض ترفيهي وتوفير رؤيه بانورامیه لمالك الوحدة حيث يمكنه تناول الإفطار والإستمتاع برؤية شروق الشمس أما وقت الغذاء يمكنه رؤيه البحر وفي العشاء يمكنه إلقاء النظر على المدينة بأكملها ، كل هذه الإطلالات المختلفة من داخل فراغ واحد حيث تغيير الصورة البصرية للمنشأ ولكن فى شكل جديد ورائع تدور فيه الكتلة حول محور واحد.



شكل (٣٥) يوضح إنسيابيه الحركه للبرج المتحرك بدبى

نوع المحرك: محرك كهربائى

زمن التحرك : يدور دوره كاملة فى ٣ ساعات

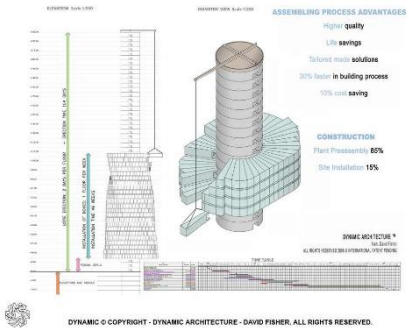
التحكم فى الحركة: التحكم فى الحركة مقترح أن يكون مقسم بين ملاك الوحدات والمعمارى دافيد فيشر ورئيس الحى الذى يقع به المبنى أما عن طريق إعداد برنامج خاص للكمبيوتر المسئول عن حركه المبنى من أجل التحكم فى الشكل الخارجى. يمكن لمالك الوحدة السكنية التحكم فى سرعة واتجاه دوران الطابق الذى يقيم فيه عن طريق بصمة الصوت من أجل تغيير إطلالته حسب الرغبة. وبالتالى المبنى يتغير شكله تبعا لرغبات مستخدميه وذلك سيحقق التنوع فى شكل المبني والبعد عن الرتابة والملل.

- **الهيكل الانشائي والمواد :**

النظام الإنشائى المتبع: هيكلى ٨٥% سابق التجهيز و١٥ % معد بالموقع وتوفير ١٠% من التكاليف

مادة الهيكل الانشائي: (القلب المركزى بقطر ٢٢ متر من الخرسانة – وحدات مديولية من هياكل معدنية بعمق ١٥م)

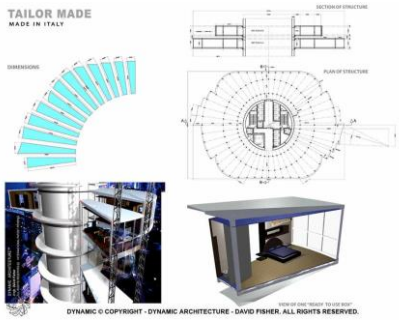
مادة الحوائط والتكسية : زجاج – كسوات معدنية



شكل (٣٦) يوضح سهولة التنفيذ بالموقع

طريقة الأنشاء: سيكون ذلك البرج هو أول ناطحة سحاب يتم بنائها عن طريق عمليه صناعيه منظمه حيث ان ٨٥% من خامات المبنى سيتم انتاجها أولاً ويتم تقسيم المبنى إلى وحدات مديوليه يتم تصنيعها بمصنع فى ايطاليا. وهذه الوحدات سابقة التصنيع سيتم إحضارها الى الموقع ثم يتم تركيبها على القلب المركزى للمبنى وهذا هو الجزء الوحيد فى المبنى الذى يتم بناؤه بالطرق التقليديه حتى يحوى الأعمال الهامه التى تحتاج إلى ثبات مثل المصاعد وسلالم الهروب وأعمال السباكة وغيرها. ويتكون كل دور من أدوار البرج المتحرك من ٤٨ وحدة مديولية سابقة التصنيع كاملة التشطيب من كهرباء ,

سباكة, انظمة التكييف وغيرها من الاحتياجات المطلوبة لمستخدم الفراغ من الأرضية إلى السقف جاهزة على الإستخدام. هذه الوحدات المديولية سيتم تعليقها بطريقة ميكانيكية بمعدل دور كل ثلاث أيام



شكل (٣٧) يوضح الوحدة المودیولية وطريقة تركيبها

والمبنى سيحتاج فقط إلى ٦٠٠شخص و٩٠ فنى من أجل تشييده بدل من ٢٠٠٠عامل إذا تم تشييده بالطريقه التقليديه

شكل (٣٨) يوضح سرعة التنفيذ للمنشأ بطريقة السابقة التنفيذ

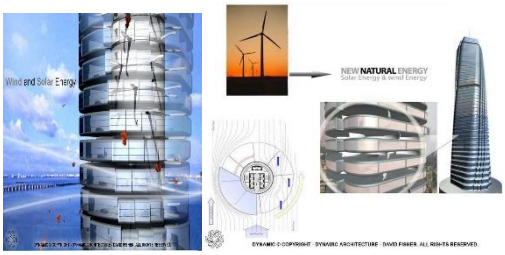
- **الاعتبارات البيئية فى البرج :**

يعتبر البرج المتحرك هو مبنى صديق للبيئة إذ أنه يطبق أفكار بعض الإتجاهات المعماريه التى تسعى من أجل الحفاظ على البيئة المحيطه وجعل المبنى جزءاً منها لا دخيلاً عليها كما يلى:

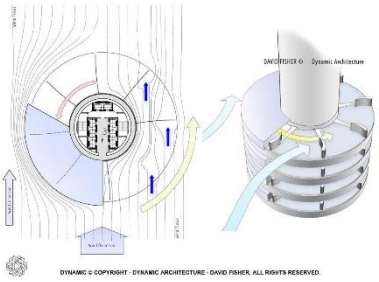
العمارة الخضراء: البرج المتحرك هو المبنى الذى يأخذ فكره المبانى الخضراء فهو يولد الكهرباء لنفسه بواسطه طاقة الرياح والطاقة الشمسيه مع إمكانية وجدود فائض لمد المبانى المحيطة بالكهرباء التى ستحتاجها.

شكل (٣٩) يوضح إستخدام الطاقة الشمسية وطاقة الرياح بالمبنى

توربينات الرياح مثبتة أفقيا بين كل دورين دوارين بالإضافة إلى ذلك توجد خلايا شمسية مثبتة على سطح كل دور وعلى الأقل ٢٠ % من كل سطح للأدوار معرضة للشمس والأضاءة. هذه الطاقة الخضراء النظيفة ستتحول إلى طاقة كهربية التى ستتحول أخيراً الى الطاقة الميكانيكيه المسئوله عن دوران كل دور. ويتم توليد الطاقة من توربينات الرياح و ألواح الخلايا الشمسية بقدرة ١٢٠ ميجا واط / ساعة لكامل المبني و سيفيض طاقة تكفي ٥ مباني أخري بحجم المبني



شكل (٤٠) يوضح إستخدام توربينات الرياح في المسافة البينيه بين الأدوار من أجل توليد طاقة كهربائية للمبنى



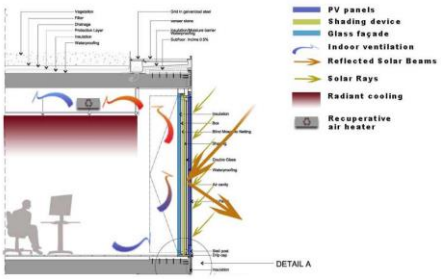
شكل (٤٠) يوضح اتجاه الهواء وكيفيه حركه التوربينات

شكل (٤١) يوضح استخدام الطاقة الشمسية فى توليد الكهرباء عن طريق الخلايا الكهروضوئية على أسطح أدوار المبنى بالإضافة إلى إستخدامها فى الاضاءة الطبيعيه والحمامات الشمسيه

Sustainable Architecture: أجرى فريق العمارة المتحركة خلال عشرات السنوات العديد من الأبحاث من أجل الوصول إلى خامات ابداعية للمبنى حتى يكون قادرا على التفاعل مع ظروف المناخ ومن أجل تنظيم سريان الطاقة من خلال سطح المبنى.

المبنى " الذكى " هو ذلك المبنى الذى تصبح مكوناته الخارجيه هى نفسها عناصر تنظيم حراريه من أجل تحقيق الراحة الحراريه وتقليل استهلاك الطاقة. تكنولوجيا تطبيق الغلاف الذكى "The Smart Envelope" هى مفتاح لامداد البرج الدوار بالمقدرة و الطاقة وذلك عن طريق تقليل الطاقة المطلوبه لتشغيل المبنى

شكل (٤٢) يوضح استخدام المساحات الخضراء من أجل تحقيق الراحه الحراريه داخل المبنى



شكل (٤٣) يوضح التصميم الجيد للحائط الخارجى للمبنى

- **الاعتبارات الاقتصادية فى البرج :**
- **الاعتبارات الاقتصادية**: نجد أن العامل الاقتصادى يشتمل على:
  - تكلفة الانشاءعاليه.
  - الطاقة التى يحتاجها المبنى من أجل الحركة.
  - بالنسبة لتكلفة الانشاء نجد أن طريقة بناء المبنى من وحدات سابقة التصنيع ستقلل وقت الانشاء وتقلل التكلفة لأن كل وحدة مجهزة تماما ولا تحتاج لوجود عمال بعد تركيبها.
  - أما بالنسبة للطاقة التى يحتاجها المبنى من أجل حركته فسيتم توليدها عن طريق حركه التوربينات ما بين الأدوار والخلايا الكهروضوئية الموجودة على أسطح الأدوار

- **الايجابيات**:
  - تعدديه المناظر التى تتطل عليها الوحدات مما يعطى متعة ورفاهية اكثر للسكان
  - المنشأ يراعى الأسس العامه للاستدامة.
  - استخدام سبق التجهيز ليوفر بنسبة ١٠% من التكلفه العامه للمنشأ، وتقليل المخاطر وزمن التنفيذ من ٣٠ الى ١٨ شهر.
  - مقاومه الزلازل ١,٣ مرة عن قدره المنشآت العادية.
  - توليد الطاقة الكهربية، باستخدام ٧٠ توربين افقى بين الأدوار مصنعة من ألياف الكربون، كل توربين يولد ٤٦٠ الف كيلو وات /ساعة، وخلايا شمسية بأسقف الوحدات.
  - الطاقة المولدة من التوربين الواحد تكفى ٣٥ دور من المنشأ، والباقى للمبانى المحيطة.

- **السلبيات:**
  - هناك بعض الجوانب السلبيه فى الأنظمه المتحركه للعمارة مثل التكلفة المرتفعة نسبيا(تكلفه التصنيع وتكلفه التشغيل والتحكم وتكلفه الصيانة الدورية والمفاجئ)
  - وزيادة إستهلاك الطاقة للمبنى، والضوضاء، ولكن هذه الجوانب السلبيه يمكن تلافيها بمرور الوقت مع التطور الحادث فى مجالات التكنولوجيا والتحريك والمواد الجديده.

- **الاعتبارات المعمارية:**
  - مراعاة الاعتبارات المعماريه الأساسية، تحقيق الخصوصية، توزيع الفراغات.
  - مراعاة دور الحركة وتأثيرها علي الصورة البصريه للمنشأ.
  - مراعاة مواضع الخدمات بالنسبة للأجزاء المتحركة.
  - مراعاة أساليب العماره الخضراء، فى حسن استغلال الموارد والمخلفات والطاقة.
  - استخدام سبق التجهيز، لتقليل زمن التنفيذ وتكلفه العماله.
  - مراعاة الاحمال البيئيه المختلفة، كأحمال الزلازل وتصميم المنشأ ليتجاوب معها.

ب- برج ABSOLUTE WORLD الملتويين المتعرجين (ابراج مارلين مونرو) – كندا :

اسم المشروع : برج ABSOLUTE WORLD الملتويين المتعرجين

المهندس المعماري: الشركة الصينية – المهندسيين المعماريين MAD

الموقع : مدينة ميسيسوجا – كندا

نوع المشروع : متعدد الاستعمالات (سكنى – اداري - ترفيهى)

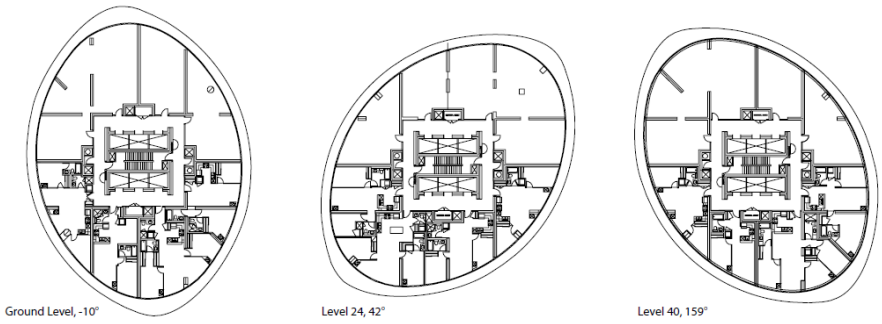
- **الشكل المعمارى وخصائصه:**

تم بناء البرجين التوأمين في مركز التنمية في مدينة أونتاريو (كندا). وهما عبارة عن برجين سكنيين، يحتوي كل برج على شقق سكنية بشكل بيضوي في كل طابق، بحيث يكون تصميم كل دور يختلف فى زاوية الدوران تدريجياً حتى يكون الدوران الكلي للمبنى بزاويه ٢٠٩ درجة من القاعدة إلى أعلى البرج لإعطاء كلا المبنيين الشكل المنحني و الملتوي للأبراج.

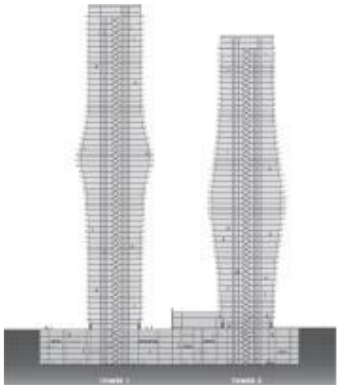
وتتميز الشقق في البرجين بإطلالة بانورامية على كامل المدينه من خلال الشرفات الموجودة علي واجهه البرج. ويحتوي البرج على ستة طوابق لمواقف السيارات تحت الأرض . يصنع المباني زوايا مختلفة على مستويات مختلفة لتوفير عرض ٣٦٠ درجة لكل وحدة.

شكل (٤٤) يوضح واجهة المبنى الملتوى

شكل (٤٥) يوضح المسقط الافقى للادوار الادارية



شكل (٤٦) يوضح المساقط الافقية للادوار المختلفة بالبرج



شكل (٤٧) يوضح القطاع الراسي للبرجين

- **الفكرة التصميمية:**

إن جزءًا من الفكرة كان استحضار رغبة سكان المدينة في الطبيعة وتعريضهم لضوء الشمس والرياح التى توفرها الشرفات الملتفة والتي يمكن الوصول اليها من جميع الغرف الرئيسيه والحصول على أقصى قدر من الضوء. وكانت الفكرة التصميمية تعتمد على تحقيق المقوله التالية "تصميمنا يعبر عن اللغه العالميه للجرأة والشهوانيه والرومانسية. وباعتبارها معلمًا جديدًا لمدينة ميسيسوجا ، وستصبح أيقونة المشهد الحالي بكل إيقاعاتها الملتوية التى تشبه جسم الإنسان ".

كما ان" إنشاء شيئاً ما عضوياً ولكن مختلفاً وأكثر طبيعية وأكثر ليونة وليس شيئًا قويًا من شأنه ان يذكر الناس بالمال و القوة"

- **الحركة فى البرج :**

شكل الحركة:حركة ساكنة فى التشكيل الخارجى للمبنى دورانية حول محور راسى ثابت (مركز المبنى)

موضع الحركة : حركه ساكنه (تصميم كل دور له زاوية مختلفة عن الذى يسبقة).

غرض الحركة : غرض ترفيهى وتوفير رؤية بانورامية لمالك الوحدة

- **الهيكل الانشائي والمواد :**

يتكون المبنى الأول للشقق السكنية من شقق بغرفتي نوم بمساحة ٨٥٠ قدمًا مربعًا ، بينما يحتوي المبنى الثاني على مساحة ٨٥٠ قدمًا مربعًا إلى ١،٢٦٠ قدمًا مربعًا بغرفتي نوم ، وتحتوي معظمها على شرفات . المبنى الثالث ، كلوب تاور ، يتراوح ما بين ٧٦٥ قدمًا مربعًا لشقق بغرفتي نوم مع شرفة إضافية بمساحة ٦٠ قدمًا إلى ١،٢٥٠ قدمًا مربعًا بثلاث غرف نوم وبنتهاوس مع شرفة إضافية تبلغ مساحتها ٩٢ قدمًا مربعًا.

بدأ بناء البرجين الأخيرين في عام ٢٠٠٧ حتى تم الانتهاء من البناء في عام ٢٠١٠. بوذلك بفضل تصمم PERI نوع من السقالات مذهل وفعال للغاية من حيث التكلفة. حيث ان دوران الأرضيات كانت بزاوية ثابته ٤ درجات في كل دور ، فإن لوحة حماية RCS نفسها تدور بشكل موحد في اتجاه تصاعدي. بالإضافة إلى ذلك ، تميل قضبان التسلق على السقالة بزاوية ٢٦ درجه إلى الرأسي ومتصله بألواح الطوابق عن طريق أحزمة التسلق بنظام RCS والألواح المعدلة الخاصة بالمشروع. وبالمثل ، يتم تسلق وحدات RCS هيدروليكيًا - ولن يكون التحرك باستخدام الرافعة ممكنًا بسبب مسار التسلق المائل. قد أثبت مهندسو PERIأن طريقة التسلق الفريدة هذه ممكنه مع نظام تسلق السكك الحديديه RCS بالإضافة إلى كونها قابلة للتطبيق في ظروف موقع البناء مع الحسابات المقابله جنبًا إلى جنب مع إعداد الاختبار.

ويهدف البرجان ، اللذان بلغت ميزانيتهما ١,٣ مليار دولار أمريكي ، إلى إظهار القوة الكامنة أثناء التنفيذ ببيان للمنطقة المحيطة والسياق الاجتماعي ، وفقًا لـ MAD يبلغ عدد سكانها هذه المدينة ٧٠٠،٠٠٠ نسمة ، وهي سادس أكبر مدينة في كندا.

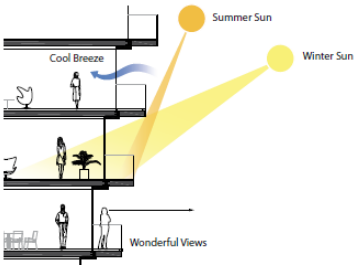
يوفر ABSOLUTE WORLD مع البرجين المهيمنين ، للمدينة وجهًا جديدًا وحديثًا تماما في كندا ، أدى التسلسل الجذاب للمنحنيات الموجوده في المبني الجنوبي الشاهق إلى منحه لقبه البعض بابراج "مارلين مونرو" من قبل السكان المحليين المتحمسين .رأى MAD ARCHITECTS في بكين انه من المناسب احتضان ليس فقط الاتجاه العالمي لناطحات السحاب الرشيقة ، ولكن أيضًا لتطورات الأقمار الصناعيه للتعبير عن شخصيه المدينه.

شكل (٤٨) يوضح النظام الانشائي وزوايه دوران البرجين

- **الاعتبارات البيئية فى البرج :**

غالباً ما يتم تبسيط الاستدامة في المفهوم إلى أدنى قاسم مشترك إذا حددنا نطاق الإيكولوجية المستدامة لتحقيق توفير في الطاقة فسوف يصبح مجرد طلب لتحقيق الراحة بينما يتم تجاهل الرغبة فى العوده الي الطبيعة. هذه الممارسة التصميمية لا تزال استمرار للثورة الصناعية (بمفهوم انسان يسيطر على الطبيعة) . نحن نشعر بأن الاستدامة هي مفهوم أعظم بكثير يمكن أن يرشد ثقافة تصميم جديدة تؤدي إلى تغيير حقيقي. فمثلا (في الحدائق الصينية التقليديه تم دمج عناصر البناء والطبيعية لخلق بيئة روحية وشاعرية تعزز الأدب العظيم والقصيده والموسيقى أو ببساطة الحياة والفلسفة) . لذا تم تصميم لخلق بيئة متوازنة تستحضر الشعور باستكشاف الطبيعة في الوقت نفسه نموذجًا متجاوبًا لتطوير الفراغات الحضريه وجعلها فى انسجام مع الطبيعة . وفى المفهوم الحديث نجد ان نتائج الاستدامه الحقيقيه في حضارة متناغمة هو أكبر تحد في عصرنا.

ونجد انه تم الاعتماد على الشكل الالتوائي للأبراج يعتبر حل هيكلى بسيط ومثير للدهشه حيث انه يتم دعم البرجين السكنيين بشبكة من الجدران الحامله للخرسانة بحيث تمتد الجدران الحاملة وتتقلص لاستجابةً التذبذبات الناتجة عن دوران الأرضيات في حين تتكون الشرفات من ألواح خرسانيه ثابتة. من اجل ضمان أن تكون جوانب الحافة الأنيقة رقيقة قدر الإمكان ، وفي الزجاج الخارجي تم اختياره بحيث لا يحتاج الى العزل حتى فى جميع الشرفات. كما تم تصميم الديناميكيه الهوائية بشكل طبيعي اما ناتج السوائل يكون بشكل ديناميكي للأبراج ،كما انه تم معالجه تحميل الرياح ببراعه وذلك بتزويد كل شخص بمكان خارجى رائع للاستمتاع بمناظر ميسيسوجا من خلال الشرفاتالتى تزين البرج بشكل طبيعي للفراغات الداخلية من شمس الصيف بينما تنغمس وتدخل الشمس للفراغات الداخلية شتاءاً مما يقلل تكاليف تكييف الهواء.



شكل (٤٩) يوضح قطاع حركه الشمس علي البرج فى الصيف والشتاء

شكل (٥٠) يوضح طريقة تحديد وتنفيذ زوايا الميل الواجهه (RCS)

- **الاعتبارات الاقتصادية فى البرج :**
- **الاعتبارات الاقتصادية**: نجد أن العامل الاقتصادى يشتمل على:
  - تكلفة الانشاء فى طريقة بناء المبنى تحتاج الى عمال ماهرين لتنفيذ الزوايا بشكل دقيق.
  - يبعتمد الشكل الالتوائى للابراج على حل هيكلى بسيط وغير مكلف .

- **الايجابيات**:
  - النظام الانشائي بلاطات لا كمرية مما يعطى حريه فى عمل المبانى حسب الرغبه دون تقييد بالكمرية بالاضافه الى تخفيف الوزن
  - الحوائط على موديول خطى راسي وافقى متعامدين ويوجد محورين متعامدين ولكن مائل عن الموديول الاساسي
  - ان تصميم البرج يعتمد على الواجهه المضاعفة والذى يخفض حمل الرياح بنسبة معقولة ويساهم فى خفض نسبة الطاقة المستخدمة
  - الحصول على استمرارية الحركة فى الكتلة الساكنة

- **السلبيات:**
  - هناك بعض الجوانب السلبيه فى البرج صعوبة نظافة الواجهه.

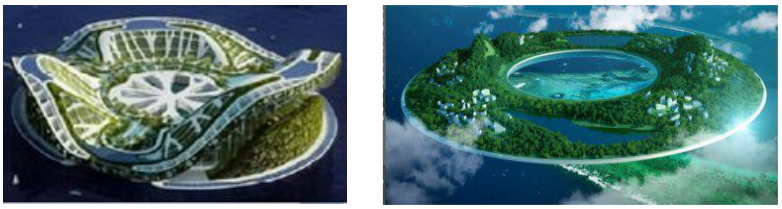
- **الاعتبارات المعمارية:**
  - مراعاة الاعتبارات المعماريه الأساسية، تحقيق الخصوصية، توزيع الفراغات.
  - تغيير فى كتله المبنى من الخارج كحركه استاتيكية بدون تكاليف عاليه مثل الحركة الديناميكية

8. مستقبل العمارة الحديثة للمبانى المتحركة وتوقعاتها:

- يرى فريق العمل فى مجال العمارة المتحركة أن مدينة المستقبل ستكون خلوية بها مساحات خضراء واسعة وستصبح المبانى رأسية مغموسة فى سطح الارض. لا توجد سيارات على السطح وجميع وسائل النقل ستعمل بالوقود الحيوى حتى يقودنا ذلك الى حياة أفضل

شكل (٥١) يوضح الرؤية المستقبلية للمدينة بعد انتشار فكرة الأبراج المتحركة وإنتشار المساحات الخضراء

- من المتوقع ظهور مدن عائمة التى تطفو على سطح المياه التى يمكن ان تتجول حول العالم مع جريان المياه وتيارات أمواج المحيطات.



شكل (٥٢) يوضح الرؤية للمدن العائمة

- من المتوقع ظهور مدن طائرة تتجول فى أنحاء العالم فمن الممكن أن يبيت سكان المدينة فى أنجلترا ليجدوا أنفسهم صباحا فى الصين.

شكل (٥٣) يوضح الرؤية للمدن الطائرة

- المدن السكنية ستصبح مثل الكواكب لكل منها غلافه الجوى لتسبح فى المجرات السماوية BUBBLE CITIES .

شكل (٥٤) يوضح BUBBLE CITIES

- ستتمايل الأبراج لتلتحم وتعطى لنا صورة بصرية راقصة تتغير كل لحظة

شكل (٥٥) يوضح الابراج المتراقصة لتلتحم فيما بينها

9. النتائج:

- فى إطارالدراسة تم التوصل للنتائج التالية:

مميزات العمارة المتحركة	**العلاقات الفراغية**	1. مرونة واتساع الفراغات لأكسابها امكانية التغيرات المستقبلية. 2. تكامل العلوم والتكنولوجيا والفن فى تو افق التشكيل مع الرموز الوطنية للدولة. 3. سهولة الصيانة و تجنب المشكلات الناتجة عن تعارض مسارات الخدمة المختلفة من تركيبات صحية وكهربائية بسبب تمركز الخدمات بالمنتصف (بالجزء الثابت بالمبنى) . 4. ارتفاع معظم المبانى المتحركة قليلا عن الأرض لتسهيل عملية الصيانة مثل فيلا جيراسول بإيطاليا. 5. التكامل بين التخصصات المختلفة من معمارية وإنشائية وميكانيكية للتوصل إلى مبنى متحرك مثالى. 6. إمكانية التوسع المستقبلى فى بعض المبانى المتحركة. 7. مراعاة النواحى الجمالية والرمزية للتشكيل المعمارى
	وظيفياً	1. مراعاة التوافق بين الشكل المتحرك للمبنى والوظيفة المرجوه منه. 2. تعددية إستخدام المبنى عن طريق تحول العناصر الداخلية للمبنى وإستبدالها لتلائم الألعاب والأنشطة المختلفة. 3. تلبية احتياجات المستخدمين فى الحصول على مبانى متنوعة مزودة بتقنيات تلبى متطلباتهم فى العصر الحالى والمستقبل. 4. إستخدام المواد المناسبة للغرض المطلوب منها تبعا لخصائصها.
	انشائياً	1. إستخدام مواد عالية الصلابة وخفيفة الوزن فى الإنشاء لتقليل الحمل و المخاطر و لتحقيق مرونة للحركة. 2. إمكانية إستخدام محركات بقدرة أقل مما يوفر الطاقة اللازمة للحركة.
	عمرانياً	1. اضافة بعد تشكيلى جديد للمبنى فلم يعد التشكيل قاصرا على الأيقاعات الساكنة بل أضيفت اليها ايقاعات التشكيل المتحركة 2. الاشكال المتغيرة للمبانى وصولا لصورة بصرية متنوعة و متميزة للمبنى. 3. خلق بيئة عمرانية جديدة أقرب للأنسان. 4. إعطاء تشكيلات متنوعة تتوافق مع تغير المتطلبات الوظيفية.

	بيئيا	1. الاستجابة للمتغيرات البيئية. 2. تحقيق رغبات المستعملين (التوجيه المطلوب) فلكل مالك وحدة تحكم خاصة به لدوران الوحدة كما يرغب للوصول الى التوجيه الأمثل المطلوب لكل الفراغات. 3. امكانية انتاج طاقة كهربية بما يكفى لت شغيل المبنى عن طريق استخدام طواحين هواء ما بين الادوار و الخلايا الشمسية على اسطح الادوار. 4. استخدام مواد طبيعية صديقة للبيئة المحيطة للمبنى. 5. مراعاة الأحمال البيئية عند التصميم الإنشائى للمبنى مثل أحمال الزلازل عن طريق ترك مسافات بينية بين الأدوار. 6. مراعاة الأحمال البيئية كأحمال الرياح والجليد عن طريق إنسيابية شكل المبنى. 7. إتباع أساليب العمارة الخضراء وحسن إستغلال الموارد والمخلفات والطاقة. 8. تجميع مياه الأمطار ومعالجتها لتكون صالحة للشرب. 9. استخدام منتجات ومواد خالية من ملوثات البيئة. 10. المحافظة على الموارد الطبيعية التى تساعد على ترك عالم أفضل للأجيال المقبلة. 11. العمارة المتحركة هى عمارة شمسية موجبة (تحقيق المتطلبات البيئية للفراغات وتوليد الطاقة)
	تكنولوجياً	1. إستخدام الحاسب الآلى للمراقبة والتحكم فى الحركة ووجود وحدات تحكم داخل كل وحدة. 2. إستخدام تكنولوجيا سبق التجهييز فى البناء لتقليل زمن التنفيذ وتقليل العمالة. 3. وجود فرامل كهربائية أتوماتيكية للطوارئ. 4. استخدام الأنظمة الذكية فى عناصر المنزل من) أبواب – نوافذ - انظمة حريق ،.....) 5. مسايرة التطورات التكنولوجية الحديثة.
	فكرياً	1. الإرتقاء بمستوى المنتج المعمارى وجعله أكثر قدرة على تحقيق بعض الخطوات على طريق التقدم الطويل لمحاكاة بعض المخلوقات المتحركة. 2. مسايرة بعض الظروف المختلفة التى قد تتواجد مستقبلا عند التواجد على كواكب أخرى قد تكون الجاذبية بها معدومة أو ضعيفة. 3. حرية الحركة والانطلاق ورفع سقف الطموحات للمعمارى.
	اقتصادياً	1. مراعاة التكلفة والعائد الأقتصادى من الحركة. 2. استخدام البعد الجمالى للمبنى فى تحقيق عائد إقتصادى جيد بسبب تعدد زوار المبنى.
الجوانب السلبية للعمارة المتحركة		هناك بعض الجوانب السلبية فى الأنظمة المتحركة للعمارة مثل التكلفة المرتفعة نسبياً (تكلفة التصنيع وتكلفة التشغيل والتحكم وتكلفة الصيانة الدورية والمفاجئة) وزيادة إستهلاك الطاقة للمبنى، والضوضاء، ولكن هذة الجوانب السلبية يمكن تلافيها بمرور الوقت مع التطور الحادث فى مجالات التكنولوجيا والتحريك والمواد الجديدة.

10. التوصيات :

- توسيع الخلفية المعمارية لدى المعماريين ، بخصائص وأشكال وإمكانيات المبانى المتحركة ، من خلال إستحداث مقررات دراسية وعمل مجموعات بحثية مثل (Kinetic Design Group) كما فى معهد MIT – الولايات المتحدة الامريكية حتى يصبح المعمارى ملم بجوانب تكنولوجية أصبحت تساهم بشكل كبير فى تشكيل هوية المبانى.
- يوصى بالتأكيد على الأستفادة من الحلول المتوافقة مع الطابع المحلى حتى لا تتلاشى الهوية المحلية مع سيطرة الفكر المتحرك والتكنولوجى فقط على المبانى.
- توصية بالتأكيد على حلول معمارية تتميز جمالياً و إقتصادياً و وظيفياً (عن طريق تعددية الأستخدام) فى المبانى المتحركة الأمر الذى يؤدى لزيارات لهذه المبانى وبالتالى زيادة العائد الأقتصادى وزيادة الدخل القومى.
- يوصى بإستخدام الحلول البيئية المتنوعة، وذلك لتوفير إستهلاك الطاقة المستخدمة وتحقيق الراحة البيئية للإنسان داخل العمارة المتحركة.
- يوصى عند التعامل مع الأنظمة المتحركة من قبل المعماريين لابد من النظر إلى الفائدة المرجوة من تلك الأنظمة وتقييمها ومقارنتها بالحلول التقليدية التى من الممكن أن تحل محلها.

11. المراجع

- علي رأفت : " ثلاثية الأبداع المعمارى – الابداع الفنى فى العمارة " دار الشروق ، القاهرة ، ١٩٩٧
- • eali rafat: "thulathiat al'abdae almiemaraa - aliabidae alfunaa faa aleimarati" dar alshuruq , alqahirat , 1997
- مصطفى بغدادى ، (المقياس الأدمى فى التصميم المعمارى والعمرانى)، مؤتمر الأزهر الهندسى الدولى الثالث ، القاهرة ، ١٩
- • mustafaa baghdadaa , (almiqyas al'admaa faa altasmim almiemaraa waleumranaa) , mutamar al'azhar alhandasaa alduwlaa althaalith , alqahirat , 19
- نجيل كمال عبد الرازق ، سرى فوزى عباس ، تشكيل واجهات المجتمعات السكنية وأثره فى المشهد الحضرى لمدينة بغداد ، مجلة الهندسة والتكنولوجيا ، المجلد ٢٦ ، العدد ٥ ، ٢٠٠٨م
- • nijil kamal eabd alraaziq , saraa fawzaa eabaas , tashkil wajihat al'akhta' wa'atharuh fi almashhad alhadraa limadinat baghdad , majalat alhandasat waltiknulujya , almujalad 26 , aleadad 5 , 2008 m
- اسماعيل احمد عامر – (حركة العمارة بين الساكنة و الكينتيكا و الديناميكية أثر تطبيق العمارة المتحركة علي تشكيل الكتلة و الصورة البصرية) – مجلة جامعة الازهر – مجلد رقم ١٥ العدد رقم ٥٤ – ٢٠٢٠م
- • asmaeil ahmad eamir - majalat jamieat alazhar - mujalad raqm 15 aleadad 54 - 2020 m
- حسين ، حسين عصام أبو الفضل محمد ، (٢٠١٧) . تكنولوجيا العمارة الديناميكية – المفهوم و التطبيق ، رسالة ماجستير ، كلية الهندسة ، جامعة الزقايق
- • hasyn , hasyn eisam 'abu alfadl muhamad , (2017). tajiya aleimarat aldiynamuyk , ealm altatabuyq , altatbuyq , dayirat ,
- عرفان سامى(نظريات الوظيفية فى العمارة) ، دار المعارف، القاهرة ،
- • eirfan samaa (nzariaat wazifiat faa aleimara (, dar almaearif , alqahirat ,
- محمد ماجد خلوصى ، (التصميم الداخلى واللون – مقياس الألوان العالمى) القاهرة ، ١٩٩٥
- • muhamad majid khal altawsiat , (altasmim aldaakhilaa wallawn - miqyas al'alwan alealamaa) alqahirat , 1995

- رفعة الجادرجى ، " خلاصة تنفيذية فى سببية العمارة وجدليتها " مركز دراسات الوحدة العربية ، ٢٠٠٦
- • rifeat aljadrajaa , "khlasat tanfidhiat faa sababiat aleimarat wajadaliatiha" markaz dirasat alwahdat alearabiat , 2006
- أسعد على سليمان أبو غزالة (التقييم البصرى للعمارة والعمران فى القاهرة) ، رسالة الدكتوراة ، كلية الهندسة ، جامعة الأزهر ،٢٠٠٤
- • 'asead ealaa sulayman 'abu ghazalata) altaqyim albusraa lileimarat waleumran faa alqahira (, risalat aldukturaat , kuliyat alhandasat , jamieat al'azhar , 2004
- المغاري ، أحمد راغب ، دور محاور الحركة والنهايات البصرية في تشكيل الصورة الذهنية للمدينة (حالة دراسية - مدينة غزة) ، رسالة ماجستير ، قسم الهندسة المعمارية ، كلية الهندسة ، الجامعة الإسلامية – غزة – فلسطين – ٢٠١٥
- • almaghari , 'ahmad raghib , dawr mahawir alharakat walnumuḥayat albasar fi dayirat almilafi , dayirat lilmudynati) , risalat majistayr , dayirat al'iihsa' , dayirat al'iihsa' , dayirat al'iislam - ghazat - filastuyn - 2015
- حسين ، حسين عصام أبو الفضل محمد ، تكنولوجيا العمارة الديناميكية – المفهوم و التطبيق ، رسالة ماجستير ، كلية الهندسة ، جامعة الزقايق – ٢٠١٧
- • hasyn , hasyn eisam 'abu alfadl , tiknulujya aleimarat aldiynamiyk , almafḥwm waltatbuyq , risalat majistayr , kalyt alḥndasat , jamieat alzaqayq - 2017
- أبو غزالة ، أسعد علي سليمان ، برامج الكمبيوتر المتطورة كقيمة مضافة لتجويد عملية التصميم المعماري بالحد من تعديلات المستخدمين و أثره علي البيئة العمرانية ، مجلة القطاع الهندسي جامعة الأزهر، مجلد ١٤- عدد ٥٠ – يناير ٢٠١٩
- • 'abu ghazalat , 'asead eali salyman , baramij alkambywtar kaqaymat muaqaeat litajmieiyd , almiemarii bialhadi min taeadylat alhandasat almiemariat wa'atharih eali albayyat aleumran , majalat alqitae alḥndasii jamieat al'azḥr , mujalad 14- eadad 50 - yanayir 2019
- حلوه ، الفت عبد الغنى سليمان ، تطور مفهوم الحركة وانعكاسه على الناتج المعمارى ، مؤتمر الأزهر الهندسي الدولي الثانى عشر ٢٠١٢ ، مجلة القطاع الهندسي جامعة الأزهر، مجلد ٧ عدد ٦ – ديسمبر ٢٠١٣
- • hulwih , alfath alghinaa salyman , tatawur mafḥwm alharakat waineikasiḥ ealaa almiemaraa , mutamaruḥ alḥndasi alduwlii althaanaa eashar 2012 , majalat aleimarat alḥndasii jamieat al'azḥr , mujalad 7 eadad 6 - disambir 2013
- Dezeen Magazine, Floating Observations by upgrade studio dsba and Mihai Carcium. (online) November 18, 2010
- Mollaert,M.,Membrane structures:understanding their forms,The Fourth International Workshop on the design and Practical realization of architectural membrane tructures,Technische University Berlin,(June 1999)
- CTBUH journal , tall building : design , construction and operation , issue IV , 2012
- Dynamic Architecture. New Style Forming Aspects (https://www.researchgate.net/publication/321369547_Dynamic_Architecture_New_Style_Forming_Aspects)
- Contemporary Architecture and Technology: Critical View to the Effects of Digital Technology on Architectural Trends at the Beginnings of Twenty First Century (https://www.researchgate.net/publication/360604240_almart_almasrt_waltknwlwjya_rwyt_nqdyt_ltathyrat_altknwlwjya_alrqmyt_ly_altwjhat_almmaryt_alsaydt_m_mtl_alqrn_alhady_walshryn_Contemporary_Architecture_and_Technology_Critical_View_to_the_Effects_of_D)

- Dynamic Architecture as Reflection of a Modern Information Society (https://www.academia.edu/42022545/Dynamic_Architecture_as_Reflection_of_a_Modern_Information_Society)
- https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Absolute_World&oldid=885263026
- https://ara.architecturaldesignschool.com/absolute-towers-mad-architects-81674
- https://search.mandumah.com/Record/768542/Details
- https://el-ma3lomaa.com/2017/11/8.html
- https://www.archdaily.com/522344/sharifi-ha-house-nextoffice
- https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Absolute_World&oldid=885263026
- https://www.architonic.com/en/project/ernst-giselbrecht-partner-dynamic-facade-kiefertechnic-showroom/5100449
- https://parametric-architecture.com/absolute-towers-by-mad-architects/

Abercrombie,S.,OP.Cit,P.82