طرح منهجى تجريبى لأستخدام الواجهات الحركية التفاعلية ذاتية الحركة فى رفع كفاءة الفراغات الداخلية والإدراك البصرى

إعداد
زكريا أحمد عبد الفتاح عمار

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة - جامعة القاهرة
كجزء من متطلبات الحصول على درجة
دكتوراه الفلسفة في الهندسة المعمارية

كلية الهندسة - جامعة القاهرة
الجيزة - جمهورية مصر العربية
٢٠١٨

طرح منهجى تجريبى لأستخدام الواجهات الحركية التفاعلية ذاتية الحركة فى رفع كفاءة الفراغات الداخلية والإدراك البصرى

إعداد
زكريا أحمد عبد الفتاح عمار

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة - جامعة القاهرة
كجزء من متطلبات الحصول على درجة
دكتوراه الفلسفة في الهندسة المعمارية

تحت إشراف

أ . د/ هشام سامح
أستاذ بقسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة – جامعة القاهرة

أ.م . د/محمد رضا عبد الله
أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة – جامعة القاهرة

كلية الهندسة - جامعة القاهرة
الجيزة ، جمهورية مصر العربية
٢٠١٨

شكر وتقدير

بأصدق المشاعر وبأشد الكلمات الطيبة النابعة من القلب أقدم شكرى وإمتنانى لمن كانو سبب فى إستمرار وإستكمال مسيرة حياتى ،من وقفوا معى بأشد الظروف ومن حفزونى على المثابرة والإستمرار وعدم اليأس ،أقدم لكم أجمل عبارات الشكر والإمتنان من القلب فاض بالأحترام والتقدير لكم .

فهرس المحتويات

فهرس الموضوعات

الموضوع صـــ

طرح منهجى تجريبى لأستخدام الواجهات الحركية التفاعلية ذاتية الحركة فى رفع كفاءة الفراغات الداخلية والادراك البصرى .

فهرس الموضوعات..... أ

فهرس الأشكال..... خ

فهرس الجداول..... ض

مقدمه ..... ع

إشكالية البحث ..... ل

أهداف البحث..... ن

فرضية البحث..... ن

المنهجية المتبعة..... ه

محددات البحث ..... ه

هيكل البحث..... و

أجزاء البحث..... أ أ

ملخص الرسالة..... ج ج

الفصل الأول :-

تعريف العمارة الحركية و الإطار العام لمفهوم الحركة في العمارة المتحركة.

مكونات الفصل الأول..... ١

التمهيد..... ٢

١ - ١- تعريف العمارة الحركية..... ٣

١-٢- الإطار العام لمفهوم الحركة في العمارة المتحركة..... ٤

١-٢-١- المفهوم العام للحركة الموضعية ٤

الموضوع **صـ**

١-٢-٢- مفيوم العمارة المتحركة. ٤

١-٢-٣- (المنفعة- التقنية- الجمال)في العمارة المتحركة..... ٦

١-الجانب التمثيلي الميكانيكي للحركة..... ٨

٢ - الجانب الوظيفي للحركة:-..... ٨

٣- الجانب التعبيري والجمالي :-..... ٨

١-٣- الاطار النظري العام لمفهوم العمارة المتحركة ٩

١-٣-١-مؤشرات عامة ترتبط بتكوينية النتاج وتمثل الجوانب المتعلقة بالعمارة المتحركة..... ١٢

١- الجانب النفعي..... ١٢

٢-الجانب الجمالي..... ١٢

٣-الجانب التقني ١٢

١-٣-٢-مؤشرات إستراتيجية والتي تتضمن العوامل الضمنية التي توجد في العمارة المتحركة ١٣

١-إستراتيجيات المصمم والفكر الحركي : ١٣

٢-إستراتيجيات التقنية و البناء المتحرك ١٣

٣-إستراتيجيات الجمال الحركي وتأثيرها في المتلقي..... ١٣

١-٤- العمارة الذكية..... ١٩

١-٤-١-أنواع العمارة الذكية ٢٠

١-٤-٢-العمارة التفاعلية:- Interactive Architecture..... ٢١

١-٤-٣-العمارة التكيفية:- Adaptive Architecture ٢٢

تصنيف أنظمة العمارة التكيفية..... ٢٣

أ- الواجهة الديناميكية والاسطح الذكية..... ٢٣

ب- هياكل قابل للتحول..... ٢٣

ج- المواد الذكية..... ٢٤

١-٤-٤العمارة الإستجابية- (Responsive Architecture)..... ٢٩

١-٤-٥-العمارة التحويلية-(Transformable architecture)..... ٣٤

١-٥- دراسة تاريخية للعمارة الحركية..... ٤٧

١-٥-١- دراسة تاريخية للعمارة التكيفية..... ٤٩

الموضوع **صـ**

١-٥-٢- دراسة تاريخية للعمارة الاستجابية والتحولية..... ٥٠

خلاصة الفصل الأول..... ٥١

الفصل الثانى :-

الأنظمة الحركية والتشكيل و مبادئ الحركة.

مكونات الفصل الثانى..... ٥٢

التمهيد..... ٥٣

٢-١- الأنظمة الحركية – (Kinetic Systeme)..... ٥٥

٢-١-١- أنواع الأنظمة الحركية : تصنف الأنظمة الحركية إلى ثلاثة أنواع هى ٥٦

أ- الهياكل الحركية الضمنية -(Embedded Kinetic Structure)..... ٥٦

ب- الهياكلى الحركيه المتحولة -(Deployable Kinetic Structures)..... ٥٧

ج- الأنظمة الحركية الديناميكية (Dynamic Kinetic Structures)..... ٥٩

٢-١- ٢- نظم التحكم فى الأنظمة الحركية ٦٠

١-التحكم الداخلى– (Internal Control)..... ٦٠

٢-التحكم المباشر-(Direct Control)..... ٦٠

٣-التحكم الغير المباشر-(In-DirectControl)..... ٦٠

٤- التحكم الغير مباشر المستجيب –(Responsive In-Direct Control) ٦٠

٥-التحكم الغير مباشر المستجيب الكلى –(Ubiquitous Responsive In-Direct Control)..... ٦٠

٦-التحكم الغير مباشر المستجيب الموجه –(Heuristic Responsive Indirect Control)..... ٦٠

٢-١-٣- أنظمة الحركة فى الغلاف الحركى..... ٦٦

١- النوع الأول :وهى أنظمة التحكم اليدوية:..... ٦٦

٢-النوع الثانى :وتسمى التحكم المركزى..... ٦٦

٣-النوع الثالث : ويسمى التحكم اللامركزى..... ٦٦

٢-١-٤- أنظمة الإستشعار..... ٧٢

٢-٢-التشكيل المعماري ٧٤

٢-٢-١ مفهوم التشكيل المعماري..... ٧٤

٢-٢-٢- مفهوم العملية التشكيلية:..... ٧٤

الموضوع **صـ**

٢-٢-٣- أسس التشكيل المعماري..... ٧٥

٢-٢-٤- عناصر التشكيل المعماري :..... ٧٦

٢-٢-٥-التشكيل فى العمارة الحركية ٨٠

٢-٣- مبادئ الحركة-(Movement Principles)..... ٨١

٢-٣-١-الأنماط الحركة الفعلية في الهندسة المعمارية..... ٨٤

١- حركة العناصر المعمارية الجامدة-(The movement of rigid architectural elements)..... ٨٤

٢- حركة العناصر المعمارية التشوهية-(The movement of deformable architectural elements.)..... ٨٦

٣- حركة العناصر المعمارية لينة ومرنة-(The movement of soft and flexible architectural elements)..... ٨٧

٤- حركة العناصر المعمارية مرنة-(The movement of elastic architectural elements)..... ٨٧

٥- أشكال الهوائية-(Pneumatic forms)..... ٨٧

٢-٣-٢- ممارسة الحركة المعاصرة..... ٨٨

٢-٣-٣-تصنيف أنماط الحركة التى يمكن تطبيقها على الغلاف الخارجى للمبنى..... ١٠٤

١- المرحلة الأولى..... ١٠٤

٢- المرحلة الثانية..... ١٠٦

٢-المرحلة الثالثة..... ١٠٧

٢-٣-٤- محاكاة أنماط الحركة من الطبيعة الديناميكية على الغلاف الحركى للمبنى. ١٠٧

٢-٣-٥-النهج الموجه لكيفية وصف نمط الحركة فى الغلاف الحركى للمبنى. ١٢١

٢-٤- تعريف أللا-الميكانيكية :..... ١٣٢

٢-٤-١-أنظمة المواد..... ١٣٤

٢-٤-٢- أنواع المواد التى يمكن استخدمها فى العمارة الحركية اللاميكانيكية..... ١٣٥

٢-٥- الإدراك البصرى..... ١٥٣

٢-٥-١-العناصر ذات الشخصية المميزة في المحيط المرئي ١٥٤

خلاصة الفصل الثانى:..... ١٥٧

الفصل الثالث :-

دراسة تحليلية لمجموعة من المشاريع العالمية.

التمهيد:-..... ١٥٨

الموضوع	صـ
٣-١-منهجية التحليل	١٥٨
٣-٢-أسس إختيار التطبيقات محل الدراسة.....	١٦٠
خلاصة الفصل الثالث.....	١٧٤
الفصل الرابع :-	
صياغة المنهجية و محاكاة التصميم.	
مكونات الفصل الخامس.....	١٦٧
التمهيد.....	١٧٧
٤-١-صياغة المنهجية التصميمية لأستخدام واجهات ذاتية الحركة فى المبانى.....	١٧٨
٤-١-١- تصميم غلاف متطور الأداء ذاتى الحركة باستخدام اللأميكانيكية الحركية فى الغلاف الحركى.....	١٧٩
٤-١-٢- أهداف المنهجية.....	١٨١
٤-٢- منهجية تصميم الغلاف الحركى (حركة ذاتية).....	١٨١
٤-٢-١- مرحلة الدراسة وتجميع البيانات الخاصة بالمبانى.....	١٨٣
١- مرحلة دراسة الظروف المناخية للموقع ويمكن تقسيمها لعدة مستويات.....	١٨٣
أ- المستوى التخطيطى للموقع العام	١٨٣
ب-المستوى التصميمى للمبنى	١٨٤
٢-إعداد متطلبات التصميم.وتنقسم متطلبات الاداء إلى ثلاث اقسام.....	١٨٤
أ-تحديد متطلبات الفراغ التصميمية.....	١٨٤
ب-تحديد إستخدامات فراغات المبنى.....	١٨٤
ج-تحديد متطلبات الراحة الحرارية.....	١٨٤
٣- مراجعة العناصر الانشائية الخاصة بالمبانى المقامة.....	١٨٤
٤-٢- ٢-مرحلة التصميم.....	١٨٤
٤-٢-٣-مرحلة تحليل التصميم.....	١٨٥
٤-٢-٤-مرحلة النمذجة ثلاثية الأبعاد (Physical Models).....	١٨٥
٤-٢-٥- مرحلة التصنيع	١٨٦
٤-٣-الحالة التطبيقية.....	١٨٨
٤-٣-١-أسس إختيار المبنى	١٨٨

الموضوع **صـ**

٤-٣-٢- دراسة الظروف المناخية للموقع ١٨٩

٤-٣-٣-تحليل البيانات المناخية للموقع الحالية والخاصة بالتغير المناخي..... ١٩٢

٤-٤-الأدوات التحليل المستخدمة فى تحليل الدراسة التطبيقية..... ١٩٢

٤-٤-١- تحليل البيانات المناخية للموقع الناتجة عن ملفات الطقس..... ١٩٤

أ- البيانات المناخية الحالية للموقع..... ١٩٤

ب–قراءة البيانات المناخية للموقع الناتجة عن ملفات الطقس..... ١٩٦

٤-٤-٢- إعداد متطلبات التصميم..... ١٩٧

٤-٤-٣- مرحلة التصميم ١٩٧

٤-٤-٤-إختيار الماد المستجيبة..... ١٩٨

٤-٤-٥- التشكيل الهندسى..... ٢٠٠

٤-٤-٦- نمط التشكيل ٢٠٤

٤-٤-٧- ممارسة الحركة. ٢٠٤

٤-٥- محاكاة التصميم..... ٢٠٦

٤-٥-١- تحليل ضوء النهار Daylight Availability-500lux . (DAv500lux)..... ٢١٣

٤-٥-٢- درجات الحرارة دخل الفراغ التصميمي خلال ساعات المحاكاة: ThermalSimulation Results..... ٢١٤

٤-٥-٣- مرحلة النمذجة ثلاثية الأبعاد..... ٢١٥

٤-٥-٤-مرحلة التصنيع..... ٢١٦

الفصل الخامس:

نتائج البحث:..... ٢١٨

التوصيات:..... ٢٢٨

المراجع:..... ٢٣٢

فهرس الأشكال

رقم الشكل **صـ**

شكل (أ) مدخل الدراسة البحثية ..... ف

شكل (ب) *أبعادالمشكلة البحثية*..... ل

شكل (ج) منهج البحث..... ى

الفصل الأول :

شكل(١)مكونات الفصل الاول ١

شكل (١-١)يوضح إرتباط العمارة المتحركة بعددمن العوامل المؤثرة عليها..... ٦

شكل (١-٢)يوضح الروابط بين التقنية المتحركة والعمارة..... ٧

شكل (١-٣) يوضح واجهة حركية - Rotational movements of the Flare's envelope..... ٩

شكل (١-٤) يوضح مسرح النجوم- روكفورد- إلينوي –الولايات المتحدة الامريكية..... ١٠

شكل (١-٥) يوضح جناح الكويت- Expo92..... ١٢

شكل (١-٦) يوضح النسب المئوية للعناصر الاساسية فى العمارة الحركية..... ١٥

شكل (١-٧) يوضح النسب المئوية لأنواع المبانى المستخدمة للعمارة الحركية..... ١٦

شكل (١-٨) يوضح مبنى TIC وسائل الاعلام –برشلونة..... ١٩

شكل (١-٩) يوضح تداخل الإنسان والبيئة..... ٢١

شكل (١-١٠) يوضح مبنى -Kiefer showroom - النمسا..... ٢٢

شكل (١-١١) يوضح مبنى–Q1–Building-ThyssenKrupp Quarter..... ٢٣

شكل (١-١٢) يوضح النسب المئوية للعناصر الاساسية فى العمارة التكيفية..... ٢٤

شكل (١-١٣) يوضح النسب المئوية لأنواع المبانى المستخدمة للعمارة التكيفية..... ٢٥

شكل (١-١٤) يوضح مركز التسوق Zeilgalerie – فرانكفورت..... ٢٩

شكل (١-١٥) يوضح النسب المئوية للعناصر الاساسية فى العمارة الإستجابية..... ٣٠

شكل (١-١٦) يوضح النسب المئوية لأنواع المبانى المستخدمة للعمارة الإستجابية..... ٣١

شكل (١-١٧) يوضح مبانى_ Starlight Theater, Milwaukee Museum of Art , Glass Shutter House..... ٣٤

رقم الشكل **صـ**

شكل (١-١٨) يوضح النسب المئوية للعناصر الاساسية فى العمارة التحويلية..... ٣٤
شكل (١-١٩) يوضح النسب المئوية لأنواع المبانى المستخدمة فى العمارة التحويلية.... ٣٥
شكل (١-٢٠)رسم بيانى لأنواع للمشاريع التى نفذت فى الفترة من(١٩٣٠م-٢٠٠م)..... ٤٧
الشكل (١-٢١) يوضح الأسقف المصنوعة من القماش على الكولوسيوم الروماني..... ٤٨
الشكل (١-٢٢) يوضح قطاع فى الأسقف المصنوعة من القماش على الكولوسيوم الروماني..... ٤٨
الشكل (١-٢٣) يوضح الجسر المتحرك في قلعة من القرون الوسطى..... ٤٩
الشكل (١-٢٤) يوضح كوخ على شكل مخروط ملفوف من القش..... ٤٩
الشكل (١-٢٥) يوضح إمكانية التحول فى الاكواخ-هنود السهول الأمريكية..... ٥٠

الفصل الثانى :

شكل(٢)مكونات الفصل الثانى..... ٥٢
الشكل (٢-١) يوضح تقسيم العمارة الحركية الى ثلاث فئات..... ٥٦
شكل (٢-٢) واجهة مبنى -Kiefer technic showroom -والوضعيات المختلفة للواجهة أثناء الحركة –أستراليا..... ٥٧
شكل (٢-٣) يوضح نموذج- Chuck Hoberman- للهياكل المتحولة وكيفية تغير شكلها وحجمها تدريجيا نتيجة وجود وصلات أشبه بالمقص تمكنها من التحول..... ٥٨
شكل (٢-٤) يوضحالأوضاع المختلفة لـ Hoberman Arch- بلازا الميداليات الأوليمبية Stage at Olympic Medals Plaza- الولايات المتحدة الامريكية-٢٠٠٢م..... ٥٨
شكل (٢-٥) الحركة الديناميكية لواجهة مبنى-Design HUB المعهد الملكى للتكنولوجيا بميلبورن (RMIT) إستجابة لحركة الشمس..... ٥٩
شكل (٢ - ٦) يوضح الشكل توضيحى للتحكم الداخلى..... ٦٠
شكل (٢ - ٧) يوضح شكل توضيحى للتحكم الداخلى- Internal Control..... ٦١
شكل (٢ - ٨) يوضح الشكل التوضيحى للتحكم المباشر..... ٦١
شكل (٢ - ٩) يوضح الشكل التوضيحى للتحكم المباشر- Direct Control ٦١
شكل (٢ - ١٠) يوضح التحكم الغير المباشر..... ٦٢
شكل (٢ - ١١) يوضح شكل توضيحى للتحكم الغير المباشر- In-DirectControl... ٦٢
شكل (٢ - ١٢) يوضح للتحكم الغير مباشر المستجيب..... ٦٣

رقم الشكل **صـ**

شكل (٢ - ١٣) يوضح شكل توضيحى للتحكم الغير مباشر المستجيب - Responsive In-Direct Control..... ٦٣

شكل (٢ - ١٤) يوضح شكل توضيحى للتحكم الغير مباشر المستجيب الكلى..... ٦٤

شكل (٢ - ١٥) يوضح شكل توضيحى للتحكم الغير مباشر المستجيب الكلى Ubiquitous Responsive In-Direct Control..... ٦٤

شكل (٢ - ١٦) يوضح شكل توضيحى التحكم الغير مباشر المستجيب الموجه..... ٦٥

شكل (٢ - ١٧) يوضح شكل توضيحى التحكم الغير مباشر المستجيب الموجه - Heuristic Responsive Indirect Control..... ٦٥

شكل (٢ - ١٨) يوضح شكل توضيحى لأنواع أنظمة التحكم فى الغلاف الحركى المتعارف عليها..... ٦٨

شكل (٢ - ١٩) يوضح كيفية عمل أنظمة التحكم اللامركزى-المستوى الأول-مركزية التحكم فى تدفق المعلومات المجمعة..... ٦٩

شكل (٢ - ٢٠) يوضح كيفية عمل أنظمة التحكم اللامركزى-المستوى الثانى-مراقبة تدفق المعلومات من خلال مركز المعلومات المركزى..... ٦٩

شكل (٢ - ٢١) يوضح كيفية عمل أنظمة التحكم اللامركزى-المستوى الثالث-الحكم الذاتى اللامركزى مراقبة تدفق المعلومات بين العناصر بعضها البعض..... ٧٠

شكل (٢ - ٢٢) يوضح سيناريوهات التعامل مع ألية المراقبة والتحكم اللامركزية..... ٧١

شكل (٢ - ٢٣) يوضح المنظومة التى تعمل بها أنظمة الإستشعار فى الغلاف الحركى... ٧٣

شكل (٢-٢٤)يوضح شكل الكعبة نقطة جذب..... ٧٧

شكل (٢-٢٥)يوضح مبنى جونسون لمعمارى ميس فان دروه..... ٧٧

شكل (٢-٢٦)يوضح إستخدام الاسطح المستوية مبنى مكتبة بردوا-فلوريدا..... ٧٨

شكل (٢-٢٧)يوضح إستخدام الاسطح المنحنية اوبرا سيدن..... ٧٨

شكل (٢-٢٨)يوضح الثبات فى الهرم والصعود الى أعلى..... ٧٨

شكل (٢-٢٩)يوضح استخدام الأشكال الغير منتظمة متحف جوجنهايم فرانك جيرى..... ٧٩

شكل (٢-٣٠) تعريف الحركة المكانية – الترجمة - الدوران - التوسيع والانكماش – الجمع بين حركتين..... ٨١

رقم الشكل **صـ**

شكل (٢-٣١) يوضح ممارسات الحركة ذات التنقل المتغير فى الموقع..... ٨٩
شكل(٢-٣٢) القابلة للطى فى شكل خطى LINEAR DEPLOYMENT..... ٩٠
شكل(٢-٣٣) القابلة للطى فى شكل خطىDEPLOYMEN Radial..... ٩٠
شكل(٢-٣٤) الصوارى والأقواص Arches&masts..... ٩٠
شكل(٢-٣٥) المقصات ذات الزاويةAngulated scissors (retractable roofs ٩٠
شكل(٢-٣٦) المقصات الدائريةRadial Scissors ٩٠
شكل(٢-٣٧) المقصات الطرفيةPeripheral Scissors ٩٠
شكل(٢-٣٨) السطح المنحنيCurved surface ٩٠
شكل(٢-٣٩) وصلات مفصليةRuled surface ٩٠
شكل(٢-٤٠) الأسطح الدورانيةRuled surface ٩٠
شكل(٢-٤١) الشبكة المتبادلة(Reciprocal grids (dismountable ٩٠
شكل(٢-٤٢) الوصلات المفصلية Articulated Joints..... ٩٠
شكل(٢-٤٣) الأغشية ذات الضغط المنخفض…Low pressure ……..…… ٩١
شكل(٢-٤٤) النسيج المهجن. Hybrid……...…… ٩١
شكل(٢-٤٥) الكبلات الداعمة Strut-cable systems…… ٩١
شكل(٢-٤٦) الأغشية ذات الضغط العالى.high Pressur...…….…… ٩١
شكل(٢-٤٧) النسيج المدعم.Ribbed…….…… ٩١
شكل(٢-٤٨) يوضح الهياكل الإستباقية للبرمجة/ الهياكل الهوائية. ٩٤
(Programmable pro-active structures)……..……..……
شكل(٢-٤٩) يوضح ممارسة الحركة الهيكلية…… ٩٤
شكل(٢-٥٠) يوضح التوسع الأفقى والرأسى..…… ٩٥
شكل(٢-٥١) يوضح ممارسة الحركة الدورانية……..…… ٩٧
شكل(٢-٥٢) يوضح تحول القياس /التحجيم..…… ٩٩
شكل(٢-٥٣) يوضح السطح القابل للتشغيل (Operable Surface)..…… ١٠٠
شكل(٢-٥٤) يوضح الحركة على شكل تضاريس.……..…… ١٠٢
شكل(٢-٥٥) يوضح The design group ocean North..... ١٠٣
شكل (٢-٥٦) يوضح المرحلة الأولى وأنماط الحركة الرئيسية تحدث على سطح المياة
والمرحلة الثانية توضح كيفية الجمع بينهما فى شكل أنماط هجينة..... ١١٠

رقم الشكل **صـ**

شكل (٢-٥٧) الرسم التوضيحي لمجموعة من أنماط الحركة على المياه..... ١١١
شكل(٢-٥٨) يوضح الإنتفاخ swellنتيجة للمتوالية الهندسية الإشعاعية..... ١١٢
شكل(٢-٥٩) يوضح الإنتفاخ swellنتيجة للمتوالية الهندسية الخطية..... ١١٣
شكل(٢-٦٠) يوضح ا الدوامة EDDY الناتجة عن المتوالية الهندسية..... ١١٣
شكل(٢-٦١) يوضح الموجة wave الناتجة عن معادلة زاوية الجيب..... ١١٤
شكل(٢-٦٢) يوضح الموجة WAVE الناتجة عن الإزاحة الإشعاعية..... ١١٥
شكل(٢-٦٣) يوضح ضربة قوية chop الناتجة عن تسلسل عدد أولى..... ١١٥
شكل(٢-٦٤) يوضح الإنتفاخ SWell + الدوامة EDDY الناتجة عن المتوالية الهندسية ١١٦
شكل(٢-٦٥) يوضح الموجة wave الناتجة عن الضوضاء الناتجة عن حركة المدادات.. ١١٧
شكل(٢-٦٦) يوضح الإنتفاخswell +ضربة قوية chop الناتجة عن المتتالية الهندسية.. ١١٧
شكل(٢-٦٧) يوضح الإنتفاخ swell +حركة القمة peak الناتجة عن الألية الخلوية..... ١١٨
شكل(٢-٦٨) يوضح الموجة wave+الدوامة eddy الناتجة عن المتتالية الهندسية..... ١١٨
شكل(٢-٦٩) يوضح الدوامةEDDY+ضربة قوية chop الناتجة عن المتتالية الهندسية. ١١٩
شكل(٢-٧٠) يوضح الموجة wave+ضربة قوية chopالناتجة عن المتتالية الهندسية... ١٢٠
شكل(٢-٧١) يوضح ضربة قوية chop+حركة القمة peak الناتجة عن الخوارزمية
الضوضاء الشبكية..... ١٢٠
شكل (٢-٧٢) يوضح شكل الموجة..... ١٢٤
شكل(٢-٧٣) يوضح حالة الموجة wave فى الغلاف الحركى ١٢٤
شكل (٢-٧٤) يوضح شكل الطى FOLD..... ١٢٥
شكل(٢-٧٥) يوضح حالة الطى FOLD فى الغلاف الحركى ١٢٥
شكل (٢-٧٦) مرنField ١٢٦
شكل(٢-٧٧) يوضح حالة مرن**Field** فى الغلاف الحركى ١٢٧
شكل(٢-٧٨) يوضح مجموعة الحالات الوسطية من تحولات الأنماط ١٢٨
شكل(٢-٧٩) يوضح كيفية الإنتفاخ swelling الموجة على شكل قمة جبل Ridge..... ١٢٨
شكل(٢-٨٠) يوضح كيفية الإنتقال من حالة الموجة wave إلى حالة مرن FIELD..... ١٢٩
شكل(٢-٨١) يوضح الإنتقال من حالة الطى FOLD إلى حالة مرن FIELD..... ١٣٠
شكل (٢-٨٢) يوضح Thermobimetal..... ١٣٤

رقم الشكل **صـ**

شكل (٢-٨٣) توضيح مجهري لصورة من الصنوبر الأبيض (يسار) والجوز الأسود... ١٣٦
شكل (٢-٨٤) يوضح قطاع فى لحاء الخشب..... ١٣٧
شكل (٢-٨٥) يوضح كيفية تأثير الرطوبة النسبية على الخشب مع ثبات درجة الحرارة.. ١٣٧
شكل (٢-٨٦) يوضح الفكرة الاساسية لاستجابة الخشب لتغيرات الرطوبة..... ١٣٨
شكل (٢-٨٧) يوضح انحناء الخشب عند درجة حرارة (C٢٧) والرطوبة (٤٣٪)..... ١٣٩
شكل (٢-٨٨) يوضح انحناء الخشب عند درجة حرارة (C27) والرطوبة (٨٥٪)..... ١٣٩
شكل (٢-٨٩) يوضح انحناء الخشب عند درجة حرارة (C27) والرطوبة (٩١٪)..... ١٣٩
شكل (٢-٩٠) يوضح إنحناء الخشب عند تغير محتوى الرطوبة..... ١٤٠
شكل (٢-٩١) يوضح طريقة تجميع (EAP-electro –active polymer)..... ١٤١
شكل (٢-٩٢) يوضح مكونات طبقة (EAP-electro –active polymer)..... ١٤٣
شكل (٢-٩٣) يوضح تحفيز طبقة (EAP-electro –active polymer) بتيار كهربى وطريقة الحركة..... ١٤٣
شكل (٢-٩٤) يوضح بعض الاشكال التى يمكن الحصول عليها من (EAP-electro – active polymer)..... ١٤٤
شكل (٢-٩٥) يوضح إستخدام الحاسب الالى فى تصميم (EAP-electro –active polymer)..... ١٤٥
شكل (٢-٩٦) يوضح طريقة الانحناء نتيجة لتعرض لطاقة حرارية..... ١٤٦
شكل (٢-٩٧) يوضح طريقة تفاعل المادة مع درجة الحرارة..... ١٤٧
شكل (٢-٩٨)يوضح طريقة تظليل و تفاعل المادة مع أشعة الشمس..... ١٤٧
شكل (٢-٩٩) يوضح طريقة عمل Thermobimetal نتيجة تعرضها لطاقة حرارية ١٤٩
شكل (٢-١٠٠) يوضح Bloom - thermobimetal sun-tracking instrument indexing time and temperature..... ١٥٠
شكل (٢-١٠١) يوضح رسم تخطيطى يوضح طريقة انحناء SMA(Smart materials and soft robotics) وتفاعلها مع التيار الكهربى المنخفض..... ١٥١
شكل (٢-١٠٢) يوضح رسم تخطيطى يوضح سرعة استجابة المادة للحركة مع قوة التيار الكهربى المطلوبة..... ١٥١
شكل(٢-١٠٣) يوضح الخصائص التي تمنح العنصر صفة التميز..... ١٥٥
الشكل (٢-١٠٤) يوضح لمبنى–One Ocean- كوريا الجنوبية..... ١٥٥
شكل (٢-١٠٥) يوضح الواجهة الحركية لمبنى KIEFER TECHNIC SHOWROOM..... ١٥٦
الشكل (٢-١٠٦) يوضح لمبنى Milwaukee Art Museum- الولايات المتحدة

رقم الشكل **صـ**

الأمريكية..... ١٥٦

الفصل الثالث :

شكل (٣-١) يوضح منهجية التحليل للطبيقات محل الدراسة..... ١٥٩

شكل (٣-٢) يوضح تأثير العنصر الحركى على البيئة الداخلية-الإضاءة-التهوية-التظليل-درجة الحرارة للتطبيقات محل الدراسة..... ١٧٢

الفصل الرابع:

شكل (٤) يوضح مكونات الفصل الرابع..... ١٧٦

شكل (٤-١) يوضح منهجية تصميم غلاف حركى (ذاتى الحركة)..... ١٨٢

شكل (٤-٢) يوضح برجى الشمالى والجنوبى لبنك الاهلى المصرى..... ١٨٨

شكل (٤-٣) يوضح مسقط أفقى توضيحى لأحد الادوار المتكررة للبرج لجنوبى –البنك الاهلى المصرى..... ١٨٩

شكل (٤-٤) يوضح شكل (DIVAGrasshopper- Grasshopper - Rhino)..... ١٩٤

شكل (٤-٥) يوضح البيانات المناخية العظمى و الصغرى للموقع (٢٠١٧م)..... ١٩٥

شكل (٤-٦) يوضح المتوسط الشهري للرطوية النسبية ٪ (Relative Humidity) ١٩٥

شكل (٤-٧) يوضح المتوسط الشهري لسرعة الرياح كم/س (Wind Speed)..... ١٩٦

شكل (٤-٨) يوضح مادة Thermobimetals (TBM) المقترحة للتصميم البرج الجنوبى لمبنى البنك الأهلى المصرى..... ١٩٨

شكل (٤-٩) يوضح مكونات الاساسية لمادة Thermobimetals (TBM) المقترحة للتصميم البرج الجنوبى لمبنى البنك الاهلى المصرى ١٩٩

شكل (٤-١٠) يوضح توصيل مكونات توليد النموذج معا في واجهة (Grasshopper) للتحكم في أبعاد النماذج ثلاثية الأبعاد(Rhino)..... ٢٠٠

شكل (٤-١١) يوضح تفصيلة لتسلسل حركة المادة المقترحة عند درجة حرارة C١٠ .. ٢٠١

شكل (٤-١٢) يوضح تفصيلة لتسلسل حركة المادة المقترحة عند درجة حرارة ٢١-C٣٢..... ٢٠٢

شكل (٤-١٣) يوضح تفاصيل للتصميم المقترح ٢٠٣

شكل (٤-١٤) يوضح تسلسل حركة المادة المقترحة لتصميم واجهة المبنى..... ٢٠٤

شكل (٤-١٥) يوضح إتجاه حركة المادة المقترحة لتصميم واجهة المبنى..... ٢٠٤

رقم الشكل **صـ**

شكل (٤-١٦) يوضح محاكاه لتأثير حركة المادة للتصميم المقترح على الفراغ الداخلى... ٢٠٥

شكل (٤-١٧) يوضح تحديد ملف الطقس الخاص بالموقع المبنى بالقاهرة (***DIVA*** ***Plug-in***)..... ٢٠٦

شكل (٤-١٨) يوضح توصيل مكونات توليد المحاكاه النموذج معا في واجهة (Grasshopper- DIVA Plug-in)..... ٢٠٧

شكل (٤-١٩) يوضح تحديد خصائص المواد (***DIVA***-Archsim- ***Plug-in***) ٢٠٧

شكل (٤-٢٠) يوضح شهور وساعات سقوط أشعة الشمس المقترحة على البرج الجنوبى محل الدراسة (*DIVA Plug-in*)..... ٢٠٨

شكل (٤-٢١) يوضح ضوء النهار Daylight Availability-500lux (DAv500lux) -*DIVA Plug-in*)..... ٢١٣

شكل(٤-٢٢) يوضح درجات الحرارة فى ٢١مارس(*DIVA*-Archsim- *Plug-in*)... ٢١٤

شكل(٤-٢٣) يوضح درجات الحرارة فى ٢١يونيو(*DIVA*-Archsim- *Plug-in*)..... ٢١٥

شكل(٤-٢٤) يوضح درجات الحرارة فى ٢٢ديسمبر(*DIVA*-Archsim- *Plug-in*).. ٢١٥

شكل (٤-٢٥) يوضح الشكل النهائى للمقترح التصميمي للبرج الجنوبى لمبنى البنك الاهلى المصرى..... ٢١٦

فهرس الجداول

رقم الجدول **صـ**

الفصل الأول :

جدول (١-١)يوضح مفردات الإطار النظري..... ١٤
جدول (١-٢) يوضح مبانى العمارة الحركية(١٩٦٩م-٢٠١٠م)..... ١٧
جدول (١-٣) يوضح مبانى العمارة الحركية(١٩٦٩م-٢٠٠٩م)..... ١٨
جدول (١-٤) يوضح مبانى العمارة التكيفية(١٩١٤م-٢٠١١م)..... ٢٦
جدول (١-٥) يوضح مبانى العمارة التكيفية(١٩١٤م-٢٠١١م)..... ٢٧
جدول (١-٦) يوضح مبانى العمارة التكيفية(١٩١٤م-٢٠١١م)..... ٢٨
جدول (١-٧) يوضح مبانى العمارة الإستجابية(١٩٦٦م-١٩٩٢م)..... ٣٢
جدول (١-٨) يوضح مبانى العمارة الإستجابية(١٩٦٦م-١٩٩٢م) ٣٣
جدول (١-٩) يوضح مبانى العمارة التحويلية(١٩٢٨م-٢٠١٠م)..... ٣٦
جدول (١-١٠) يوضح مبانى العمارة التحويلية(١٩٢٨م-٢٠١٠م)..... ٣٧
جدول (١-١١) يوضح مبانى العمارة التحويلية(١٩٢٨م-٢٠١٠م)..... ٣٨
جدول (١-١٢) يوضح مبانى العمارة التحويلية(١٩٢٨م-٢٠١٠م)..... ٣٩
جدول (١-١٣) يوضح مبانى العمارة التحويلية(١٩٧١م-٢٠١٠م)..... ٤٠
جدول (١-١٤)يوضح مقارنة العناصر الأساسية مع أنواع المختلفة من العمارة الحركية. ٤١
جدول (١-١٥)يوضح مقارنة بين انواع المبانى المختلفة فى فئات العمارة الحركية..... ٤٢
جدول (١-١٦)يوضح مقارنة العناصر الاساسية و انواع المبانى المختلفة فى العمارة الحركية فى الفترة بين(١٩٦٠م-٢٠١٢م)..... ٤٣
جدول (١-١٧)يوضح مقارنة العناصر الاساسية و انواع المبانى المختلفة فى العمارة الحركية فى الفترة بين(١٩٦٠م-٢٠١٢م)..... ٤٦

الفصل الثانى:

جدول (٢-١) يوضح التحكم الداخلى– Internal Control- نظم التحكم فى الأنظمة الحركية..... ٦٠
جدول (٢-٢) يوضح التحكم المباشر -Direct Control - نظم التحكم فى الأنظمة الحركية..... ٦١

رقم الجدول **صـ**

جدول (٢-٣) يوضح التحكم الغير المباشر " In-DirectControl"- نظم التحكم فى الأنظمة الحركية..... ٦٢

جدول (٢-٤) يوضح التحكم الغير مباشر المستجيب - Responsive In-Direct Control - نظم التحكم فى الأنظمة الحركية..... ٦٣

جدول (٢-٥) يوضح التحكم الغير مباشر المستجيب الكلى- Ubiquitous Responsive In-Direct Control- نظم التحكم فى الأنظمة الحركية ٦٤

جدول (٢-٦) يوضح التحكم الغير مباشر المستجيب الموجه - Heuristic Responsive Indirect Control- نظم التحكم فى الأنظمة الحركية.... ٦٥

جدول (٢-٧) الخواص الهندسية والسمات المميزة و المعاني الايحائية لعناصر التشكيل المعماري..... ٧٧

جدول (٢-٨) يوضح حركة العناصر المعمارية الجامدة..... ٨٥

جدول (٢-٩) يوضح المزيج بين الحركات الأساسية فى العمارة الحركية..... ٨٦

جدول (٢-١٠) يوضح مصفوفة الهياكل الحركية..... ٨٨

جدول (٢-١١) يوضح ممارسات الحركة ذات التنقل المتغير فى الموقع..... ٩٠

جدول (٢-١٢) يوضح ممارسات الحركة من خلال التشكيل..... ٩٢

جدول(٢-١٣) يوضح أنماط الحركة فى المرحلة الأولى الفردية المركبة..... ١٠٥

جدول (٢-١٤) يوضح المرحلة الثانية لأنماط الحركة الناتجة عن أنظمة التحكم ١٠٦

جدول (٢-١٥) يوضح مصطلحات توصف أنماط الحركة على المياه ١٠٨

جدول(٢-١٦) يوضح تطبيق محاكاة لأنماط الحركة التى تم تعرفها من الحركة الديناميكية لسطح المياه على الغلاف الخارجى..... ١١٢

جدول (٢-١٧) يوضح الحالة الدالة على نمط الحركة الرئيسى فى الغلاف الحركى..... ١٢٣

جدول (٢-١٨) يوضح أنواع المواد المقترحة فى العمارة الحركية اللاميكانيكية..... ١٣٦

جدول (٢-١٩)يوضح العوامل التى تساعد على الإدراك المرئي..... ١٥٥

الفصل الثالث:

جدول (٣-١) يوضح التطبيقات محل الدراسة التي سيتم دراستها..... ١٦١

جدول (٣-٢) يوضح التعريف بالتطبيقات محل الدراسة..... ١٦٢

جدول (٣-٣) يوضح تصنيف ممارسة الحركة للتطبيقات محل الدراسة..... ١٦٦

جدول (٣-٤) يوضح أنماط الحركة والإدراك البصرى للتطبيقات محل الدراسة..... ١٦٨

رقم الجدول **صـ**

جدول (٣-٥) يوضح تأثير العنصر الحركى على البيئة الداخلية للتطبيقات محل الدراسة.. ١٧

جدول (٣-٦) يوضح المعاملات العشر المؤثرة على إتخاذ قرار تصميم الغلاف الحركى للتطبيقات محل الدراسة..... ١٧٨

الفصل الرابع:

جدول (٤-١) يوضح مراحل تصميم الغلاف الحركى ذاتى الحركة..... ١٨٠

جدول (٤-٢) يوضح البيانات المناخية العظمى و الصغرى للموقع (٢٠١٧م) ١٩٤

جدول (٤-٣) يوضح المتوسط الشهري للرطوية النسبية ٪(Relative Humidity) ... ١٩٥

جدول (٤-٤) يوضح المتوسط الشهري لسرعة الرياح كم/س (Wind Speed)..... ١٩٦

جدول(٤-٥) يوضح خواص المواد الإنعكاس (R) /النفاذية البصرية(VT)..... ٢٠٦

جدول (٤-٦) يوضح تحليل وضوء النهار داخل الفراغ التصميمى طبقا لشهور وساعات سقوط أشعة الشمس المقترحة على البرج الجنوبى محل الدراسة (DIVA Plug-in).. ٢٠٩

جدول(٤-٧)يوضح ضوء النهار(Daylight Availability-500lux (DAv500lux)... ٢١٢

"طرح منهجى تجريبى لأستخدام الواجهات الحركية التفاعلية ذاتية الحركة فى رفع كفاءة الفراغات الداخلية والإدراك البصرى"

تمهيـــــــد

مقدمة :-

يتناول البحث أحد المجالات التي فرضت تواجدها في الأونه الأخيره علي الساحه العلمية و البحثيه التي تتعلق بالعمارة الحركية وتأثيرها على الفراغات المعمارية حيث يتنامي الإهتمام بالخصائص الحركية و مدي توافقها مع الفراغات المعمارية . و تعد العمارة الحركية التفاعلية هى إحدى مجالات العمارة التي تركز على خلق بيئة مريحة داخل المباني التي تتكيف مع الظروف البيئية الحيوية لتنظيم الأوضاع الداخلية للمبنى على مدى فترات مختلفة من الزمن كما أن مكونات المبنى التي لديها القدرة على التكيف مع الظروف البيئية مثل الحركة والضوء والرياح والرطوبة والصوت ويتم تحقيق هذه القدرة من خلال الحركة والتفاعل باستخدام أنظمة حركية ومواد ذكية.

ومن ثم يقوم البحث على تطوير مفهوم يرتكز على التقدم التكنولوجي للمواد والانظمة الحركية والتي سوف تكون قادرة على الإستجابة للتغيرات البيئية من خلال الأنظمة الحركية المعمارية والهدف هو إنشاء تصاميم مرنة وقابلة للتكييف لتلبية إحتياجات الإنسان اليومية والبيئية وله القدرة على الحركة دون عناصر ميكانيكية من خلال عنصرين رئيسيين لهذا البحث هي: الهندسة الإنشائية والهندسة المعمارية التكيفية. وعلاوة على ذلك، فإن هذا البحث يظهر كيف أن تكنولوجيا المواد يمكن أن تتعاون مع الافكار المعمارية من أجل خلق عمارة متحركة دون عناصر ميكانيكية والتي يمكن أن تساعد في عملية التصميم وبالإضافة إلى ذلك كيف يمكن للعمارة التكيفية من خلال النظم الحركية أن تحقق أفضل الحلول وفقا لقضايا الاستدامة مثل الرياح والشمس ودرجة الحرارة والعديد من العوامل الأخرى.

الاطروحة:-

كانت العمارة الحركية في وسط الخطاب المعماري تسعى للاستفادة من التقدم التكنولوجي لتأسيس نفسها في واقع البيئة المبنية وعلى الرغم من وجود عدد كبير من الباحثين والمشاريع التي تحققت وطرحت مختلف القضايا والحلول وإندماج العمارة المتحركة بشكل كبير في تصميم المباني التقليدية . إلا أن يوجد كثير من المشاكل طرحت للبحث على مدى السنوات السابقة حيث تم التعاون بين الهندسة المعمارية الاستجابية والتصميم الحاسوبى لتشكيل استراتيجية لتصميم الهندسة المعمارية الحركية من خلال تكنولوجيا المواد التي تهدف إلى عمل تصميم يؤدي إلى إستهلاك أقل للطاقة والتى تلبى الغرض منها بشكل اكثر كفاءة وهذه التكنولوجيا توظف مجموعة معينة من المواد الذكية التى تقدم الخصائص الحركية الناجمة عن مؤثرات خارجية وهذه المواد تتميز عن الاخرى بقدرتها على التحرك بدون محركات او أجزاء ميكانيكية كما أنها تستجيب أيضاً للظروف البيئية الحيوية لتنظيم الأوضاع الداخلية للمبنى على مدى فترات اليوم و يمكن استخدام هذه المواد فى تصميم المبانى المتحركة مما يساعد على تقليل التكلفة بالإضافة إلى إمكانية تنفيذها فى الدول النامية وسوف يتم تحليل مجموعة من المشاريع والمواد الذكية التى تستجيب للبيانات البيئية التى تجمع من بيئتها المباشرة والانظمة الحركية التى تهدف الى إنتاج أشكال معمارية متحركة.

كلمات البحث: المواد الذكية، التكيف ، الاستجابة ، الحركية ، اللأ-ميكانيكية

مدخل الدراسة البحثية:-

يتناول هذا الجزء مدخل للدراسة البحثية من خلال التعرف على أسباب اختيار موضوع البحث و موقف البحث من الدراسات السابقة ، المشكلة البحثية و ابعادها المختلفةو التساؤلات التي يطرحها البحث و يحاول الاجابة عليها من خلال الرسالة ، هدف البحث ، الفروض البحثية ، المنهجية المتبعة لتحقيق أهداف البحث ومكونات الرسالة والأدوات التى سوف يتم إستخدمها لإنجاز البحث ويبين الشكل مدخل الدراسة البحثية.

شكل (أ)مدخل الدراسه البحثية– المصدر –(الباحث)

➢ **أسباب إختيار نوعية المباني المتحركة لتناولها بالدراسة البحثية:**

١- العمارة المتحركة عمارة المستقبل والتي يلعب التقدم التكنولوجي دوراً هاماً في امكانية الحركة والتي تؤثر على البيئة الداخلية للفراغات وتقليل استخدام الطاقة.

٢- الهياكل الحركية تستجيب للتغييرات المناخية الخارجية من خلال الوقت والموسم والتي تؤثر على الفراغ الداخلي ومعدل استهلاك الطاقة ومع ذلك يوجد ندرة في استخدام الهياكل المتحركة التفاعلية التي تعمل على رد فعل لهذه التغييرات.

٣- تناولت العديد من الدراسات الاكاديمية السابقة العمارة المتحركة إلا أنها لم تتناول كيفية استخدام العمارة المتحركة بدون العناصر الميكانيكية واستخدام مواد ذكية لجعل المبنى فى الحدود الاقتصادية المتاحة.

موقف البحث من الدراسات السابقة :

➢ دراسة تأثير الأنظمة الحركية في الغلاف الخارجي للمبنى على درجة حرارة الهواء الداخلي للمبنى

الباحث: نهلة عبد الوهاب محمد

كلية الهندسة جامعة القاهرة

عام ٢٠١٤

الملخص:

إن القدرة الحركية هى جزء رئيسي من المنظومة الهيكلية للكائن الحى والتي تسمح بحركة بعض أو معظم الأجزاء الهيكلية دون التقليل من السلامة الهيكلية وعلى هذا فقد ساعدت هذه الأفكار على زيادة التحديات في مفاهيم الهندسة المعمارية وزيادة التحديات التصميمية وساعدت على ظهور اتجاه العمارة الحركية وحيث أن الغلاف الحركي للمبنى هو أحد أهم العناصر الرئيسية في العمارة الحركية التي تمارس الحركة وإذا كان الغلاف الحركي للمبنى لديه القدرة على السيطرة والتحسين من جودة البيئة

الداخلية وعليها فإن البحث يتناول دراسة تأثير الغلاف الحركي على تحسين درجة حرارة الهواء في الأماكن المغلقة تبعاً لتأثير العناصر الداخلية والخارجية للمبنى.

- مدخل التصميم الفراغي للخبرات الحركية بمساعدة الحاسوب.

الباحث: أحمد محمد نور الدين

كلية الهندسة – جامعة القاهرة– عام ٢٠١٣

تصميم الكيانات الفراغية غالباً ككيانات ساكنة بينما لا تدرك أو تقيم أو تذكر إلا كخبرات لضآلة حجم البشر مقارنة بالعمارة أو العمران. تعتبر الحركة هى الوسيلة الوحيدة التي يتعرف بها الإنسان على البيئة المعمارية أو العمرانية مما يعني أن الكيانات الفراغية تصمم ككيانات مختلفة عن تلك التي يدركها الإنسان وتستقر في ذهنه.

يتناول هذا البحث تصميم الكيانات الفراغية كخبرات حركية تماماً كما يتذكرها ويدركها البشر. وذلك عبر إقتراح عملية تصميم فراغي للخبرات الحركية المقيدة بمحدودية قدرات و رؤى البشر بهدف ترويج تلك الطريقة في تصميم الكيانات الفراغية وصولاً إلى تصاميم أكثر واقعية وصدقاً وإنسانية للعمارة والعمران المؤثران في البشر والمشكلان لبواطنهم.

- الحركة التفاعلية في العمارة الحركية

الباحث : يوسف أسامة الخياط

كلية الهندسة: جامعة طنطا –عام ٢٠١٤.

الملخص

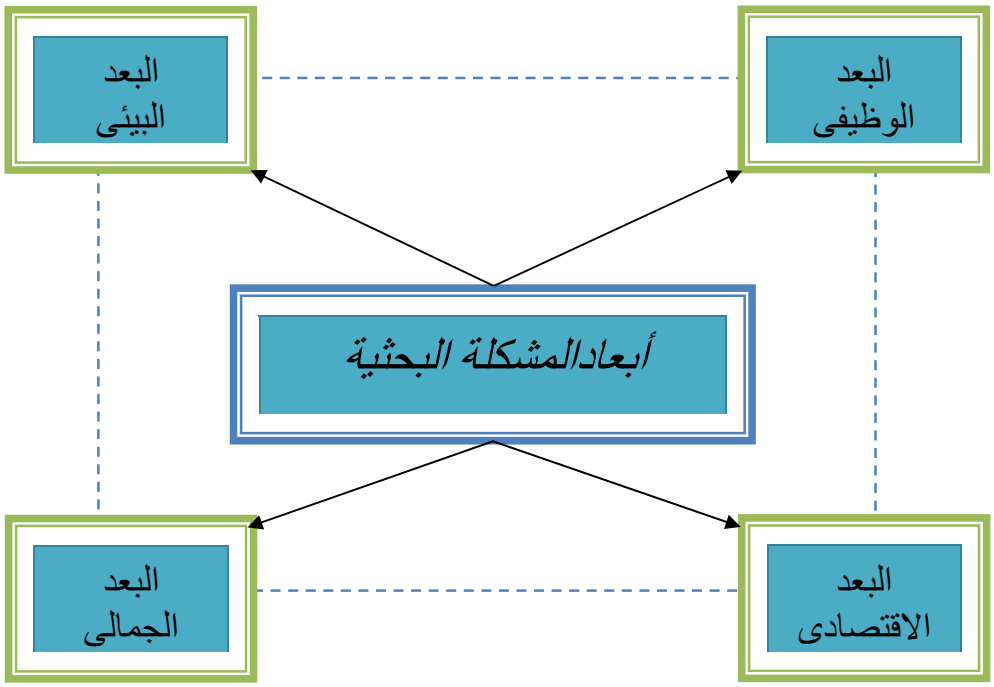
في السنوات الأخيرة، وقد اخترع العديد من المفاهيم التفاعلية. بعض هذه المفاهيم لديهم

القدرة على التكيف والتفاعل مع البيئة المحيطة ومشتقاته والتي تشمل, ضوء والرياح والحرارة أو مع الناس. ويتم هذا التكيف والتفاعل من قبل بعض نوع من التحول التي لا تتطلب المساعدة الإنسانية. وعلاوة على ذلك، والعودة إلى حالتها الأصلية يحدث دون تشوه كبير في نهاية التأثير

الخـارجي. إكتشـاف مثـل هـذه المفـاهيم التفاعليـة حفـز عـدد مـن المهندسـين المعمـاريين للاسـتفادة مـن هـذه المفـاهيم فيالعديـد مـن التطبيقـات البيئيـة المعماريـة مثـل: التظليـل الشـمس وقواطـع الشـمس والنوافـذ، فـي طريقـة الأمـر الـذي يجعـل كثيـرا اسـتخدام مفهـوم والتكنولوجيـا مـن الحركـة التفاعليـة فـي الهندسـة المعماريـة. وتحـاول هـذه الورقـة لمراجعـة الأدب وصـفيا تحليـل التفاعليـة تطبيقـات فـي الهندسـة المعماريـة الحركيـة ودراسـة دور هـذه التطبيقـات فـي تطـوير هـذا الاتجـاه فـي التصـميم المعمـاري لتكـون أكثـر فعالية وقابلة للتطبيق في المستقبل.

<u>إشكالية البحث :-</u>

تتلخص المشكلة البحثية في أن العمارة المتحركة أصبحت عمارة تقليدية يصعب تنفيذها نظراً لوجود عناصر ميكانيكية وتكنولوجية معقدة غير متوفرة في الكثير من البلدان مما يؤدي إلى عدم استخدامها بشكل كبير كما أن العمارة الحركية لها تأثير كبير على البيئة الداخلية للمبانى وللمشكلة البحثية عدة أبعاد.



شكل (ب)أبعاد المشكلة البحثية- المصدر -(الباحث)

١- **البعـــد الاقتصـــادي** : نظـــراً لصـــعوبة تنفيـــذ العمـــارة الحركيـــة فـــى المبـــانى لأحتياجهـــا لعناصـــر معقـــدة مـــن عناصـــر ميكانيكيـــة وتكنولوجيـــة كبيـــرة ممـــا يزيـــد مـــن تكلفـــة المبنـــى و يصـــعب تنفيـــذها وتصـــبح العمـــارة المتحركـــة عـــبء علـــى إقتصاديات المبنى.

٢- **البعـــد الجمـــالى** : تفتقـــر كثيـــر مـــن المبـــانى إلـــى العناصـــر الجماليـــة التـــى يمكـــن للهياكـــل الحركيـــة تلبيتهـــاعن طريـــق إعـــادة تشـــكيل الغـــلاف الخـــارجى لهـــا ممـــا يزيـــد من وجود طابع جمالي و شخصية مميزه للمبنى.

٣- **البعـــد الـــوظيفى** : يتمثـــل فـــى عـــدم إســـتغلال الغـــلاف الخـــارجى للمبنـــى فـــى إمكانية التحكم فى البيئة الداخلية وتقليل معدل إستهلاك الطاقة للمبنى ككل.

٤- **البعـــدالبيئى** : تعـــانى كثيـــر مـــن الفراغـــات المعماريـــة مـــن قلـــة الاضـــاءة والتهويـــة وعـــدم تحقيـــق الراحـــة الحراريـــة ممـــا يخلـــق بيئـــة غيـــر صـــحية داخـــل الفـــراغ المعمـــارى بســـبب عـــدم وجـــود اليـــة تـــتحكم فـــى التغيـــرات البيئيـــة الداخليـــة الناجمـــة عـــن التغيرات البيئية الخارجية.

<u>التساؤلات البحثيه :-</u>

يحـــاول البحـــث الإجابـــه علـــي عـــدة تســـاؤلات بحثيـــه تفرضـــها طبيعـــة الإشـــكاليه البحثيـــه وهـــذه الأســـئله تتـــدرج مـــن الشـــموليه والعموميـــه إلـــي الأكثـــر تخصصـــاً و تفصيلاً مروراً بعدة تساؤلات

وهي :

أ-**التســـاؤل البحثـــي المحـــوري و هـــو** : كيـــف يمكـــن اســـتخدام المـــواد التـــى لهـــا القـــدرة علـــى الحركـــة الذاتيـــة ضـــمن الهيكـــل الإنشـــائى للمبنـــى لتتفاعـــل مـــع البيئـــة الخارجيـــة للتـــأثير علـــى البيئـــة الداخليـــة ومتطلباتهـــا وتســـتجيب فـــى الوقـــت المناسب على مدار اليوم دون تدخل بشرى؟

ب- **<u>التساؤلات البحثيه الفرعيه و هي :</u>**

- مـــا هـــى المـــواد التـــي لهـــا ســـمة مشـــتركة القـــدرة علـــى الحركـــة بالاضـــافة إلـــى تفاعلهـــا مـــع العناصـــر البيئيـــة الخارجيـــة وتـــؤثر علـــى البيئـــة الداخليـــة للفراغات المعمارية دون استخدام العناصر الميكانيكية؟

- هل استخدام الهياكل الحركية دون استخدام عناصر ميكانيكية يقلل من التكلفة الكلية للمبنى؟
- ما هى إمكانية استخدام الهياكل الحركية دون عناصر ميكانيكية ؟
- هل يمكن التحكم اليدوي للهياكل الحركية ؟
- ما مدى توافر الخامات والمواد الذكية والتى لها القدرة على الحركة بالاضافة إلى الاستجابة للمؤثرات الخاجية ؟
- ما مدى الحرية التى تتحها تلك المواد فى وضع تصاميم مختلفة ووضع تخيلات للحركة كما يرغب المصمم المعماري؟

أهداف البحث :-

يتمثل الهدف الرئيسي للبحث في. إيجاد منهجية يمكن من خلالها تنفيذ هياكل حركية باستخدام مواد ذكية لها القدرة على الحركة دون استخدام عناصر ميكانيكية في الواجهات الخارجية للمباني وهذه الهياكل الحركية لها القدرة على إعادة التشكيل الهندسي للغلاف الخارجى من خلال المساهمة في جعلها قابلة للتكيف مع تغييرات العوامل المناخية الخارجية، من أجل تحسين أداء المناخ الداخلي للمبنى.

فرضية البحث :-

يمكن صياغة الفرضيه الرئيسيه للبحث علي النحو التالي :

العمارة الحركية هى إحدى إنتاجات التكنولوجيا الحديثة ونظراً لمحاولات استخدامها في المباني لإمكانية الإستجابة إلى المؤثرات الخارجية والتأثير على البيئة الداخلية مما له تأثير على الطاقة المستخدمة داخل المباني ويمكن استخدام العمارة المتحركة فقط في المباني ذات التكلفة العالية نظراً لوجود عناصر ميكانيكية وحاسوبية وغيرها مما يؤدي إلى إرتفاع التكلفة الكلية للمبنى مما يعوق استخدام هذه العمارة في العديد من الدول .

الفرضيات الثانوية:

- يمكن الهياكل الحركية إعادة التشكيل الهندسي للغلاف الخارجى من خلال المساهمة في جعلها قابلة للتكيف مع تغييرات العوامل المناخية الخارجية من أجل تحسين أداء المناخ الداخلي للمبنى واستغلال الخامات التي لها القدرة على الحركة.

- صعوبة تنفيذ العمارة المتحركة التقليدية في المباني نظراً لصعوبة العناصر الميكانيكية .

الإضافه البحثيه :-

- طرح منهجي تجريبي يمكن من خلالها تنفيذ هياكل حركية باستخدام مواد ذكية لها القدرة على الحركة دون استخدام عناصر ميكانيكية في الغلاف الخارجي للمباني وهذة الهياكل الحركية لها القدرة على إعادة التشكيل الهندسي للغلاف الخارجى من خلال المساهمة في جعلها قابلة للتكيف مع تغييرات العوامل المناخية الخارجية، من أجل تحسين أداء المناخ الداخلي للمبنى.

المنهجيه المتبعه :-

للوصول إلى الهدف من الرسالة و اثبات صحة الفرضيات المطروحة سيتم الاستعانة بالمنهج التالي:

إتبع البحث في مراحله المختلفه عدة مناهج بحثيه ، أولها ***المنهج التوثيقي*** وذلك من خلال الفصول الأولى في البحث والذي يبدأ بعرض الدراسات النظريه ومفهوم العمارة الحركية و تاريخ و تطور الأنظمة الحركية والتشكيل الحركى.الموجوده بالإضافه إلي الملاحظه والمشاهده.

ثم يتعرض البحث ***لمنهج التحليل المقارن*** في أجزاء البحث التطبيقيه و ذلك من جراء الدراسات و المشروعات المنفذه وتسجيل البيانات الخاصه بها ، ومن ثم تحليلها .

وأخيرآ يتعرض البحث ***للمنهج الإستنباطي*** ، الذي من خلاله يتم طرح منهجية التصميم المقترحة كمدخل للهياكل المتحركة باستحدام مواد وخامات ذكية وبدون عناصر ميكانيكية.

محددات البحث :-

يتشكل الهيكل العام للبحث من خلال إطار تحدده مجموعه من المحددات هي :

- يتم التركيز علي الهياكل المتحركة كمدخل ونواه لتحقيق أعلي نسبة حركه بدون عناصر ميكانيكية وذلك بإستخدام المواد وخامات الذكية.
- يتم أيضآ دراسة و تحديد ضوابط الإستدامه التصميميه كمكون أساسي لتحسين كفاءة والتشكيل المعمارى للهياكل الحركية .

هيكل البحث :-

المنهج التوثيقي (الدراسه النظريه) :-

الفصل الأول : المفهوم العام للحركة الموضعية و تاريخ و تطور العمارة الحركية.

الفصل الثاني : خصائص ومكونات الانظمة الحركية والتشكيل و مبادئ الحركة فى العمارة الحركية والمواد والعناصر المستخدمة فى تصميم الهياكل الحركية و الخامات والمواد الذكية المستهدفة للهياكل الحركية.

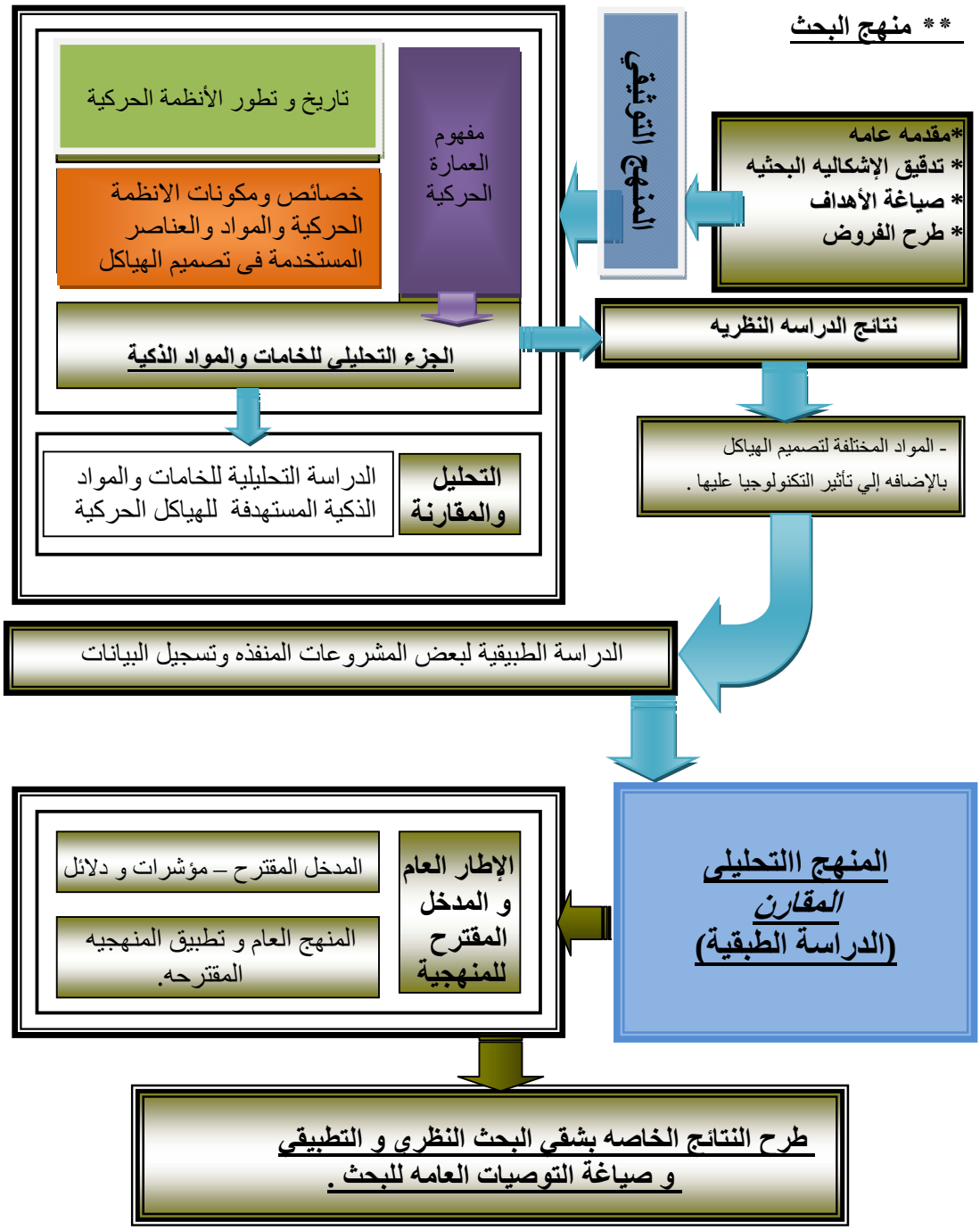
المنهج التحليلي المقارن (الدراسه التطبيقيه) :-

الفصل الثالث:الدراسة الطبيقية لبعض التصميمات والمشاريع المقترحة وتسجيل البيانات الخاصه بها.

المنهج الإستنباطي (الإضافه البحثيه) :

الفصل الرابع : المنهج العام و تطبيق المنهجيه المقترحه.

الفصل الخامس: النتائج والتوصيات .



شكل (ج) منهج البحث ، المصدر (الباحث)

أجزاء البحث

يتعرض البحث في فصوله إلي الأتي :

الفصل الأول : يبدأ هذا الفصل بتعريف العمارة الحركية وصولاً إلى الإطار العام لمفهوم الحركة ثم الإنتقال إلى العمارة الذكية وأنوعها. العمارة التفاعلية- Interactive Architecture العمارة التكيفية- Adaptive Architecture العمارة الإستجابية:- Responsive Architecture وكيف تم تطبيقها فى المبانى وصولاً للعمارة التحويلية- Transformable Architecture حيث تم عرض أهم المبانى للعمارة الذكية والتحويلية منذ ١٩١٦م وحتى ٢٠١٤م ونسب استخدام هذه الأنواع فى المبانى ونوعية المبانى من حيث الإستخدام ثم الإنتقال إلى التتابع التاريخى لها عبر العصور والحضارات المختلفة والتى كان لها أهم الأثر فى تعدد أشكالها وصورها حتى وصلت الى ما هو عليه الآن حيث تعتبر الأشكال الحديثة هى تطور لهذه الأنماط.

الفصل الثاني: تهدف الدراسة البحثية فى هذا الفصل إلى التعرف على الأنظمة الإنشائية للعمارة الحركية وأنوعها وصولاً إلى نظم التحكم الخاصة بها ثم الانتقال لمفهوم التشكيل فى العمارة الحركية حيث تم تعريف أنماط التشكيل فى العمارة الحركية من خلال علم التشكيل (Morphology) لأنماط الغلاف الحركى للمبنى .وصولاً إلى الإدراك البصرى للمبانى و مبادئ الحركة-(Movement Principles) وكيفية ممارسة الحركة فى المبانى المعاصرة ثم الإنتقال إلى تعريف أللا-ميكانيكية الحركية للهندسة المعمارية المستجيبة الذى يشير إلى العمارة التي لديها القدرة على التحول مع مرور الوقت من خلال دمج المواد الذكية التي تخضع لتغيير هادف وفقا للمؤثرات الخارجية والبيئية وصولاً لأنواع المواد التى يمكن استخدمها فى العمارة الحركية اللاميكانيكية وهي المواد التي تشكل السطوح المعمارية مثل البوليمرات و(Thermobimetal) والخشب. على الرغم من وجود إختلافات بينهم، يعطي كل منهم إنطباعا لنفس الحركة العضوية.

الفصل الثالث : تناول هذا الفصل دراسة تحليلية لمجموعة من المشاريع العالمية لتطبيقات التشكيل الحركى لغلاف المبنى حيث تم وضع منهجية لاختيار تلك النماذج وتحليلها طبقا للتشكيل الحركى وممارسة الحركة والتأثير البيئى على الفراغات الداخلية وصولا للإدراك البصرى ثم تقييم هذه المشاريع من الناحية الإقتصادية والفنية والتكنولوجية . وصولاً لنتائج هذا التحليل إلى أن كل هذه المشاريع صممت لتكون أيقونة معمارية ذات تكلفة عالية.

الفصل الرابع: تهدف الدراسة البحثية فى هذا الفصل إلى صياغة المنهجية التصميمية لأستخدام واجهات ذاتية الحركة فى المبانى حيث أن عملية التصميم وممارسة الحركة تولد وتصف الكائن الذي يرضي مجموعة معينة من متطلبات التصميم و يحقق مجموعة معينة من أهداف عملية التصميم، حيث أن الغلاف الخارجى هو العنصر الفاصل بين البيئة الخارجية والبيئة الداخلية و الغلاف

الخارجى له تأثير كبير وفعال على الاضاءة والتظليل ودرجة الحرارة طبقاً للأهداف المصصم من أجلها الغلاف الحركى ثم الإنتقال إلى أهداف المنهجية ومنها وضع تصور وهدف واضح للعمليات التصميمية الإفتراضية بدءاً من مرحلة تجميع المعلومات مروراً بمراحل التصميم والتطوير حتى مرحلة الدراسة الفزيائية للتصميم الامثل والتطبيق وكيفية العمل على وضع تصور لمجموعة من البدائل التصميمية والعمل على تقييم ومقارنة البدائل التصميمية وإختيار البديل الأمثل بواسطة عمليات التصميم الرقمية الحديثة التى تعمل بواسطة حلقة أداء ردود الأفعال المتكاملة فى شكل حلقة التصميم غير الخطية لربط ردود الأفعال بين التصميم والبيانات المناخية والبيئية وبذلك يتم الربط بين البارامترية الهندسية للمبنى والبيانات التحليلية التى تمثل جميع عناصر الغلاف الحركى ومحاكتها مع بعض وصولاً إلى أسس اختيار الحالة التطبيقية وعمل المحاكاة وإختيار برامج المحاكاة للوصول الى النتائج وقياس الاضاءة الطبيعية داخل الفراغ التصميمى المقترح .

- الفصل الخامس : يتعرض إلي طرح النتائج الخاصه بشقي البحث النظري و التطبيقي و صياغة التوصيات العامه للبحث حيث توصلت النتائج إلى أن المبنى " المستجيب " مع البيئة المحيطة والتغيرات التى تحدث بها ، يحتاج لوجود مجموعة من الأنظمة والتقنيات الذكية المستجيبة التى تمكنه من التفاعل أو الإستجابة مع التغيرات البيئية .وصولاً للتوصيات. التى توصى بأن تكون الاستجابة البيئية، ذكية، قابلة لإعادة التشكيل والتفاعل أو وبعبارة أخرى أن يكون التكيف باستخدام مواد والتقنيات الذكية لمحاكاة الطبيعة .كما يمثل تغير المناخ ضرورة واضحة للابتكار بإستخدام التكنولوجيا الحديثة التى من خلالها ويمكننا إنتاج مبنى ذكى مع الذكاء الإصطناعى.

أدوات البحث:

فيما يخص الجزء النظري و التطبيقي من البحث:

- الكتب والمراجع والابحاث العلمية والدراسات الاكاديمية والدوريات المشابهة فى هذا المجال أو لها علاقة بموضوع الدراسة سواء كانت محلية او أجنبية.
- شبكة المعلومات الدولية Internet .
- التجارب العالمية و المحلية المشابهة في هذا المجال لبعض الهياكل المتحركة .

ملخص البحث

ملخص البحث

إقترح البحث مقدمة عملية جديدة وطرح منهجى تجريبى لتطوير نوع جديد من الواجهات الديناميكية. لصبح الغلاف الخارجى نظام تكنولوجي ذكي الذي يتداخل مع البيئة الخارجية ومدخلاتها والتفاعل معها للتأثيرعلى البيئة الداخلية. وبهذه الطريقة يمكن تجهيز نظام تكنولوجي مع الذكاء الإصطناعي قادرة على جمع ومعالجة البيانات من البيئة الخارجية من أجل الإستجابة المثلى والتكيف طبقاً للظروف والمتغيرات البيئية و تتيح إستخدام البرمجيات والنمذجة البارامترية إلى جانب أدوات التقييم ومحاكاة الأداء البيئي تطوير مكونات تكنولوجية تسجل تغير المناخ وتستجيب له، مما يخلق مرحلة أخرى من المشاريع لها القدرة على جمع البيانات البيئية والإستجابة فى الموقت المناسب. وبالإضافة إلى ذلك مهارة ضمان الحركة من خلال إستخدام تكنولوجيا المواد الذكية . تم طرح الفصول على النحو التالى.حيث يبدأ الفصل الأول بتعريف العمارة الحركية ثم الإنتقال الى مفهوم الحركة فى العمارة الحركية والتتبع التاريخى لها ثم وصولاً الى الفصل الثانى والتعرف على النظم الانشائية للعمارة الحركية ثم الإنتقال الى كيفية التشكيل فى العمارى الحركية وممارسة الحركة وصولا الى اللأميكانيكية الحركية والخامات التى لها القدرة على الحركة بدون عناصر ميكانيكية وصولاً إلى الفصل الثالث والتحليل لبعض مشاريع العمارة الحركية لمعرفة تأثيرها على الفراغات الداخلية والفصل الرابع ووضح المنهجية وعمل المحاكاة وصولا للنتائج والتوصيات .

الفصل الأول :

يبدأ هذا الفصل بتعريف العمارة الحركية وصولاً إلى الإطار العام لمفهوم الحركة ثم الإنتقال إلى العمارة الذكية وأنوعها. العمارة التفاعلية– Interactive Architecture العمارة التكيفية– Adaptive Architecture العمارة الإستجابية:– Responsive Architecture وكيف تم تطبيقها فى المبانى وصولاً للعمارة التحويلية– Transformable Architecture حيث تم عرض أهم المبانى للعمارة الذكية والتحويلية منذ ١٩١٦م وحتى ٢٠١٤م ونسب استخدام هذه الأنواع فى المبانى ونوعية المبانى من حيث الإستخدام ثم الإنتقال إلى التتابع التاريخى لها عبر العصور والحضارات المختلفة والتى كان لها أهم الأثر فى تعدد أشكالها وصورها حتى وصلت الى ما هو عليه الآن حيث تعتبر الأشكال الحديثة هى تطور لهذه الأنماط.

الفصل الثاني:

تهدف الدراسة البحثية فى هذا الفصل إلى التعرف على الأنظمة الإنشائية للعمارة الحركية وأنوعها وصولاً إلى نظم التحكم الخاصة بها ثم الانتقال لمفهوم التشكيل فى العمارة الحركية حيث تم تعريف أنماط التشكيل فى العمارة الحركية من خلال علم التشكيل (Morphology) لأنماط الغلاف الحركى للمبنى .وصولاً إلى الإدراك البصرى للمبانى و مبادئ الحركة-(Movement Principles) وكيفية ممارسة الحركة فى المبانى المعاصرة ثم الإنتقال إلى تعريف ألا-ميكانيكية الحركية للهندسة المعمارية المستجيبة الذى يشير إلى العمارة التي لديها القدرة على التحول مع مرور الوقت من خلال دمج المواد الذكية التي تخضع لتغيير هادف وفقا للمؤثرات الخارجية والبيئية وصولاً لأنواع المواد التى يمكن استخدمها فى العمارة الحركية اللاميكانيكية وهي المواد التي تشكل السطوح المعمارية مثل البوليمرات و(Thermobimetal) والخشب. على الرغم من وجود إختلافات بينهم، يعطي كل منهم إنطباعا لنفس الحركة العضوية.

الفصل الثالث :

تناول هذا الفصل دراسة تحليلية لمجموعة من المشاريع العالمية لتطبيقات التشكيل الحركى لغلاف المبنى حيث تم وضع منهجية لاختيار تلك النماذج وتحليلها طبقا للتشكيل الحركى وممارسة الحركة والتأثير البيئى على الفراغات الداخلية وصولا للإدراك البصرى ثم تقييم هذه المشاريع من الناحية الإقتصادية والفنية والتكنولوجية . وصولاً لنتائج هذا التحليل إلى أن كل هذه المشاريع صممت لتكون أيقونة معمارية ذات تكلفة عالية.

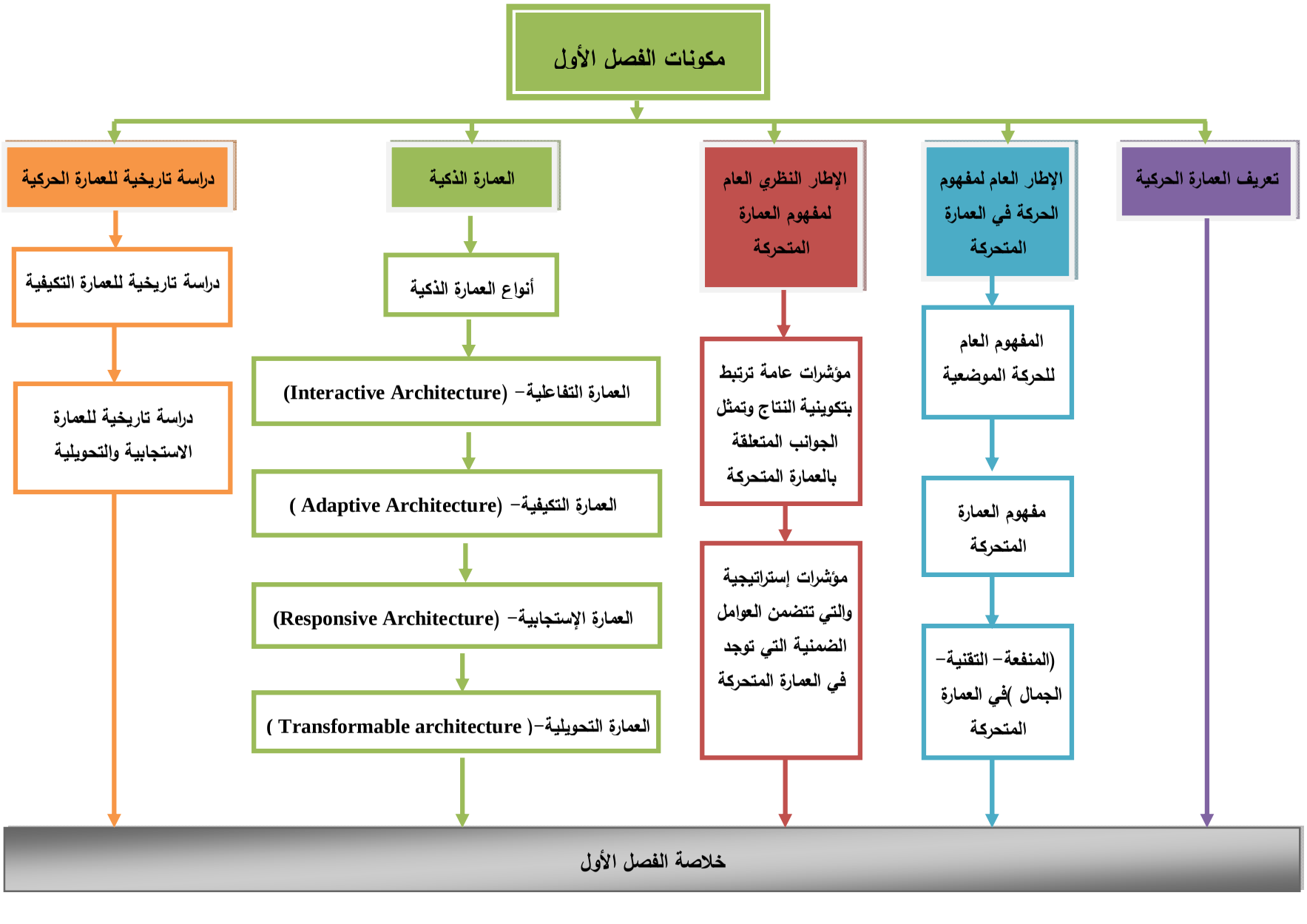
الفصل الرابع:

تهدف الدراسة البحثية فى هذا الفصل إلى صياغة المنهجية التصميمية لأستخدام واجهات ذاتية الحركة فى المبانى حيث أن عملية التصميم وممارسة الحركة تولد وتصف الكائن الذي يرضي مجموعة معينة من متطلبات التصميم و يحقق مجموعة معينة من أهداف عملية التصميم، حيث أن الغلاف الخارجى هو العنصر الفاصل بين البيئة الخارجية والبيئة الداخلية و الغلاف الخارجى له تأثير كبير وفعال على الاضاءة والتظليل ودرجة الحرارة طبقاً للأهداف المصصم من أجلها الغلاف الحركى ثم الإنتقال إلى أهداف

المنهجية ومنها وضع تصور وهدف واضح للعمليات التصميمية الإفتراضية بدءاً من مرحلة تجميع المعلومات مروراً بمراحل التصميم والتطوير حتى مرحلة الدراسة الفزيائية للتصميم الامثل والتطبيق وكيفية العمل على وضع تصور لمجموعة من البدائل التصميمية والعمل على تقييم ومقارنة البدائل التصميمية وإختيار البديل الأمثل بواسطة عمليات التصميم الرقمية الحديثة التى تعمل بواسطة حلقة أداء ردود الأفعال المتكاملة فى شكل حلقة التصميم غير الخطية لربط ردود الأفعال بين التصميم والبيانات المناخية والبيئية وبذلك يتم الربط بين البارامترية الهندسية للمبنى والبيانات التحليلية التى تمثل جميع عناصر الغلاف الحركى ومحاكتها مع بعض وصولاً إلى أسس اختيار الحالة التطبيقية وعمل المحاكاة وإختيار برامج المحاكاة للوصول الى النتائج وقياس الاضاءة الطبيعية داخل الفراغ التصميمى المقترح .

الفصل الخامس :

يتعرض إلي طرح النتائج الخاصه بشقي البحث النظري و التطبيقي و صياغة التوصيات العامه للبحث حيث توصلت النتائج إلى أن المبنى " المستجيب " مع البيئة المحيطة والتغيرات التى تحدث بها ، يحتاج لوجود مجموعة من الأنظمة والتقنيات الذكية المستجيبة التى تمكنه من التفاعل أو الإستجابة مع التغيرات البيئية .وصولاً للتوصيات. التى توصى بأن تكون الاستجابة البيئية، ذكية، قابلة لإعادة التشكيل والتفاعل أو وبعبارة أخرى أن يكون التكيف باستخدام مواد والتقنيات الذكية لمحاكاة الطبيعة .كما يمثل تغير المناخ ضرورة واضحة للابتكار بإستخدام التكنولوجيا الحديثة التى من خلالها ويمكننا إنتاج مبنى ذكى مع الذكاء الإصطناعى.



شكل (١)مكونات الفصل الاول ، المصدر (الباحث)

التمهيد:

تهدف الدراسة البحثية إلى التعرف على العمارة الحركية والإطار العام لمفهوم الحركة والتتابع التاريخى لها عبر العصور والحضارات المختلفة وأنواع العمارة الحركية والتى كانت لها أهم الأثر فى تعدد أشكالها وصورها حتى وصلت الى ما هو عليه الآن حيث تعتبر الأشكال النظرية الحديثة هى تطوير لهذه الأنماط.

ولذا ونحن بصدد دراسة العمارة الحركية .كان لابد أولا أن نتعرف على العمارة الحركية وأنواعها والدور التاريخى لها ثم التطور الحادث عبر العصور حتى وصلت إلى ما هو عليه الأن.

وتم طرح الفصل على النحو التالى:

١-١-تعريف العمارة الحركية .

١-٢- الإطار العام لمفهوم الحركة في العمارة المتحركة.

١-٣- الإطار النظري العام لمفهوم العمارة المتحركة.

١-٤- العمارة الذكية.

١-٥- دراسة تاريخية للعمارة الحركية:

١-١-تعريف العمارة الحركية:

١- يشير مصطلح " الحركية" إلى كل ما يتم إنتاجه من قبل الحركة بينما يشير مصطلح " العمارة" إلى تصميم أو نموذج لمبنى أو مجموعة من المباني. وعندما يجتمعا معاً، فإن مصطلح " العمارة الحركية" يشير إلى تصميم المباني التي يتم انتاجها من قبل الحركة.(١)

٢- تعرف فيه الحركة بشكل عام على أنها الأجسام التحويلية التى تشغل الفراغ المادى بشكل ديناميكى معرف مسبقاً أو يمكن تعريف الحركة أيضاً بأنها الحركة التى تنتج عن الأشياء أو الأجسام المادية التى يمكن أن تركب لتتكامل فى المساحات المادية المشتركة لتعمل على خلق تكوينات مكانية قابلة للتكيف. (٢)

٣- تعرف فيه الحركة على أنها أنظمة مثل المبنى أو مكونات المبنى تتميز بالحركة المتغيرة فى الموقع والشكل الهندسى وقد حددت الحركة فى المقام الأول هنا على أنها عبارة عن إستراتيجية تصميمية تكنولوجية من حيث الألية لأنواع المبانى التى بطبيعتها تتميز بالمرونة. (٣)

٤- وعرفت العمارة الحركية أيضا بأنها دمج الحركة في البيئة المبنية وتأثير هذه النتائج على جماليات التصميم والأداء . وهو من الممكن أن يكون له أهمية عظمى في مجال الهندسة المعمارية. وربما يكون دائما مصدرا للإلهام وأصبحت الحركية في لمسة زر واحدة يمكن إدخال تجديدات قوية من شيء غير حي يعطى المبنى طبيعة حية . (٤)

وفي الختام جميع التعاريف المذكورة أعلاه " العمارة الحركية " يمكن أن يشير إلى المباني أو مكونات المبنى التي تستجيب للتغيرات المحيطة إذا كانت التغييرات داخلية أو خارجية أو من خلال تأثرها بالعوامل البيئية أو المطالب المتغيرة باستمرار من جهة الإنسان.

١-Soha Mohamed, (2012) "Design Methodology Kinetic Architecture" Master thesis ,Alexandria University ,pag 9

٢-Kronenburg RH ,(2003) "portable architecture" 3rd Architectural Press,Oxford,UK

٣-Previous reference.

٤-Kronenburg,(2007) " *Flexible: Architecture that Responds toChange"* London, Laurence King Publishing Ltd.

١-٢- الإطار العام لمفهوم الحركة في العمارة المتحركة:

يمكن تقسيم الإطار العام لمفهوم الحركة في العمارة المتحركة إلى الأتى.

١-٢-١- المفهوم العام للحركة الموضعية .

تشمل الحركة كل تفاعل وإنتقال وتغير الشيء بحال لم يكن علية سابقاً أو إنتقال الشيء من حال إلى أخر مع الحفاظ على صفة الشيء وهذه الانتقالة والاستمرا رية في الحدث تولد حركة تتغير وفق عوامل مؤثرة لحدوث الحركة نفسها. وتعرف الحركة بـ (Movement) وهي حالة تغير الجسم بأستمرار الى نقطة ثابتة وفيها سرعة وقوة ويمكن أن تعرف على أنها (تعاقب للأحداث وتغير الحدث وإحداث نقلات مكانية وزمانية من خلال تحريك داخلي أو فعل خارجي مؤثر على أساس التغير من وضع الى وضع بالتدرج وقد تحدث الحركة ضمن نظام أو مخطط أو أسلوب محدد لإحداث تغيرات ظاهرية تخص الشكل الخارجي [٥] وعرفها المورد بأنها تعاقب الأحداث وهي تمثل المناورة وتشير الى أي نشاط أو تغير يحدث للشيء وتشير الى الأجزاء الشاملة أو المحولة للحركة في الألة أو الاجزاء الميكانيكية التي تعمل ضمن الية محددة وضدها السكون والثبوت وعدم الحراك.[٦] أما حركة الموضع أي الحركة الموضعية وتعرف بأنها الحركة في الموضع وتتم بتبديل وضع الجسم في المكان من دون أستبدال المكان نفسه وترتبط الحركة بالفعل الكشفي الذي يمكن به الرؤية والاحساس بالعالم الزماني والمكاني فالحركة الموضعية هي إحدى مسميات الحركة وتعرف بأنها سلسلة مستمرة للتحولات المنظورية في الشكل فهي سلسلة من الأشكال الثابتة لمسار الزمن ونتيجة الحركة فان سلسلة من التغيرات تطرأ على الشكل تؤدي إلى تسلم قراءات صورية مختلفة. [٧] وعليه فأن الحركة تظهر نتيجة وجود مؤثر يؤدي الى حدوث فعل الحركة وتشير الى الأجزاء والكل ضمن التصميم العام فهي تعمل في نظام واحد قابل للتجزئة اما الحركة الموضعية فأنها تعرف بكونها تغيراً في الشكل الواحد للنتاج من خلال سلسلة من الحركات ضمن نظام حركي يوضحه التصميم ليتعامل مع عناصر ومكونات الشكل المعماري على أساس العلاقة الرابطة بينهم وينتج عنه تغيراً شكلي ليكون الشكل المعماري ترجمة للفكر ويجسده ضمن الوجود الواقعي للعمارة المتغيرةعلى مدى الزمن.

١-٢-٢- مفهوم العمارة المتحركة .

لقد برزت العمارة المتحركة على أنها نوع من المباني المنفردة بحركتها التي مزجت ما بين الميكانيكية الحركية ومابين التقنية التكنولوجية المتطورة في الوقت الحاضر وقد وضحت هذه

٥- باسم حسن هاشم الماجدي(٢٠١٤)" العمارة المتحركة أثر الحركة الموضعية لمعمارة في المتلقي" المجملة العراقية لهندسة العما رة-المجلد٢٨- العدد(١-٢) ص ٢

٦-المرجع السابق

٧- Kronenburg,(2007) " Flexible: Architecture that Responds toChange" London, Laurence,King Publishing Ltd.

العمارة أثر التغير الفكري في الفكر المعماري فبعد أن كانت العمارة موضعا للثبات والاستقرار الشكلي أصبحت متحركة ومتغيرة الشكل و يختلف الكثير في تحديد ما هي العمارة المتحركة وعندما تذكر كلمة عمارة متحركة يتبادر الى ذهن الكثير من الناس أمور مختلفة فبعضهم يعتقد أن نجعل كل ما بالمبنى يعتمد على التقنية الحديثة وبعضهم يعتقد إنها تمثل الرفاهية فقط وغيرها من التفسيرات التي ترتبط بالطريقة العصرية الحديثة فهي العمارة أو المبنى الذي يمكن أن يتحرك حول محور دوران [٨] وهي على نوعين:

١- متصلة الحركة : وفيها يكون المبنى بجميع أجزائة متصل بحركة واحدة .

٢- منفصلة الحركة :وفيها يكون كل جزء أو كل طابق مسؤول عن حركته وتختلف عملية الحركة على حسب التصميم فهناك.

أ -حركة دوارنية من خلال محور الدوارن الثابت.

ب- حركة خطية من خلال سكة مهيئة للحركة من خلالها ينسحب الجزء المتحرك.

ج- حركة مركبة من خلال الحركة حول محور دورانى وفي نفس الوقت يتحرك حركة إنتقالية فى خط مستقيم وهنا نجدأن للحركة الموضعية دوراً في عمل العمارة المتحركة التي من الممكن أن نتحكم بها أتوماتيكيا على حسب رغباتنا بكل بساطة وبطريقتنا نجعل المنزل متصلاً بالمالك وبالطريقة العصرية المناسبة له [٩] فما يميز هذه المباني هو أن كل شيء في المبنى يعمل ضمن نظام واحد مثل نظام حساسية الحركة ونظام الصوتيات والتدفئة تعمل مع بعضها البعض بالاتصال مع أنظمة الإضاءة مما يجعلها عدة أنظمة في نظام واحد و تعمل معا على خدمة المبنى نفسه. يمكن إجمالها بما يأتي:

أولاً :أنظمة رئيسة وهي [١٠]

١ -نظام إنشاء.

٢ -نظام التقنيات والمواد.

٣- نظام التشغيل .

ثانيا :انظمة ثانوية وهي :

١- نظام الحركة .

٢- نظام التدفئة والتبريد.

٣- نظام الانارة والاضاءة .

٤- نظام الصوتيات .

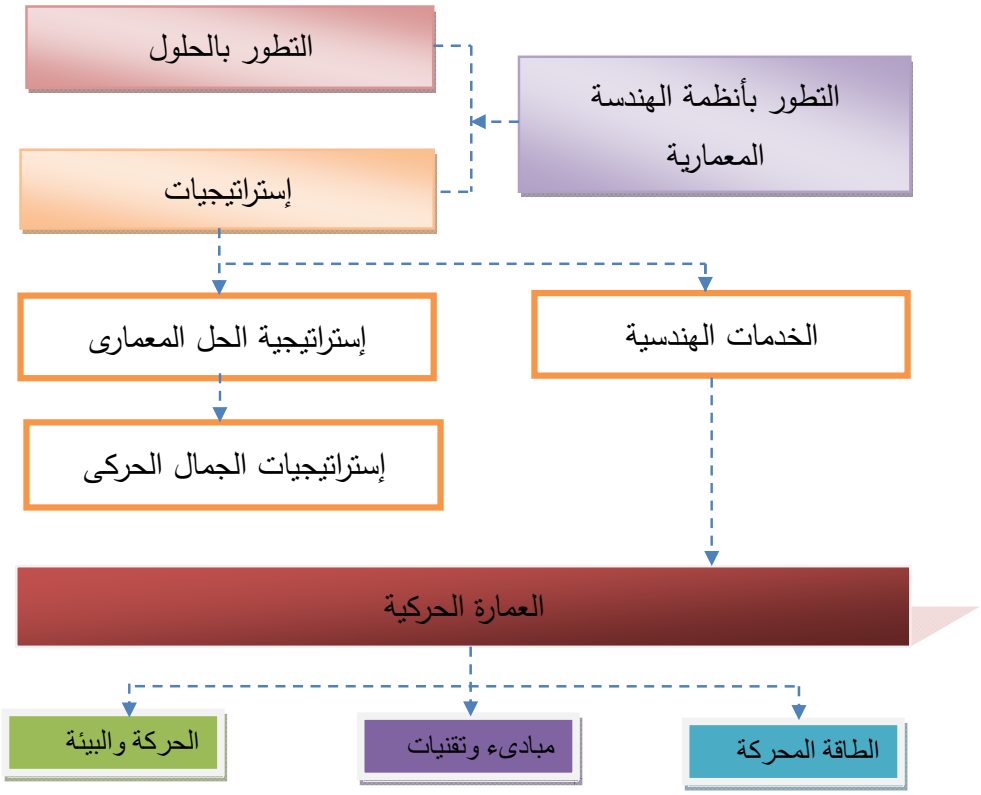
٥- نظام حفظ الطاقة.

٨-Randl,Chad,(2008)"Revolving Architecture - Ahistory of Building That Rotate",Swivel,N Y

٩-Previous reference.

١٠-Kronenburg,(2007) " Flexible: Architecture that Responds toChange" London, Laurence,King Publishing Ltd.

يتبين لنا أن وجود عدد من المتغيرات والمفاهيم في العمارة التي ترتبط بعدد من المجالات يؤدي الى وجود عوامل مختلفة للتأثير في عملها و شكل (١-١) يوضح إرتباط العمارة المتحركة بعدد من العوامل المهمة التي تؤثر في عملها.



شكل (١-١)يوضح ارتباط العمارة المتحركة بعددمن العوامل المؤثرة عليها –المصدر–
Martin van Den Bery,(2005)" Dynamics Enterprise Architecture -how to make it work"

ومن خلال ماسبق نجد أن الحركة من الممكن ان توجد في:

١- إستراتيجيات المصمم والفكر الحركي.

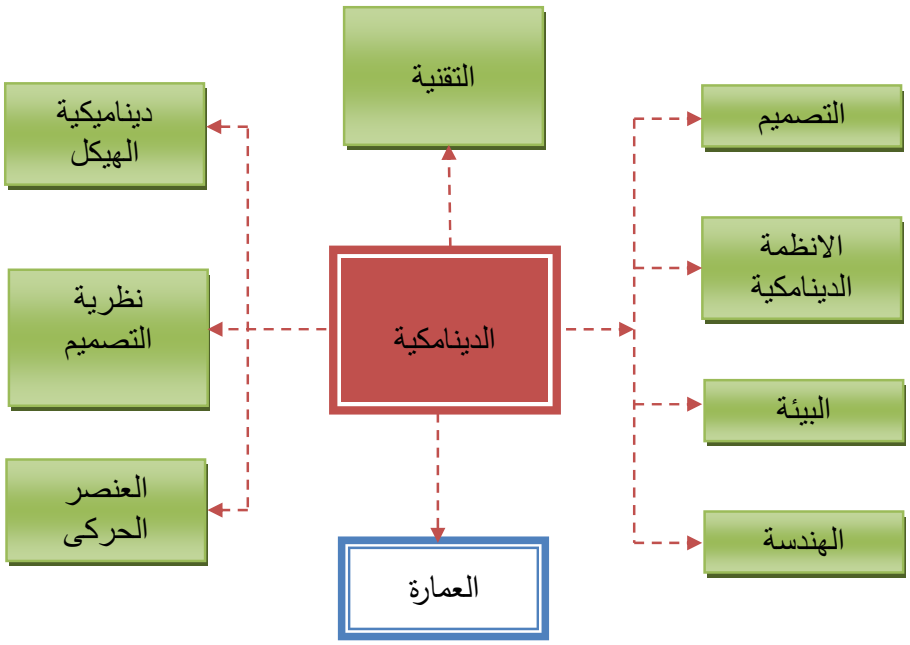
٣- إستراتيجيات التقنية و البناء .

١- إستراتيجيات الجمال الحركي .

١-٢-٣-(المنفعة- التقنية- الجمال)في العمارة المتحركة.

القيمة النفعية للنتاج تتحقق بتقديمه المنفعة الواضحة والقدرة على أشباع حاجة المتلقي الجمالية والوظيفية وفقا للصورة الذهنية والحاجة المادية التي يستشعرها المتلقي لحظة وجود النتاج وبسبب تغير مستوى الجمال لدى المتلقين فأن عملية أشباع تلك الحاجات لن تكون يسيرة فيجب على

المصمم أن يجد قيماً نفعية متعددة المستويات وحينئذ سوف تزداد الفئات المنتفعة ومن أجل تطبيق مؤثرات التقنية والجمال فلابد أن يكون لهذين المفهومين صلة ضرورية بالمنفعة حسب مقولة الفيلسوف سانتيانا (لقد اصبح خط المنفعة هو بعينه خط الجمال) [١١] وحينئذ النتاج المتحرك يجب أن يستجيب لحاجة المتلقي في أدارك المتعة وتذوق الجمال الشكلي عن طريق مدركات حسية أو مدركات عقلية وهنا أصبح التصميم الناجح هو الذي يحقق الأغراض والمقاصد الحسية والمادية للمتلقي سواء كان ذلك وظيفيا أم جمالياً وبهذا فإن قيمة النتاج يستشعرها الإنسان من خلال أرتباط القيمة النفعية مع القيمة الجمالية من خلال التقنية التي يحتاج الإنسان إلى أستخدامهاويمكن أن تكون التقنية عملية نظامية لتطبيق النظام المحدد وشكل (١-٢)يوضح الروابط بين التقنية المتحركة والعمارة. [١٢]



شكل (١-٢)يوضح الروابط بين التقنية المتحركة والعمارة –المصدر–
Prof,Hans,Prof,Franz,(2011)"Dynamic of Machinery Theory andApplications",springer,Germany.

١١-Porteous.i.d. (1996)" Enviromental Esthetic Idea, Politics and Planning ",London, Raultedge.

١٢– اياد حسين عبدالله (٢٠٠٨)" فن التصميم في الفسفة والنظرية والتطبيق" الشارقة,ج,3 دائرة الثقافة والاعلام,الطبعة الاولى

وهنا تستخدم العناصر البنائية في البناء المتحرك وفق ثلاثة أهداف أساسية وفق مضمون فكرته وهدفه وغرضه. والمكونات الرئيسيةهي .

١-**الجانب التمثيلي الميكانيكي للحركة:**

عندما تشتق الأشكال هيئتيها من الطبيعة أو وفق إبتكارات المصمم والجانب التمثيلي للحركة قد يكون واقعي أو طرازياً أو قريب من التجريد.

٢-**الجانب الوظيفي للحركة:**

هو أن يوصل التصميم المتحرك الرسالة والغرض من المادة المصممة بما يلبي الحاجة العملية لها أو يخدم غرضه.

٣-**الجانب التعبيري والجمالي :**

أن يكون المبنى المصمم من الأعمال التي تهدف إلى جذب الإنتباه من خلال حركته وتغير شكله وأن يؤدي دوره التعبيري في تنظيم عناصره بحسب كل عنصر من عناصره المتحركة فيؤدي دوره المطلوب في الوحدة المتكاملة الموجودة في البيئة الكلية للعمل والاهتمام والاستمتاع الجمالي [١٣] وهنا نلاحظ ارتباط كل من المنفعة مع التقنية وبالتالي ارتبطت التقنية مع الجمال من خلال الجوانب التي يمكن أن تستخدم فيها التقنية للتعبير عن جمال العمارة المتحركة وبالتالي إن الغرض النهائي لوجود الجمال في العمارة عموماً والتصميم خصوصاً هو تحقيق تأثيرات نوعية معينة لها قيمة تعبيرية ذات أبعاد جمالية في هيئات فنية محسوسة ومنظورة تتفاعل مع البناء المادي المحسوس للمادة المجسدة وهو الذي يمكن إدراكه وتقديره جماليا بصفته الشيء المنبثق من عملية التجسيد التي لا تعني التجميع للوحدات البصرية بطريقة عشوائية بل يجعلها تكوينا ينبعث من التراكيب المتفاعلة مع بعضها كلاً شاملاً المحتوى والتعبير ليحقق رسالة جمالية تنطوي على صلات أيقاعية ذات توازن حقيقي [١٤] ويمكن إستكشاف قيم الجمال المتحرك على أساس قدرة المصمم الابداعية في التطلع الى قيم جمالية جديدة متمثلة بخلق أشكال متغيرة في نفس النتاج خلال كل فترة زمنية وبعد أن إستنفذ التصميم المعماري الكثير من الخيارات الجمالية القادرة على التأثير والاقناع فاليوم نحن بحاجة الى قيم جديدة تعد إضافة إلى منافع الإنسان من جهة وتعيد ترتيب مظاهر الجمال من جهة أخرى وفق أهداف تصميمية جديدة تتميز بمرونتها الحركية التي لطالما كانت ثابتة ومستقرة.[١٥]

يتبين لنا أن المنفعة من أهم الشروط التي تعني بأن تقترن المنفعة الوظيفية الملموسة بالمبنى وبدونها تنتفي صفة الوجود للمبنى ويصبح نتاجا لا يختلف عن النحت التشكيلي فشرط النفعية هو

١٣-Ullmann ,Franziska,(2011)" Basic Energy Dynamics " ,Vienna

١٤-John Michael Talbott,(2006) " Expanding on Architecture, Anew School of Architecture Planning" , University of Maryland , U.S.A

15-Ullmann ,Franziska,(2011)" Basic Energy Dynamics " ,Vienna

أهم ما يميز العمارة عن بقية الفنون الأخرى وهذا يعتمد على وجود التقنية في تحقيق وظائف المبنى باستخدام المادة والوسيلة التي تلبي حاجات الإنسان المتزايدة والتي من ضمنها الجمال إذ تسعى العمارة المتحركة الى إشباع حالة المستخدم النفسية التي تتطمع الى رؤية كل ماهو جديد وشكل (١-٣) يوضح واجهة حركية – Rotational movements of the Flare's envelope .

شكل (١-٣) يوضح واجهة حركية – Rotational movements of the Flare's envelope – المصدر : http://www.flare-façade.com

١-٣- الإطار النظري العام لمفهوم العمارة المتحركة :

تتطلب عملية بناء إطار نظري عن العمارة المتحركة وعلاقتها بالمتلقي. عملية بحثية في الأطر النظرية الكامنة في الدارسات السابقة من أجل الوصول الى الإطار النظري الرئيسي وإشتقاق المفردات الخاصة بمفهوم العمارة المتحركة والدارسات التي طرحت مفهوم العمارة المتحركة حيث تبين من تحليل دارسة (KronenburgRober) فقد أشارت إلى دور العمارة المرنة المصممة للإستجابة وبكل سهولة إلى المتغيرات التي قد تحصل فيها وبينت الدارسة على أن هذه الاستجابة للمباني تعتمد بالدرجة الاولى على التصميم الأساسي للنتاج الذي يتشكل باستخدام الاشكال المجردة بهدف التوصل الى التشكيل المنظم الإنشائي القابل للتغيير وفق علاقات متغيرة مع وضع الخطوط الاولية للنتاج ترتبط معه خطوط الحركة المرنة التي يمكن أن يتحركها النتاج في المستقبل وهنا يدخل العامل الوظيفي على أنه عامل مهم في تشكيل النتاج المرن على حسب أمكانية أستيعاب النتاج للوظائف المتعددة وهذة المباني قد خصصت لإستخدامها لأكثر من وظيفة وذلك من خلال إمكانية تغيير الشكل والفضاء بتفاعلها مع الهيكل [١٦] وأن وجود هذا النوع من المباني وهي التي تعرف بالمباني المفتوحة أي المنفتحة على العالم والتغير الحاصل فيه سوف يولد نوعاً

١٦-Porteous.i.d. (1996)" Enviromental Esthetic Idea, Politics and Planning ",London, Raultedge.

جديداً من النتاجات وقد عرفت هذه الدارسة فى العمارة المتحركة على أنها العمارة التي خصصت للأنتقال والتغير الشكلي والتي يمكن أن تؤدي وظيفتها بنحو أفضل وفي أحيان اخرى أعتبار العمارة المتحركة إحدى الضروريات للتصميم لقدرتها على أستيعاب التغير وقد صنفت الدارسة الحركة إلى أنواع متعددة منها(حركة متداخلة مع التكوين– حركة مركبة في الكتل البنائية– حركة منفصلة الى أجزاء –حركة داخلية– حركة خارجية– حركة وظيفية –حركة تعبيرية رمزية).ويوضح الشكل (١–٤) التكوين الحركى لمسرح النجوم.[١٧]

شكل (١–٤) يوضح مسرح النجوم– روكفورد– إلينوي –الولايات المتحدة الامريكية– المصدر :
Michael Fox, Miles Kemp (2009) "Interactive Architecture"-Princeton Architectural Press. New York,

دارسة. **(Zahahadid)** فقد إهتمت بتشكيل هيئات معمارية غير عادية تتلبسها حركة فنية تحيل تلك الهيئات الى كتل تندمج فيها وظائف مفردات الانشاء فيما بينها حيث عبرت المعمارية عن أفكارها عن طريق رسم هذا الأفكار وترجمتها الى عمارة وضحت فييها أثر دخول الحركة الفنية والانسيابية الشكلية والمرونة الحركية على الشكل حيث أنه توجد عدد كبير من الأشكال المتولدة بهذا الصورة وبهذا ومع وجود الحركة في الفكرة التصميمية فإنه يجب الأخذ بعين الاعتبار عاملين أساسين وهما.

١– مقدار الاسطح او الاجزاء المتحركة .

٢– رد فعدل الحركة على بقية اجزاء المبنى ومع االتطور الحاصل في الأفكار والتقنيات وإستغلت المعمارية وجود التكتونيك وهو الذي عدته أحد الوسائل لتجسيد الفكرة الحركية للعمارة السائلة باستخدام التقنيات الحاسوبية لتنظيم العلاقة الأيحائية بين القوة و الشكل وكذلك في تجسيد العلاقة بين الناحية الجمالية و العناصر الإنشائية حيث اعتبرته هو منهج جديد يضاف إلى منهج

١٧-Kronenburg,(2007) “ Flexible: Architecture that Responds toChange” London, Laurence,King Publishing Ltd.

التصميمِ المعماريِ حيث وجدت الدارسة منهجاً متطوراً يعمل على تكامل إستعمال برامج التصميمِ الحاسوبية مع الحركة الديناميكية وعدته نظاماً مِن الأنظمة الهندسية والمكانية [١٨] وبهذا فقد وجدت الدارسة أن التكتوينك الحركي وهو الذي يعمل وفق أربعة انظمة هي.

١- النظام الظرفي.

٢- النظام الهيكلي.

٣- النظام الحركي.

٤- نظام التجميع والتنظيم.

ومع وجود هذه الأنظمة تظهر نتائج شكلية حركية ديناميكية تعبر عن مستقبل العمارة السائلة التي دمجت مابين الحركة الحقيقية للعمارة التي تستخدمها المعمارية في بعض نتاجاتها والحركة الوهمية الايحائية التي تستخدمها (Zaha) في البعض الاخر. [١٩]

وأشارت دارسة(Antonio) الى ظهور نظام أعادة التشكيل الشكلي الذي من الممكن أن يستخدم بسهولة في النظام الحاسوبي مع التحقيق الأمثل للتقنية الحركية فوجدت الدارسة أنهُ في عمارة أعادة التشكيل يوجد مجالان مهمان وهما.

١- نظام إعادة التشكيل .

٢- التقنية الحركية.

وبهذا فقد أهتمدت هذه الدارسة بنوع جديد من العمل المعماري اذ أهتمدت بأعادة التشكيل الشكلي للنتاج وفق التقنية الحركية تظهر النتاج بتأثير التحولات الحركية و أن عملية التغيير والتحول داخل المحاكاه الحاسوبية ما هي إلا عملية حركية تنعكس من فكر المصمم إلى المحاكاه ثم تظهر النتاج بمساعدة عدد من الآليات الحاسوبية الأخرى وهي التي يمكن من خلالها تمثيل سلسلة من الاشكال التي ترتبط بالشكل الأصلي للفكرة و التي تهد ف الى إحداث تغيير على المستويين الفكري والمادي وهنا جسدت الدارسة الحركة الايحائية للفكر المصمم في النتاج لتجد منها حركة حقيقية [٢٠] وأشارت دارسة (Prof Franz Holz) الى استخدامات النماذج المتحركة في مجالات عدة ومن أهمها المجالات العمارة والتصميم المعماري ووجد أن الديناميكية الميكانيكية والحركية ترتبط مع أجزاء مختلفة في العمارة وهذه الاجزاء هى.

١- العناصر الثانوية .

٢- الهكل الاساسي.

١٨-ZahaHadid,(2010) " Total_Fluidity " , University of Applied ,Vienna.P13

١٩- Previous reference.p54

٢٠-Antonio Carlos,(2010)" Dynamic Reconfigurable Architectures and Transparent Optimization Techniques " , Springer Science, London.

٣- **الشكل النهائي.** و يعتمدد على جانبين هما جانب مادي وجانب حركي وقد أشارت الدارسة أنهُ من أجل أن يتم التوصل إلى التصميم المناسب المندمج مع الديناميكية الحركية يجب أن يعتمد التصميم على تكنولوجيا النظم الحركية وتعتمد هذه التكنولوجيا على ثلاث نقاط هى .

١- **الهيكل الحركي .**

٢- **الحركة المتعددة الاجسام .**

٣- **الحركة الكمية:** وهي التي تساعد على حساب أشكال التصاميم وعند ذلك تتكامل الصورة الحركية للنتاج المتوقع مع جوانب عدة منها الجانب الجمالي والتقني والانشائي[٢١]

شكل (١-٥) يوضح جناح الكويت- Expo92- المصدر :
http://en.wikiarquitectura.com/index.php/Kuwait_Pavilion_Expo%2792

١-٣-١-مؤشرات عامة ترتبط بتكوينية النتاج وتمثل الجوانب المتعلقة بالعمارة المتحركة وهي.

١- **الجانب النفعي.**

يتحقق من خلال وجود المنفعة الوظيفية الملموسة بالمبنى فشرط النفعية هو أهم ما يميز العمارة عن بقية الفنون الأخرى وتتمثل في أستجابتها لحاجة المتلقي.

٢- **الجانب الجمالي.**

يتحقق في العمارة من خلال إشباع حالة المستخدم النفسية في أدارك المتعة وتذوق الجمال الشكلي مع الأخذ في الإعتبار للكيفية التي يمكن بها إستثارة حاسة الجمال وهو قد يكون معنويا(مرتبطا بالروح والعواطف) وحسيا(مرتبطا بالحواس الظاهرة)

٣- **الجانب التقني .**

تتوافق التقنية في تحقيق وظائف المبنى باستخدام المادة والوسيلة التي تلبي حاجات الإنسان المتزايدة. [٢٢]

٢١-Prof,Hans,Prof,Franz,(2011)"Dynamic of Machinery Theory andApplications",springer,Germany.

٢٢-باسم حسن هاشم الماجدي(٢٠١٤)" العمارة المتحركة أثر الحركة الموضعية للعمارة في المتلقي" المجملة العراقية لهندسة العما رة-المجلد٢٨- العدد(١-٢) ص ٧

١-٣-٢- مؤشرات إستراتيجية والتي تتضمن العوامل الضمنية التي توجد في العمارة المتحركةوهي:

١- **إستراتيجيات المصمم والفكر الحركي :** وتتضمن عدد من العوامل التي تترجم كيفية حدوث الحركة وماهي أنواعها .

٢- **إستراتيجيات التقنية و البناء المتحرك :**وتتضمن عدد من العوامل التي تمثل النظم التقنية لتجسيد الحركة.

٣- إستراتيجيات الجمال الحركي وتأثيرها في المتلقي :وتتضمن الخصائص الحركيةالجمالية التي تضاف الى النتاج المتحرك.[٢٣]

يعتمد مفهوم العمارة الحركية على .

- تصميم المبنى المتحرك يعتمد على أسُس جمالية ووظيفية للحصول على نتاج متميز من الناحية الجمالية والناحية التقنية الوظيفية.
- يعتمد التغير الشكلي الحركي على عنصرين أساسيين هما الهيكل الشكلي والتقنية الميكانيكية
- أرتباط العناصر التشكلية للنتاج بتأثره بالرؤية البصرية وهي التي تسهم في الوصول الى إدارك جمال التغير الشكلي.
- يعتمد التكامل الحركي للمبنى على مجموعة العناصر المتحركة المترا بطة وظيفياً وتركيبيا و المبادئ والافكار الحركية.
- يحقق التكامل الحركي تكاملاً شكلياً وتكاملاً وظيفياً وتكاملاً انشائياً وهو الذي يؤثر في الغالب على دور النتاج.
- جمالية الشكل تكمن في القابلية على إداركه بحيث تكون صورته قادرة على التعبير والوصول الى المتلقي فمن وظائف الشكل أنهُ يضبط إدارك المتلقي ويرشده ويوجه أنتباهه في أتجاه معين.
- ترتبط حركة المبنى بصورة مباشرة مع التقنية المهيئة للسيطرة على هذه الحركة من قبل المستخدم.[٢٤]

ويوضح جدول (١-١) مفردات الإطار النظري للعمارة الحركية .

٢٣-باسم حسن هاشم الماجدي(٢٠١٤)" العمارة المتحركة أثر الحركة الموضعية لمعمارة في المتلقي" المجملة العراقية لهندسة العما رة-المجلد٢٨-العدد(١-٢) ص ٧

٢٤- المرجع السابق

المسلسل	المفردات الرئيسيه	المفردات الثانويه	القيم الممكنه	الرمز
١	جوانب العمارة المتحركة	الجانب النفعي	–حركة وظيفية –حركة كمية	
		الجانب الجمالي	–حركة فنية –حركة شكلية	
		الجانب التقني	–الهيكل الحركي –التجميع الحركي –التنظيم الحركي	
٢	علاقة الإنسان بالعمارة المتحركة	علاقة استخدامية	منفعة / احساس بالرضا	
		علاقة بصرية	جمال/ احساس بالجمال	التفضيل الجمالي
٣	إستراتيجيات العمارة المتحركة	إستراتيجيات المصمم والفكر الحركي	–حركة متداخلة مع التكوين – حركة مركبة في الكتل البنائية –حركة منفصلة الى أجزاء –حركة داخلية وحركة خارجية –حركة وظيفية وحركة تعبيرية	
		إسترا تيجيات التقنية والبناء المتحرك	–التكتونيك الحركي –نظام إعادة التشكيل –نظام التكنولوجيا الديناميكية	
		الجمال الحركي إستراتجيات وتأثيرها في المتلقي	خصائص دلالية	
			خصائص تركيبية	
			خصائص حركية	

جدول (١–١)يوضح مفردات الإطار النظري:– المصدر– باسم حسن هاشم الماجدي(٢٠١٤)" العمارة المتحركة أثر الحركة الموضعية للعمارة في المتلقي" المجلة العراقية لهندسة العمارة–المجلد٢٨–العدد(١–٢)

مع هذا الفهم الوسع لمعنى الحركية هناك مجموعة من العناصر التي قدمها المصممون كإطار لفهم كيفية عمل العمارة الحركية وقد ظهرت العناصر الخمس التالية وهى.

١- **العناصر الجمالية /المنطقية-(Aesthetic/Metaphorical).**

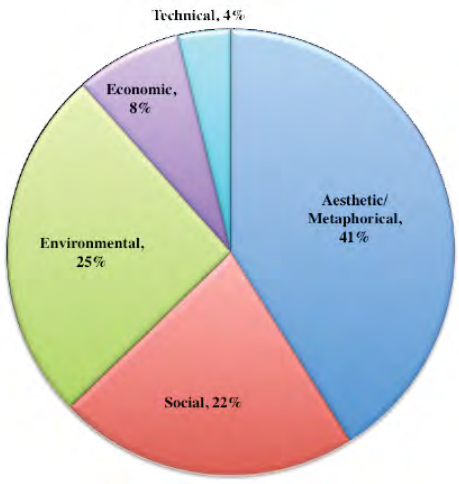
٢- **العناصر الاجتماعية-(Social).**

٣- **العناصر البيئية-(Environmental).**

٤- **العناصر الاقتصادية -(Economic) .**

٥- **العناصر التقنية –(Technical) .**

كما أن يمكن استخدام هذة العناصر الأساسية فى فهم وقياس كيفية الحركة وقد استخدم لوصف هذه العناصر: الجمالية / المنطقيةوالاجتماعية والبيئية والإقتصادية والتقنية. النسب المئوية لهذه العناصر كما يظهر في شكل (١-٦) وهى كالتالى.

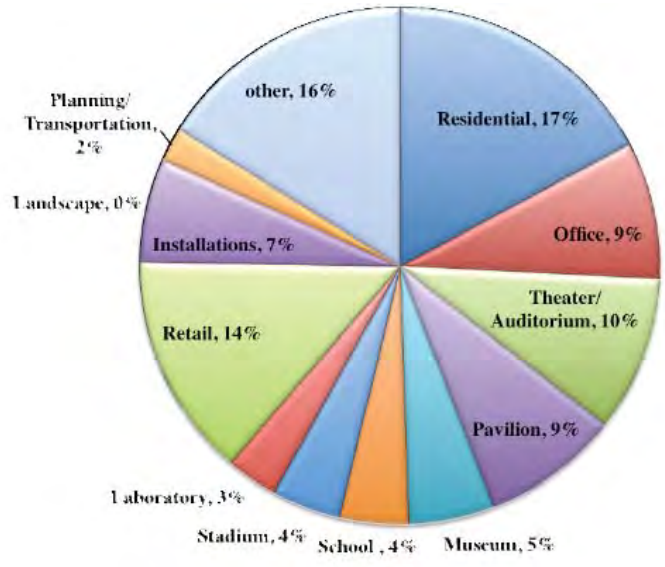


شكل (١-٦) يوضح النسب المئوية للعناصر الاساسية فى العمارة الحركية – المصدر-
Joshua David Lee,(2012)" Adaptable, Kinetic, Responsive, and Transformable Architecture: An Alternative Approach to Sustainable Design" Master thesis, The University of Texas at Austin.

ويتضح النسبة العالية فى العناصر الجمالية / المنطقية في العمارة الحركية كما إنها تشير بقوة لأحتلالها النسبة الأكبر على النقيض من العناصر الأخرى. وهذه النقطة تكون أكثر هيمنة على العمارة الحركية وهناك مجموعة متنوعة من الظروف السببية رتبت تحت الفئات الفرعية من العناصر الجمالية وهى التمثيل المجازي والتحفيز البصري. [٢٥]

٢٥-Joshua David Lee,(2012)" Adaptable, Kinetic, Responsive, and Transformable Architecture: An Alternative Approach to Sustainable Design" Master thesis, The University of Texas at Austin.

كما هو واضح فأن العمارة الحركية لا تقتصر على فترة واحدة أو نوع واحد من المبانى. بل أنواع مختلفة من المساكن والمتاحف والمساحات التجارية والمكاتب وأجنحة وهياكل المعارض والمدارس كما أدرجت الملاعب والمسارح بمختلف أنواعها وعناصرها الحركية ويوضح الشكل (١-٧) النسب المئوية النسبية لهذه الأنواع من المشاريع في العمارة الحركية. [٢٦]



شكل (١-٧) يوضح النسب المئوية لأنواع المبانى المستخدمة للعمارة الحركية – المصدر –
Joshua David Lee,(2012)" Adaptable, Kinetic, Responsive, and Transformable Architecture: An Alternative Approach to Sustainable Design" Master thesis, The University of Texas at Austin.

ويشير الرسم البيانى إلى أن الوحدات السكنية هي النسبة الأكبر عموما فإنها تحتل ١٧٪ من المشاريع و النسبة التى تليها من المشاريع تندرج تحت فئة من الفئات الاخرى ويبدو لنا أن العمارة الحركية لها عدد من التصميمات أكثر فى المبانى الصغيرة التي تشكل ١٤٪ من إجمالي عدد المشاريع و أهمية هذه الملاحظة هى استخدام العمارة الحركية بكثرة فى المبانى المختلفة الصغيرة ويقدم الجداول (١-٢)-(١-٣) قائمة من المشاريع من (١٩٦٩م-٢٠١٠م)المذكورة في العمارة الحركية حسب نوع المبنى وسنة الإنشاء والمصمم . [٢٧]

٢٦-Schaeffer, Oliver(2009) "Architektur in Bewegung: zwischen spielerischer Inszenierung und leistungsfJahiger Konstruktion = Architecture that moves: between spectacular performance and efficient construction." *Detail* no. 49 (12):1298-1302.
٢٧- Previous reference.

المصمم	إسم المشروع	السنة	المصمم	إسم المشروع	السنة
OFFICE : الإدارى			RESIDENTIAL:السكنى		
ACKERMANN AND PARTNER	BMW TRAINING ACADEMY	2004	ROMUALD WITWICKI	MIHAILOVICH APARTMENT	1969
DAVID FISHER BERGER AND PARKKINEN	ROTATING TOWER NORDIC EMBASSIES	2008	PABLO CORTINA ORTEGA	CORTINA BUILDING SYSTEM APARTMENT	١٩٧٥
THEATER/AUDITORIUM المسرح / القاعة			FUTURE SYSTEMS (JAN KAPLICKY AND DAVID NIXON)	PEANUT	1986
RICHARD SNIBBE	COMPETITION ENTRY FOR OPERA DE LA BASTILLE	1990	STUDIO 8 ARCHITECTS	SUMMER HOME	1997
PAVILION:جناج			MAYA LIN	BOX HOUSE	2006
KAS OOSTERHUIS OMA	"MUSCLE" PROJECTS PRADA "TRANSFORMER" PAVILION	2010	APARTMENT FOA-FOREIGN OFFICE ARCHITECTS	CARABANCHEL SOCIAL HOUSING APARTMENT	2007
			DAVID FISHER	ROTATING TOWER	2008

جدول (١-٢) يوضح مبانى العمارة الحركية(١٩٦٩م-٢٠١٠م):- المصدر- الباحث

المصمم	إسم المشروع	السنة	المصمم	إسم المشروع	السنة
HEATHERWICK STUDIO	ROLLING BRIDGE	2004	MUSEUM:المتحف		
OM-S	KINETIC CURTAIN WALL	2008	SANTIAGO CALATRAVA JEAN NOUVEL	MILWAUKEE ART MUSEUM INSTITUT DU MONDE ARABE	٢٠٠١
CHUCK HOBERMAN DECOI, MARK GOULTHORPE NED KAHN	2009 360 SCREEN FOR U2 HYPOSURFACE CHANDLER CITY HALL	2009	RETAIL:مبانى متفرقة		
(لايوجد)	SCHOOL STADIUM LABORATORY INSTALLATION PLANNING TRANSPORTATION		UGO LA PIETRA	ALTRE COSE MERCHANDISE DISPLAYS	1969
			MARCEL WANDERS & HARPER MACKAY ERNST GISELBRECHT	MADARINA DUCK LONDON STORE KIEFER TECHNIC SHOWROOM	2002
			ANOTHER BUILDINGS:مبانى اخرى		
			JOPPIEN DIETZ	NEWSPAPER KIOSK	1996

جدول (١-٣) يوضح مبانى العمارة الحركية(١٩٦٩م-٢٠٠٩م):- المصدر- الباحث

١-٤- العمارة الذكية.

ظهر مصطلح المبنى الذكى (Intelligent Building) عام ١٩٨٠ فى الولايات المتحدة الأمريكية حيث كانت تشير فى تلك الفترة إلى المبانى التى استخدمت نظم الاتصال عن بعد وأنظمة إدارة المبنى . أرتبط تطور المبانى الذكية فى ذلك الوقت بتكنولوجيا المعلومات (IT) ومع تقدم وتطور أجهزة الحاسب الألى وانتشار أجهزة الكمبيوتر الصغيرة (Mini Computers) بدأت تستفيد من هذة التكنولوجيا الحديثة فى أنظمة التحكم فى المبنى (Building control Systems) . وفى منتصف الثمانينات ، ونظرا للزيادة الكبيرة فى استخدام الحاسب الألى فى أماكن العمل . ركزت أنظمة التحكم على أنظمة الإضاءة والتدفئة والتبريد لخلق البيئة المناسبة للأفراد وفى بداية التسعينات تم حل معظم المشاكل المتعلقة بتكنولوجيا المعلومات ، مما أدى الى التقدم السريع فى تشييد المبانى الذكية . [٢٨]وأصبح لهذه الأنظمة العديد من التطبيقات وظهرت أهميتها كتكنولوجيا جديدة ولقد دعت العديد من المؤتمرات العالمية إلى تطبيق هذه التكنولوجيا في العمارة . ومعظم الشركات الفنية المتخصصة في هذا المجال لم تعطى تعريفا محددا للمبانى الذكية ولكن إتفقت على أنها منظومة متكاملة مكونة من: [٢٩]

١-إدارة المباني –(Building Management)
٢- أنظمة دعم الأعمال–(Business Support Systems)
٣- أتمتة المكاتب –(Office Automation)
٤- أنظمة الفيديو - (Video Systems)
٥-الأتصالات – (Telecommunications)
٦-أنظمة الصوت – (Audio Systems)
٧- إدارة الفراغات- (Space Management)
٨- أنظمة الأمن- (Security Systems)
٩-الصيانة- (Maintenance Planning)
١٠- نظم التكرار- (Redundancy Systems)

شكل (١-٨) يوضح مبنى TIC وسائل الاعلام –برشلونة: –
– المصدر–
www.archdaily.com/49150/media-tic-enric-ruiz-geli

٢٨-Santamouris,M (2006)"Environmental Design Of Urban Buildings An Integrated Approach" Published by Earth Scan, London , UK,P67

٢٩- أبو بكر سلطان أحمد(2002) التحول إلى مجتمع معلوماتي .مركز الإمارات للد ا رسات والبحوث الإستراتيجية، دولة الإما ا رت العربية

١- المبنى الذكى هو المبنى الذى يجمع بين الإبداع و التكنولوجيا والمهارة الإدارية لزيادة دخل المشروع إلى أقصى حد ممكن .

٢-وقامت جمعية (Association Managers. BOMA) بتعريف المبنى الذكى على إنه . المبنى الذى يحتوى على تطبيقات تكنولوجية بحيث تستفيد هذه التطبيقات من بعضها عن طريق تبادل المعلومات وهنا يجب الإشارة إلى أنه ليس أى مبنى يحتوى على نظام ذكى متطور يعتبر مبنى ذكياً ولكن المبنى الذكى يجب أن يكون فيه مجموعة من الأنظمة الذكية المتطورة المتكاملة فيما بينها بحيث يسمح بتبادل المعلومات بينها. [٣٠]

٣- المبانى الذكية هى المبانى التى تتكامل فيها الأنظمة البيئية من استخدام الطاقة والتحكم في درجة الحرارة والإضاءة والصوت ومكان العمل والإتصالات ومن التعميم فى لفظ العمارة الذكية الى التخصيص وفقا لوظيفة المبنى ، يأتى تصنيف الأنواع المختلفة من المبانى الذكية ، فظهر المسكن الذكى (Intelligent House) ، وناطحة السحاب الذكية (Intelligent Skyscraper) ، والمبنى الإداري الذكى (Intelligent Office) ، بل وحتى المدينة الذكية (Intelligent City) ونظرا لإختلاف الوظيفة بجانب التطور الكبير فى التقنيات وأنظمة المعلومات ، فقد أصبح لكل نوع من هذه الأنواع سمات خاصة تميزه عن غيره ، وبالتالى أصبح له مفهوم يحدد ماهيته وعلى هذا يمكن القول بأن مفهوم المبنى الذكى يعنى : المبنى الذى تستخدم فيه أنظمة الكترو نية خاصة في تشغيل بعض أجزاءه والتحكم في بعض الأنظمة التى يحتوى عليها مثل أنظمة الاضاءة والتكييف والتهوية والطاقة وغيرها.ويمكن القول بأن درجة ذكاء المبنى تتوقف على مقدار ما يحقق ومقدار ما يستخدم من تقنيات . [٣١]

١-٤-١-أنواع العمارة الذكية .

هناك أنواع وأشكال مختلفة من العمارة الذكية وكل هذه الأشكال والأنواع تندرج تحت معنى المبنى الذكي .

١- العمارة التفاعلية- (Interactive Architecture)

٢- العمارة التكيفية- (Adaptive Architecture)

٣- العمارة الإستجابية- (Responsive Architecture)

٤-العمارة التحويلية-(Transformable architecture)

٣٠-http://www.boma.org/Pages/default.aspx, [Accessed Sep /4/ 2016].

٣١- Previous reference.

١-٤-٢-العمارة التفاعلية - (Interactive Architecture)

وهى عمارة ذات خطوط وحلول تصميمية موجهة إلى خلق مساحات ومباني ديناميكية لديها قدرة على الإستجابة لأداء مجموعة من الوظائف الواقعية والإنسانية. مع الإحترام الكامل للتغيرات الفردية والإحتياجات البيئية والإجتماعية. وتعرف العمارة التفاعلية بثلاثة محاور هى: [٣٢]

١- تداخل الإنسان والبيئة

٢- الفيزياء الحركية، و دور الحركة في العمارة يتمثل في شكل مادي مكاني ملموس.

٣- جزءاً لا يتجزأ من البنية التحتية المعلوماتية.

- التركيز على علوم الحاسب الآلي والبيئات الذكية.
- كفاءة التكنولوجيا في التعبير - الإشارة - الحركة - البيئة.
- التركيز على الجمع بين كافة الفئات المستخدمة للمبنى (كبار السن-المعاقين)
- الأنظمة تتعامل مع القضايا المعمارية من داخل وخارج الفراغ المعماري.

شكل (١-٩) يوضح تداخل الإنسان والبيئة :- المصدر-

Fox. Michael.And Kemp.Miles(2009)"Interactive Architecture" prineton Architecural press.New York,USA.

حيث تتم التفاعلات المادية (الفيزيائية) المحتملة بواسطة الإندماج الإبداعي (الذكاء) الذي هو جزءاً لا يتجزأ من الحسابات الفيزياء الملموسة (الحركية). ومجموعة من الأدوات الفريدة التي تتميز بها العمارة التفاعلية في القرن الحادي والعشرين هي النموذج الفيزيائي الشامل وتكنولوجيا الإستشعار وتحقيق التفاعل بإستخدام الحاسب الألي والروبوتات ، حيث تتطلب هذه المهارات مجموعة من التعاون عبر العديد من المنظمات المختلفة والعلم الحديث و فن الإتصالات.[٣٣]العمارة التفاعلية بنيت على مساهمات العديد من علوم التصميم مثل الهندسة المعمارية - الصناعة - هندسة برمجة الكمبيوتر وجميع هذه المساهمات تدار بشكل ذكي و متسلسل من حيث الحجم

٣٢-Fox. Michael.And Kemp.Miles(2009)"Interactive Architecture" prineton Architecural press.New York,USA.

٣٣-Nora Schueler,(2010)" Interactive Architecture Exterkling the Kansei Engineering Approach to Real-Time Interactive Spatial Systems" international Conference on Kansei Engineering and Emotion Research,paris,France.

والتعقيد. ومن أكبر الأمثلة المطبقة هى منزل في ولاية كولورادو الذي يعمل من خلاله برنامج يعمل على مراقبة أسلوب حياة مستخدمي المبنى ومن ثم يعمل على توقع وتلبية إحتياجاتهم. العمارة التفاعلية تعمل على دراسة جميع الحركات الموجهة من جميع الجهات بما في ذلك آثارها الإجتماعية والنفسية ، فضلاً عن التأثير المحتمل لذلك على إيجابيات البيئة.[٣٤]

شكل (١-١٠) يوضح مبنى -Kiefer showroom – النمسا:– المصدر–
http://archrest.blogspot.com.eg/2014/09/amazing-skyscrapers-kiefer-technic.html

١-٤-٣-العمارة التكيفية-(Adaptive Architecture).

و تعرف بأنها إمكانية المرونه والإستجابة في الفراغات الداخلية للمبنى لأى من المتطلبات الإنسانية ولجميع الأنشطة المختلفة التي تحدث تبعاً لوظيفة المبنى من سكن وتعليم وصحة وتجارة وصناعة. قد تتراوح القدرة علي التكيف بين الإستخدامات الداخلية المتعددة التنظيم و ذلك لإستكمال تحويل الهيكل الإنشائي إلى إستجابة برنامجية. والمباني التي تستهلك موارد أقل و تتكيف بكفاءة لمشاكل الموقع والمتطلبات البرنامجية ذات أهمية خاصة لصناعة وعي متزايد عن مسؤلياتها البيئية والعمارة القابلة للتكيف تعبر عن التغير السريع للأنماط التفاعلية بين الإنسان والبيئة العمرانية.[٣٥]

٣٤-Fox. Michael.And Kemp.Miles(2009)"Interactive Architecture" prineton Architecural press.New York,USA.
٣٥-kronenburg.Robert(2003)"Portable Architecture"Butterworth-Heinemann,Oxford,England

شكل (١-١١) يوضح مبنى-Q1-Building-ThyssenKrupp Quarter- المانيا- المصدر
http://openbuildings.com/buildings/q1-building-thyssenkrupp-quarter-profile-5838

- **تصنيف أنظمة العمارة التكيفية**

وتنقسم أنظمة العمارة القابلة للتكيف على نطاق واسع إلى أربعة أنواع مختلفة .

أ- الواجهة الديناميكية والاسطح الذكية:

وتشمل العمارة التكيفية أجهزة الاستشعار على أساس الجبهات الديناميكية، وبناء نسيج وأسطح مستقلة ذكية. وتصنف معظم العمارة القابلة على التكيف المعاصر تحت هذا التصنيف لأنه من السهل فصل وظائف الأجزاء غير التكيفية للبناء عن الأجزاء التكيفية.

ب- هياكل قابل للتحول:

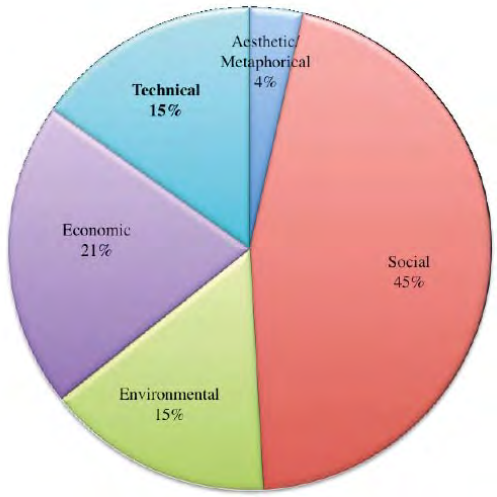
هذه الفئة الثانية من أنظمة التكيف تشمل مباني بأكملها التي تتكيف على المدى الطويل لمطالب التغير وفقاً للعوامل البيئية الخارجية. وفي هذا السياق ، يسهل جدا رسم التشابه بين أنواع الكائنات الحية والمبنى. تلك الكائنات الحية تتطور على مر الأجيال وتتكيف، وتبنى نفسها ينبغي أن تكون قادرة على القيام بذلك خلال فترة حياته. وبعد أن تتحقق هذه القابلية للتكيف في نطاق أوسع تواجة أنظمة التكيفية العديد من التحديات الاقتصادية والفنية والتكنولوجية التى قد تم حلها أو تحققت فى الأونة الاخيرة .[٣٦]

٣٦-Drozdowski.Z (2011)" The adaptive building initiative: The functional aesthetic of adaptivity. Architectural Design" article, wiley. onlinelibrary.

ج- المواد الذكية:

وتتكون الفئة الثالثة من المواد التي يمكن تغييرها والتحكم فى خصائصها عن طريقة العوامل الخارجية مثل درجة الحرارة والمغناطيسية أو الضوء. يمكن أن تكون هذه هى المواد الذكية. على الرغم من التقدم المحرز في علم المواد الذكية يعتمد هذا التقدم على العلوم المادية إلى حد كبير و هناك مجالات كثيرة يمكنها التأثير على العمارة على هذه الجهة وهو استخدام المواد التي لها القدرة على تغيير خواصها طبقا للمؤثرات الخارجية مثل الحرارة والرطوبة. [٣٧]

كما ان يمكن استخدام هذة العناصر الاساسية فى فهم العمارة التكيفية وقد استخدم لوصف هذه العناصر: الجمالية / المنطقية،الاجتماعية والبيئية والاقتصادية والتقنية. النسب المئوية لهذة العناصر كما يظهر في شكل (١-١٢) وسوف يكون واضحا من المناقشات التالية أن هذه الفئات ليست مطلقة دائما أو إقصائية و غالبا ما يقود هذه المشاريع إحتياجات وتطلعات متعددة.

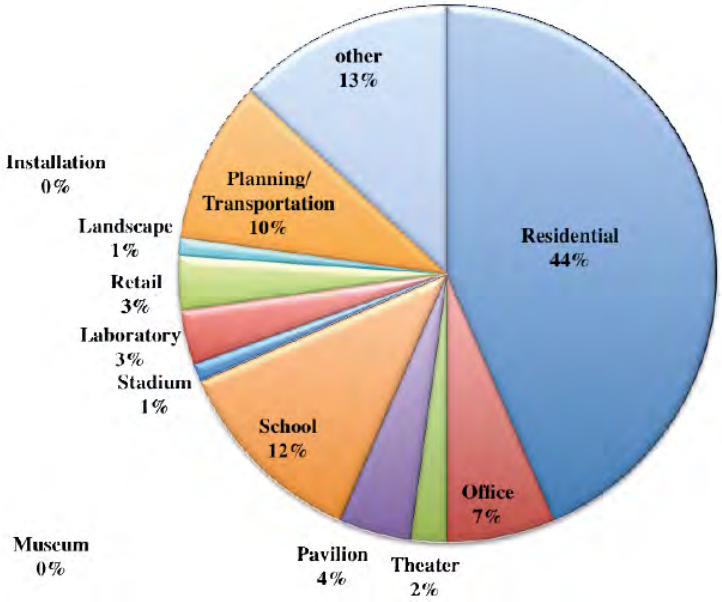


شكل (١-١٢) يوضح النسب المئوية للعناصر الاساسية فى العمارة التكيفية – المصدر-
Joshua David Lee,(2012)" Adaptable, Kinetic, Responsive, and Transformable Architecture: An Alternative Approach to Sustainable Design" Master thesis, The University of Texas at Austin.

يوضح شكل (١-١٢) النسب المئوية لهذه للعناصر الأساسية في العمارة التكيفية وهو نابع أساسا من خلال العناصر الاجتماعية

٣٧-Ritter, A. (2007)" Smart materials in architecture, interior architecture and design" Basel: Birkhäuser.

والعناصر الاقتصادية التى تشكل النسبة الكبرى من باقى العناصر والعناصر البيئية والتقنية التى تمثل حول١٥٪ وعلى الرغم من أن العناصر البيئية والجمالية / المنطقية منخفضة. يمكننا القول أن القدرة على التكيف هو نابعة أساسا من خلال تلبية إحتياجاتهم الواقعية.



شكل (١-١٣) يوضح النسب المئوية لأنواع المبانى المستخدمة للعمارة التكيفية – المصدر–
Joshua David Lee,(2012)" Adaptable, Kinetic, Responsive, and Transformable Architecture: An Alternative Approach to Sustainable Design" Master thesis, The University of Texas at Austin.

كما هو واضح فى شكل (١-١٣) الهندسة المعمارية التكيفية لا تقتصر على مبنى واحد بل أنواع مختلفة من المساكن والمتاحف والمساحات التجارية والمكاتب وأجنحة و هياكل المعرض والمدارس و الملاعب والمسارح بمختلف أنواعها وعناصرها القابلة للتكيف. ومع ذلك فأن الرسم البيانى يوضح وجود علاقة قوية من قدرة على التكيف مع المشاريع السكنية بنسبة ٤٤٪ من جميع المشاريع كما أن المدارس أيضا تشكل نسبة ١٢٪ من مشاريع.[٣٨] وتقدم الجداول(١-٤)-(١-٥)-(١-٦) قائمة من المشاريع المذكورة في العمارة التكيفية التى تم تنفيذها من سنة (١٩١٤م-٢٠١١م) حسب نوع المبنى وسنة الإنشاء والمصمم.

٣٨-Joshua David Lee,(2012)" Adaptable, Kinetic, Responsive, and Transformable Architecture: An Alternative Approach to Sustainable Design" Master thesis, The University of Texas at Austin.

السنة	أسم المشروع	المصمم	السنة	أسم المشروع	المصمم
	السكنى: RESIDENTIAL		1971	SKJETTEN HOUSING	ERIK HULTBERG
1914	DOM-INO HOUSE	LE CORBUSIER	1975	LES MARELLES HOUSING	GEORGES MAURIOS
1937	IDEAL HOME EXHIBITION HOUSE	HOUSE TUBBS, DUNCAN & OSBURN	1978	BROCKLEY PARK HOUSING	BROCKLEY PARK HOUSING
1942	WARTIME SHELTERS TO HOMES	D.E.E. GIBSON, COVENTRY CITY	1989	AMERSFOORT STICHTING CENTRALE WONINGZORG (SCW)	-----
1946	AUTOMATIC MONDAYS	VARIOUS MANUFACTURERS	1989	SHARED HOUSING, ELDRIDGE HOUSE -	-----
1955	KORSMÖ HOUSE & NORBERG-SCHULZ HOUSES	KORSMÖ AND NORBERG-SCHULZ	1990	HELLMUTSTRASSE	ADP (ARCHITEKTUR DESIGN PLANUNG)
1964	PRIVATE RESIDENCE	STANLEY SALZMAN	1990	BRAHMSHOF	KUHN, FISCHER, HUNGERBUEHLER, ARCHITEKTEN AG
1966	WOHLEN	METRON ARCHITEKTENGRUPPE	1991	DAVIDSBODEN	ERNY, GRAMELSBACHER, & SCHNEIDER

جدول (١-٤) يوضح مبانى العمارة التكيفية(١٩١٤م-٢٠١١م):- المصدر- الباحث

المصمم	أسم المشروع	السنة	المصمم	أسم المشروع	السنة
PAVILION/EXHIBITION :جناح / معرض			RESIDENTIAL :السكنى		
FREI OTTO	GERMAN PAVILION	1967	AVI FRIEDMAN	NEXT HOME	1995
	INSTIT. FOR LIGHTWEIGHT STRUCTURES	1970	AVI FRIEDMAN, JEAN-MARIE LAVOIE, PAUL BRASSARD	LA FORÊT DE MARIE-VICTORIN,	2000
SCHOOL/LAB :المدرسة / المختبر			ERIK FRIBERGER	KALLEBÄCK EXPERIMENTAL HOUSING	2000
REIACH, HALL & PARTNERS	TEESIDE TEACHER TRAINING COLLEGE	1972	cOPENHAGENOFFICE , TAALMAN KOCH ARCHITECTURE	NHEW PAD	2004
FOSCO FOSCO-OPENHEIM VOGT	KUEGELILOO SCHOOL	2001	PETER EBNER	MOBILEHOME	2009
GRABER PULVER ARCHITECTS	BACHTOBEL SCHOOL	2002	OFFICE :الإدارى		
GAFNER& HORISBERGER IN DER HOEH COMPREHENSIVE SCHOOL		2003	RICHARD NEUTRA	AMERICAN CRAYON COMPANY'S PACIFIC COAST STUDIO/ NORTHWESTERN MUTUAL FIRE ASSOCIATION BUILDING	1952

جدول (١-٥) يوضح مبانى العمارة التكيفية(١٩١٤م-٢٠١١م):- المصدر- الباحث

المصمم	أسم المشروع	السنة	المصمم	أسم المشروع	السنة
JAMES CHEEK & DAVID EDWARDS	PRECAST MASONRY MAUSOLEUM	1947	إستادات: STADIUM		
ANTON ROTH	ELEVATOR GARAGE	1971	FREI OTTO, GÜNTER BEHNISCH	OLYMPIC STADIUM	1972
CARL SCHOLD	MOVABLE WALL ASSEMBLY	1984	HARWOOD K. SMITH & PARTNERS	DALLAS REUNION ARENA	1980
BRUNO FRESCHI	RESTAURANT PROTOTYPE	1985	----	HARTFORD CIVIC ARENA	1982
LELA LESTER	ADAPTABLE CAMPING SHELTER	1991	مسرح / قاعة / مسرح مكشوف THEATRE/ AUDITORIUM/ OUTDOOR STAGE		
JORGE TOMAS CUELI LOPEZ	MOBILE STRUCTURE FOR ADAPTING SURFACES	2006	PIERRE BRASLASKY (ARCH), BERNARD GUILLAUMOT (SET DESIGNER)	THÉÂTRE JEAN VILAR	1970
HGA	B'NAI ISRAEL SYNAGOGUE	2011	مبانى اخرى: OTHER & PATENTS		
المتاحف: MUSEUM			ARCHITEKTENGRUPPE U-BAHN	VIENNA SUBWAY STATION	1979
(لايوجد)					

جدول (١-٦) يوضح مبانى العمارة التكيفية(١٩١٤م-٢٠١١م):- المصدر- الباحث

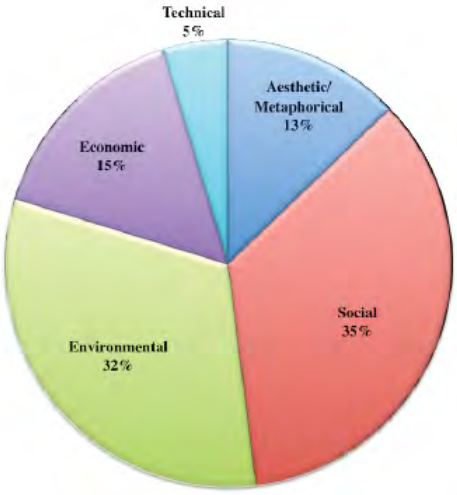
١-٤-٤-العمارة الإستجابية- (Responsive Architecture).

العمارة الاستجابية هنا هى الاستجابة للمتغيرات المناخية للبيئة المحيطة عن طريق سلوكيات مادية واضحة لمكونات المبنى ، حيث تتكامل أنظمة التكيف مع الأنظمة الحركية وأنظمة التحكم المختلفة والأنظمة المستجيبة مع بعضها لتنتج لنا ما يسمى بالأنظمة الحركية المستجيبة لتتكيف مع التغيرات البيئية المحيطة لتحسين أداء المبنى، شكل (١-١٤) يوضح مركز التسوق Zeilgalerie – فرانكفورت. وتتغير الأنظمة الحركية إستجابة لقوى المناخ لذا يمكن تصنيفها إلى أنظمة مستجيبة ذات خواص تتعلق بالإستجابة للأشعاع الشمسى ، ضوء النهار ، درجة حرارة الهواء أو أى ظروف مناخية أخرى وقد توجد هذه الخواص بشكل منفصل فى النظام أو يتم الجمع بين عدة أنظمة فى تصميم واحد للمبنى.[٣٩]

شكل (١-١٤) يوضح مركز التسوق Zeilgalerie – فرانكفورت:- المصدر-
https://nait5.wordpress.com/2011/02/28/zeilgalerie

كما يمكن استخدام هذة العناصر الاساسية فى فهم العمارة الاستجابية وقد استخدم لوصف هذه العناصر: الجمالية / المنطقية والإجتماعية والبيئية والاقتصادية والتقنية النسب المئوية لهذه العناصر كما هو واضح فى شكل (١-١٥) الذى يوضح النسب المئوية للعناصر الاساسية فى العمارة الإستجابية.

٣٩-J. Wang, L.O. Beltrn, Ph.D., J. Kim, From Static to Kinetic: A Review of Acclimated Kinetic Building Envelopes ,A&M University, Texas.

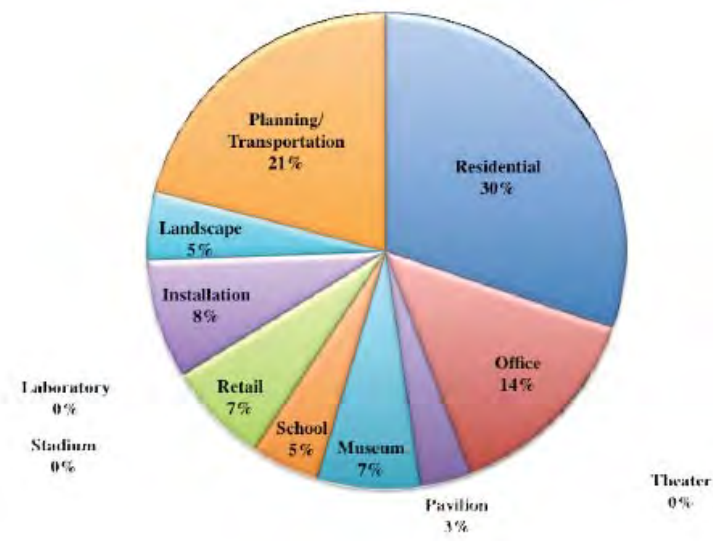


شكل (١-١٥) يوضح النسب المئوية للعناصر الاساسية فى العمارة الإستجابية – المصدر-
Joshua David Lee,(2012)" Adaptable, Kinetic, Responsive, and Transformable Architecture: An Alternative Approach to Sustainable Design" Master thesis, The University of Texas at Austin.

كما هو واضح فان العناصر البيئية لعبت دورا كبيرا بنسبة ٣٢٪. عكس العمارة الحركية فهناك تناقض صارخ فى العناصر البيئية، والعناصر الجمالية هى أقل بكثير فى العمارة الاستجابية والعناصر الاقتصادية تشكل ١٥٪ والتقنية هي الأدنى بـ ٥٪ فقط.

كما هو واضح فان العمارة والاستجابة لا يقتصر على مبنى واحد بل على أنواع مختلفة من المساكن والمتاحف والمساحات التجارية والمكاتب وأجنحة و هياكل المعارض والمدارس وأدرجت الملاعب والمسارح بمختلف أنواعها وعناصرها الأستجابية. ويوضح الشكل (١-١٦)النسب المئوية لكل منها.[٤٠]

٤٠-Joshua David Lee,(2012)" Adaptable, Kinetic, Responsive, and Transformable Architecture: An Alternative Approach to Sustainable Design" Master thesis, The University of Texas at Austin.



شكل (١-١٦) يوضح النسب المئوية لأنواع المبانى المستخدمة للعمارة الإستجابية – المصدر –
Joshua David Lee,(2012)" Adaptable, Kinetic, Responsive, and Transformable Architecture: An Alternative Approach to Sustainable Design" Master thesis, The University of Texas at Austin.

كما هو الحال مع العمارة التكيفية الوحدات السكنية فى العمارة الاستجابية هي الأكثر شيوعا بنسبة ٣٠٪. ومع ذلك فمن المهم أن ندرك أن النسبة العالية نسبيا من مشاريع وصفها بأنها إستجابة التي يمكن أن يتم تصنيفها على أنها التخطيط / وسائل النقل شكلت هذا النوع ٢١٪ من نسبة المشاريع ولكن في غضون ذلك، فإن النسبة المئوية للمشاريع التي تستخدم العمارة الاستجابية مثل المدارس والمتاحف وغيرها نسبة ضئيلة [٤١]. وتقدم الجداول (١-٧)-(١-٨) قائمة من المشاريع المذكورة في العمارة الاستجابية التى تم تنفيذها من سنة (١٩٦٦م-١٩٩٢م) حسب نوع المبنى وسنة الإنشاء والمصمم.

٤١-Joshua David Lee,(2012)" Adaptable, Kinetic, Responsive, and Transformable Architecture: An Alternative Approach to Sustainable Design" Master thesis, The University of Texas at Austin.

السنة	أسم المشروع	المصمم	السنة	أسم المشروع	المصمم
	المبانى السكنية:HOUSES/APARTMENTS		1992	THE NATURAL RESOURCE DEFENSE COUNCIL HEADQUARTERS	CROXTON COLLABORATIVE
1966	EXPERIMENTAL HOUSING IN UPPSAALA, SWEDEN	BERTIL OLSSON & ROLF NILSSON	2000	BRAUN HEADQUARTERS	SCHNEIDER + SCHUMACHER
1968	AHLSTROM MODULI HOUSE SYSTEM	KRISITIAN GULLICHSEN & JUHANI PALLASMAA	2003	TEKNION OFFICES & MANUFACTURING	TEKNION FURNITURE SYSTEMS
1972 تقريبا	BAER HOUSE	STEVE BAER	2004	LA DEFENSE IN ALMERE, NETHERLANDS	UN STUDIO
	ENSCULPTIC III HOUSE	WINSLOW ELLIOTT WEDIN	2009	MERCK SERONO HEADQUARTERS	MURPHY/JAHN, WERNER SOBEK, & TRANSSOLAR ENERGIETECHNIK
2001	BLUE MOON RESIDENTIAL HOTEL IN GRONINGEN	FOREIGN OFFICE ARCHITECTS (FOA)	2009	CHANCELLERY AT THE UNIVERSITY OF THE SUNSHINE COAST	ARCHITECTUS
	المبانى الإدارية: OFFICE				
1974	ALLENDALE INSURANCE HEADQUARTERS	C.E. MAGUIRE, INC.			

جدول (١-٧) يوضح مبانى العمارة الإستجابية(١٩٦٦م-١٩٩٢م):- المصدر- الباحث

السنة	أسم المشروع	المصمم	السنة	أسم المشروع	المصمم
	جناح: PAVILION			مبانى اخرى: OTHER	
1967	US PAVILION FOR MONTREAL EXPO	BUCKMINSTER FULLER	1986	TOWER OF WINDS	TOYO ITO
1997	FRESH WATER PAVILION	LARS SPUYBROEK/ NOX	1992	KINETIC LIGHT SCULPTURE FOR ZEILGALERIE	MOELLER WITH RÜDIGER KRAMM &
2002	BLUR PAVILION	DILLER & SCOFIDIO WITH STEVE RUBIN OF EAR STUDIO		SCHOOL/STADIUM/ LABORATORY	
2003	MUSCLE-TRANS-PORTS PAVILION	ONL/ KAS OOSTERHUIS			
	المتاحف: MUSEUM			(لا يوجد)	
1987	INSTITUT DU MONDE ARABE	JEAN NOUVEL			
2003	KUNSTHAUS GRAZ	PETER COOK WITH REALITIES: UNITED			

جدول (١-٨) يوضح مبانى العمارة الإستجابية(١٩٦٦م-١٩٩٢م):- المصدر- الباحث

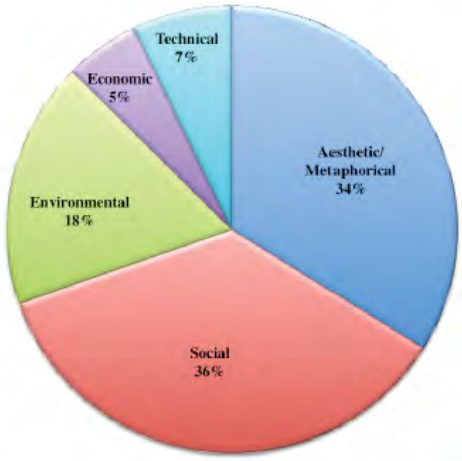
١-٤-٥-العمارة التحويلية-(Transformable architecture).

العمارة التحويلية هى المبانى التى تكون قادرة على إتخاذ قرار تغير الأشكال الى أشكال جديدة ووظائف أو حروف والسيطرة عليها من خلال التغير فى الهيكل او الغلاف الخارجى او الأسطح الداخلية متصلة بواسطة مفاصل [٤٢] وشكل (١-١٧) يوضح مبانى_ Starlight Theater- Milwaukee Museum of Art - Glass Shutter House وقدرتها على التحول.

شكل (١-١٧) يوضح مبانى_ Starlight Theater, Milwaukee Museum of Art , Glass Shutter House:- المصدر-

Kronenburg, Robert(2007)"Flexible : architecture that responds to change" London: LaurenceKing.p, 148, 160 , 166

كما يمكن استخدام هذة العناصر الاساسية فى فهم وقياس العمارة الاستجابية وقد استخدم لوصف هذه العناصر: الجمالية / المنطقية والاجتماعية والبيئية والاقتصادية والتقنية. النسب المئوية لهذه العناصر كما يظهر في شكل (١-١٨) وهى كالتالى.



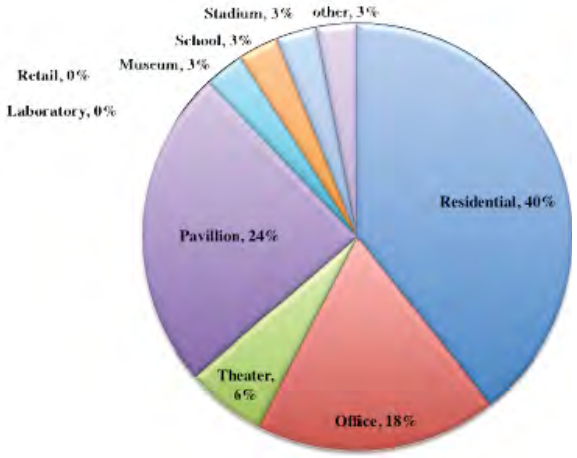
شكل (١-١٨) يوضح النسب المئوية للعناصر الاساسية فى العمارة التحويلية – المصدر-

Joshua David Lee,(2012)" Adaptable, Kinetic, Responsive, and Transformable Architecture: An Alternative Approach to Sustainable Design" Master thesis, The University of Texas at Austin.

٤٢- Kronenburg, Robert(2007)"Flexible : architecture that responds to change" London: LaurenceKing.

كما هو الحال مع غيرها من المصطلحات، هذه العناصر ليست مطلقة أو اقصائية للمشاريع و غالبا ما يقودها إحتياجات وتطلعات متعددة. كما يوضح الشكل (١-١٨) العناصر الاجتماعية تشكل أعلى نسبة وهى ٣٦٪، ولكن العناصر الجمالية هى السائدة وهى ما يقرب ٣٤٪ من المجموع. و ١٨٪ من المشاريع التحويلية العناصر البيئية، تليها٧٪ التقنية و ٥٪ الاقتصادية. [٤٣]

كما هو واضح فان العمارة والتحويلية لا تقتصر على مبنى واحد بل على أنواع مختلفة من المساكن والمتاحف والمساحات التجارية والمكاتب وأجنحة و هياكل المعارض والمدارس وأدرجت الملاعب والمسارح بمختلف أنواعها وعناصرها التحويلية. ويوضح الشكل (١-١٩)النسب المئوية النسبية لكل منها.



شكل (١-١٩) يوضح النسب المئوية لأنواع المبانى المستخدمة فى العمارة التحويلية – المصدر– Joshua David Lee,(2012)" Adaptable, Kinetic, Responsive, and Transformable Architecture: An Alternative Approach to Sustainable Design" Master thesis, The University of Texas at Austin.

ويوضح الرسم البيانى للعناصر التحويلية أن المبانى السكنية مرة أخرى تلعب دورا أهم من حيث نوع المبانى حيث تحتل ٤٠٪ من المشاريع. والأجنحة تشكل ٢٤٪ والمكاتب ١٨٪ .وتقدم الجداول(١-٩)-(١-١٠)-(١-١١)-(١-١٢)-(١-١٣) قائمة من المشاريع المذكورة في العمارة التحويلية التى تم تنفيذها من سنة (١٩٢٨م-٢٠١٠م) حسب نوع المبنى وسنة الإنشاء والمصمم.

٤٣-Joshua David Lee,(2012)" Adaptable, Kinetic, Responsive, and Transformable Architecture: An Alternative Approach to Sustainable Design" Master thesis, The University of Texas at Austin.

المصمم	أسم المشروع	السنة	المصمم	أسم المشروع	السنة
STEVEN HOLL	FUKUOKA HOUSING	2000	HOUSES/APARTMENTS :المبانى السكنية		
BEN VAN BERKEL, UN STUDIO	MÖBIUS HOUSE		GERRIT RIETVELD	RIETVELD-SCHRÖDER HOUSE	1928
KENT LARSON, CHRIS LUEBKEMAN	HOUSE_N		PIERRE CHAREAU & BERNARD BIJVOET	MAISON DE VERRE	1932
MULTIPLE	ARCHITECTURE FOR HUMANITY EXHIBITION FOR KOSOVO		ALAN WEXLER	CRATE HOUSE	1991
SHIGERU BAN	NAKED HOUSE		REM KOOLHAAS	BORDEAUX HOUSE	١٩٩٥
FOREIGN OFFICE ARCHITECTS	BLUE MOON GRONINGEN APARTHOTEL	2001	SHIGERU BAN	CURTAIN WALL HOUSE	
ADAM KALKIN	KALKIN HOUSE			NINE-SQUARE GRID HOUSE	1997
MARK GUARD	SOHO APARTMENT	٢٠٠٣	STEPHAN VARADY	PERRATON APARTMENT	2000

جدول (١-٩) يوضح مبانى العمارة التحويلية(١٩٢٨م-٢٠١٠م):- المصدر- الباحث

المصمم	أسم المشروع	السنة	المصمم	أسم المشروع	السنة
COMMERCIAL/OFFICE :مبانى إدارية			HOUSES/APARTMENTS :المبانى السكنية		
PIERRE CHAREAU & BERNARD BIJVOET	MAISON DE VERRE	1932	TAKEYUKI OKUBO	HOUSE OF WINDS	٢٠٠٤
TECNO	BANQUE BRUXELLES LAMBERT BRANCHES	1996	SHIGERU BAN	GLASS SHUTTER HOUSE	
JOSÉ MANUEL BARRERA PUIGDOLLERS	CANADA-BLANCH FOUNDATION OFFICES	1999	JACQUES BILODEAU, MARC-ANDRE PLASSE	CHATEAUBRIAND PRIVATE RESIDENCE	2006
UN STUDIO W/ ARUP LIGHTING	GALERIA MALL WEST	2004	MUSEUM :المتاحف		
ATELIER PHILEAS	CREATIVE HUB EURO RSCG OFFICES	2009	SANTIAGO CALATRAVA	MILWAUKEE ART MUSEUM	2001
MURPHY/JAHN, WERNER SOBEK, & TRANSSOLAR ENERGIETECHNIK	MERCK SERONO HEADQUARTERS		PETER COOK AND COLIN FOURNIER	KUNSTHAUS GRAZ	2005
CHUCK HOBERMAN	GINZA TOWER FACADE	2010			

جدول (١-١٠) يوضح مبانى العمارة التحويلية(١٩٢٨م-٢٠١٠م):- المصدر- الباحث

المصمم	أسم المشروع	السنة	المصمم	أسم المشروع	السنة
STADIUM :الاستاد			PAVILION/EXHIBITION :جناح / معرض		
MITCHELL AND RITCHEY	PITTSBURG CIVIC ARENA	1961	EMILIO PÉREZ PIÑERO	MOBILE PAVILION	1964
FREI OTTO	MONTREAL OLYMPIC STADIUM ROOF	1987	HERNANDEZ & ZALEWSKI	VENEZUELAN PAVILION EXPO '92	1992
ROBBIE/YOUNG + WRIGHT ARCHITECTS	TORONTO SKYDOME	1989	FRUTO VIVAS AND BURO HAPPOLD	VENEZUELAN PAVILION EXPO 2000	2000
KENCHIKU MODE KENKYUUJO	ARIAKE COLISEUM	1993	HANS PETER WÖRNDL	GUCKLHUPF PROJECT	
SCHLAICH BERGERMANN AND PARTNERS	GERRY WEBER STADIUM	1994	EIGHTYSEVEN ARCHITECTS	GARDEN HUT	2004
	ZARGOZA BULL FIGHTING ARENA	1997	OMA-REM KOOLHAAS	PRADA TRANSFORMER	2009
WERNER SOBEK WITH ASP SCHWEGER	ROTHENBAUM STADIUM ROOF	1999	SCHOOL:المدارس		
KISHO KUROKAWA	OITA STADIUM	2001	STUDIO E ARCHITECTS	CLASSROOM OF THE FUTURE	٢٠٠٩

جدول (١-١١) يوضح مبانى العمارة التحويلية(١٩٢٨م-٢٠١٠م):- المصدر- الباحث

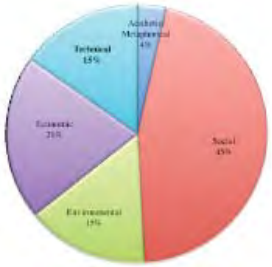
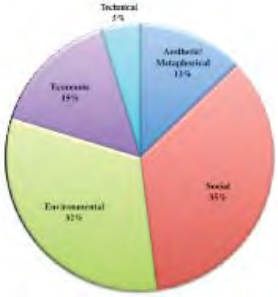
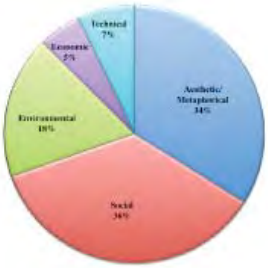
المصمم	أسم المشروع	السنة	المصمم	أسم المشروع	السنة
Frei Otto	Open-air Theater at Cannes	1965	الاستاد: Stadium		
	Bad Hersfeld Theater	1976	HOK Sport (Populous), Walter P. Moore	Reliant Stadium	2002
Féix Escrig	Jaen Arena Movable Roof	1998	Herzog and De Meuron	Allianz Stadium	2005
Jean Nouvel	Lucerne Cultural Congress Centre	2000	Mitsuru Senda (EDI)	Qizhong Tennis Stadium	
Chuck Hoberman	Winter Olympic Games, Hoberman Arch	2002	Norman Foster and Populous with Mott MacDonald	Wembley Stadium	2007
Studio Gang	Starlight Theater	2007	Capita Symonds	Wimbledon Stadium Roof	2012
مبانى اخرى Others			مسرح / قاعة / مسرح مكشوف Theatre/ Auditorium/ Outdoor Stage		
T.W. McSherry	Transformable Structures	1966	Rene Allio	Theatre transformable	1958

جدول (١-١٢) يوضح مبانى العمارة التحويلية(١٩٢٨م-٢٠١٠م):- المصدر- الباحث

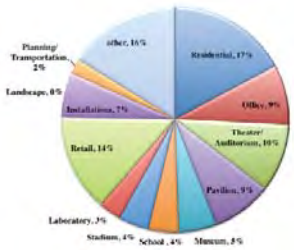
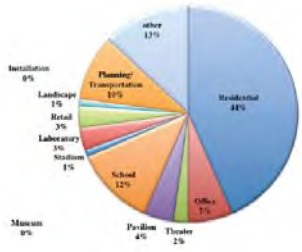
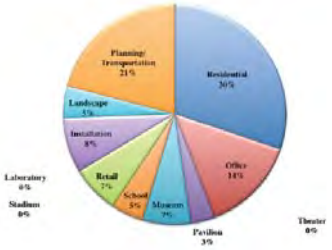
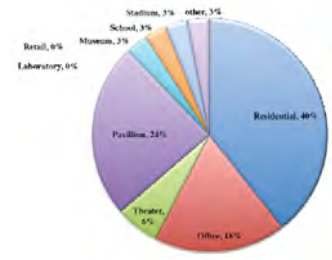
المصمم	أسم المشروع	السنة	المصمم	أسم المشروع	السنة
SILJA TILLNER	VIENNA CITY HALL COURTYARD ROOF	2000	مبانى اخرىOTHERS		
CHUCK HOBERMAN	GEARED EXPANDING STRUCTURES	2003	FREI OTTO	COLOGNE GARDEN EXHIBITION	1971
HIU YEUNG LI	TRANSFORMABLE AIRSHIP	٢٠٠٦	BODO RASCH	QUBA MOSQUE UMBRELLAS, MEDINA	1987
JOSEPH ESPOSITO	SHIPPING CONTAINER/ HOUSE	٢٠١٠	LOWELL NORMAN	INSTANTLY STABLE, QUICKLY ERECTABLE AND QUICKLY COLLAPSIBLE PORTABLE STRUCTURE	1988
			SERGE BRINGOLF	TRANSFORMABLE STRUCTURAL ELEMENT	1992
			FÉIX ESCRIG	DEPLOYABLE SWIMMING POOL ROOF	1999

جدول (١-١٣) يوضح مبانى العمارة التحويلية(١٩٧١م-٢٠١٠م):- المصدر- الباحث

بمقارنة نسب العناصر الاساسية وأنواع المشاريع بفئات العمارة الحركية الأربعة ومن خلالها يمكن أن نرى بوضوح أن كل واحد يعمل في توزيع فريد من خلال العناصر وأنواع المشاريع بالمقارنة مع غيرها من المصطلحات.ومن خلال الجدول(١-١٤) يمكن أن نلاحظ بسهولة أن العناصر المجازية الأساسية هي أقوى بكثير بالنسبة لشروط الحركية والتحويلية منها على التكيفية والاستجابية .

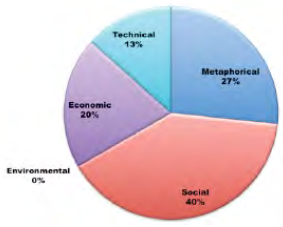
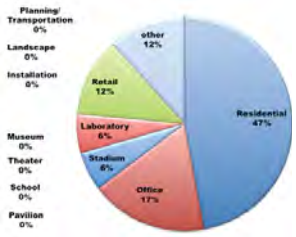
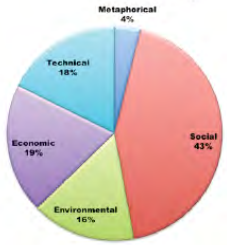
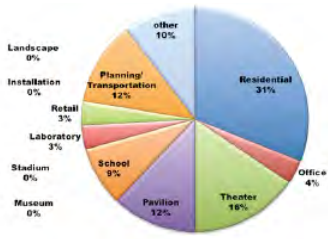
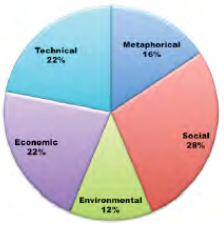
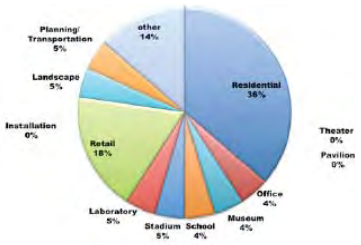
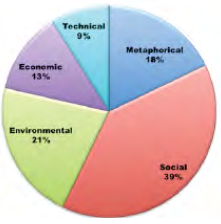
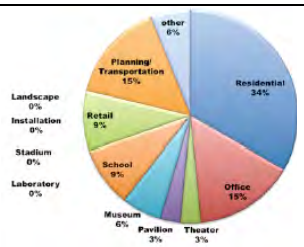
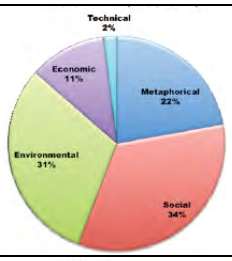
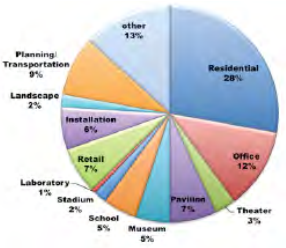
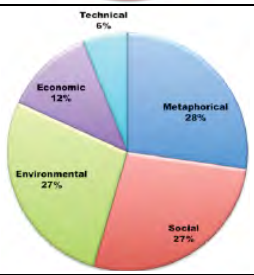
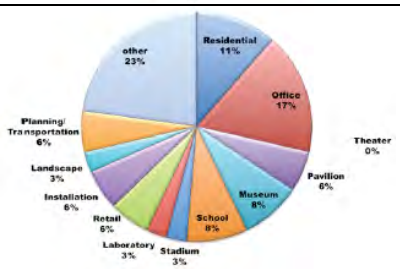
مصطلحات المقارنة	العناصر الاساسية	النسب المئوية
العمارة الحركية	١- العناصر الجمالية /المنطقية- Aesthetic/Metaphorical ٢- العناصر الاجتماعية- Social ٣- العناصر البيئية- Environmental ٤- العناصر الاقتصادية - Economic ٥- العناصر التقنية -Technical	
العمارة التكيفية		
العمارة الاستجابية		
العمارة التحولية		

جدول (١-١٤)يوضح مقارنة العناصر الأساسية مع أنواع المختلفة من العمارة الحركية :- المصدر- الباحث

مصطلحات المقارنة	عنصر المقارنة	النسب المئوية
العمارة الحركية	المبانى المصممة	
العمارة التكيفية		
العمارة الاستجابية		
العمارة التحولية		

جدول (١-١٥)يوضح مقارنة بين أنواع المبانى المختلفة فى فئات العمارة الحركية :- المصدر- الباحث

بالمقارنة بين أربع فئات فى العمارة الحركية حسب نوع المشروع. العمارة التكيفية تميل بشكل كبير نحو الوحدات السكنية بنسبة ٤٤٪ من المشاريع و المنازل والشقق وما شابه ذلك من المبانى وحوالي ٢٠٪ لباقى المصطلحات و مكاتب توجد في جميع المصطلحات الأربعة ولكن أعلى فى العمارة الإستجابية والتحويلية. والمسارح أكثر مع العمارة الحركية والتحويلية. وتظهر المتاحف لتصل لحوالي ٥٪ في جميع المصطلحات باستثناء العمارة القابلة للتكيف. والمدارس بشكل ملحوظ الأعلى في العمارة القابلة للتكيف. و كانت الملاعب عالية جدا في العمارة التحويلية. مختبرات تظهر في ثلاثة من الفيئات الأربعة ولكن منخفضة نسبيا في النسبة المئوية.والعمارة الحركية هى المسيطرة من حيث المبانى الصغيرة الجزئية وبعض المبانى الأخرى .

السنة	العمارة الحركية.العمارة التكيفية.العمارة الاستجابية.العمارة التحويلية	
	النسب المئوية لعناصر الاساسية	النسب المئوية للمبانى المصممة
(١٩٦٠-١٩٦٩)		
(١٩٧٠-١٩٧٩)		
(١٩٨٠-١٩٨٩)		
(١٩٩٠-١٩٩٩)		
(٢٠٠٠-٢٠٠٩)		
(٢٠١٠-٢٠١٢)		

جدول (١-١٦)يوضح مقارنة العناصر الاساسية و أنواع المبانى المختلفة فى العمارة الحركية فى الفترة بين(١٩٦٠م-٢٠١٢م)- المصدر- الباحث

ومن خلال الجدول (١-١٦) ،يمكننا أن نلاحظ عدة إتجاهات هامة بين جميع العناصر.حيث تم تجاهل العناصر في العقد قبل ١٩٦٠م نظرا إلى العدد الإجمالي المنخفض للعناصر لهذا الجزء من التحليل. فإنه يمكن أن يقال بالنسبة **للعناصر الجمالية / المنطقية** في هذا التصنيف انها لعبت دورا هاما خلال ١٩٦٠م. طغت بشكل ملحوظ ومن خلال ١٩٧٠م بخلاف العناصر الأخرى ولم يحدث أي زيادة مطردة خلال ١٩٨٠م، ١٩٩٠م و ٢٠٠٠. مرتكز على أول سنتين من ٢٠١٠م عادت العناصر مجازية مرة اخرى. **العناصر الإجتماعية** تشكل أعلى نسبة من جميع الفئات على مدار جميع عقود. ليس مثير للدهشة هو أن هذا العنصر لعبت دورا مهيمنا بشكل كبير خلال ١٩٧٠م التي قد تكون ذات صلة لأنخفاض العناصر المجازية المذكورة أعلاه. وزادت نسبته أيضا خلال ١٩٩٠م قبل أن تسقط مرة أخرى خلال ٢٠٠٠م في وبداية من هذا العقد.و**العنصر الثالث البيئة** تتمثل في ما يقرب من ربع جميع المشاريع. ولكن لم تتنامى بقوة مع مرور الوقت. وكانت غائبه من ١٩٦٠م، وكانت تصل لـ١٦٪ خلال ١٩٧٠م قبل أن تتقلص الى ١٢٪ فقط في ١٩٨٠م. ومع ذلك، فقد شهدت تنامي خلال ١٩٩٠م و ٢٠٠٠م ليصل إلى ٢١٪ ثم إلى٣١٪. **ولعبت العناصر الاقتصادية** دورا ثابت نسبيا خلال ١٩٦٠م إلى ١٩٨٠م وصولاً إلى ٢٠٪ من المشاريع خلال العقدين الماضيين ومع ذلك فقد أظهرت إنخفاضا ملحوظا في العناصر الاقتصادية بالمقارنة مع العناصر الأخرى. **العناصر التقنية** إبتداء من ١٣٪ ثم الصعود إلى ٢٢٪ في ١٩٨٠م قبل أن تنخفض إلى ما يقرب من لا شيء في العقد الماضي. هذا قد يأتي بمثابة مفاجأة للكثيرين الذين يفترضون أن استخدام التكنولوجيا بشكل عام أخذ في الارتفاع. ويمكن تفسير ذلك على أنه راجع لكيفية استخدام هذه التقنيات ولقد إقتصرت هذه التقنيات على الأهتمامات العملية فقط .وليست معروفة للمجالات المعمارية بسبب (كيفية التطبيق و توزيع المعرفة). ولكن إنخفضت العناصر التقنية في وقت واحد مع زيادة حادة في العناصر الجمالية على مدى العقدين الماضيين. [٤٤]

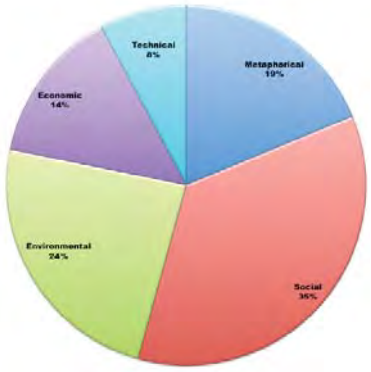
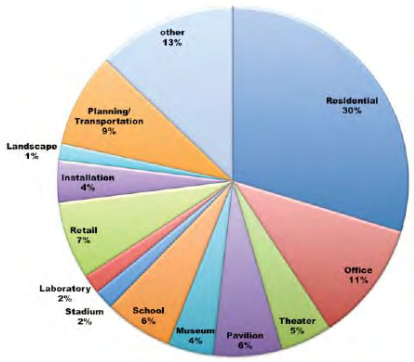
ومع مقارنة نسب أنواع المشاريع لكل فئة من الفئات الأربعة .وكانت على النحو التالى ، المكاتب يشكلون ١١٪ من المجموع أكثر من مرة في عام

٤٤-Joshua David Lee,(2012)" Adaptable, Kinetic, Responsive, and Transformable Architecture: An Alternative Approach to Sustainable Design" Master thesis, The University of Texas at Austin.

١٩٦٠م وأعقبها بنسب منخفضة جداً تصل لـ ٤٪ خلال ١٩٧٠م و١٩٨٠م خلال التوسع الكبير في إنشاء الشركات. وعادت المكاتب خلال ١٩٩٠م و ٢٠٠٠م بنسبة ١٥٪ ثم ١٢٪ .والمسارح تقدمت فى حالة مثيرة للاهتمام وعموما حيث تمثل ٥٪ من مجموع المشاريع. و في عام ١٩٧٠م بنسبة ١٦٪ من مجموع المشاريع.وأعقب ذلك إنعدام تام للمسارح في عام ١٩٨٠م و ٣٪ خلال ١٩٩٠م و٢٠٠٠م وبعد ذلك من الواضح العقد الأكثر أهمية لهذا النوع من المبانى وهو العقد الحالى من حيث كونها قابلة للتكيف و الحركية و الأستجابية أو التحويلية. كما أن الأجنحة أيضا تشكل ٦٪ من مجموع المشاريع و في ١٩٧٠م ١٢٪ و3٪ في ١٩٩٠م و٧٪ في ٢٠٠٠م. وتلعب والمتاحف دوراً منخفض إلى حد ما كنسبة مئوية من الإجمالي بنسبة ٤٪. والمثير للإهتمام هو أنه لم تظهر على الإطلاق حتى ١٩٨٠م ولكن ظلت ثابتة عند نحو ٥٪ و المدارس تصل نسبة أعلى قليلا مع مرور الوقت بنسبة ٦٪. وتأرجحت المدارس منذ عام ١٩٧٠م لـ ٩٪، ٤٪ في عام ١٩٨٠م ،٩٪ مرة أخرى في عام ١٩٩٠م و ٥٪ في ٢٠٠٠م وفي هذا العقد مرة أخرى ٨٪ ،والملاعب على وجه العموم تشكل ٢٪ فقط من المجموع الكلى للمشاريع. وتراوحت بين٦٪ في عام ١٩٦٠م وإختفت في ١٩٧٠م و ١٩٩٠م بدأت بزيادة في ١٩٨٠م لتصل إلى٥٪ و ٢٠٠٠م لـ٢٪ ولعبت المختبرات هي أيضا ٢٪ من مجموع للمشاريع ولكن أظهرت أنماط مختلفة وفى ١٩٦٠م إنخفضت النسبة الأعلى بنسبة ٦٪ إلى ٣٪ في ١٩٧٠م 5٪ في ١٩٨٠م كانت غائبة في ١٩٩٠م لتكون ٢٪ فقط من جميع المشاريع في عام ٢٠٠٠م. وشكلت المشاريع الصغيرة هي رابع أكبر نسبة عموما بنسبة ٧٪ وكانت النسبة الكبيرة في عامى ١٩٦٠م و ١٩٨٠م ١٢٪ و ١٦٪ على التوالي، وشكلت ٣٪ فقط في ١٩٧٠م، ٩٪ في ١٩٩٠م و ٧٪ فقط في ٢٠٠٠م. وأكثر ما يلفت الانتباه فى هذه البيانات هو أن المبانى الصغيرة لعبت دورا ملحوظا في العقد الحالى على نطاق واسع يقودها النزعة الاستهلاكية. وبشكل ملحوظ لم تظهر في العقد الماضي.[٤٥] من عام ٢٠٠٠ إلى عام ٢٠١٢، فقد كانت هناك زيادة كبيرة في هذا النوع من المشاريع بنسبة ١٪ فقط من المجموع الكلي التى ظهرت فقط في ١٩٨٠م و ٢٠٠٠م. مشاريع التخطيط والنقل، تحتل نسبة أكبر

٤٥-Joshua David Lee,(2012)" Adaptable, Kinetic, Responsive, and Transformable Architecture: An Alternative Approach to Sustainable Design" Master thesis, The University of Texas at Austin.

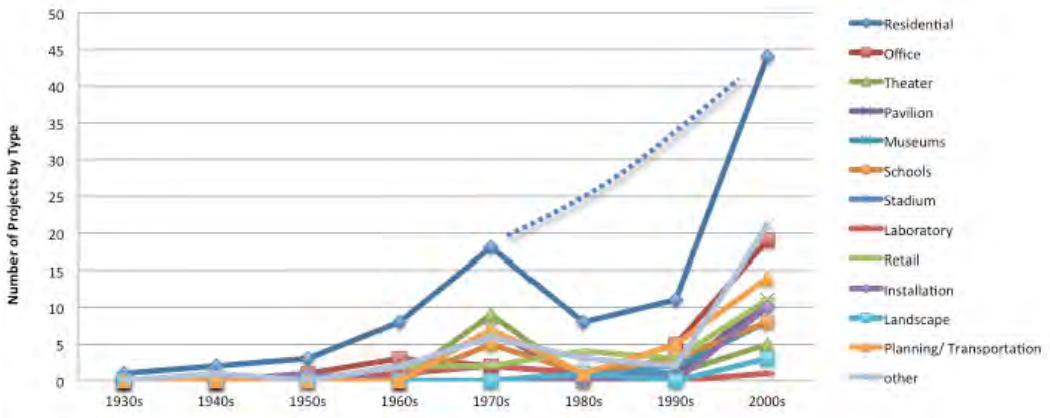
بكثير عن متوقعها في البداية وهى عموما بنسبة ٩٪ من مجموع المشاريع. حيث لعبت دورا كبيرا في ١٩٦٠م ، ١٩٧٠م لتصل لـ١٢٪. و هبط الى ٥٪ خلال ١٩٨٠م، إرتفاع الى 15٪ خلال ١٩٩٠م، وتقلص إلى ٩٪ في ٢٠٠٠م. ولعبت المشاريع الاخرى خلال هذه الدراسة. كما هو موضح يعتبر ثاني أكبر فئة وتصل إلى ١٣٪ من إجمالي المشاريع و كانت ثابتة نسبيا خلال العقود باستثناءعام١٩٩٠م وخلال العامين الماضيين.واخيراً يمكن الخروج من الدراسة السابقة والتحليل بالجدول (١-١٧) الذى يقوم بالمقارنة بين العناصر الأساسية والمبانى المصممة للفئات الأربعة فى الفترة مابين ١٩٦٠م و٢٠١٢م وهى كالتالى.

السنة	العمارة الحركية.العمارة التكيفية.العمارة الاستجابية.العمارة التحويلية	
	النسب المئوية لعناصر الاساسية	النسب المئوية للمبانى المصممة
(١٩٦٠-٢٠١٢)		

جدول (١-١٧)يوضح مقارنة العناصر الاساسية و أنواع المبانى المختلفة فى العمارة الحركية فى الفترة بين(١٩٦٠م-٢٠١٢م)- المصدر- الباحث

من خلال ارسم البيانى يتضح أن العناصر التصميمية فى الفترة مابين(١٩٦٠م-٢٠١٢م) تشير الى أن العناصر الإجتماعية هى المسيطرة بنسبة ٣٥٪ ثم تأتى العناصر البيئية بنسبة ٢٤٪ ثم يأتى بعد ذلك كل من العناصر الجمالية والاقتصادية والتقنية بنسب ١٩٪ ،١٤٪ ،٨٪ .على التوالى و بالنسبة للمشاريع المنفذة خلال الفترة ما بين (١٩٦٠م-٢٠١٢م) نلاحظ أن المبانى السكنية تتربع على القمة بنسبة ٣٠٪ ثم مبانى مختلفة ١٣٪ والمبانى المكتبية ١١٪ والمبانى النقل والتخطيط ٩٪ والمبانى الصغيرة ٧٪ والمدارس والأجنحة ٦٪ والمسارح ٥٪ والمتاحف و المبانى مركبة ٤٪ والمعامل والاستادات ٢٪ المناظر الطبيعيه ١٪ كما هو موضح فى الرسم البيانى.

ويبين الشكل (١-٢٠) متدرج لكل عشر سنوات حسب النوع وليس كنسبة مئوية. ما نلاحظه من هذا المخطط هو أن الإرتفاع السريع في هذه الأنواع من المشاريع خلال ١٩٦٠م ، ١٩٧٠م، ولكن الاتجاه إنعكس خلال ١٩٨٠م وإنحفاض واضح. والسبب في ذلك غير واضح، والجدير بالذكر الوحدات السكنية تنخفض خلال العقدين الماضيين كما هو موضح بالرسم البيانى.

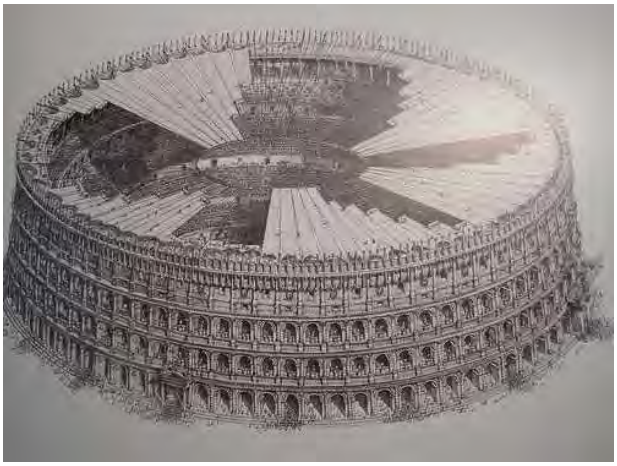


شكل (١-٢٠)رسم بيانى لأنواع للمشاريع التى نفذت فى الفترة من(١٩٣٠م-٢٠٠م):-المصدر-
LaBarre, Suzanne. 2008. Truth in Numbers: A Look at the Origin of Architecture's Motivational "2 Percent" Statistic - and Why it's Wrong. Metropolis.

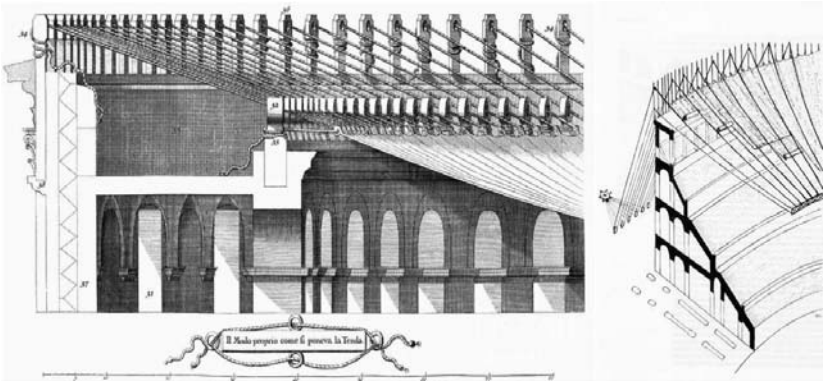
١-٥- دراسة تاريخية للعمارة الحركية:

عرفت العمارة الحركية منذ قديم الأزل. ولقد كان لأختراع العجلة الدافع وراء استخدام الحركية في العمارة ، فقد شوهد التكيف والتنقل لأول مرة معمارياً في استخدام الحجارة القابلة للتنقل وايضاً في استخدام الجلود التي تغطي فتحات الآكواخ. و استخدام المحاور الخشبية والمفصلات بالإضافة إلى المحاور الحجرية. وتجدر الإشارة إلى استخدام الحبل القابل للإزالة بالإضافة إلى استخدام الأسقف المصنوعة من القماش على الكولوسيوم الروماني والذي يمتد علي شكل بيضاوي بطول ٦٢٠ x٥١٣ قدم. وقد قام البحارة بعملية إزالة وتفكيك هذا السقف المرن المدعم بقضيبين حول حافة الكولوسيوم يوضح الشكل رقم (١-٢١) الأسقف المصنوعة من القماش على الكولوسيوم الروماني. [٤٦]

٤٦-Zuk (1970). “Kinetic Architecture” New York, Van Nostrand Reinhold Company.



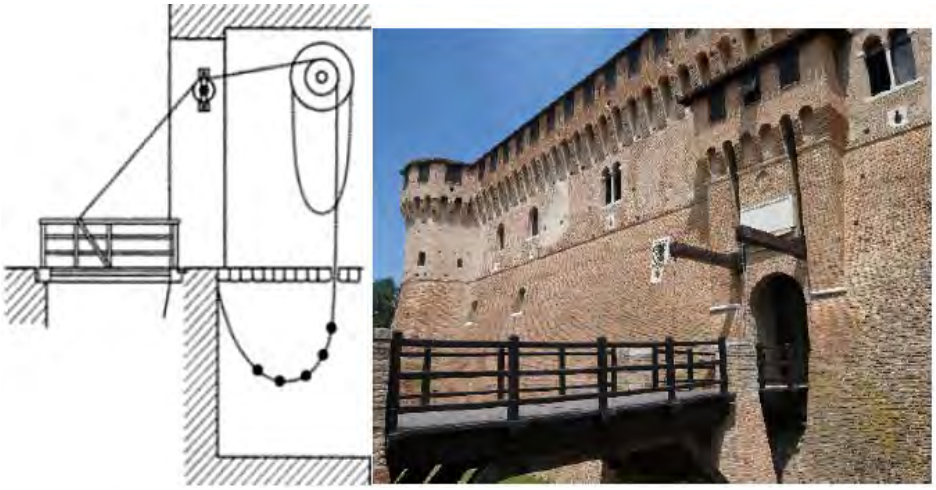
الشكل (١-٢١) يوضح الأسقف المصنوعة من القماش على الكولوسيوم الروماني:- المصدر:
http://fineartamerica.com/featured/colosseum-awning-granger.html



الشكل (١-٢٢) يوضح
قطاع فى الأسقف المصنوعة من القماش على الكولوسيوم الروماني :-المصدر:
http://fineartamerica.com/featured/colosseum-awning-granger.html

كما يرجع استخدام الجسر المتحرك الى ما قبل العصور الوسطى كما أن هناك أدلة على استخدام هذا النوع من الهياكل فى مصر فى القرن الرابع عشر قبل الميلاد وكذلك فى بابل وقد تم استخدام هذا النوع من الكبارى المتحركة فى أغراض عسكرية بالاضافة الى استخدامة كوسيلة أنتقال عبر المياة و يوضح الشكل(١-٢٣) الجسر المتحرك فى قلعة فى القرون الوسطى وقد تم إستخدام الجسور لاول مرة من أجل أغراض وقائية أعلا الخنادق.[٤٧]

٤٧-Zuk 1970. Kinetic Architecture, New York, Van Nostrand Reinhold Company.



الشكل (١-٢٣) يوضح الجسر المتحرك في قلعة من القرون الوسطى – المصدر:

Koglin(2003)" Movable Bridge Engineering" New Jersey, John Wiley & Sons Inc.

١-٥-١- دراسة تاريخية للعمارة التكيفية:

وقد وجد الإنسان الاول المأوى فى الكهوف وغيرها من الهياكل الموجودة فى الطبيعة وفى هذه العصور تكيف الانسان مع البيئة البدائية فقد كان ينتقل من مكان لأخر وفقا للتغيرات البيئية وقد أسست بعض المنازل الثابتة على شكل مخاريط وملفوفة من القش وكانت هذة البيوت قابلة للتكيف وكانت تنشاء من خلال استخدام جلود مسامية حيث تسمح للمنازل بالتنفس على الرغم من عدم وجود أى فتحات أخرى فيماعدا باب الدخول للأكواخ والشكل (١-٢٤) يوضح كوخ على شكل مخروط ملفوف من القش.[٤٨]

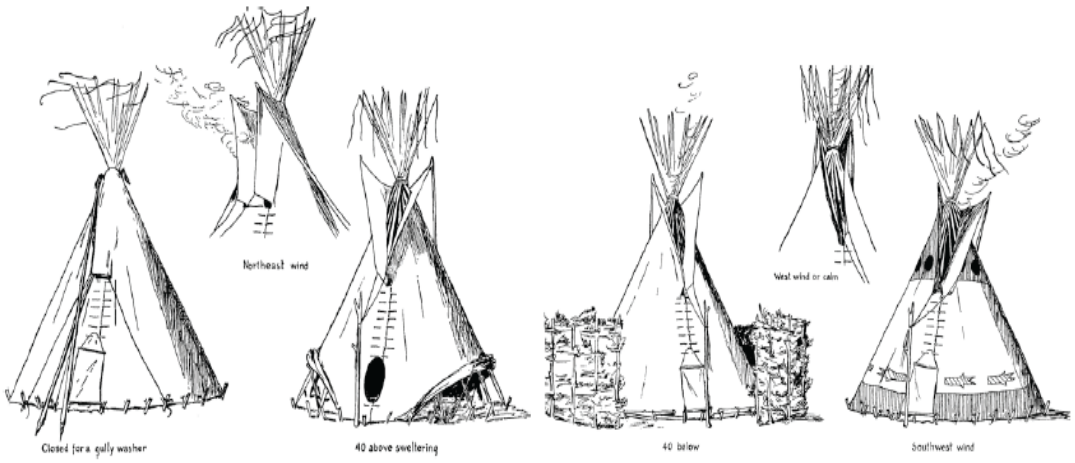
الشكل (١-٢٤) يوضح كوخ على شكل مخروط ملفوف من القش – المصدر:

Siva Ram Edupuganti (2013) '"Dynamic Shading: An Analysis "MASTER Thesis. University of Washington.

٤٨-Siva Ram Edupuganti (2013) '"Dynamic Shading: An Analysis "MASTER Thesis. University of Washington.

١-٥-٢- دراسة تاريخية للعمارة الاستجابية والتحويلية:

و منذ عصور ما قبل تاريخ البشرية والإنسان يحاول إعادة تشكيل المبانى باستمرار لتناسب الإحتياجات المتغيرة. بدرجات متفاوتة ، وهناك المئات من الأمثلة عبر التاريخ بما في ذلك هنود السهول الأمريكية والبدو وغيرهم الكثير حيث تعتبر الأكواخ السكانية "نموذجا ممتازاً للتكيف والحركية و الإستجابية والتحويلية" التي يمكن أن تتفاعل مع الظروف المتغيرة. ليس فقط لأنها محمولة، ولكن يمكن بسرعة تعديلها عبر اللوحات قابلة للتشغيل لضبط التغيرات الناتجة عن الطقس.[٤٩] وبالمثل فإن الخيام البدو المصنوعة من الصوف لديها المسامية ديناميكية تسمح بالتهوية من الحرارة خلال النهار وتنتفخ لتصبح مانعة للماء في حالة المطر والشكل (١-٢٥) ويوضح إمكانية التحول فى الاكواخ تبعا للتغيرات الناتجة عن الطقس .[٥٠]



الشكل (١-٢٥) يوضح إمكانية التحول فى الاكواخ-هنود السهول الأمريكية – المصدر:
Laubin, and Vestal (1977) "The Transformation of the American Tipi to Its Climate"

وأخيراً يمكن القول بأن العمارة الحركية بفئاتها الأربعة عرفت منذ قديم الأزل وما هى عليها الأن هو تطورها نتيجة للجهود التكنولوجية والبحثية فى مجل الحركة والتشكيل وكيفية ممارسة الحركة لذلك كان لزاماً علينا دراسة الأنظمة الانشائية فى العمارة الحركية وطرق التشكيل وممارسة الحركة

٤٩- Laubin, and Vestal (1977) "The Transformation of the American Tipi to Its Climate" p136-137.
٥٠-Hatton, Hap.(1979)" The tent book". Houghton Mifflin. Boston.

خلاصه الفصل:

١-" العمارة الحركية " يمكن أن يشير إلى المباني أو مكونات المبنى التي تستجيب للتغيرات المحيطة إذا كانت التغييرات داخلية أو خارجية في الهواء الطلق، أو من خلال تأثرها بالعوامل البيئية أو المطالب المتغيرة باستمرار من جهة الإنسان.

٢- تغير استخدام الحركة مع تغير الأفكار المرهونة في تفسيره بالاضافة الى تأثير التطور التكنولوجي.

٣- يعتمد تصميم المبنى المتحرك على أسُس جمالية ووظيفية للحصول على نتاج متميز من الناحية الجمالية والناحية التقنية الوظيفية.

٤- يعتمد التكامل الحركي للمبنى على مجموعة العناصر المتحركة المترابطة وظيفياً وتركيبيا و المبادئ والافكار الحركية.

٥-يعتمد التغير الشكلي الحركي على عنصرين أساسيين هما الهيكل الشكلي والتقنية الميكانيكية.

٦-المؤشرات العامة التى ترتبط بتكوينية النتاج وتمثل الجوانب المتعلقة بالعمارة المتحركة وهي الجانب النفعي والجانب الجمالي.

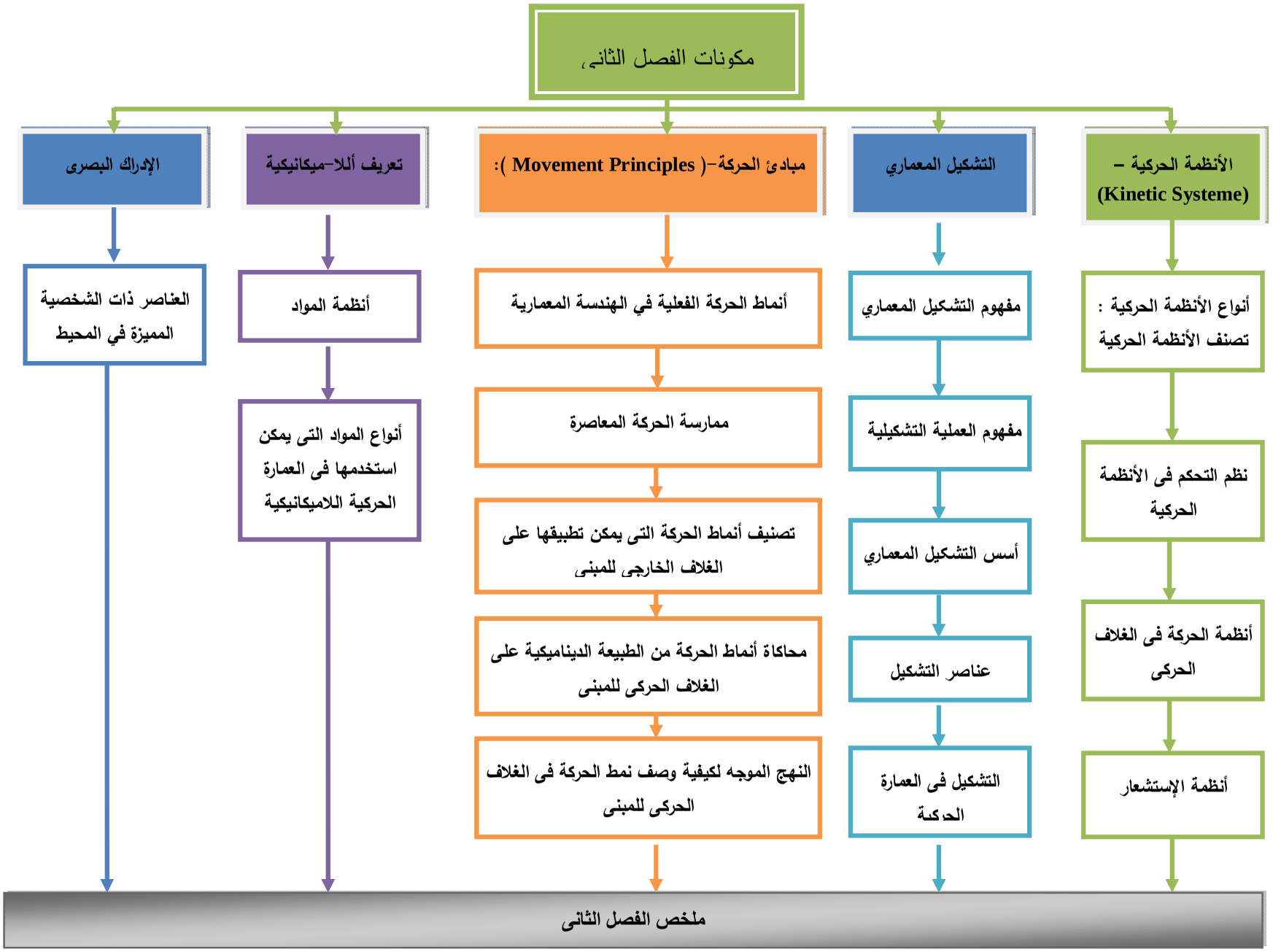
٧- الاسس التي قدمها مصممون كإطار لفهم كيفية عمل العمارة الحركية وهى العناصر الجمالية /المنطقية-(Aesthetic/Metaphorical).العناصر الاجتماعية-(Social).العناصر البيئية- (Environmental). العناصر الاقتصادية -(Economic) . العناصر التقنية – (Technical)

٨-المواد الذكية هى المواد التي يمكن تغييرها والتحكم فى خصائصها عن طريقة العوامل خارجية مثل درجة الحرارة والمغناطيسية أو الضوء.

٩-أنواع العمارة الذكية .هناك أنواع واشكال مختلفة من العمارة الذكية.العمارة التفاعلية:- Interactive Architecture والعمارة التكيفية:- Adaptive Architecture والعمارة الإستجابية:- Responsive Architecture وكل هذه الاشكال والأنواع تندرج تحت معنى المبنى الذكي.

١٠- فى الفترة مابين(١٩٦٠م-٢٠١٢م) تشير الى العناصر الإجتماعية فى الفيئات الأربعة للعمارة الحركية هى المسيطرة بنسبة ٣٥٪ ثم تأتى العناصر البيئية بنسبة ٢٤٪ ثم يأتى بعد ذلك كل من العناصر الجمالية والاقتصادية والتقنية بنسب ١٩٪ ،١٤٪ ،٨٪ .على التوالى.

١١- عرفت العمارة الحركية منذ قديم الازل منذ إختراع العجلات وإسخدام التغطيات المتحركة كما فى الأسقف المصنوعة من القماش على الكولوسيوم الروماني و استخدام أبواب القلاع المتحركة للحماية.



شكل (٢)مكونات الفصل الثانى ، المصدر (الباحث)

التمهيد:

تكنولوجيا الخامات الذكية على المدى الطويل سوف يكون لها أثر كبير فى حدوث ثورة في الطريقة التي نفكر بها. و لن تجد تطبيقها في أشياء من الحياة اليومية فقط ولكن بصفة خاصة في العمارة والمناطق المحيطة بها. وفي السنوات الأخيرة وكما أن هناك عدد من الواجهات والأعمال الفنية النموذجية التى تتصرف مثل الظواهر الطبيعية التى تقوم على مفهوم التمثيل الضوئي و الكهرومغناطيسية (homestasis) لتحسين حياة الإنسان داخل المبنى هذه التقنيات قادرة على السيطرة على عدة عوامل مثل الحرارة والضوء والرطوبة وغيرها و من أجل الوصول إلى هذا الإنجاز تم استخدام مواد أو تقنيات ذكية قادمة من الفروع الخارجية للبحث مثل الكيمياء وعلوم الكمبيوتر وهندسة الطيران الخ و معظم المشاريع المعمارية التي تحاكى المؤثرات الطبيعية تهدف إلى الجمع بين الغلاف المبتكر والساحر مع ضرورة الحد من إستهلاك الطاقة وإنبعاث الغازات المسببة للإحتباس الحراري داخل وخارج المبنى وقد خلق هذا الطلب المستمر إنشاءمزيد من المباني والمدن الصديقة للبيئة وضرورة الاستخدام الأمثل للتكنولوجيا التي ينتجها المجتمع في العصر الحديث. كما أن الوسيط بين البيئة الداخلية والخارجية هو الواجهة وهذا الغلاف في كثير من الأحيان سطح زجاجى وعادة ما تعتمد هذه المبانى على التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) للسيطرة على المناخ الداخلي من الفضاء وتعويض الفاقد من الحرارة من الزجاج مما أدى إلى نفقات ضخمة من الطاقة حتى إذا كان غلاف المبنى عبارة عن هيكل حركي ردا على البيانات المناخية واستخدام موارد الطاقة المتجددة و النظام المادي والصيانة عالية التكاليف لا توصف بأنها بنية مستدامة حقاً وهناك حقل تجريبي جديد يستند إلى بنية الإستجابة الحركية التى برزت خلال السنوات القليلة الماضية فضلا عن البنية الحسابية التى وفرت الأدوات لتطوير نوع جديد من الأغلفة وصفت هنا بأنها 'اللا–ميكانيكية الحركية فى الهندسة المعمارية المستجيبة ' وهذا التقرب مع أنواع معينة من المواد الذكية التي تمتلك القدرة على التحرك دون الأجزاء الميكانيكية أنتجت تيار جديد من التصاميم التي يمكن أيضا وصفها بأنها الحد الأدنى من إستهلاك الطاقة أو هياكل صفر الطاقة و على الرغم من أن العمارة الحركية ليست مفهوماً حديثا فقد كان التطبيق بالكاد فى وقت قريب كما أن تطور التكنولوجيا مكن العمارة الحركية من عودة مذهلة ومهاجمة للمبانى التقليدية وذلك بسبب التركيبة القوية لطريقة التصنيع واستخدام التقنيات والتي لحقت العمارة الحركية بها و الاحتياجات المتزايدة و توافر وإستخدام التقنيات التكنولوجية المختلفة والأتمتة لتحسين وتزويد المبانى بالراحة الداخلية و الواضح أن الكثير من الأبحاث تجرى على دراسة الهياكل الحركية إما بطريقة عملية أو حسابية وفى الواقع أن العمارة الحركية هي مستقبل الهندسة المعمارية وبديل ثابت وليس تحولى عن العمارة التقليدية كما أن هناك تعاون بين مجالات متعددة التخصصات بين الهندسة المعمارية والهندسة الميكانيكية والهندسة الإنشائية. فقط مع النهج

المعماري أو الهندسي للوصول إلى العمارة التكيفية لذلك فأن من الصعب حقاً وضع أليه جديدة وهياكل تكيفية جديدة دون التعاون بين هذه المجالات المتعددة و لهذا السبب فإن الشخص الذي يريد أن يكون متخصصا في تصميم هياكل التكيفية الجديدة يجب أن يكون على دراية كاملة بالتحليل البنيوي والديناميكى وعلم الحركة على حد سواء. إلى جانب ذلك علم المواد الذى إكتسب أهمية نظراً للتطور السريع للمواد الجديدة وسيتم دراسة ديناميكيات الواجهات المعمارية من خلال إستكشاف جانباً أساسياً من الإستجابة في تصميم النظم الحركية. وأحد الجوانب الهامة لتطوير العناصر الأساسية للحركة البدائية ومجموعة من القواعد التي تجمع وتتوافق مع إختلاف سلوكيات الحركة للبنية الإستجابية وقواعد التجمع والحركة والتشكيل لتحدد معا طريقة التصميم الحركي.

وتم طرح الفصل على النحو التالى:

٢-١- الأنظمة الحركية – (Kinetic Systeme):

٢-٢-التشكيل المعماري :

٢-٣- مبادئ الحركة-(Movement Principles).

٢-٤-تعريف أللا-ميكانيكية:

٢-٥-الإدراك البصرى:

٢-١- الأنظمة الحركية – (Kinetic Systeme):

ترجع كلمة (Kinetic) في اليونانية إلى (kinesis) التي تتعلق بالحركة والتي تشير أيضا إلى إستجابة الكائن الحي إلى نوع معين من العوامل المحفزة في علم الأحياء والحركة أمر ضروري لجميع أشكال الحياة ومن خلال الحركة يمكن للكائنات الحية (على حد سواء الحيوانية والنباتية) تغذية أنفسهم والتكيف مع البيئة والتكاثر وبالتالي إستمرار بقاء كل الأنواع . على سبيل المثال الحركة في النباتات تنشأ نتيجة مؤثرات خارجية تعمل على حركة أجزاء معينه من النبات للتفاعل مع هذه المؤثرات كإستجابة النبات للضوء والنمو في إتجاه مصدر الضوء أما على المستوى المعماري عرف ميشيل فوكس ومجموعة من الباحثين في(MIT's Kinetic design group)، العمارة الحركية على أنها المباني ذات العناصر المتغيرة الموقع أو الشكل الهندسي كحركة ميكانيكية. [١]

فالأنظمة الحركية هي أنظمة ميكانيكية تستخدم في تصميم المبنى بحيث تعطي القدرة لأجزاء معينة من هيكل المبنى على الحركة دون التأثير على سلامة الهيكل ككل. وتستخدم هذه الأنظمة بالمبنى إما لتعزيز الصفات الجمالية للمبنى أو الاستجابة للظروف البيئية أو أداء مهام أخرى غير متاحة بالأنظمة الثابتة لهيكل المبنى وهذه الأنظمة يمكن أن تكون عناصر أو فراغات معمارية يمكنها أن تعيد تشكيل نفسها لتلبية إحتياجات التغير" . و عند إختيار الحلول الهيكلية الحركية بالمبنى لابد من الأخذ في الإعتبار طرق ووسائل تشغيل الأنظمة الحركية . فالطرق يتم وصفها بالحركات الميكانيكية والتي يمكن أن تؤديها الحلول الهيكلية الحركية وقد تكون من بين هذه الطرق : الطي (folding), الإنزلاق (sliding)، التمدد (expanding) أو التحول (transforming) من حيث الحجم أو الشكل . أما الوسائل فيمكن وصفها كمصدر التحكم في التشغيل والتي يمكن أن تؤدي بواسطة الحلول الهيكلية الحركية ، وقد تكون من بين هذه الوسائل : التي تعمل بالهواء المضغوط ، كيميائية ، مغناطيسية ، طبيعية أو ميكانيكية وقد تكون وسائل حسابية.[٢]

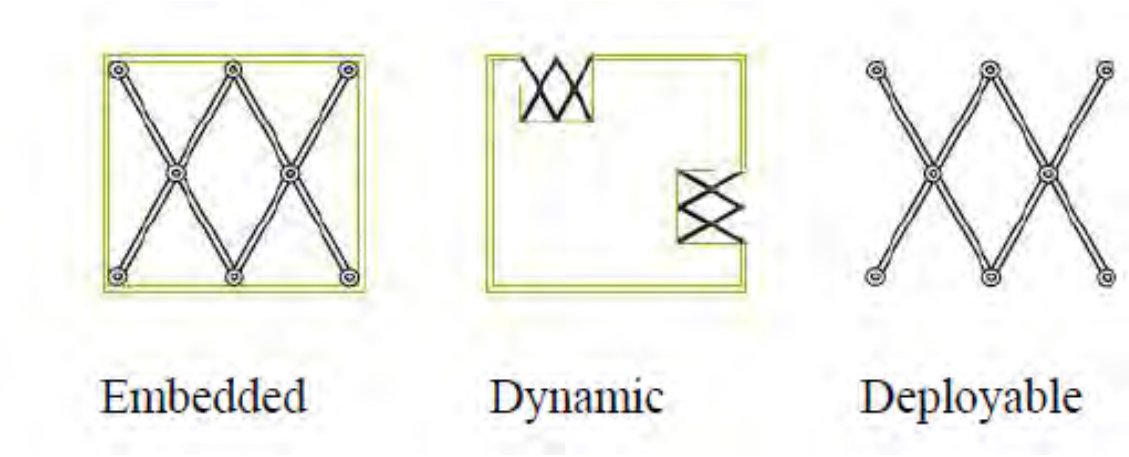
١-http://www.adifitri.com/kinetic/kine01.html[Accessed Sep /١٧/ 2016].
٢-http://www.adifitri.com/kinetic/kine03.html[Accessed Sep /١٧/ 2016].

٢-١-١- أنواع الأنظمة الحركية : تصنف الأنظمة الحركية إلى ثلاثة أنواع هى :

أ- الهياكل الحركية الضمنية -(Embedded Kinetic Structure).

ب- الهياكلى الحركيه المتحولة -(Deployable Kinetic Structures).

ج- الأنظمة الحركية الديناميكية– (Dynamic Kinetic Structures). [٣]



الشكل (٢-١) يوضح تقسيم العمارة الحركية الى ثلاث فئات-المصدر :

https://www.academia.edu/2016873/Interactive_Architecture_through_Kinetic_systems_and_Computation_by_Vrahimis_Moutiris

أ- الهياكل الحركية الضمنية (Embedded Kinetic Structure):

هى أنظمة توجد ضمن مجموعة معمارية كبيرة فى مواقع ثابتة ومهمتها الأساسية هى التحكم فى النظام المعماري الأكبر إستجابة للعوامل المتغيرة.[٤]

ويعد المبنى الإداري لشركة (Kiefer technic)باستراليا ، والذى تم تصميمه(Ernst Giselbrecht+Partner) من أهم الامثلة على (Embedded Kinetic Structure) والذى تم تصميم واجهة المبنى كهيكل حركى يتضمن محركات طولية تتحكم فى حركة الوحدات المكونة للواجهة وهى عبارة عن وحدات شريطية من ألواح الألومنيوم المثقبة والتى تغير من شكلها أوتوماتيكيا كل يوم وكل ساعة إستجابة لشدة الاشعاع الشمسى لتوفير كمية[٥]

٣-Angeliki Fotiadou (2007)" Analysis of Design Support for Kinetic Structures" master thesis. Vienna,p7.
٤-http://www.adifitri.com/kinetic/kine03.html[Accessed Sep /١٧/ 2016].
٥- http://www.dailytonic.com/dynamic-facade-kiefer-technic-showroom-by-ernst-giselbrecht-partner-at/

إضاءة طبيعية مناسبه داخل الفراغ والحماية من أشعة الشمس ، متكيفة بذلك مع البيئة الخارجية للمبنى ويمكن أيضا أن تتكيف الوحدات بشكل فردي مع الظروف والإحتياجات المتغيرة.[٦]

شكل (٢-٢) واجهة مبنى Kiefer technic showroom- والوضعيات المختلفة للواجهة أثناء الحركة -- أستراليا - المصدر:

www.dailytonic.com/dynamic-facade-kiefer-technic-showroom-by-ernst-giselbrecht-partner-at/

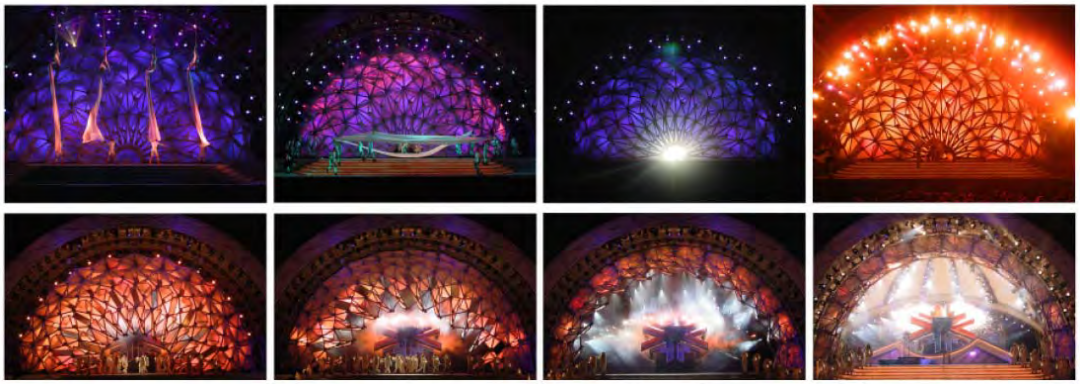
ب - الهياكل الحركية المتحولة- (Deployable Kinetic Structures):

الهياكل الحركية المتحولة عادة ما توضع في موقع مؤقت وتكون قابلة للنقل بسهولة و مثل هذه الأنظمة لها القدرة على أن يتم إنشاؤها أو تفكيكها والعكس بالعكس ، حيث أنها قادرة على تغيير شكلها من الشكل المضغوط أو المدمج إلى شكل أكبر حجما.[٧]

٦-http://www.dailytonic.com/dynamic-facade-kiefer-technic-showroom-by-ernst-giselbrecht-partner-at/[Accessed Sep /١٧/ 2016].
٧-http://www.adifitri.com/kinetic/kine03.html[Accessed Sep /١٧/ 2016].

شكل (٢-٣) يوضح نموذج- Chuck Hoberman- للهياكل المتحولة وكيفية تغير شكلها وحجمها تدريجيا نتيجة وجود وصلات أشبه بالمقص تمكنها من التحول – المصدر :

http://www.hoberman.com/home.html



شكل (٢-٤)يوضح الأوضاع المختلفة لـ Hoberman Arch- بلازا الميداليات الأوليمبية Stage at Olympic Medals Plaza- الولايات المتحدة الامريكية-٢٠٠٢- المصدر

http://www.hoberman.com/home.html

ويعد (Hoberman Arch) ، شكل (٢-٤) من الأمثلة الهامة على الهياكل الحركية المتحولة (Deployable Kinetic Structures) وهو عبارة عن هيكل ضخم متحرك تم إنشاؤه فى مقدمة مسرح بلازا الميداليات الأوليمبية بالولايات المتحدة عام ٢٠٠٢ م . تتحرك كل الوحدات فى هذا الهيكل لتكشف عن الشعلة الأوليمبية وراءها.[٨]

٨-http://www.adaptivebuildings.com/past-collaborations.html[Accessed Sep /١٧/ 2016].

ج- الأنظمة الحركية الديناميكية-(Dynamic Kinetic Structures) :

هى أنظمة توجد ضمن مجموعة معمارية كبيرة أيضا و لكنها تعمل بشكل مستقل مع مراعاة التحكم فى المحتوى الأكبر . وقد تشمل كاسرات الشمس ، الأبواب ، الأسقف أو الحوائط ، فعلى سبيل المثال يمكن أن يكون سقف أحد المسارح مصمم بحيث يمكنه التغيّر بشكل مستقل فوق الحضور للحصول على أفضل خواص صوتية داخل الفراغ .[٩]

وهناك العديد من الأمثلة من المبانى التى إستخدمت هذه الأنظمة من أهمها مبنى(Design Hub)بالمعهد الملكى للتكنولوجيا بميلبورن (RMIT) من تصميم(Sean Godsell Architects). صمم غلاف المبنى من طبقتين ، تتكون الطبقة الخارجية مما يقرب من ١٦٢٥٠ قرص من الزجاج الشفاف المتكررة على أربعة مستويات بالمبنى الرئيسى المكون من ٨ طوابق . وتقوم مجموعات معينة من تلك الأقراص بالحركة إستجابة لحركة الشمس ، فتقوم الأقراص بالدوران حول محور عمودى فى ثلاث واجهات وحول محور أفقى فى الواجهة الرابعة لتقليل الحرارة المكتسبة من الشمس على مدار اليوم.

شكل (٢-٥) الحركة الديناميكية لواجهة مبنى-Design HUB (المعهد الملكى للتكنولوجيا بميلبورن (RMIT) إستجابة لحركة الشمس- المصدر:

'http://archrecord.construction.com/projects/portfolio/2013/05/1305-RMIT-Design-Hub-SeanGodsel-Architects.asp

٩-http://www.adifitri.com/kinetic/kine03.html[Accessed Sep /١٧/ 2016].

٢-١- ٢-نظم التحكم فى الأنظمة الحركية .

التحكم فى الأنظمة الحركية هى وظيفة لملائمة وللإستجابة للإحتياجات المتغيرة . ويعد التحكم فى حركة الأنظمة الحركية أمر أساسى للمسائل المتعلقة بأساليب التصميم والإنشاء ، القدرة التشغيلية والصيانة بالإضافة إلى المسائل المتعلقة بالتفاعل مع الإنسان والمحيط البيئى .

و يتم التحكم فى الأنظمة الحركية بطرق مختلفة ، نخص بالذكر منها ستة أنواع عامة هى :[١٠]

١-التحكم الداخلى- (Internal Control).

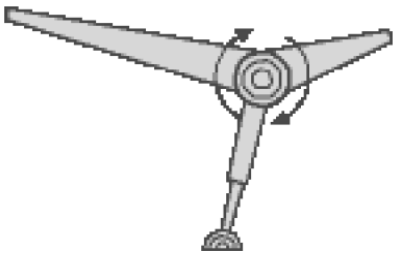
2-التحكم المباشر- (Direct Control).

3-التحكم الغير المباشر-(In-DirectControl).

٤- التحكم الغير مباشر المستجيب -(Responsive In-Direct Control).

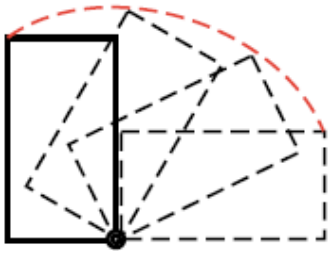
٥-التحكم الغير مباشر المستجيب الكلى -(Ubiquitous Responsive In-Direct Control).

٦-التحكم الغير مباشر المستجيب الموجه -(Heuristic Responsive Indirect Control).

١-التحكم الداخلى- (Internal Control)	
التوصيف	الشكل التوضيحى
الأنظمة فى هذا التصنيف تحتوى على الرقابة الداخلية فيا يتعلق بالمعوقات الملازمة للدوران أو الإنزلاق الإنشائي . ويقع فى هذا التصنيف الهياكل الحركية المتحولة (Deployable Kinetic Structures) والقابلة للانتقال ، تلك الأنظمة تمتلك إمكانية الحركة الميكانيكية من الناحية الإنشائية ولكن ليس لديها أى أداة أو آلية للتحكم المباشر .[١١]	 شكل (٢ - ٦) يوضح الشكل توضيحى للتحكم الداخلى-المصدر: http://www.adifitri.com/kinetic/kine03.html

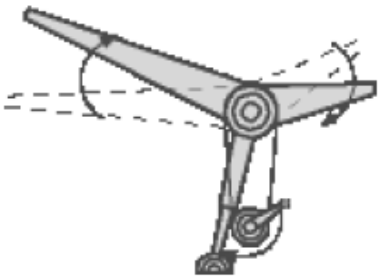
جدول (٢-١) يوضح التحكم الداخلى- Internal Control- نظم التحكم فى الأنظمة الحركية. المصدر: الباحث

١٠-http://www.adifitri.com/kinetic/kine03.html[Accessed Sep /١٧/ 2016].
١١-Previous reference.

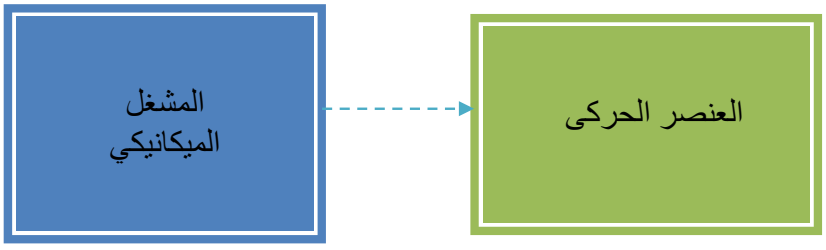


شكل (٢ – ٧) يوضح شكل توضيحى للتحكم الداخلى– Internal Control– المصدر :

Michael A. Fox.(2009)" Sustainable Applications of Intelligent Kinetic Systems" article. Massachustts Institute of Technolgy. Cambridge. USA.

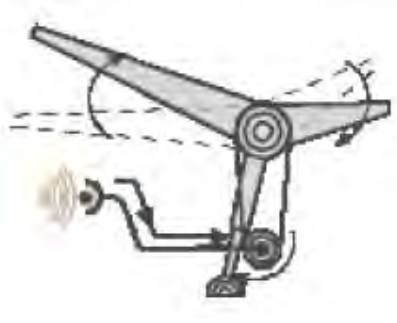
٢–التحكم المباشر– (Direct Control)	
التوصيف	الشكل التوضيحى
فى هذا التصنيف يتم تشغيل الحركة عن طريق أحد مصادر الطاقة المتعددة سواء كان محركات كهربائية أو طاقة بشرية ، إستجابة للظروف البيئية.	 شكل (٢ – ٨) يوضح الشكل التوضيحى **للتحكم المباشر**–المصدر– http://www.adifitri.com/kinetic/kine03.html

جدول (٢–٢) يوضح التحكم المباشر –Direct Control - نظم التحكم فى الأنظمة الحركية. المصدر : الباحث

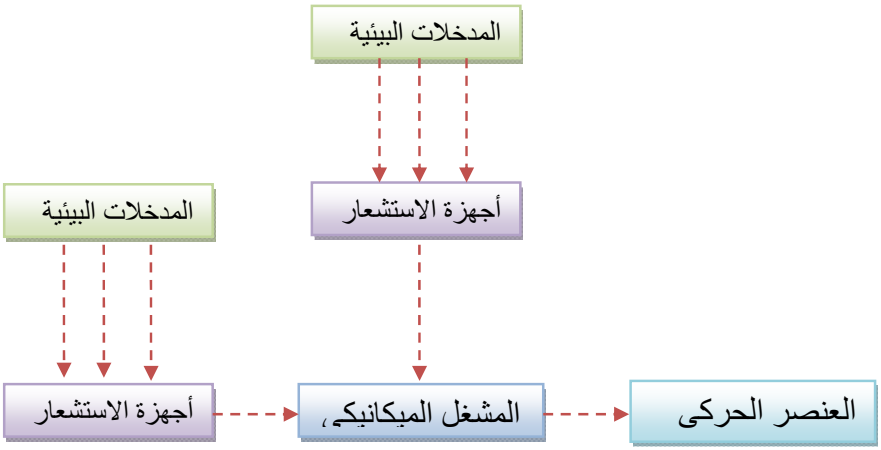


شكل (٢ – ٩) يوضح الشكل التوضيحى **للتحكم المباشر**– "**Direct Control**" – المصدر :

Michael A. Fox.(2009)" Sustainable Applications of Intelligent Kinetic Systems" article. Massachustts Institute of Technolgy. Cambridge. USA.

٣-التحكم الغير المباشر (In-DirectControl)	
التوصيف	الشكل التوضيحى
فى تلك الأنظمة ، يتم تشغيل الحركة نتيجة معلومات تأتى من أجهزة الإستشعار بالمبنى . حيث يبدأ النظام الأساسى للتحكم مع مدخل خارجى لجهاز الإستشعار ، ثم يقوم جهاز الإستشعار بنقل رسالة إلى جهاز التحكم، ويولى جهاز التحكم تعليمات تشغيل أو توقف الحركة إلى مصدر الطاقة . وبذلك يمكن تعريف نظام التحكم الغير مباشر بأنه تحكم ذاتى فردي إستجابة لحافز فردي [١٢].	 شكل (٢ – ١٠) يوضح **التحكم الغير المباشر** المصدر: http://www.adifitri.com/kinetic/kine03.html

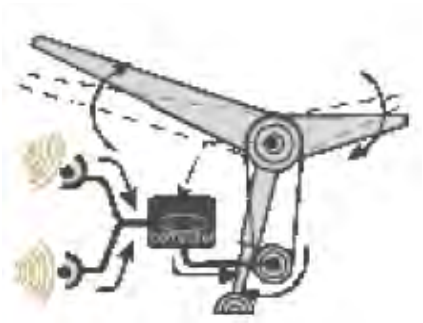
جدول (٢-٣) يوضح التحكم الغير المباشر " In-DirectControl"- نظم التحكم فى الأنظمة الحركية.
المصدر: الباحث



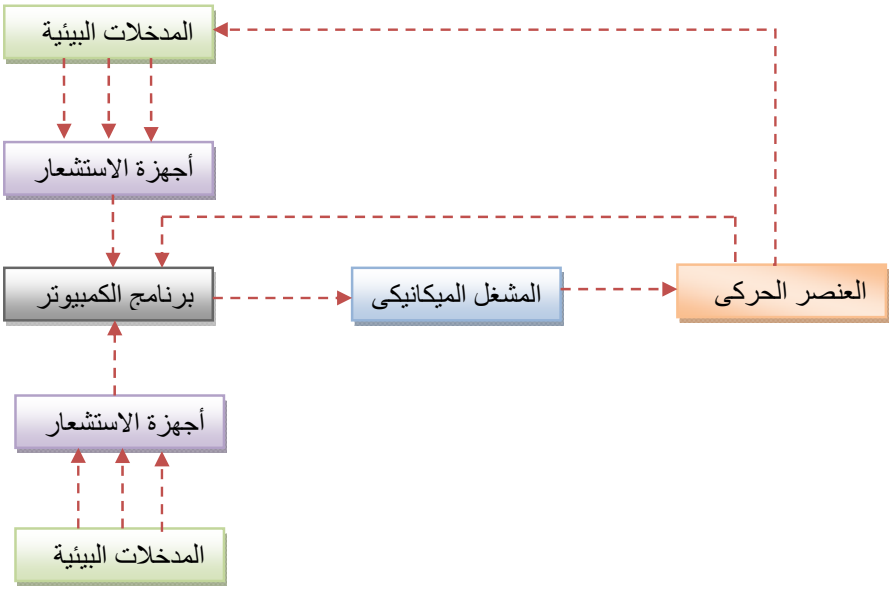
شكل (٢ – ١١) يوضح شكل توضيحى للتحكم الغير المباشر- In-DirectControl- المصدر:

Michael A. Fox.(2009)" Sustainable Applications of Intelligent Kinetic Systems" article. Massachustts Institute of Technolgy. Cambridge. USA.

١٢-http://www.adifitri.com/kinetic/kine03.html[Accessed Sep /١٧/ 2016].

٤- التحكم الغير مباشر المستجيب-(Responsive In-Direct Control)	
التوصيف	الشكل التوضيحى
النظام الأساسي للعملية كما هو فى أنظمة التحكم الغير مباشر ، ولكن قد يأخذ جهاز التحكم بعض القرارات بناءاً على مدخلات العديد من أجهزة الإستشعار وإتخاذ القرار الأمثل وإرساله لمصدر الطاقة لتشغيل عنصر ما بالمبنى.[١٣]	 شكل (٢ – ١٢) يوضح **للتحكم الغير مباشر المستجيب** –المصدر: http://www.adifitri.com/kinetic/kine03.html

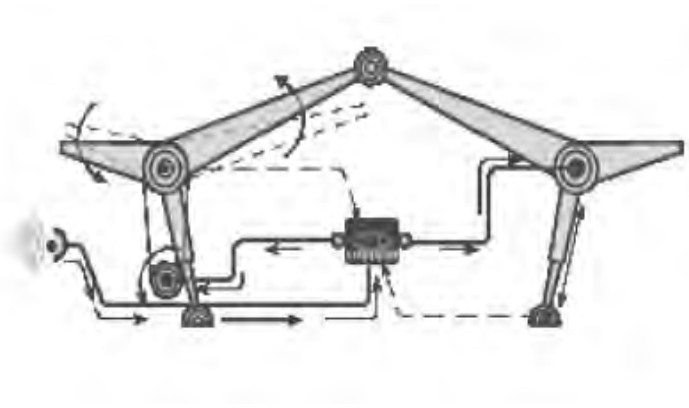
جدول (٢-٤) يوضح التحكم الغير مباشر المستجيب –Responsive In-Direct Control – نظم التحكم فى الأنظمة الحركية. المصدر: الباحث



شكل (٢ – ١٣) يوضح شكل توضيحى للتحكم الغير مباشر المستجيب –Responsive In-Direct Control – المصدر:

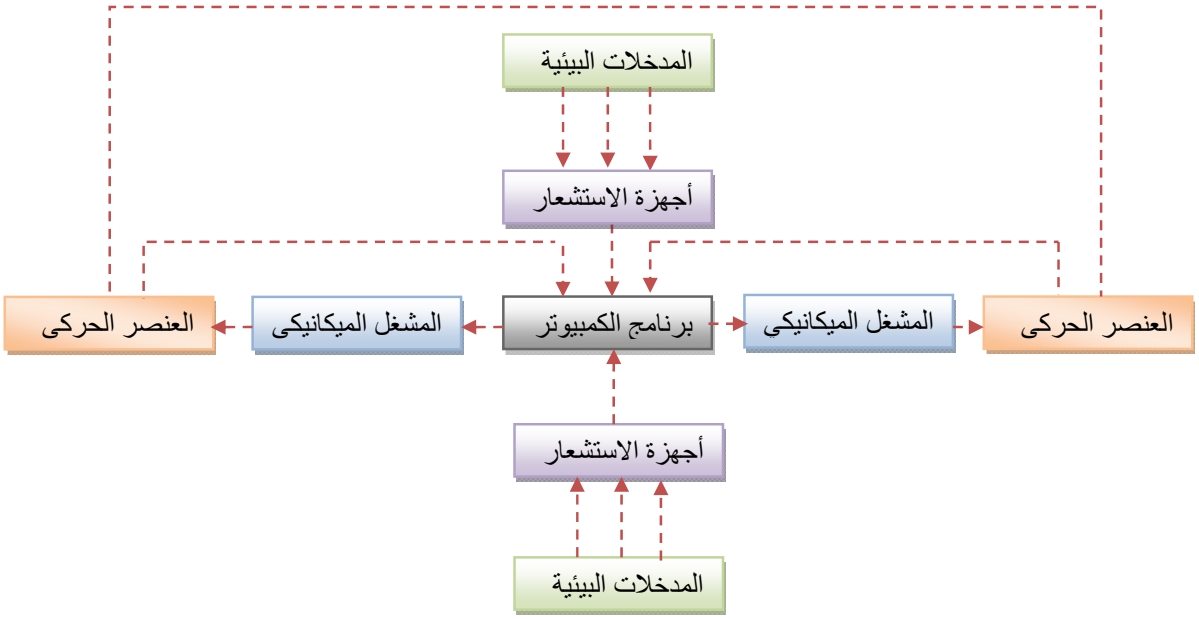
Michael A. Fox.(2009)" Sustainable Applications of Intelligent Kinetic Systems" article. Massachustts Institute of Technolgy. Cambridge. USA.

١٣-http://www.adifitri.com/kinetic/kine03.html[Accessed Sep /١٧/ 2016].

٥-التحكم الغير مباشر المستجيب الكلى (Ubiquitous Responsive In-Direct Control)	
التوصيف	الشكل التوضيحى
الحركة في هذا النظام هى نتيجة للعديد من أجهزة الاستشعار و المحركات ، حيث يعمل كل زوج معا ككل فى شبكة واحدة . وهنا يحتاج نظام التحكم الى ملاحظات او تحكم حاسوبى يقوم بالتنبؤ و التكيف أوتوماتيكيا .	 شكل (٢ – ١٤) يوضح شكل توضيحى **للتحكم الغير مباشر المستجيب الكلى**-المصدر : http://www.adifitri.com/kinetic/kine03.html

جدول (٢-٥) يوضح التحكم الغير مباشر المستجيب الكلى-

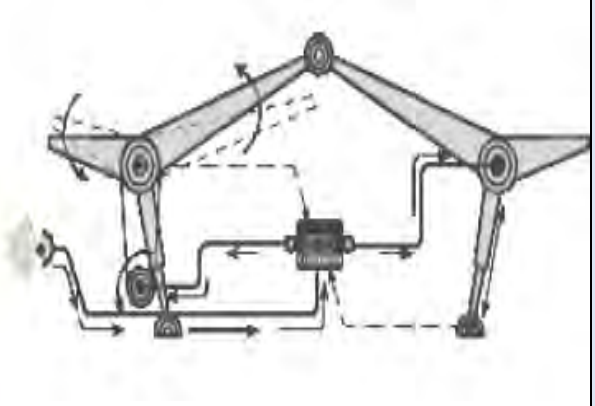
Ubiquitous Responsive In-Direct Control- نظم التحكم فى الأنظمة الحركية. المصدر : الباحث



شكل (٢ – ١٥) يوضح شكل توضيحى للتحكم الغير مباشر المستجيب الكلى

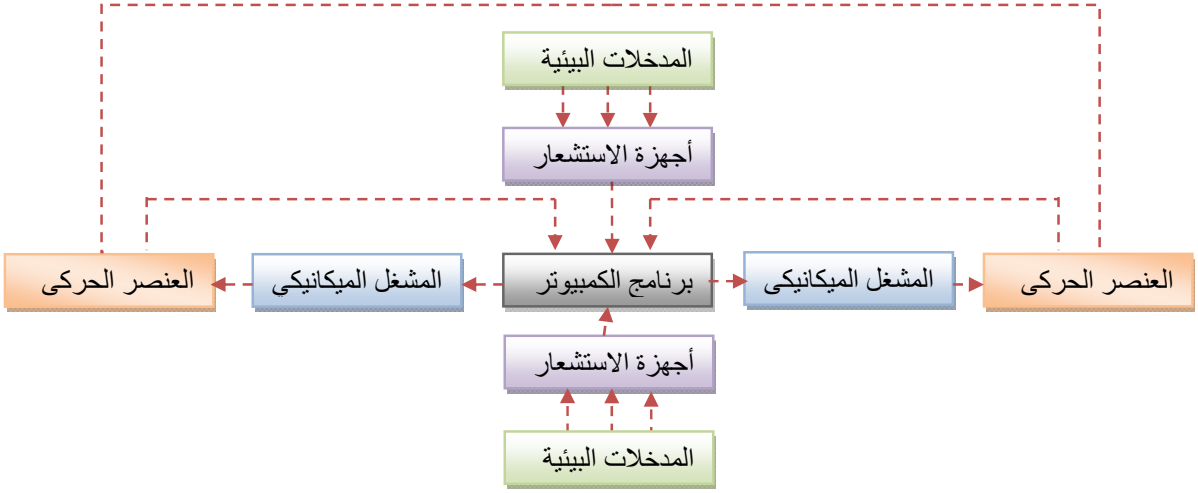
"Ubiquitous Responsive In-Direct Control"- المصدر :

Michael A. Fox.(2009)" Sustainable Applications of Intelligent Kinetic Systems" article. Massachustts Institute of Technolgy. Cambridge. USA.

٦- التحكم الغير مباشر المستجيب الموجه- (Heuristic Responsive Indirect Control)	
التوصيف	الشكل التوضيحى
الحركة في هذا النظام تقوم على حركة مستجيبة ذاتية التعديل إما فردية أو كلية ، مثل هذه الأنظمة تدمج قدرة التوجيه أو التعلم فى آلية التحكم . ويتعمل النظام من خلال تكيف ناجح تم تجربته ويمكن الجمع بين نظامين أو أكثر من أنظمة التحكم للحصول على أفضل أداء للأنظمة الحركية فى التكيف مع التغيرات البيئية وملائمة إحتياجات مستخدمي المبنى من الراحة .[١٤]	 شكل (٢ - ١٦) يوضح شكل توضيحى **التحكم الغير مباشر المستجيب الموجه** المصدر: http://www.adifitri.com/kinetic/kine03.html

جدول (٢-٦) يوضح التحكم الغير مباشر المستجيب الموجه

- Heuristic Responsive Indirect Control- نظم التحكم فى الأنظمة الحركية. المصدر: الباحث



شكل (٢ - ١٧) يوضح شكل توضيحى التحكم الغير مباشر المستجيب الموجه

- Heuristic Responsive Indirect Control- المصدر:

Michael A. Fox.(2009)" Sustainable Applications of Intelligent Kinetic Systems" article. Massachustts Institute of Technolgy. Cambridge. USA.

١٤-http://www.adifitri.com/kinetic/kine03.html[Accessed Sep /١٧/ 2016].

٢-١-٣- أنظمة الحركة فى الغلاف الحركى :

يتميز الغلاف الحركى بالعديد من الوظائف المتميزة . حيث نظمت هذه الوظائف إلى مجموعتين. المجموعة الأولى وهى المتطلبات الوظيفية حيث يعمل الغلاف كحاجز قابل للتكيف من أجل السيطرة على تدفق الحرارة –تدفق الهواء– تدفق بخار الماء– تغلغل المطر – الضوء – الطاقة الشمسية وغيرها .فى حين تتالف المجموعة الثانية من الإحتياجات العامة مثل توفير القوة – الجمال –مرعاة الجانب الإقتصادى وجوانب أخرى. وعلى هذا فأن الغلاف الحركى يجب أن يكون متباين فى أنظمة التحكم التى تحفز أليات التكيف فى الغلاف وتحقق المتطلبات الوظفية والإحتياجات العامة وضمان الإستجابة السريعة للظروف المتغيرة .فأنظمة التحكم تمثل الضمان الفعال لتحقيق الأهداف المرجوة من الغلاف الحركى ولذلك فإن أنظمة التحكم التى يمكن تطبيقها فى الغلاف الحركة شكل (٢-١٨) تنقسم إلى ثلاثة انواع رئيسية هى:

١- **النوع الأول** :وهى أنظمة التحكم اليدوية فى العناصر المتحركة فى الغلاف بطريقة مباشرة بواسطة التبديل اليدوى.

٢- **النوع الثانى** :وتسمى التحكم المركزى حيث يتم إدخال أجهزة الإستشعار ويتم الإستعانة بالمعلومات المجمعة بواسطة أجهزة الإستشعار لتحفيز العناصر المتحركة .هذا النوع والتى تشكل الغالبية العظمى من النظم المعاصرة فى التحكم فى الغلاف الحركى حيث تعتمد على الرقابة المركزية والتى يتم التحكم فى عملية التشغيل من خلال وحدة مركزية (الكمبيوتر) .ويعمل التحكم المركزى على توفير حل واحد وليس أكثر فى المعالجة التغيرات أو المتطلبات. [١٥]

٣- **النوع الثالث** : ويسمى التحكم اللامركزى والذى يقدم فكرة عن نطاق السيطرة الميدانية .حيث تعتمد الفكرة على إستخدام الأدوات التى تم تطويرها حديثاً حيث تستخدم أجهزة الإستشعار جنبا إلى جنب مع العنصر المحرك (المحرك الميكانيكى).

حيث تعمل أجهزة الإستشعار على نقل المعلومات إلى وحدة التحكم التى بدورها تجمع وتدرس هذه المعلومات بحيث تعمل على ترجمتها إلى

١٥-Yasha Jacob Grobman,2013," Autonomous Movement of Kinetic Cladding Components in Building Facades" ICoRD'13 international conference,Institute of Technology Madras, Chennai,India

أفعال مادية يقوم بها العنصر المحرك (المحرك الميكانيكى) الذى بدوره ينقل هذه الأفعال المادية إلى عناصر الغلاف الحركى .ويعتبر التحكم اللامركزى هو أكثر أنظمة التحكم تعقيداً وشمولية حيث أنه من المفترض أن يتعامل مع ظروف والمتطلبات المتعددة وتوليد إستجابات مختلفة وفى أكثر من منطقة فى نفس الوقت وذلك لأنه يعمل على أجهزة الكمبيوتر التى ترتبط جميع عناصر الغلاف الحركى مع بعضها البعض .ويتم التعرف على المزايا التالية للتحكم اللامركزية.

أ- **الكفاءة** : وهى إمكانيات الإستجابة للتغيرات الناشئة فى جزء معين من الغلاف والعمل على معالجتها بالأخص وليس كامل مساحة الغلاف .

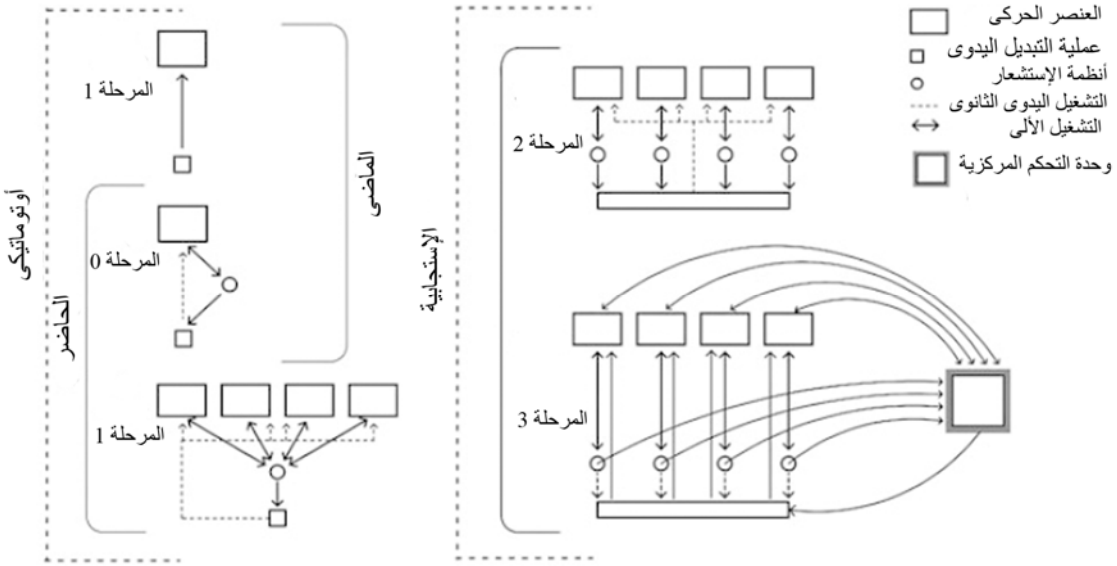
ب-**العمالة الفائضة:** وهى إمكانية إتصال النظام المتعدد بين كل العناصر المتحركة بحيث يمكن أن تغير من حركتها لتعمل بديلاً لجارتها فى حالة وجود خلل فيها.

ت-**إنخفاض التكلفة:** حيث أن كل مكون هو رخيص نسبياً ولا يتطلب تكلفة عالية فى نظام التشغيل اللامركزى.

ث-**الحسابات الزمنية:** وهى إمكانية المعالجة الدقيقة الموجودة فى كل عنصر على حده حيث يمكن تنفيذ العمليات الحسابية الأساسية لهذا العنصر دون الحاجة إلى حساب كامل الغلاف وبالتالى يمكن زيادة كفاءة النظام بدلا من إجراء العمليات الحسابية من البيانات لكل الواجهة.[١٦]

١٦-Yasha Jacob Grobman,2013," Autonomous Movement of Kinetic Cladding Components in Building Facades" ICoRD'13 international conference,Institute of Technology Madras, Chennai,India

ج- **حرية الوظفية والتكوين:**



شكل (٢ – ١٨) يوضح شكل توضيحى لأنواع أنظمة التحكم فى الغلاف الحركى المتعارف عليها

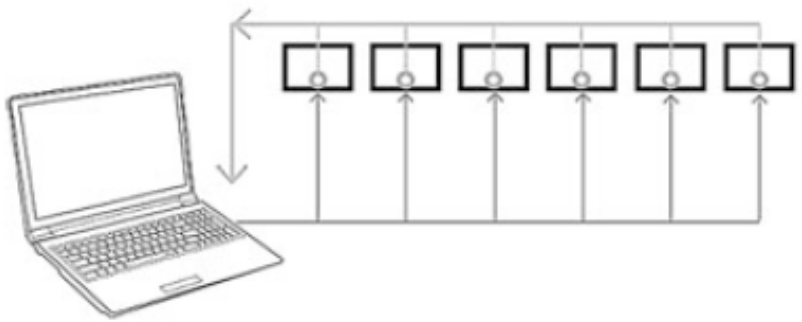
– المصدر :

Yasha Jacob Grobman,2013," Autonomous Movement of Kinetic Cladding Components in Building Facades" ICoRD'13 international conference,Institute of Technology Madras, Chennai,India

وينظر إلى كيفية عمل التحكم اللامركزى فى الغلاف الحركى وذلك من خلال الإنتقال من التحكم المركزى إلى التحكم اللامركزى فى ثلاثة خطوات توضح العلاقة بين وحدة التحكم الجزئى (micro controllers) وحدة التحكم المركزية(central control unit) .

أ- **المستوى الأول :** وهو التحكم المركزى حيث يرتبط كل عنصر متحرك إلى جهاز إستشعار يعمل على جمع المعلومات حول الظروف البيئية الفورية لهذا العنصر ثم يتم نقل البيانات التى تم جمعها من الغلاف بأكملها إلى الكمبيوتر الرئيسى حيث يأخذ إلى مكان معالجة البيانات وتكون النتيجة إختلاف التكيف الحركى لكل عنصر ولكن ستتم أليه التكيف على أساس معالجة البيانات فى الكمبيوتر الرئيسى.[١٧]

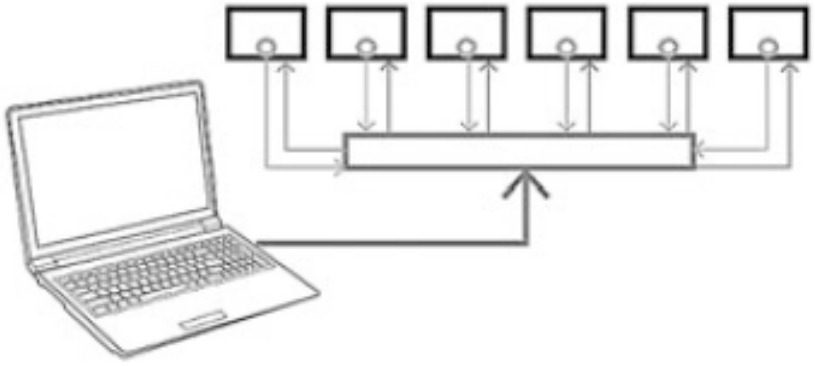
١٧-Yasha Jacob Grobman,2013," Autonomous Movement of Kinetic Cladding Components in Building Facades" ICoRD'13 international conference,Institute of Technology Madras, Chennai,India



شكل (٢ – ١٩) يوضح كيفية عمل أنظمة التحكم اللامركزى–المستوى الأول–مركزية التحكم فى تدفق المعلومات المجمعة– المصدر

Yasha Jacob Grobman,2013," Autonomous Movement of Kinetic Cladding Components in Building Facades" ICoRD'13 international conference,Institute of Technology Madras, Chennai,India

ب–**المستوى الثانى:** يتم حفظ البيانات والمعلومات المجمعة من المستوى الأول حيث يتم تجميع المعلومات والبيانات المستلمة من كل عنصر متحرك فى مركز كبير للمعلومات يمثل نظام الملاحة فى الغلاف ، حيث يعمل هذا المركز على مشاركة هذه المعلومات لكل عنصر مع جميع عناصر الغلاف الحركى.[١٨]

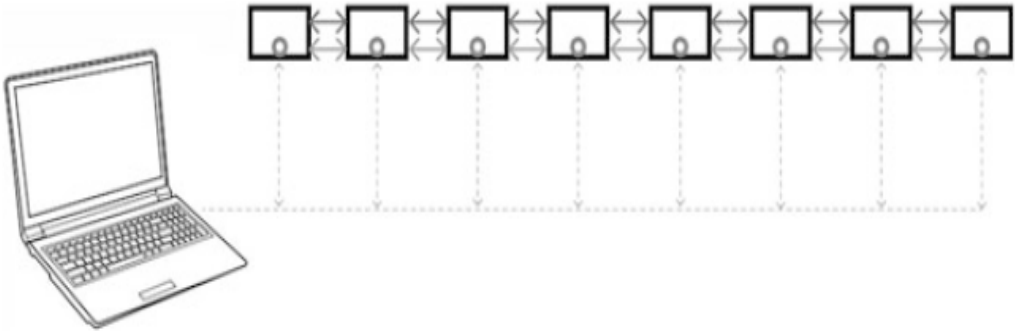


شكل (٢ – ٢٠) يوضح كيفية عمل أنظمة التحكم اللامركزى–المستوى الثانى–مراقبة تدفق المعلومات من خلال مركز المعلومات المركزى– المصدر

Yasha Jacob Grobman,2013," Autonomous Movement of Kinetic Cladding Components in Building Facades" ICoRD'13 international conference,Institute of Technology Madras, Chennai,India

١٨-Yasha Jacob Grobman,2013," Autonomous Movement of Kinetic Cladding Components in Building Facades" ICoRD'13 international conference,Institute of Technology Madras, Chennai,India

المستوى الثالث : يدخل عملية اللامركزية المستقلة . سيكون على كل عنصر العمل على تلقى البيانات والمعلومات عن الظروف البيئية وأليات التكيف من الكمبيوتر المركزى وكذلك من العناصر المجاورة له فسوف يتم تقييم البيانات المجمعة بين أجهزة الإستشعار الخارجية والداخلية لكل عنصر وفى المرحلة التالية سوف يتم إضافة البيانات من عنصر المجاور كمدخل ثانوى من أجل الحفاظ على توازن النظم ككل .والمرحلة التالية سوف يعمل كل عنصر على التأثير على بعضها البعض وسيتم تنفيذ التكيف الحركى للغلاف بواسطة إسلوب سلوك القطيع وفى حالة التحكم الامركزى يكون الإتصال المباشر بالكمبيوتر الرئيسى فى هذه الحالة من الضرورى.[١٩]

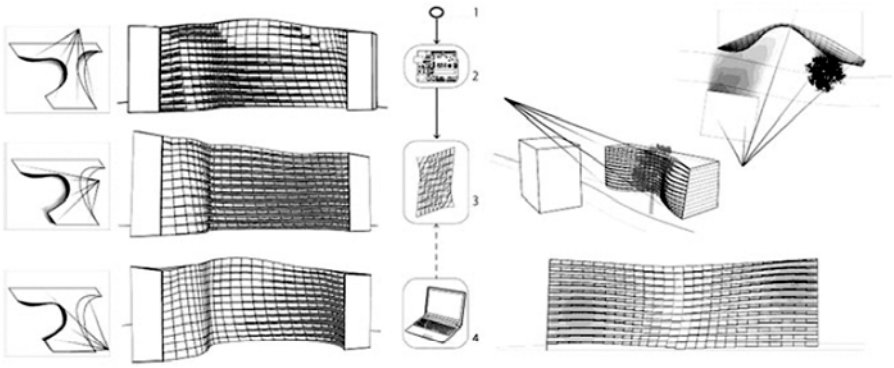


شكل (٢ – ٢١) يوضح كيفية عمل أنظمة التحكم اللامركزى–المستوى الثالث–الحكم الذاتى اللامركزى مراقبة تدفق المعلومات بين العناصر بعضها البعض – المصدر

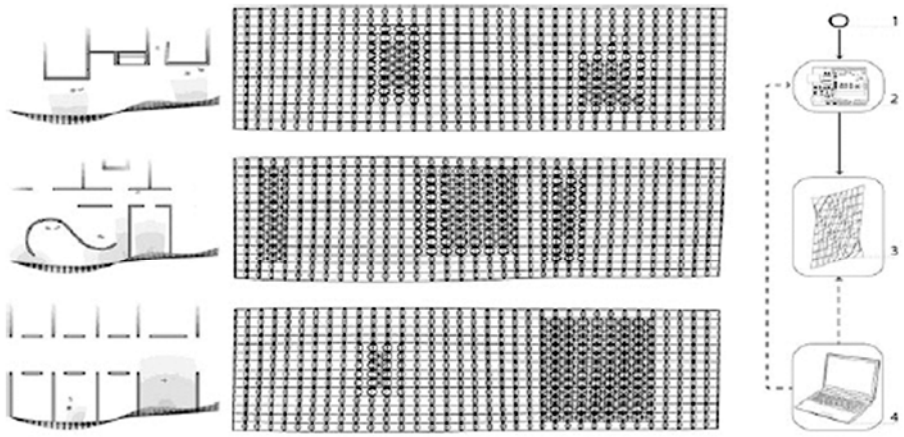
Yasha Jacob Grobman,2013," Autonomous Movement of Kinetic Cladding Components in Building Facades" ICoRD'13 international conference,Institute of Technology Madras, Chennai,India

وقبل وضع ألية المراقبة والتحكم اللامركزية لنظام الغلاف الحركى لابد من تحديد السيناريوهات التى تتعامل مع هذا النوع من التحكم والتأكيد على تقديم نتائج أفضل من تلك التى تنتجها الأسلوب الحالى من التحكم المركزى. شكل (٢ – ٢٢) يوضح سيناريوهات التعامل مع ألية المراقبة والتحكم اللامركزية.

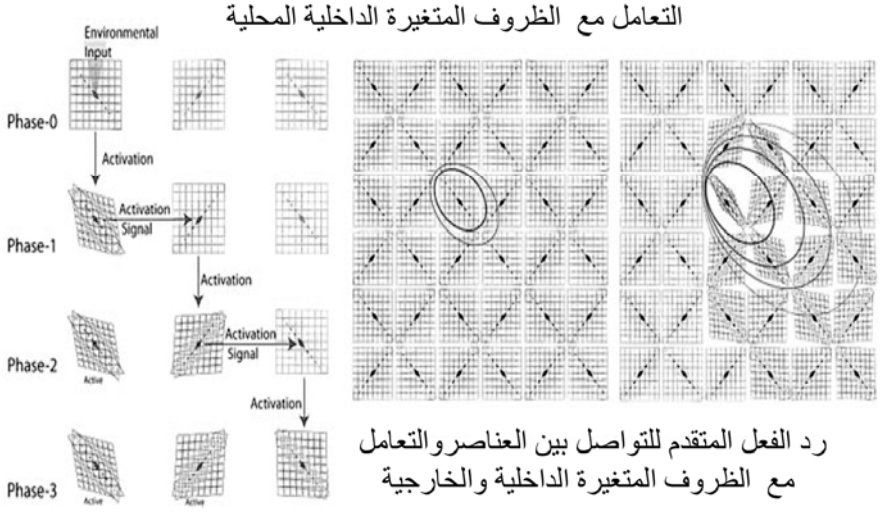
١٩-Yasha Jacob Grobman,2013," Autonomous Movement of Kinetic Cladding Components in Building Facades" ICoRD'13 international conference,Institute of Technology Madras, Chennai,India



التعامل مع تغيير الظروف الخارجية المحلية



التعامل مع الظروف المتغيرة الداخلية المحلية



رد الفعل المتقدم للتواصل بين العناصروالتعامل
مع الظروف المتغيرة الداخلية والخارجية

شكل (٢ – ٢٢) يوضح سيناريوهات التعامل مع ألية المراقبة والتحكم اللامركزية – المصدر

Yasha Jacob Grobman,2013," Autonomous Movement of Kinetic Cladding Components in Building Facades" ICoRD'13 international conference,Institute of Technology Madras, Chennai,India

٢-١-٤- أنظمة الإستشعار:

عند الحاجة إلى تصميم غلاف حركى للمبانى الكبيرة التى تحتوى على العديد من الشاغلين لذلك تكون هناك حاجة للحصول على تحكم مثالى لممارسات الحركة فى غلاف المبنى. فعلى هذا فلابد أن تنطوى إستراتيجيات التصميم على كيفية الحصول على الخوارزميات التنبؤية لإحتياجات معظم شاغلى الفرغات الداخلية للمبنى وربط هذه التنبؤات بأنظمة الغلاف الحركى بشكل تكاملى حتى يتمكن الغلاف من ممارسة الحركة وأداء الوظيفة المصمم من أجلها وللحصول على هذه التنبؤات يتم الإستعانة بتوزيع ضوابط ألية أكثر موثوقية وهذه الضوابط تقبل مدخلات من مجموعة واسعة من أجهزة الإستشعار (السلكية واللاسلكية) وكذلك إشارات توقعية للعناصر المناخية وتوفير البرمجيات المحسنة التى تتعقب مقاييس الأداء الرئيسية لأنظمة التشغيل الألى للمبنى على مر الوقت وبتجميع بيانات الأداء المحفوظة بشكل مستمر لمقارنتها والكشف عن أخطاء التشخيص الألى لأخطاء أداء النظام والتقليل من نسبة الأخطاء.

أنظمة إستشعار الطاقة فى الغلاف الحركى تعمل على دراسة وتجميع البيانات والمعلومات عن حساسية الغلاف للمؤثرات والمتغيرات فى الطاقة به من الداخل والخارج المبنى فالإستشعار هو عنصر حاسم لمراقبة دقيقة وموثوق بها ولبناء التحكم على مستوى من التقدم والسرعة فى التحكم فلابد من وجود منهجية منظمة لمراقبة كل عنصر أساسى من أنظمة التحكم وذلك لقياس المتغيرات والمؤثرات والتنبؤ والقياس العديد من المؤثرات والمتغيرات والإضطرابات مثل تدفق الطاقة -قياس الإشعاع الشمسى (الطاقة الشمسية التى يمتصها الغلاف والمساحات الداخلية)-درجات الحرارة المحلية داخل وخارج الغلاف المرتبطة مع الظروف المناخية المتغيرة والهياكل المحيطة بالغلاف-وقياس نوعية الهواء -الراحة الحرارية -التغيرات السريعة فى الأحوال الجوية -سرعة الرياح -والعديد من العناصر المناخية يمكن تزويد ومشاركة أنظمة التحكم بالعديد من البيانات والمعلومات التى يمكن تحويلها إلى خوارزميات للتحكم وبذلك تزيد من قوة الأداء للنظام فى تحقيق الإستجابة والتكيف بسرعة ملحوظة.[٢٠]

٢٠-v.m.zavala,2011,"proactive Energy management for high-performance Buildings:Exploiting and Motivating sensor Technologies"Future of Instrumentation international workshop.USA

شكل (٢ – ٢٣) يوضح المنظومة التى تعمل بها أنظمة الإستشعار فى الغلاف الحركى– المصدر

v.m.zavala,2011,"proactive Energy management for high-performance Buildings:Exploiting and Motivating sensor Technologies"Future of Instrumentation international workshop.USA

يوجد نوعان من شبكات الإستشعار التى يمكن إستخدامها فى المبنى

١– شبكة الإستشعار السلكية.

٢– شبكة الإستشعار اللاسلكية : وتعد شبكة الإستشعار اللاسليكية من أكثر الشبكات المتقدمة التى يفضل إستخدامها حاليا مع الغلاف الحركى . حيث تتكون شبكة الإستشعار اللاسلكية (WSN) من مجموعة من أجهزة الإستشعار الموزعة مكانياً والمتصلة مع بعضها البعض فى شكل شبكة بدون أسلاك موصله من خلال جهاز الكمبيوتر والذى بدوره موصله إلى نظام التحكم العام للغلاف الحركى حيث تتعاون هذه الشبكة من أجهزة الإستشعار فى رصد الظروف الفيزيائية والتغيرات فى الطاقة مثل درجة الحرارة والصوت والإهتزاز والضغط وحركة الملوثات فى المواقع المختلفة.[٢١]

٢١-v.m.zavala,2011,"proactive Energy management for high-performance Buildings:Exploiting and Motivating sensor Technologies"Future of Instrumentation international workshop.USA

٢-٢-التشكيل المعماري :

هناك ارتباط وثيق بين مفهوم التشكيل والعمارة فلا يمكن الفصل بينهما فالتشكيل ملازم للعمارة في رحلتها من البداية إلى النهاية، فعمليات التكوين والتشكيل في الحقيقة تبدأ من اللحظات الأولى التي يشرع المعماري فيها بالتصميم، " فالعمارة تشكيل فني ذو إبعاد ثلاثة "، تتألف من تشكيلات مكونة في الفضاء، وتستعمل الشكل والنسيج والمادة والحجم والضوء واللون كأجزاء داخلة في التنظيم. تمتاز بكونها وحدة متماسكة غير مفككة موحدة ومنسجمة ومترابطة، والشكل هو الاسم الذي يطلق على مجموع الأجزاء وعلاقاتها مع بعضها البعض، وبينها وبين الفراغات داخلها أو حولها والتي تحدد كلها طابعا مميزا لذلك الشيء أو الجسم. [٢٢]

٢-٢-١ مفهوم التشكيل المعماري :

التشكيل المعماري يعرف بأنه الهيئة الحسية الخارجية للمواد، والمؤلفة من نظام من الخصائص للعناصر التشكيلية و العلاقات الحسية بينها سواء في المستوى الأفقي أو في التشكيل الحجمي أو كعناصر أساسية والمبادى والأسس التصميمية ليحولها إلى كتل و فضاءات بنظام معين [٢٣]. يبدأ التشكيل المعماري بمعرفة الخصائص الحسية للإشكال المنتظمة المختلفة ثم ومنها تستنتج بعض القيم التشكيلية التي تحكم العلاقات بين الكتل والفراغات المعمارية . كما ويمكن التحرر من هذه القيم بعد ذلك في تجربة التعامل مع الإشكال غير المنتظمة للوصول بها إلى تكوينات منتظمة. كل ذلك عن طريق النماذج المجسمة التي تلعب فيها حاستي اللمس والرؤية دورا في بناء الفكر المعماري.

٢-٢-٢- مفهوم العملية التشكيلية:

تصف العملية التشكيلية بأنها تنظيم مجموعة من العناصر داخل إطار حاكم من العلاقات والأسس تحدد كيفية تواجد هذه العناصر بالنسبة إلي بعضها. والعملية التشكيلة في العمارة ترتبط بهدفين أساسيين وهم الانتفاع والجمال.[٢٤] حيث تمثل العمارة حيز فراغي انتفاعي يحقق متطلبات الإنسان وفي نفس

٢٢-أنجيل كمال عبد الرزاق، سرى فوزي عباس(٢٠٠٨ م)" تشكيل واجهات المجمعات السكنية وأثره في المشهد الحضري لمدينة بغداد" مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد ٢٩، العدد ٥.

٢٣- المرجع السابق.

٢٤- داليا سمير ميخائيل(٢٠٠٥)" تأثير التطور التكنولوجي علي التشكيل المعماري" رسالة ماجستير، كلية الهندسة - جامعة القاهرة.

الوقت يخاطب الحيز الجانب الروحي والحسي الجمالي داخل الإنسان. ولقد أثرت التكنولوجيا الحديثة علي العناصر التشكيلية بشكل قوي ووفرة قدر كبير من الحرية والمرونة في التشكيل المعماري. [٢٥]

٢-٢-٣- أسس التشكيل المعماري :

هناك عدة تساؤلات حول أسبقية نتاج التشكيل وأسسه فهل يتبع التشكيل أولا ويليه الأساس؟.إما إن أسس توضع مسبقا ثم يتم إتبعها لإنتاج التشكيل؟. وحقيقة الأمر أن التشكيل ينتج أولا ومنه يستنبط أسس قد تساهم في إنتاج تشكيلات أخري ففي العمارة الإغريقية أبدعت تشكيلات بديعة للمعابد بعد جهد من التطوير والتحسين حتى وصلات هذه التشكيلات إلي نتيجة تقبلها العين ومن ثما تم إستنباط أسس تشكيلية للعمارة الكلاسيكية منها. [٢٦] أما المصادر والأسس التي تعتمد عليها عملية التشكيل والتركيب في العمارة والتي تبدأ من اللحظات الأولى التي يبدأ فيها المصمم بدء عملية التصميم التي تستند في إعدادها إلى ما يأتي :

- أن يقوم المعماري بصياغة الشكل الذي يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالمعنى من خلال وجهة نظر المستخدم.
- أن يختار المعماري التشكيل المناسب الذي يحقق الأهمية النسبية للمعنى كان يكون تجريدياً آو تركيبيا او صريحاً.
- وضع المعماري للقواعد الإنشائية سواء كانت هذه القواعد تخص إختيار مواد البناء أو نظم البناء والتي يمكن من خلالها التعبير عن المعنى سواء كان بصرياً أو في التكوين العام للفضاءات وشكلها الخارجي.

عموماً فأن المصمم يبقى أسيرا لاتجاهين أساسيين فى تشكيله لإشكاله المعمارية وهى: [٢٧]

- هو مسايرة الطراز الحالي ومحاكاة العمارة المحلية بعناصرها.
- التجديد والتفكير بإعطاء إشكال جديدة قد تكون عناصرها تقنية أو انتقائية أو اصطفائية أو تجريدية .

٢٥- داليا سمير ميخائيل(٢٠٠٥)" تأثير التطور التكنولوجي علي التشكيل المعماري" رسالة ماجستير، كلية الهندسة - جامعة القاهرة.

٢٦- نهاد محمد محمود عويضة(١٩٩٩)" التشكيل وحقيقة العمارة" رسالة ماجستير، كلية الهندسة – جامعة القاهرة.

٢٧-WWW.arab-eng.org/vb/155066.html [Accessed Sep /١٧/ 2016].

ولكن هذا الصراع بين القديم والحديث لا يشكل نقطة خلل في التشكيل المعماري أو سير العملية التصميمية حيث أن النتاج المعماري في تغير مستمر وبإمكان المصمم تجاوز هذا الصراع بإدخال مبدأ المرونة في عملية التشكيل المعماري وإدخال المواد الجديدة والنظم الحديثة وتغيير التشكيل والتكوين للواجهات إي التأثير في الجانب البصري عن طريق إختيار عناصر مستنبطة من التراث المعماري وإعادة تشكيلها. وبالنظر إلى ما سبق فأن التشكيل المعماري يعني صياغة الشكل المعماري بالشكل الذي ينتج عنه ملامح جديدة وعلاقات جديدة مثلما ينحت الفنان الكتلة حيث إنه يخرج منها بأشكال ومساحات منظمة لتخرج من الغموض والإبهام إلى إشكال ذات معان مميزة وبروحية جديدة. كذلك عمل تواصل وتحقيق المحاكاة بين العناصر التراثية والنظم الحديثة. [٢٨]

٢-٢-٤- عناصر التشكيل المعماري :

لابد من إستعراض المفاهيم التشكيلية الأساسية التي تقاس على أساسها التشكيلات المعمارية التى لا تخلو منها الوحدات البنائية والتعبيرية. وهذه العناصر هي: النقطة، الخط بأنواعه (المستقيم ، المنكسر ، المنحنى) السطح (المستوي، المنحنى)، الجسم (المنتظم ، شبة المنتظم، غير منتظم) حيث تتكون الإشكال المعمارية بتألف عناصر التشكيل وهي الخطوط والأسطح والأجسام والحيازات وكل هذه العناصر تتميز بما يأتي: (خواص هندسية – سمات مميزة – المعاني الإيحائية لها بالنسبة للمشاهد) يتناول الجدول التالي عناصر التشكيل المعماري وخواصها الهندسية وما تعبر عنه من سمات ومعاني إيحائية: [٢٩]

٢٨-WWW.arab-eng.org/vb/155066.html [Accessed Sep /١٧/ 2016].

٢٩- يحيى حمودة، (١٩٩٨)" التشكيل المعماري"، دار المعارف، القاهرة.

جدول (٢-٧) الخواص الهندسية والسمات المميزة و المعاني الايحائية لعناصر التشكيل المعماري. المصدر - يحيى حمودة، (١٩٩٨)" التشكيل المعماري"، دار المعارف، القاهرة.

	الخواص الهندسية	السمات المميزة	المعاني الإيحائية	أمثلة توضيحية
النقطة	النقطة هى أصغر شىء يمكن تحديده فى الفراغ أو فى الشكل.وتقاطع خطين .نهايتين لخط ما مركز الشكل.	تتميز النقطة بالوضوح وسهولة القراءة بسبب خاصية التركيز	توحى بالوحدة والتفرد .الاضمحلال أحياناً.	شكل (٢-٢٤)يوضح شكل الكعبة نقطة جذب المصدر – يحيى حمودة، (١٩٩٨)" التشكيل المعماري"، دار المعارف، القاهرة.
الخط	هو اقصر بعد بين نقطتين ويعتبر الخط المستقيم العنصر الأساسى فى التشكيل.	أكثر الخطوط وضوحا وبتغير طوله تتأكد شدة الدلالة على الاتجاه وبتحدد طوله تحدد سمته بدقة.	يوحى بالقوة والاستقامة وربما يوحى بفكرة العظمة إذا أرادنا هذا كما يوحى لنا الخط المستقيم رأسيا كان أم أفقيا على الاتزان.	شكل (٢-٢٥)يوضح مبنى جونسون لمعمارى ميس فان دروه المصدر– www.greatbuildings.com
	هو توالى مستقيمات متصلة طرفا بطرف فى إتجاهات مختلفة.	أكثر مشقة فى قراءته نظرا لصعوبة تتبع التغيرات المفاجئة لاتجاهه كما	يوحى بالحدة فى التشكيل ويختلف باختلاف زاوية القائمة بالثبات.	

		تزيد مشاقة قراءته كلما زادت حدة زاوية		
الأسطح	وهو عده أنواع تبعا لطريقة رسمه: (خط منحنى بمركز واحد، خط منحني بعده مراكز ، خط لولبي، خط منحني حلزوني بريمي ، خط منحني بقوانين خاصه)	سمته الليونة مع الاستمرارية وكذلك الغنى فى التشكيل.	بإنحناء الخط بيتغير التأثير الناتج عن صلابة الخط المستقيم أو حدة الخط المنكسر فتجد ليونة وسلاسة.	شكل (٢-٢٦)يوضح إستخدام الاسطح المستوية مبنى مكتبة بردوا-فلوريدا- المصدر- www.greatbuildings.com:
	وتنتج من تحرك خط مستقيم في الفراغ موازيا) لنفسه ، مثل المثلث ، المربع ، المعين ،المستطيل ....)	نجد إن الخطوط المكونة للمحيط تحدد سمة السطح فالسطح المحدد الشكل المحدد بمثلث وهكذا.	توحي با تزان مؤكد و كذلك ثبات مادي للشكل.	شكل (٢-٢٧)يوضح إستخدام الاسطح المنحنية اوبرا سيدنى- المصدر- www.greatbuildings.com:
	مثل الاسطوانة والمخروط والسطح الممووج ينتج من الدوران الكلي لنصف دائرة حول قطرها.	الخطوط المنحنية تجلب دائما سمة الليونة للاشكال .	ترتبط هذه الأسطح عادة بالتغلب وتحيد الفراغ بداخلها.	شكل (٢-٢٨)يوضح الثبات فى الهرم والصعود الى أعلى - المصدر- www.greatbuildings.com:

الأجسام	وهي الأجسام ذات الهيكل المتماثل في التكوين مثل الهرم، الكرة.....الخ.	تكتسب الأجسام المنتظمة سماتها من شكل هيكلها	ينتج الإيحاء بالسكون بسبب رأسية أوجه الإشكال.	
	الأجسام شبة المنتظمة وتشمل اللأجسام،المنشورة الأسطوانة، المخروط.	تتسم الأجسام شبة المنتظمة بسمه الاستطالة والتوجية.	الشكل المخروطى وكذا ألمنشورى حيث الإرتفاع أكبر من القاعدة مما يوحى بالصعود والاندفاع لأعلى.	
	والإشكال غير المنتظمة	الجسم غير المنتظم :لا يخضع تكوينها لأى قاعدة.[٣٠]		شكل (٢-٢٩)يوضح استخدام الأشكال الغير منتظمة متحف جوجنهايم فرانك جيرى – المصدر – www.greatbuildings.com:

٣٠- يحيى حمودة، (١٩٩٨)" التشكيل المعماري"، دار المعارف، القاهرة.

٢-٢-٥- التشكيل فى العمارة الحركية :

أنماط التشكيل فى العمارة الحركية تعرف من خلال علم التشكيل (Morphology) لأنماط الغلاف الحركى للمبنى . ويشير علم التشكيل (Morphology) إلى المظهر الخارجى والبنية الجسدية للكائن الحى . كما يمكن تعريف التشكيل (Morphology)بأنه هو دراسة العلاقات الهندسية المستقلة التى تعبر عن الحجم أو النسبة .وبطريقة مماثلة يمكن دراسة أبعاد الأجزاء الحركية أو الحجم الكلى للحركة فى الغلاف الخارجى للمبنى .وتتركز دراسة التشكيل هنا على التكوين الهندسى ودراسة كيفية حركتة فى الفراغ – الهيكل الأساسى لتشكيل الحركية –التحكم الذاتى للحجم الفيزيائى أو النسبة.

وهناك فرق واضح بين العمارة الحركية والمناهج الأخرى لما تتميز به العمارة الحركية من تصميم متكامل للحركة مع الوقت .ولكن بشكل عام تشترك العمارة الحركية مع النظريات المعمارية فى ممارسة الحركة من حيث.[٣٠]

١-**التحول من خلال الفراغات الداخلية فالحركة هنا تتغير بسبب حالة النشاط الوظيفى فى الفرغات** .فالمبنى يكون عادة خامل ولكن مع العمارة الحركية التى تحدث لمواجهة أنشطة المبنى غير المحدودة .فمع العمارة الحركية بمرور الوقت يتحول المبنى من الأنشطة الخاملة ليعمل على خلق حركة موضوعية تتكامل مع نسبة الإشغال والانشطة التى تحدث فى المبنى.

٢- **الشعور بالحركة بسبب التغيرات فى التأثيرات البصرية للإضاءة أو فى حالة وجود الرطوبة.** الحركة هنا تتأثر عندما يحدث إدراك وفهم من خلال الأسطح والأشكال والفراغات الأستاتيكية لتغير الظروف البيئية الإستجابية للكثافة الضوئية وجودة الرطوبة وإتجاه وسرعة الرياح.[٣١]

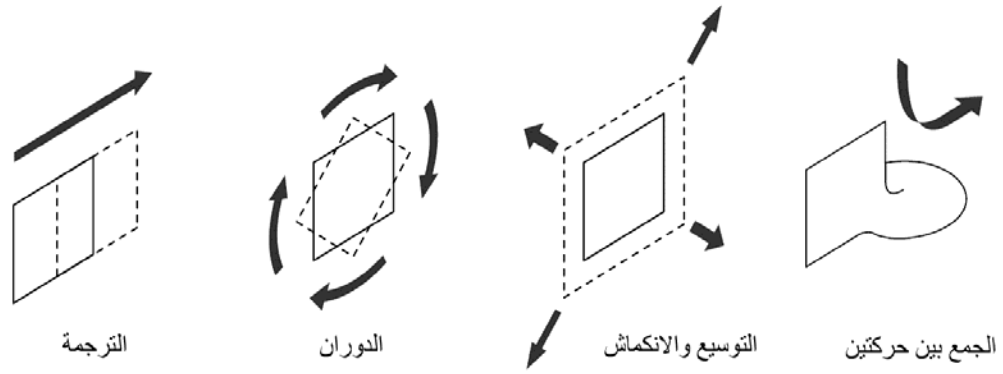
٣-**تأثير العوامل الجوية وعوامل الزمن على مواد البناء المكونة الأجزاء المتحركة.** التاكد من إستغلال خصائص مواد البناء فى مقاومتها التاثيرات الجوية حتى لا تسبب فى التأثير على الحركة.

٤-تمثيل الحركة من خلال الشكل والاسطح التى تظهر بديناميكية التعامل مع الحركة حيث يتم تمثيل الحركة من خلال الأشكال لتتكامل مع الوقت مما يسهل من عملية التصميم للحركة فى المبنى .

٣٠- Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A

٣١- Previous reference.

٥- طرق التصميم الهندسية التى تستخدم تقنيات الحركية .إن الغلاف الحركى للمبنى يسمح بأن يكون تحول الأنماط الهندسية فى حالة تغير مستمر .مع الإقرار على أهمية أن تتكامل العمارة الحركية مع النظريات الهندسية للعمارة المتعرف عليها .ومن خلال هذا يمكن التأكد على تعريف الحركة المكانية من خلال أربعة تحولات هندسية مكانية تحدث فى الفراغ وهى الترجمة التى تصف حركة العنصر فى إتجاه مستوى ثابت – الدوران فهى حركة العنصر حول أى محور – التوسع والانكماش فى حجم العنصر نفسة بالإضافة إلى الحركة من خلال التعديل والتغير فى خصائص مواد البناء نفسها حيث يتم إستغلال خصائص المواد مثل كتلة أو مرونة ، والتى تيمح بحدوث تشوه حركى تدريجى فى المادة . كما يمكن الجمع بين حركتين وذلك لإنتاج حركة أكثر تعقيداً. إن الأربعة تحولات تمثل الأساليب الرئيسية للحركة فى المبنى التى يتم الجمع بينهم لإنتاج العديد من أنماط الحركة الأكثر تعقيداً. [٣٢]



شكل (٢-٣٠) تعريف الحركة المكانية – الترجمة – الدوران – التوسيع والانكماش – الجمع بين حركتين –

المصدر :

Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A.p7

٢-٣- مبادئ الحركة-(Movement Principles):

على مر العصور، فقد وجهت العمارة مبادئ التصميم الحركى على نطاق واسع. وهذه مبادئ يمكن أن تصف منها، فهم ثقافات محددة من المبانى المصممة تصميما جيدا. على سبيل الميثال فأن العمارة الحركية تهتم بهياكل البناء أو بناء العناصر التي تكون دائمة أو ثابتة أو متحركة. والتفكير قليلا فى التصميم الذى يتيح الإمكانيات التي توفرها تغيير الأجزاء الفردية للمبنى على مدار الساعة. يقدم التصنيف التالى تصنيف منهجى والمعايير الخاصة بالتصميم الجيد للهندسة المعمارية الحركية وهى كالتالى . [٣٣]

٣٢- Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A.p6

٣٣-Youssef Osama Elkhayat,2014," INTERACTIVE MOVEMENT IN KINETIC ARCHITECTURE", Faculty of Engineering, Tanta University

١-الوقت :TIME:

حيث أن الوقت يرافق دائما الحركة المادية، إذا كان للمكان ثلاثة أبعاد،فأن البعد الزمني في الأمام، وإذا كان المكان يعبر عن إنتشار الأشياء الموجودة معا، يشير الوقت إلى تتابع الظواهر.[٣٤]

٢-الفيزياء والتوازن-(Physics and balance):

الميكانيكا هو العلم الذي يتبع الفيزياء، وهي واحدة من العلوم واسعة التعامل مع حركة الأشياء وأسبابها. و الميكانيكا التي يتناول الأجسام تحت تأثير قوى التي غالبا ما يلي دراسة إحصائيات حركة ويمكن تقسيم الحركة الى ،حركة واحدة الأبعاد، الحركة في بعدين،[٣٥] حركة دائرية ،حركة إهتزازية ،حركة تذبذبية .لكل من هذه الأنواع من الحركة ترجمة الدوران – يمكن تحديد ثلاثة درجات حرة من الحركة ، وهذا يتوقف على كيفية وضع أو التوجيه أوتغييرات فى العنصر الحركى.

٣- السرعة والتسارع -(Speed and acceleration):

وهناك جزء من الحركة هو السرعة التي تأخذ حركة المكان. دون سرعة، أو التغيير بين حالتين مختلفتين وعلى الرغم من أننا قادرون فقط لتحديد سرعة الكائنات الأخرى بشكل غير مباشر من خلال المدركات ، وهذا يسمح لنا أن ندرك مباشرة التسارع من جانبنا للجسم. والتسارع هو وثيقة الصلة للإدراك الحسي غير مباشر. بشكل عام.[٣٦]

٤- الشكل والتكرار المسلسل -(Form and serial repetition):

النموذج الأكثر تعقيداً من الأجسام الثابتة هى التى تغير شكلها مع حركة. والتكرار المسلسل من العناصر الحركية الشائعة جدا في العمارة الحركية. والطريقة التي ترتب فيها العناصر في سلسلة يمكن أن يكون لها تأثير كبير على المظهر العام وفيما يتعلق بالمظهر الخارجي و يمكن للمرء أن يفرق بين إثنين مختلفين فيها.و إستراتيجيات التصميم:يمكن للحركة أن تفشل في أعقاب خطة محددة سلفا بينما فكرة حركة العنصر تعني أن العنصر الحركي يمكن نقله بشكل مستقل[37] تماما. وعندما ينشط عنصر واحد يستجيب لحركاته العناصر المجاورة، و تأثير العام المتوافق يمكن الحصول على نوعية حركة مثل سرب.

٣٤-Youssef Osama Elkhayat,2014," INTERACTIVE MOVEMENT IN KINETIC ARCHITECTURE", Faculty of Engineering, Tanta University

35-M. Schumacher, O. Schaeffer, M. Vogt, Move, , 2010," architecture in motion-dynamic components and elements", Birkhauser, Germany.

٣٦- Previous reference.

٣٧- Previous reference

٥-الكتلة والوزن-(Mass and weight):

الاحجام الكبيرة هى أكثر صعوبة في التحريك وأكثر من أي وقت فأن الكتلة من العناصر التى تحتاج إلى أن تؤخذ بعين الإعتبار من حيث البناء، فضلا عن التصميم. ويجب النظر في الآثار المترتبة على الكتلة في التصميم المتحرك والكتلة من العناصر المعمارية الجديدة نسبيا والوزن ينظر له كعنصر له آثار هامة فى الرسم الحركى. والمظهر الخارجى يوثر فيه الوزن وعلى سرعته و حركتة والقوة المطلوبة للحركة.

٦- تعقيد ومقياس -(Complexity and Scale).

التسلسلات الزمانية والمكانية المعقدة في التحول من عنصر ثابت الى حركى يمكن أن تستخدمه كوسيلة للتصميم. ويلعب الحجم ومقياس العنصر المتحرك على جميع المستويات دورا هاما فى تكوين حركة متكاملة والترتيب من حيث الحجم بالنسبة لحجم إنسان – له تأثير حاسم فى الحركة.

تعقيد: التحقق الفني من الحركة. وينطبق ذلك أيضا على نطاق المنشآت صغيرة التي تتطلب تنفيذ عالي الدقة وكذلك الإنشاءات على نطاق واسع، والتي لها أثار كبيرة على الإطار الهيكلي لعناصر المبنى الجامدة.[٣٨] وبالمثل، فإن الجمع بين العناصر الحركيةفي سلسلة حركية يزيد من التعقيد الهندسي فى الحركات.و يزيد من تعقيد الحركة الإجمالية إلى حد كبير.

٧- الغموض والتفاعل-(Mystery and interaction):

بعض الحركات إثارة الإهتمام على وجه التحديد لأن المرء لا يمكنه رؤية من أين تأتى الحركة أو كيف تعمل.و التفاعل هو نوع العمل الذي يحدث نتيجة تفاعل إثنين أو أكثر من العناصر يكون لها تأثير على بعضها البعض. وفكرة وجود تأثير فى إتجاهين أساسية في مفهوم التفاعل، بدلا من تأثير السببية في إتجاه واحد. والتفاعلات داخل النظم: هى مجموعات تشمل العديد من التفاعلات البسيطة يمكن أن تؤدي إلى الظواهر الناشئة والمثيرة للدهشة. والتفاعل له معاني مختلفة في العلوم المختلفة. والعمارة التفاعلية هو دليل الموجهة للعمليات ديناميكية لخلق مساحات و كائنات قادرة على أداء مجموعة

٣٥-M. Schumacher, O. Schaeffer, M. Vogt, Move, , 2010," architecture in motion-dynamic components and elements", Birkhauser, Germany.

من الوظائف العملية والإنسانية. و تتم التفاعلات الفيزيائية المعقدة بفضل الانصهار الإبداعي كجزءا لا يتجزأ من حساب العمليات الحسابية المعقدة في الهيكل الأساسى ونظيره التفاعل الملموس (حركية). [٣٩]

٢-٣-١-أنماط الحركة الفعلية في الهندسة المعمارية.

في الهندسة المعمارية، والهيئات الجامدة (المبانى التقليدية)هي الأكثر شيوعا، ومنتشرة على نطاق أوسع في العمارة وعادة ما ترتبط المفاصل بتشكيل العناصر الحركية. أيضا تستخدم الهياكل المرنة في العناصر الحركية في نطاق ضيق. وبالتالي في القدرة الحاملة لها، واستخدام العناصر المرنة في الهياكل نادر نسبيا، بإستثناء هياكل الغشاء المرن. ويصف حركة الترجمة المتكونه في إتجاه مستوى ثابت. يسمح للدوران بتحرك الجسم حول أي محور. بينما يصف التوسع أو الانكماش التغير في الحجم. وهذه هي اللبنات الأساسية للحركة، والتي تكون مجتمعة لإنتاج حركة أكثر تعقيداً، [٤٠].

أنماط الحركة الفعلية في مجال العمارة التى يمكن تقسيمها إلى خمسة أنواع:

١- حركة العناصر المعمارية الجامدة-(The movement of rigid architectural elements).

٢- حركة العناصر المعمارية التشوهية-(The movement of deformable architectural elements).

٣- حركة العناصر المعماريةاللينةوالمرنة-(The movement of soft and flexible architectural elements).

٤- حركة العناصر المعمارية المرنة-(The movement of elastic architectural elements).

٥- الأشكال الهوائية-(Pneumatic forms).

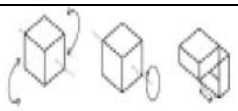
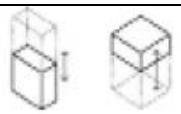
١-حركة العناصر المعمارية الجامدة-(The movement of rigid architectural elements):

دائما ما يتم تخفيض الحركات الميكانيكية إلى أنواع أساسية من الحركة: الدوران،التوسع أوالمزيج من الإثنين. ويستخدم هذا التصنيف بغض النظر عن مكان الإنشاء أو إين يقع المفصل دون النظر للجاذبية. والأنماط التى يتم مناقشاتها هنا ترتبط دائما بالعناصر الصغيرة جداً كما أن المستوى المناسب لإستخدامها هنا يعتبر وظيفة الحركة والوضع الميكانيكي هو الأهم بدلا من الدقة . [٤١]

٣٩-M. Schumacher, O. Schaeffer, M. Vogt, Move, , 2010," architecture in motion-dynamic components and elements", Birkhauser, Germany.

٤٠- Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, NewYork,U.S.A

٤١-M. Schumacher, O. Schaeffer, M. Vogt, Move, , 2010," architecture in motion-dynamic components and elements", Birkhauser, Germany.

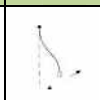
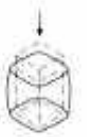
الفكرة الميكانيكية Mechanical CONCEPTE		دوران ROTATION	التوسع TRANSLATION	التوسع والدوران ROTATION & TRANSLATION
النموذج المعمارى ARCHITECTURE TYPE		رفرفة دائرى قطب بالتناوب	إنزلاق رأسى إنزلاق متوازى	طى مقص مطوى
حركة الأسطح البسيطة SIMPLE MOVEMENT OF SURFACES	افقى HORIZONTAL			
	رأسى VERTICAL			
	مستوى LEVEL			
حركة الحجوم البسيطة SIMPLE MOVEMENT OF VOLUMES	افقى HORIZONTAL			
	رأسى VERTICAL			
	مستوى LEVEL			

جدول (٢-٨) يوضح حركة العناصر المعمارية الجامدة- المصدر-

R.Kronenburg, 2007,"Flexible: architecture that responds to change", Laurence King, United Kingdom

٢- حركة العناصر المعمارية التشوهية-(The movement of deformable architectural elements):

العناصر المعمارية التتشوهية تلعب دوراً هاماً في الحركة على نطاق صغير على وجه الخصوص وفي التحول المرن من الأسطح الكبيرة. والتحولات الشكيلية والمكانية ليست نتاج مختلف عن تشكيلات العناصر الثابتة والجامدة أساسا، ولا يتغير بناء العناصر ولكن بدلاً من ذلك فأن التنقل داخل العنصر أو المواد إعتماداً على الخصائص المادية المحددة وتركيبات المواد المستخدمة هى التى تميز بين الهياكل اللينة والمرنة والهياكل المطاطية. والمواد البلاستيكية التي تتشوه بلا رجعة تحت قوة نادراً ما تستخدم في الهندسة المعمارية. [٤٢]كما أن الجاذبية لها تأثير مباشر على كيفية تحقيق الحركات، والوزن والحجم ونوع المواد المستخدمة ذات الصلة الخاصة بنوع الحركةوعناصر المباني التشوهية كما يوضح الجدول (٢-٩) القدرة على تحقيق الحركات الأساسية، ولكن المزيج بين المواد المرنة تسمح ببعض التغيير في الشكل مما تسمح للحركات الأخرى أن تجري على أساس الخصائص المادية والبعد بين العناصر.[٤٣]

أتجاه الحركة	إمتداد STRETCh	لفة ROLL	ثنى BEND	القص SHEAR	رفرفة FLUTTER	حر FREE	جمعى عمودى GATHER(VERTICAL)	جمعى أفقى GATHER(HORIZONTAL)
حركة العنصر فى أتجاه واحد								
حركة العنصر فى اتجاهين								
حركة العنصر فى ثلاث اتجاهات								

جدول (٢-٩) يوضح المزيج بين الحركات الأساسية فى العمارة الحركية- المصدر-

٤٢-R.Kronenburg, 2007,"Flexible: architecture that responds to change", Laurence King, United Kingdom.
٤٣- Carolina De Marco Werner,2013," Transformable and transportable architecture" Master Thesis, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

Carolina De Marco Werner,2013," Transformable and transportable architecture" Master Thesis, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España

٣-حركة العناصرالمعمارية الينة والمرنة-(The movement of soft and flexible architectural elements):

العناصر المعمارية المرنة قادرة على تغيير شكلها دائما عندما يتم تطبيق قوى خارجية دون فقدان الشكل الأساسى لها.والعناصر المعمارية اللينة والمرنة ويمكن تقسيمها إلى نوعين الخطي وعناصر مسطحة. وتشمل الأمثلة الخطية الألياف، والأسلاك أو الحبال. وتشمل الأمثلة المسطحة المنسوجات أو أقمشة التريكو. تستخدم المواد المرنة على نطاق واسع في المعمارة والأكثر شيوعا في الاستخدام المنسوجات والأغشية الخفيفة للغاية والمرنة وخاصة بالمناطق السطحية وهى مناسبة تماما لخلق قوي بصرية و تستخدم للأنقسامات المكانية مع الحد الأدنى من مدخلات الطاقة.[٤٣]

٤-حركة العناصر المعمارية مرنة-(The movement of elastic architectural elements):

على النقيض من المواد المرنة أو اللينة، فأن مواد مرنة قادرة على إستعادة شكلها الأصلي بعد التشوه دون الحاجة إلى قوة خارجية إضافية من الناحية النظرية وكذلك فإن المواد المرنة توفر مجموعة متنوعة من التطبيقات المعمارية، ولكن معظم المواد المرنة غير متوفرة في السوق في بالأحجام اللازمة للمتانة أو جودة الصورة. ولذلك يقتصر استخدام هذه المجموعة من المواد على عناصر صغيرة الحجم وأقل الوظائف المتعلقة بالتصميم.

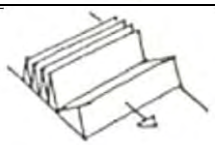
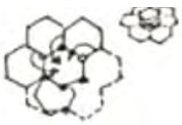
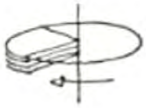
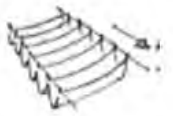
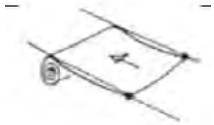
٥-أشكال الهوائية-(Pneumatic forms).

يمكن تحويل المواد القابلة للتشوه والمسطحة إلى أشياء ثلاثية الأبعاد من خلال التضخيم تحت الضغط. كما هو الحال مع بالونات الهواء والإنشاءات الهوائية ونادراً ما تكون قادرة على التأرجح بين شكلين مختلفين ولكن بدلا من ذلك تتغير بين حالتين التضخم والمفرغة من الهواء. والأشكال الهوائية المفرغة تحتل حجماً صغيراً جداً ويمكن تخزينها في مساحة صغيرة جداً وعندما تتضخم بما فيه الكفاية، يمكن الحصول على الشكل المكاني المطلوب . [٤٤] ومن

٤٣-R.Kronenburg, 2007,"Flexible: architecture that responds to change", Laurence King, United Kingdom,.

٤٤- Previous reference.

خـــلال دراســـة تطبيقـــات أنمـــاط الحركـــة الفعليـــة فـــي مجـــال المعمـــارة المعاصـــرة أمكـــن تحديـــد بعـــض الأمثلـــة الرئيســـية ودراســـة الجوانـــب التركيبيـــة لمصـــفوفة الهياكـــل الحركية جدول (٢-١٠) يوضح مصفوفة الهياكل الحركية.

نوع الحركة	إتجاه الحركة direction of movement			
	موازى parallel	مركزى central	دائرى circular	محيطى peripheral
إنزلاقى sliding				
قبل للطى folding				
بالتناوب Rotating				
مدفوع bunching				
مبروم rolling				

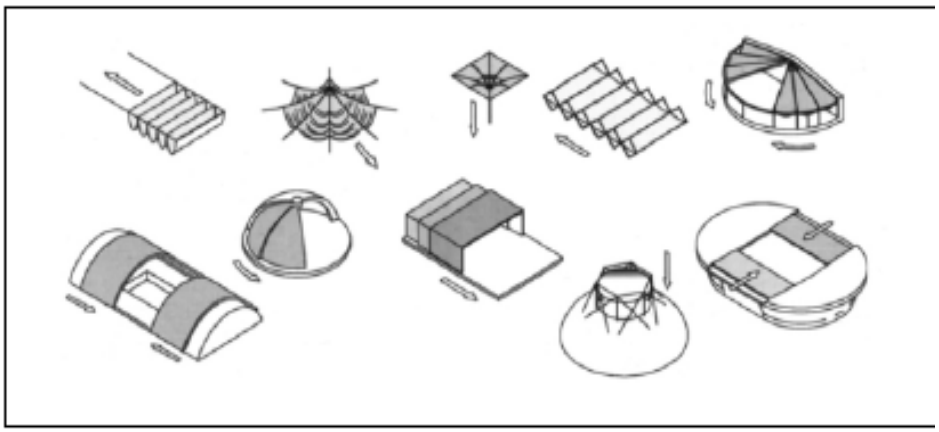
جدول (٢-١٠) يوضح مصفوفة الهياكل الحركية- المصدر:

Otto. F. et al, 1971," Convertible Roofs" Institut for Leightweight Structures, Univ. Stuttgart, IL5

٢-٣-٢- ممارسة الحركة المعاصرة.

الممارســـة المعاصـــرة للعديـــد مـــن المنشـــورات، والمـــدونات والمشـــاريع تشـــير إلـــى تزايـــد الاهتمـــام المعاصـــر بالحركـــة فـــى العمـــارة والـــذى تـــم ترجمتـــه فـــى عـــدد مـــن المشـــاريع العالميـــة ، فعلـــى الـــرغم مـــن الكـــم الكبيـــر مـــن المـــواد والتركيـــز المتزايـــد علـــى التكـــوين والتشـــكيل للغـــلاف الخـــارجى للمبنـــى فقـــد تمكـــن العديـــد مـــن المصـــممين مـــن توجيـــة جـــزء مـــن هـــذا التركيـــز علـــى مـــواد البنـــاء والتشـــكيل لمعالجـــة ممارســـة الحركـــة فـــى المبنـــى .وبشـــكل عـــام معظـــم هـــذه الممارســـات تعتمـــد علـــى الإمكانيـــات الفنيـــة

والتكنولوجيا الحديثة.[٤٥] وتعرف ممارسات الحركة فى الهندسة المعمارية بأنها المبانى ذات الممارسات أوالمكونات ذات التنقل المتغير فى الموقع أو التشكيل .حيث تكون متغيرة التنقل فى الموقع مثل المبانى و الهياكل المحمولة أو الأسقف القابلة للطى أو الإنزلاق أو الدوران أوالقابلة للتوسع أو القابلة للإنتشار على مساحة أكبر .أما من حيث التغير فى التشكيل فهو تغيير يحدث فى نفس موقعه دون التأثير على المساحة التى يعمل بها .



شكل (٢-٣١) يوضح ممارسات الحركة ذات التنقل المتغير فى الموقع – المصدر:
Güçyeter, B., A. (2004), "Comparative Examination of Structural Characteristics of Retractable Structures, Msc Thesis," Dokuz Eylül University.

ويمكن تصنيف ممارسات الحركة ذات التنقل المتغير فى الموقع وفقاً لنظامها الهيكلى.حيث تم تصنفها من حيث النظام الهيكلى إلى أربعة مجموعات رئيسية وهى:

- **الهياكل الشريطية المكانية التى تتكون من قضبان مفصلية**
- **هياكل الألواح القابلة للطى وتتكون من مجموعة من الألواح المفصلية.**
- **هياكل الكابلات المشدودة.**
- **الأغشية الهيكلية.**[٤٦]

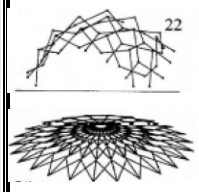
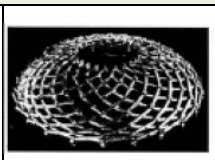
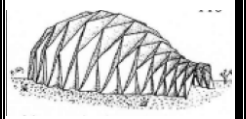
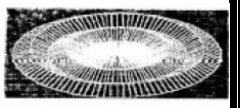
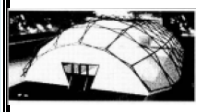
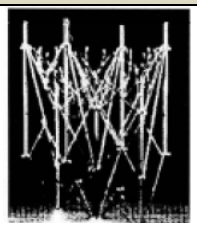
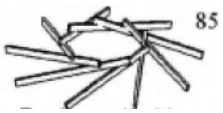
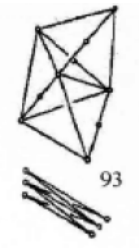
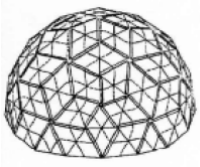
ومن خلال هذه المجموعات الأربعة يتم تصنيف هذه النظم الهيكلية الأربعة من خلال خصائصها التشكيلية والحركية جدول (٢-١١).

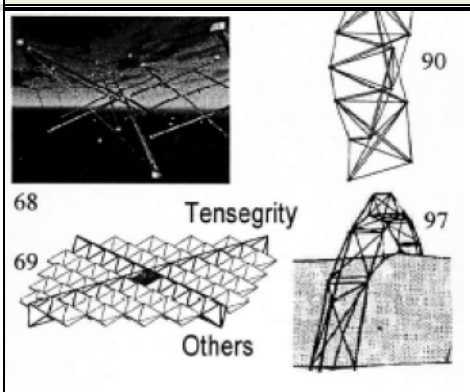
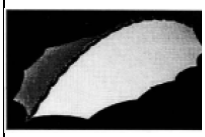
٤٥-Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A,p13

٤٦- Hanaor, A., and Levy, R. (2001), "Evaluations of Deployable Structures for Space Enclosures," International Journal of Space Structures, Vol.16, 211-229

جدول (٢-١١) يوضح ممارسات الحركة ذات التنقل المتغير فى الموقع. المصدر:

Hanaor, A., and Levy, R. 2001, "Evaluations of Deployable Structures for Space Enclosures," International Journal of Space Structures, Vol.16, 211-229

	Morphology التشكيل الحركى			
علم الحركة المجردة (ممارسة الحركة)kinematics		التشكيل الشبكى Lattice		التشكيل المتواصل CONTINUOUS
	الوصلات الجاسئة المتقاطعة RiGid Links	DLG	SLG	SPINE	الألواح Plates
		شبكة المقصات Pantographic (scissors)			الألواح المطوية Folded Plates
		 شكل(٢-٣٦) المقصات الدائرية Radial Scissors	 شكل(٢-٣٥) المقصات ذات الزواية Angulated scissors (retractable roofs)	 شكل(٢-٣٤) الصوارى والأقواص Arches&masts	 شكل(٢-٣٢) القابلة للطى فى شكل خطى LINEAR DEPLOYMENT  شكل(٢-٣٣) القابلة للطى فى شكل خطى Radial DEPLOYMENT
		 شكل(٢-٣٧) المقصات الطرفية Peripheral Scissors			
		القضبان BARS			الأسطح المنحنية Curved surface
		 شكل(٢-٤٢) الوصلات المفصلية Articulated Joints	 شكل(٢-٤٠) الأسطح الدورانية Ruled surface  شكل(٢-٤١) الشبكة المتبادلة Reciprocal grids (dismountable)	 شـــــــكل(٢-٣٩) وصلات مفصلية Ruled surface	 شكل(٢-٣٨) السطح المنحني Curved surfac

		نظم الكبلات الداعمة Strut-cable systems	الأغشية المشدودة Tensioned membrane	
	أسطح قابلة للتشكيل Deformable		النسيج	الهـــــــــــواء المضغوط
		 شـــــكل(٢-٤٥) الكـــــبلات الداعمـــــة Strut-cable systems	شـــــــكل(٢-٤٤) النسيج المهجن. Hybrid	شكل(٢-٤٣) الأغشية ذات الضغط المنخفض. Low pressure
			 شكل(٢-٤٧) النسيج المدعم. Ribbed	شكل(٢-٤٦) الأغشية ذات الضغط العالى. high Pressure

وتمثـل ممارسـات الحركـة مـن خـلال التشـكيل بأنهـا عمليـة التحسـين مـن كفـاءة هـذه الأنظمـة الهيكليـة الحركيـة التـى يمكـن أن تزيـد مـن خصـائص المرونـة فـى تصـميم المبـانى. وتـؤدى عمليـة التحسـين إلـى البحـث عـن خصـائص الإسـتجابة فـى العمـارة التـي يمكـن تحويـل المبنـى إلـى جسـد حـى يعمـل بشـكل ذاتـى للتكيـف مـع المتطليـات المتغيـرة باسـتمرار والشـروط المناخيـة وذلـك إعتمـادا علـى إسـتخدام تقنيـات الإستشـعار الإلكترونيـة والكمبيـوتر والأنظمـة المحركـة. وتتكـون ممارسـات الحركـة مـن خـلال التشـكيل مـن خـلال الفـرق البسـيط بـين الطـرق والوسـائل فـالطرق المتعـددة تعنـى الحركـة الواضـحة للعـين المجـردة مثـل الطـى- الإنـزلاق – التكبيـر – التصـغير – التحويـل ، أمـا الوسـائل فهـى التـى تعمـل علـى تحقيـق هـذا النـوع مـن طـرق الحركـة حيـث تشـمل جميـع الأجهـزة بـدءاً مـن التكنولوجيـا[٤٧]

٤٧-Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A.

الميكانيكيـــة حتـــى التكنولوجيـــا الكيميائيـــة. ويظهـــر تطبيـــق ممارســـات الحركـــة مـــن خلال التشكيل بشكل مقسم على الهيكل – الشاشة – السطح وذلك وفقاً.

- لإتجاه الحركة.
- إتجاه الدوران .
- التوسع والمقياس .
- ووضع مواد البناء حيثما يكون ملائماً.

ومـــن خـــلال دراســـة التطبيقـــات المعاصـــرة أمكـــن تحديـــد بعـــض الأمثلـــة الرئيســـية ودراســـة الجوانـــب التركيبيـــة بشـــكل واضـــح وتحديـــد أنـــواع الممارســـات للحركـــة مـــن خلال التشكيل [٤٨]

جدول (٢-١٢) يوضح ممارسات الحركة من خلال التشكيل-المصدر- Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A.

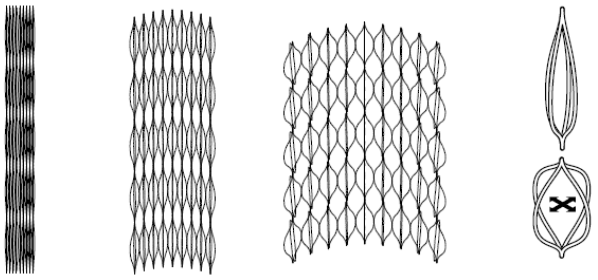
ممارسات الحركة	التوصيف
الحركة الهيكلية	**التعريف**
	تعـرف الحركـة الهيكليـة بأنهـا الحركـة التـى تميـز بأنهـا جـزء لا يتجـزأ مـن مكونـات هيكـل المبنـى والتكوينـات الديناميكيـة . التركيـز هنـا يكـون علـى الغـلاف الخـارجى للمبنـى بحيـث يكـون جـزء لا يتجـزأ مـن هيكـل المبنـى .حيـث يتميـز حجـم الحركـة الهيكليـة بأنهـا تشـمل المبنى كله.
	ممارسة الحركة
	▪ الديناميكية الهيكلية. ▪ الهياكل الإستباقية للبرمجة/ الهياكل الهوائية. Programmable pro-active structures ▪ المقص ثلاثى الأبعاد.Three-dimensional scissor joints
	الديناميكية الهوائية
	عنـد الحاجـة لعمـل فتحـة كبيـرة ومتحركـة فـى الغـلاف الخـارجى للمبنـى، ويوجـد العديـد مـن الأمثلـة . الكلاسـيكية علـى هـذا النـوع مـن

٤٨-Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A.

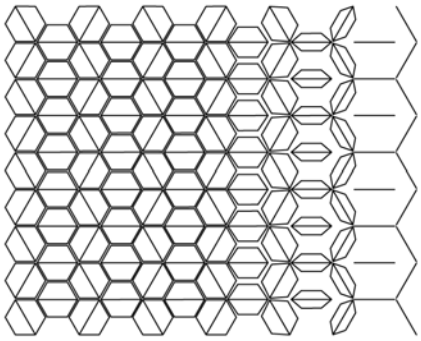
	الحركة مثل الملاعب الرياضية التى إدراج لها أسقف قابلة للتشغيل والحركة. كما يوجد بعض الأمثلة المطبقة بشكل شائع على الحوائط. ونوع الحركة هنا تتمثل فى شكل حركة متجانسة وحركة دورانية، ويستخدم هذا النوع من الحركةعلى مستوى المبنى ذو الوظيفة الواحدة.
	الهياكل الإستباقية للبرمجة/ الهياكل الهوائية. **Programmable pro-active structures**
	تعرف على أنها الحركة التي تستجيب على أساس الهيكل الهوائى، حيث يحدث رد الفعل . في الوقت الحقيقى والمناسب على أساس مجموعة من المدخلات التى تمثل المستخدمين فى المبنى وقوى البيئية التى تؤثر على الهيكل الإنشائى. وقد ظهر هذا النوع من الحركة فى سلسلة من المشاريع تحت مسمى العضلات Muscle والتى تمثل الخطوة الأولى نحو إدراك هيكل الشد فى الأغشية المرنة الذي يفعل من خلال الإضا هواية، حيث تعتمد فيها الحركة على البيانات التي تقدم إلى الإسطوانات الهيدروليكية لإعادة تكوين الشكل بواسطة الحركة.
	المقص ثلاثى الأبعاد. (Three-dimensional scissor joints)
	تعرف على أنها الحركة التى يحدث فيها توسع وإنكماش بشكل موحد على الوحدات المكونة للهيكل من خلال حركة بطيئة وبشكل جذاب حيث تفتح وتغلق بشكل متتابع مثل الألعاب النارية وإن الفكرة العامة فى هذا النوع من الحركة هو أن الوحدة تعمل تعمل بشكل منفرد عن الوحدات ولكن يتم تنفيذها لتتكامل هذه الوحدات فى شكل جماعى وبشكل موحد فى جميع أنحاء الهيكل لتتحرك بشكل ثلاثى الأبعاد متطور هو من النوع الذى يلفت العين إلى الأجزاء الفردية عند التجمع.

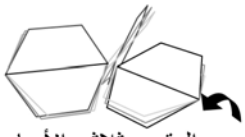
الشاشات المتحركة

التشكيل



شكل(٢-٤٨) يوضح الهياكل الإستباقية للبرمجة/ الهياكل الهوائية.
(Programmable pro-active structures)





المقص ثلاثى الأبعاد.
Three-dimensional scissor joints

شكل(٢-٤٩) يوضح ممارسة الحركة الهيكلية –المصدر:
Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A.p14,15

التعريف

تتكون الشاشات المتحركة من سطح محبب أو أسطح متكونه من عدد لا يحصى من الوحدات الدقيقة والنشطة التى تعمل وتتكامل معاً فى شكل حركة معينة جماعية. ويتم تنظيم شروط ممارسة الشاشات المتحركة بواسطة نوع الحركة التى تعمل بها الوحدات المكونة للشاشة وهى- التوسع – الدوران – التحول فى الحجم.

ممارسة الحركة

- التوسع الأفقى والرأسى (Horizontal and vertical translation)
- الدوران (rotational screens)
- تحول القياس /التحجم(scaling transformation)

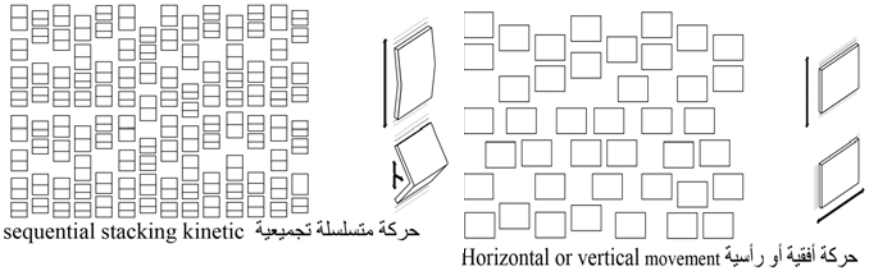
التوسع الأفقى والرأسى (Horizontal and vertical translation)

وهنا يكون شكل الوحدات عبارة عن لوحات مستطيلة الشكل وسيتم تشغيلها من خلال نظام الأسلاك وبكرة فى الشاشات المتحركة مما يسمح للتوسع فى محورين

- فى شكل حركة أفقية أو رأسية(Horizontal or vertical movement)
- حركة متسلسلة تجميعية (sequential stacking kinetic)

الحركة هنا تكون متوسعة بشكل رأسى تدمج مع حركة للطى حيث تعمل الحركتين معاً للتأثير على مقاس الحجم للوحدة بالتكبير أو التصغير عند تشغيلها على طول الواجهة فى الغلاف الخارجى للمبنى فهذا يسمح لمجموعة من الأنماط التركيبية الرأسية للعمل معاً فى التوسع والتحجم .وهذا النظام يعمل بواسطة أنظمة الكمبيوتر مما يسمح للتبديلات المتعددة من خلال الحركة الرأسية وحركة التجميع.

الشكل



شكل(٢-٥٠) يوضح التوسع الأفقى والرأسى –المصدر:

Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A.p١٦.

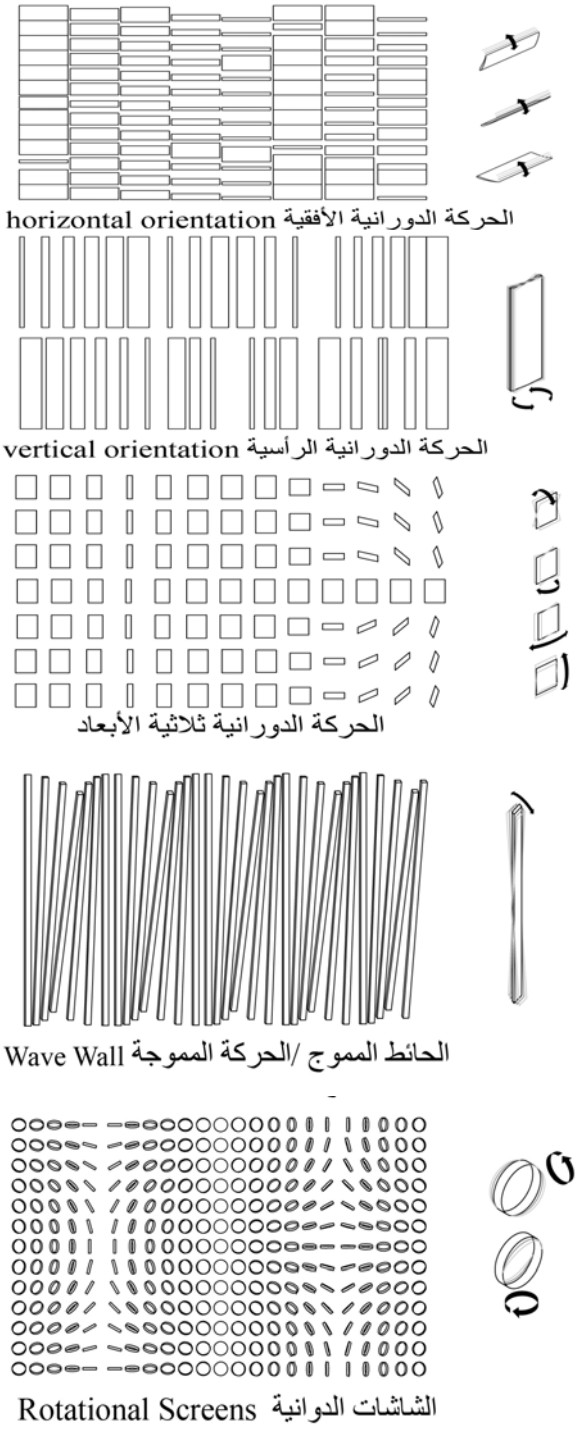
الدوران. (Rotational Screens)

و على عكس التوسع هناك العديد من المشاريع التي تستخدم الحركة الدورانية و لا سيما في الكاسرات الشمسية و ذلك لتوفير الديناميكية الشمسية. و مع ذلك فهناك تصور عام لوظيفة الكاسرات لتتكامل ضمن الغلاف الخارجي للمبنى ولكن مع الحد الأدنى من تشكيل الحركة. فالحركة هنا عادة ما تتكيف وتتكامل وتنتظم بشكل موحد مع الكاسرات و خاصة فيما يتعلق بوضع الشمس.

و هناك العديد من الأمثلة المطبقة لنهج الشاشات الدورانية:

- الحركة الدورانية الأفقية horizontal orientation حيث تعمل كل لوحة بشكل مسيطر ومنفرد بحيث تكون قادرة على الإستدارة بزاوية ٩٠ درجة و مثال و مطبق على ذلك مباني السفارات لبلدان الشمال الأوروبى في برلين.
- الحركة الدورانية الرأسية حيث تصمم في شكل زعانف رأسية التى تتحرك بشكل مستدير ولكن ببطء لتتبع حركة الشمس بإستخدام المحركات الحرارية الهيدروليكية.
- الحركة الدورانية ثلاثية الأبعاد حيث تعمل الحركة فى جميع المحاور الثلاثة. حيث يعمل البعد الثالث على تأكيد أنماط الحركة على البعدين الأخرين أو يمكن أن يعمل على طى الكاسرات فى الإتجاه أو التراكيب المائل.
- الحائط المموج /الحركة المموجة Wave Wall وهو مشروع فريد من نوعه صمم لمرصد الليزر فى باسادينا، كاليفورنيا الحركة هنا تعمل عن طريق نقل الحركة من صيغة المفرد إلى الأعضاء المجاورة.حركة تعتمد على الرياح أو يمكن أن تعمل على القوة المغناطيسية.
- الشاشات الدوانية Rotational Screens وهو مثال فريد من دوران مزدوج.عبارة عن مجموعة من الأقراص الدائرية القادرة على تناوب الدوران من خلال محور X ومحور Y فى وقت واحد

	الشكل



شكل(٢-٥١) يوضح ممارسة الحركة الدورانية –المصدر:

Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A.p18.

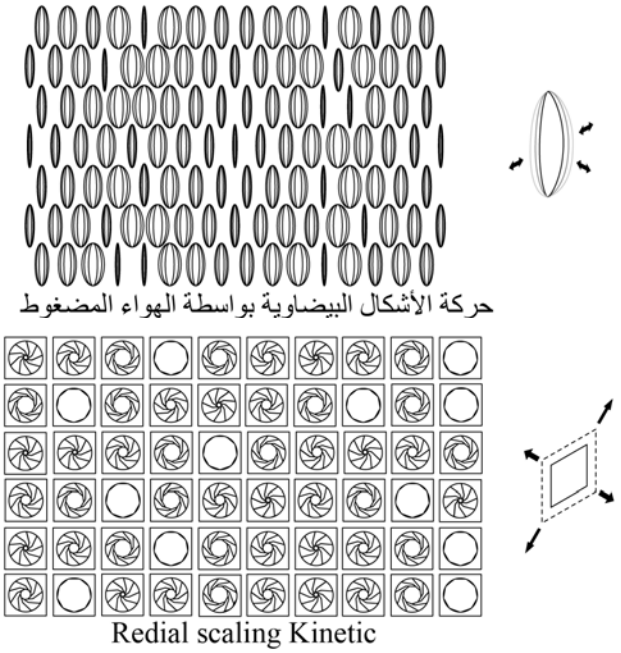
تحول القياس /التحجيم(Scaling transformation)

بالمقارنة مع الدوران فإنه يوجد هناك أمثلة قليلة نسبياً على أساس تحرير القياس أو التحجيم فقد تم العثور على معظم الأمثلة الحركية في التوسيع والإنكماش متواجدة في الأغشية المطاطية .حيث عادة ما يعمل هذا النوع من الحركة على نطاق الهياكل الهوائية. وكمثال على واجهة تعمل بالهواء المضغوط من خلال مشروع الطلاب في جامعة ملبورن حيث يتم التحكم بشكل فردى في حركة الأشكال البيضاوية بواسطة الهواء المضغوط حيث تنتفخ لإنشاء شكل متغير مبطن بالهواء يعمل على الواقية من الشمس معتمداً على الأنماط

الحركية القائمة على التوسيع والإنكماش

- Radia Scaling kinetic

وفى معهد العالم العربى فى باريس– فرنسا حيث يعد من الأمثلة الأكثر شهرة في الواجهات المتحركة، حيث تتكون الواجهة الجنوبية من شبكة من فتحات مربعة الشكل كل فتحة تتكون من مغلاق مركزية دائرية الشكل .تحاكى هذه الواحهة المشربيات العربية التقليدية ولكن بطريقة أكثر حداثة .وتعرف الحركة الفعلية لهذه الفتحات المربعة على أنها عبارة عن دوران من الصفائح مسطحة فوق بعضها البعض حيث يحدث الدوران على مستوى عمودى على الواجهة على غرار حركة عدسات الكاميرا الفتوغرافية التى تتسع لتوضيح والروئية الجيدة وتنكمش عند الحاجة لإخذ الصورة فالحركة فى كل فتحة هى واحدة من الإنكماش أو التوسع .ويتم التحكم فى الحركة كل وحدة بشكل فردى كما أن التشكيل العام يسمح لمجموعة بالتنوع والتذبذب للحركة بين الفتحات.

	الشكل
	 شكل(٢-٥٢) يوضح تحول القياس /التحجيم –المصدر: Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A.p١٩.
حركة الأسطح	**التعريف**
	تعرف الحركة هنا بأنها حركة يقوم بها السطح القابل للتشغيل بكامل مساحته وبذلك يملك أطول نسب للحركة فى العمارة الحركية. فالحركة هنا في المقام الأول هي عبارة عن رفرفة قماش الخيمة. وتعمل الحركة من خلال الحد الأدنى من الوسائل بحيث تسمح بتحديد الوظيفة والوصول المادى وحركة الهواء و إختراق الإضاءة.
	ممارسات الحركة
	١- السطح القابل للتشغيل(Operable Surface) ٢- الحركة على شكل تضاريس (kinetic relief) ٣- التعديل المكانى (Spatial deformation)

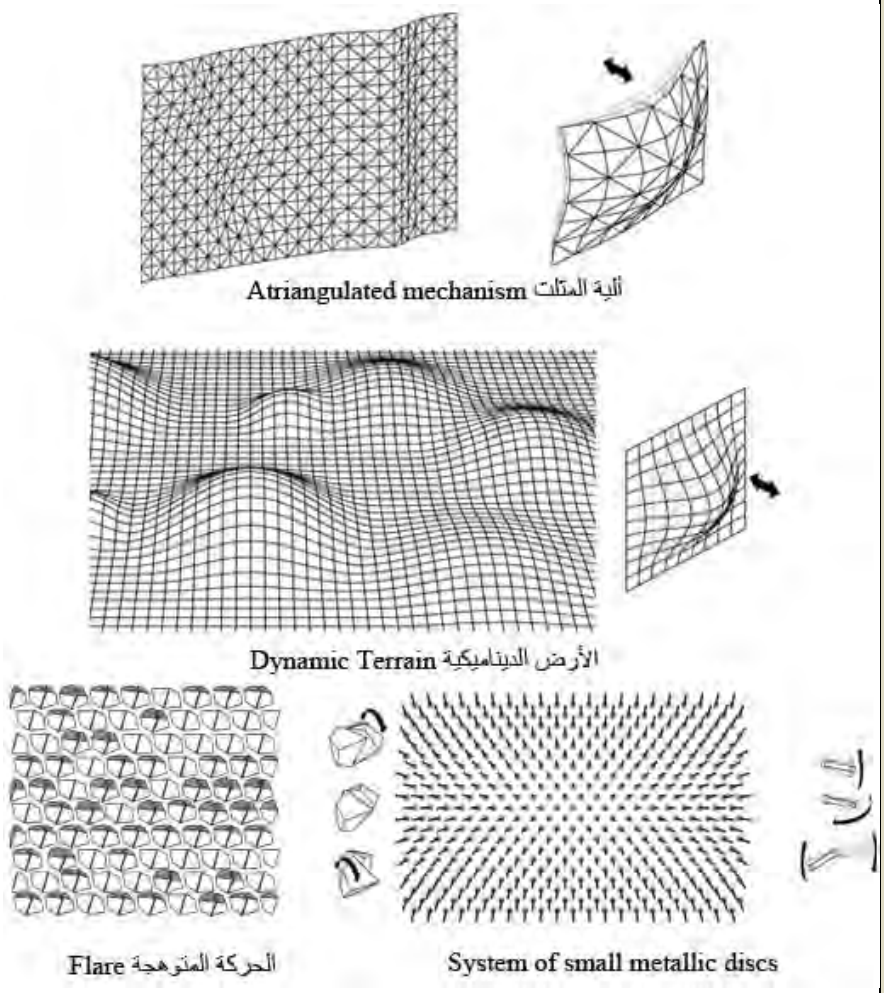
١-السطح القابل للتشغيل (Operable Surface)	
الفتحات القابلة للتشغيل Piano Auroa Place by Renzo automated operable windows هو المثال الممارس والمطبق على هذا النوع من الحركة. فالحركة هنا تمارس بشكل وظيفى بحت من خلال حائط ستائرى مستو من الزجاج توجد به فتحات ذات أبعاد أفقية وقابلة لتشغيل كمجموعة من ثلاثة فتحات رأسية تفتح بألية للفتح – معدات محركة. وقضبان تتمحور على الغلاف الخارجى.ولكن الحركة الزائدة هنا يمكن أن تكون من أليات مدروسة بدقة لتمكين التفاعل البارع للحركة على طول الواجهة.Storefront for Art and Architecture وهو مثال مطابق فى Stephen Hall نيويورك قد ولدت الفكرة بشكل خاص من الأنظمة السلبية حيث يتم عمل فتحات غير متماثلة الكثافة فى الحائط الخارجى تعمل بتركيبة حركية متكررة ويتم تخطيط الجدول الزمنى لعمل الفتحات تبعاً للتغيرات اليومية فى الطقس.	
الشكل	
 شكل(٢-٥٣) يوضح السطح القابل للتشغيل (Operable Surface)- المصدر- https://aroundchinatown.wordpress.com/2012/03/08/tenement-museum-/storefront-moca	
2-الحركة على شكل تضاريس(kinetic relief)	
حركية السطح هنا تكون على شكل ثلاثى الأبعاد متموج على نحو سلس ولكن بشكل عشوائى يميل أن يكون على شكل تضاريس طبيعية متجاوره على السطح ويعمل الكمبيوتر على	

تقديم تصور أو تصميم لهذا النوع من الحركة.

- ألية المثلث(Atriangulated mechanism)

قادرة على التشكيل شكل تجريدى أو تصويرى المكون الرئيسى للسطح هو أبعاد الألواح المعدية المشكل على شكل المثلث والتي تحدد مستوى ودرجة الإنحناء للحركة. وهناك عدد من الأغشية المرنة التى يمكن أن تتموج بشكل ناعم وتنتج الحركة على شكل تضاريس

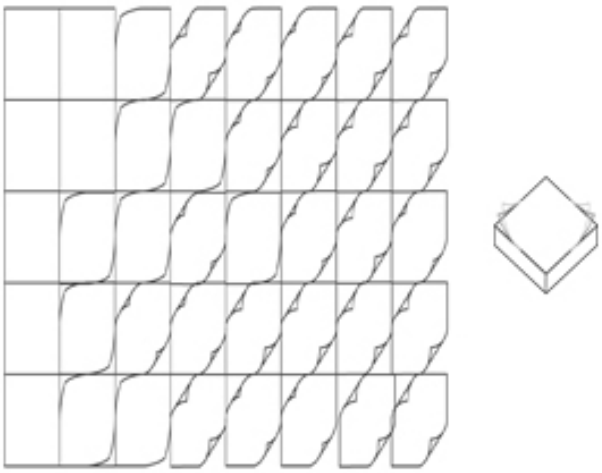
- الأرض الديناميكية Dynamic Terrain تكون من غشاء المطاط السمك المصبوب الذى يدفع ويسحب من قبل المكابس الميكانيكية لإنتاج شكل التموج المطلوب .وقد صممت لتكون قطعة فنية قائمة بذاتها يتم تحديد تأثير الحركة بواسطة حجم المحرك.
- الحركة المتوهجة Flare هى شكل تضاريس ثلاثية الأبعاد تعتمد على أساس التصميم الهندسى للأشكال. حيث يظهر الشكل بطريقة غير مباشرة كما لو كان قد تم تقشير الوحدة بشكل أستدارة من حافة واحدة ثابتة. ولذلك يظهر تركيبة مختلفة من الزوايا المائلة من رقائق المجاورة تنتج مجموعة رائعة من التأثيرات الحركية نظراً للحركة الفعلية هى فى محور واحد فقط.
- System of small metallic discs وهى عبارة عن مجموعة من الأقراص المعدنية الصغيرة المفصلية المركبة فى شبكة من الأسلاك لإنتاج الحركة على شكل تضاريس بحيث تستجيب لطاقة الرياح .ويتم إستخدام مجموعة من قضبان عمودية أو ألياف مرنة لخلق تأثير الحركة.

الشكل	
 شكل(٢-٥٤) يوضح الحركة على شكل تضاريس –المصدر: Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A.p20,21.	
٣-التعديل المكانى(Spatial deformation)	
تعرف فكرة الحركة هنا التحكم المتباين فى خصائص الفيزيائية والكميائية لمواد البناء. ▪ المعادن الذكية SHAPE MEMORY ALLOYS وهى سبائك الذكية وهى مادة خفيفة الوزن يمكن إعادة المادة إلى شكلها الأصلى بواسطة الحرارة. التى تعمل جنباً إلى جنب مع الغلاف المقاوم للشد. حيث يتم إستخدام المرونة التى تتميز بها المادة لتحقيق حركة الخيشومية مثل الفتحات .وفى هذه الحالة الأسلاك المكونة من مادة سبائك الشكل الذكية تكون	

جـــزءا لا يتجـــزأ مـــن الســـيليكون المـــرن الـــذى يتســـع لحركـــة الفتحات.

- Athee-dimensional structural frame الفكـرة الرئيسـية مـن الإطـار يمكـن أن يوسـع أو يـنكمش تبعـاً لـدرجات الحـرارة ممـا يعمـل علـى إنشـاء أسـطح متموجـة حيـث يتكـون الإطـار هنـا مـن مـادة Shape memory alloys حيـث تتـأثر المـادة هنـا بـالحرارة ففـى حالـة زيـادة الحـرارة تعـود المـادة إلـى شـكلها الأصـلى وعنـدما وعنـدما تبـرد فيتغيـر شـكل الفتحـة لتصبح مسطحة نسبياً
- The design group ocean North فقـد قامـة هـذه المجموعـة بتصـميم مشـروع مبتكـراً يعمـل علـى إسـتغلال الخصـائص والمعـايير الأساسـية لإتجـاه هندسـة الألیـاف الخشـبية للتوسيع والإنكماش فيما يتعلق بالرطوبة.

الشكل



The design group ocean North

شكل(٢-٥٥) يوضح The design group ocean North –المصدر :

Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A.p2٢,

٢-٣-٣-تصنيف أنماط الحركة التى يمكن تطبيقها على الغلاف الخارجى للمبنى:

إن الحركة تمثل عنصر رئيسياً فى حياة الإنسان حيث يمكن أن يستلهم منها العديد والعديد من أنماط الحركة، ومن خلال دراسة وتصنيف المئات من أنواع وأشكال الحركة بواسطة مجموعة من التجارب للمساعدة لتحديد الكمية والنوعية أمكن إستكشاف وتصنيف أكثر من ٢٠٠ نمط مميز وإختيار أكثر من ١٢٠٠ حركة، ولذلك . فكان لابد من وجود آلية وأساس للتصنيف و المقارنه بين هذا العدد من الأنماط حيث تعتمد آلية لتصنيف أمتيازات التجارب التصميمة للحركة ذات المظهر الخار جى والوظيفة التى تناسب الغلاف الحركى. ويتركز التصنيف على التشكيل الذى يحدث : بفعل أنماط الحركة أكثر من مواد البناء أو التقنية أو حتى أولويات الوظيفة العامة قد تم التعريف بأنماط الحركة فى الغلاف الحركى بأنه المجموعات أو الكتل المتباينة من الأجزاء متماثلة الحركة أو الإنتشار المكانى لصدى الحركة المتماثلة مجموعة من التجميعادت للأجزاء المتحركة بشكل فردى.[٤٩]

و تم تقسيم التصنيف إلى ثلاثة مراحل تصف كل منها التجارب التصميمية لأنماط الحركة فى الغلاف الحركى للمبنى.

١- المرحلة الأولى.

وخلال هذه المرحة يتم التعرف على الحركة المركبة الأكثر تمييزاً تنتج عن التوفيق والإقتران والجمع بين تحولات الحركة الهندسية المكانية الفردية وهى الترجمة translation –الدورانrotational–التوسيع والإنكماش

transformation Scaling ومن هذا ينتج أنواع مركبة مماثلة للحركة يمكن إختيار أربعة منها هى اللوى twist–اللف roll (الدروان على محور ص Y عكس عقارب الساعة) – إنعراج yaw (الدوران على محور ع z عكس عقارب الساعة) – الزنبرك Spring بإعتبار أن هذا النوع من الحركة الأكثر تميز. وتتميز اللوىtwist– اللف roll –إنعراج yaw بأنها مجموعة من الحركات المعروفة الدقيقة والمحددة من التحولات المركبة التى تستخدم فى ديناميكية الحركة. فى حين أن النوع الرابع الزنبرك Spring يكشف عن نوعية مميزة من التحول فى الحركة الترجمة المركبة [٥٠]حيث تنتج حركة الزنبرك Spring من الترجمة فى إتجاه ص/Y جنباً إلى جنب مع التحول فى حركة

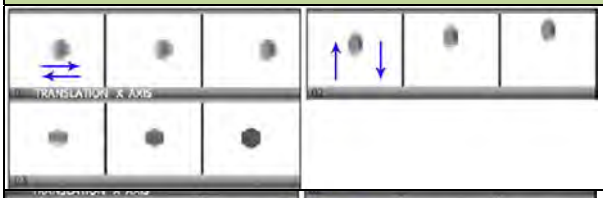
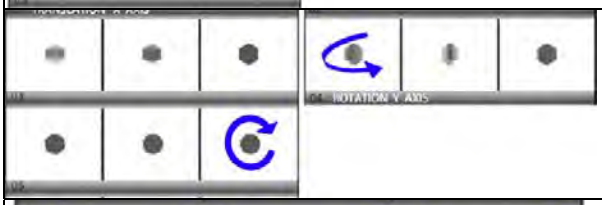
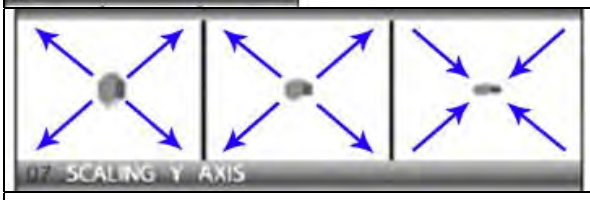
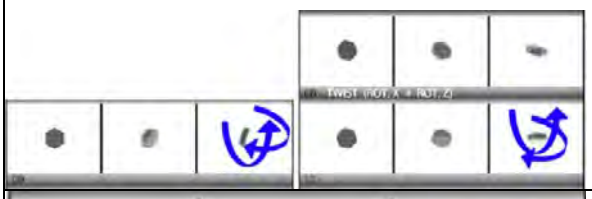
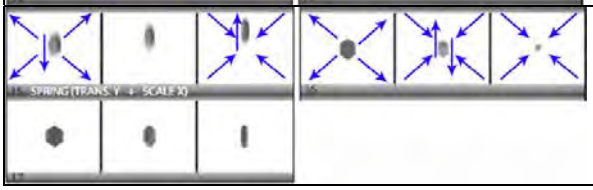
٤٩-Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .

٥٠- Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A,p106.

التوسيع والإنكماش ولكن بشكل سلبى على محور س / X ويمكن أن تتنوع أنماط الحركة من خلال العمل على نوع واحد من الحركة أو الدمج بين أكثر من نوع للحركة على المحاور الرئيسية (س-X=ص-Y=ع-Z).

جدول(٢-١٣) يوضح أنماط الحركة فى المرحلة الأولى الفردية المركبة-المصدر:

Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .p107

أنماط الحركة فى المرحلة الأولى الفردية المركبة	التحليل الشكلى للحركة
▪ الترجمة فى محور س/X أو محور ص/Y	
▪ الدوران حول محور ص/Y	
▪ التوسع والإنكماش حول محور ص/Y	
▪ اللوى twist (الدوران س/X +الدوران ع/Z)	
▪ اللف roll (الترجمة س/X +الدوران س/X)	
▪ إنعراج yaw (الترجمة س/+الدوران ص/Y)	
▪ الزنبرك Spring (الترجمة ص/Y+التوسع واللإنكماش س/X)	

٢-المرحلة الثانية.

والتى نتجت عن فهرسة تحولات الحركة الهندسية المكانية وهى الترجمة horizontal and vertical translation-الدوران rotational-التوسع والإنكماش Scaling transformation بالإضافة إلى مركبات الحركة مثل اللوى twist-اللف roll-إتعراج yaw-الزنبرك spring كل هذا فى مقابل ١٩ نوع من أنظمة التحكم . فالتسعة عشر نوع من أنظمة التحكم تظهر فى شكل خوازميات للتحكم هى نقاط متصلة على طول متغير من الفعل المنعكس (من التوازن إلى ظهور). ويتم توثيق السبع الحركات المفردة والمركبة السابق ذكرها فى المرحلة الأولى فى شكل مجمع بحيث يتم تطبيق التسعة عشر نوع من أنظمة التحكم فى شكل متسلسل من ١٩ الصورة لكل نوع من أنواع الحركة مما ينتج عنها سبعة مجموعات .فعلى الرغم من إختلاف أنواع الحركة إلا أن كل مجموعة من خوارزميات التحكم لكل حركة تعرض تطور مماثل من أنماط يبدأ من تسلسل الصورة الأولى حتى الصورة التسعة عشر من كل مجموعة لتكشف عن كيفية تزامن البسيط لعمل الحركة. [٥١]

جدول (٢-١٤) يوضح المرحلة الثانية لأنماط الحركة الناتجة عن أنظمة التحكم -المصدر:
Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .p10٦

	المراحل	الحركات الفردية			الحركات المركبة			
		الترجمة translation	الدوران rotational	التوسع والإنكماش Scaling transformation	اللوى twist	اللف roll	إتعراج yaw	الزنبرك spring
١٩ نوع من أنظمة التحكم	١	**حركة التزامن البسيطة.**						
	٢-٧	**تنتج عنها حركة تتميز بالتفريق وبالإتساع الذى يميل أن يكون حركة بسيطة نسبياً.**						
	٨-١١	**يتم تطبيق أنظمة التحكم على فترات مختلفة لكى ينتج عنها إيقاعات محددة بشكل واضح ومتكررة يمكن التعرف عليها بوضوح.**						
	١٢-١٦	**يتم تطبيق أنظمة التحكم من فى شكل خوارزمات من الضوضاء لتوثر على الحركة بشكل عشوائى ولكن داخل حدود السيطرة.**						
	١٧-١٩	**يتم تطبيق أنظمة التحكم بحيث تتوافق مع الطرف الأخر من التواصل للفعل المنعكس بحيث إنشاء الحركة من خلال نصر الخلية الألى وتدفق خوارزميات لأنظمة التحكم.**						

٥١- Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A,p106.

٣-المرحلة الثالثة.

هى مرحلة ولدت بشكل منهجى حيث تشارك بنوع واحد من الحركة ممثل فى أحد تحولات حركة وهى الدوران مع تطبيق مجموعة من المتغيرات البديلة .والتقدم يأتى من الإستراتيجيات البسيطة للخط وتغير السعة القائمة على العمليات الحسابية والتعاقب الهندسى.

٢-٣-٤- محاكاة أنماط الحركة من الطبيعة الديناميكية على الغلاف الحركى للمبنى.

يوجد العديد من مفردات الحركة المستمدة من الملاحظة للجسم المفرد فى الطبيعة. فهناك فرق جوهرى بين حركة الجسم وأنماط الحركة الفريدة التى تنتج عن الكائنات متعددة فى الحركة. ومن أكثر الأمثلة ألتى يجب أن تأخذ فى الإعتبار هى حركة الأجسام فى الماء سواء كان بحيرة أو بحر أو حتى محيط فهو يمثل سطح ديناميكى واسع النطاق والذى ينتج عليه العديد من أنماط الحركة بفضل العديد من التأثيرات السطحية المتعددة مثل تأثير المد والجزر-الرياح-او أى قوى أخر موجودة . فالأسطح المائية من أكثر الأسطح التى تتأثر بالقوى الموجودة عليها لتنتج مجموعة واسعة من أنماط الحركة يمكن أن تظهر متجانسة عندما لا يكون هناك مد وجزر ورياح أو غير متجانسة .فسطح البحر يمكن أن يصنع إيقاعات حركية متموجة من التضخيم أو مجموعة من موجات الحركة المتسارعة وجميعها تأثيرات تتسبب فيه القوى الخارجية.وعلى هذا فبعد رصد مجموعة من ظواهر الحركة على سطح المياة كان لابد من وجود مصطلحات تعمل على توصيف أنماط الحركة على المياه .وهناك العديد من المصطلحات التى شاع إستخدامها وهى [٥٢]:التموج الصغير ripple -الدوامة eddy -إندفاع التيار surge- الإنتفاع swell - الموجة wave- الحركة الدورانية roller- المتكسر breaker- الممشط comber- وغيرها من المصطلحات المستخدمة لوصف ظواهر الحركة. من ثم أن الهدف من رصد هذه الظواهر الحركية هو الإستفادة منها بحيث يتم تطوير مجموعة من المصطلحات والتعريفات التى تسمح بالتفريق بين مجموعة من الأنماط الحركة المحددة والمختلفة إلى حد كبير بالإضافة إلى تحديد موقع هذه الأنماط بالنسبة لمجموعة الحركة بشكل عام .وقد بنيت الفروق بين المصطلحات على

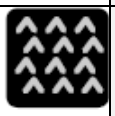
٥٢- Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A,p١٢٢.

النطـــاق المكـــانى والتوجيـــه ونســـبه النطـــاق . والجـــدول (٢-١٥) يوضـــح مصطلحات أنماط الحركة على المياه. [٥٣]

جدول (٢-١٥) يوضح مصطلحات توصف أنماط الحركة على المياه –المصدر:
Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .p١٢٤

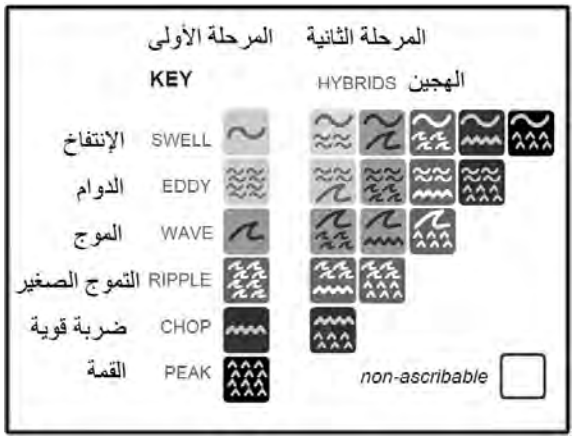
	المصطلح	الوصف	الشكل فى المرحلة الأولى	الشكل فى المرحلة الثانية (الهجينHYBRIDS)
١	الإنتفاخ swell	هـو نطـاق واسـع مـن التمـوج أو التشـكيل فـى موقـع ثابـت أو فـى إتجـاه متزايـد بشكل تدريجى.		
٢	الدوامة eddy	هـو نطـاق أصـغر مـن التمـوج أو التشـكل أو أن يكـون علـى شـكل ذبـذبات داخـل منطقـة مكانيـة ثابتـة إشـعاعية أو خطية.		
٣	الموجة wave	هـو نطـاق واسـع مـن حركـة التـلال ذات إتجـاه محـدد أمـامى الحركـة تكـون إتجـاه خطى أو إشعاعى.		
٤	التموج الصغير ripple	هو نطاق واسع من حركة التلال ذات إتجاه أمامى ولكن مع إنحرافات فردية فى الإتجاه.		

٥٣- Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A,p١٢٢.

٥	ضربة قوية chop	هى نمط حركى متعدد من عدة قمم تحدث داخل منطقة مكانية غير محددة فى حركة متعددة الإتجاهات		
٦	القمة peak	هو نطاق حركة معزول أو كمجموعة صغيرة تتألف من عدة أجزاء أصغر فهى تتكون من عدد من القمم الفردية التى لا توجد لها علاقة مع الأحداث المجاورة ولا التوجية الخطى أو الإشعاعى.		

ومن خلال إستخدام خصائص النطاق المكانى والتوجيه ونسبة النطاق للتمييز بين أنماط الحركة يمكن أيضا استخدام هذه الخصائص لعمل مقارنة بين أنماط الحركة وتحديد الفرق بين كل نمط والاخر . فعلى سبيل المثال الفرق بين أنماط الحركة الإنتفاخ Swell و الدوامة eddy فهم متماثلان فى الهيكل العام للحركة ولكن تختلف فى النطاق المكانى فهما غير متماثلين فى الإتجاه الموجه ولكن يجتمعوا فى الشكل التموج الذي يحدث في نفس الموقع أو الإنتقال بطريقة تدريجية مع التغيرات التدريجية في إتجاه تدريجي. وبالإضافة إلى ذلك فإن نسبة العرض إلى الإرتفاع لهما تبلغ حوالى ١:١ إلى٤:١. وفى المقابل الفرق بين أنماط الحركة الموجة wave والتموج الإنتفاخ Swell والدوامة eddy كما أنهما تجتمع إلى النطاق المكانى للحركة من الصغير ripple فى نسبة العرض للإرتفاع تختلف فهيا أكبر عن نفس شكل حركة التلال مع نفس

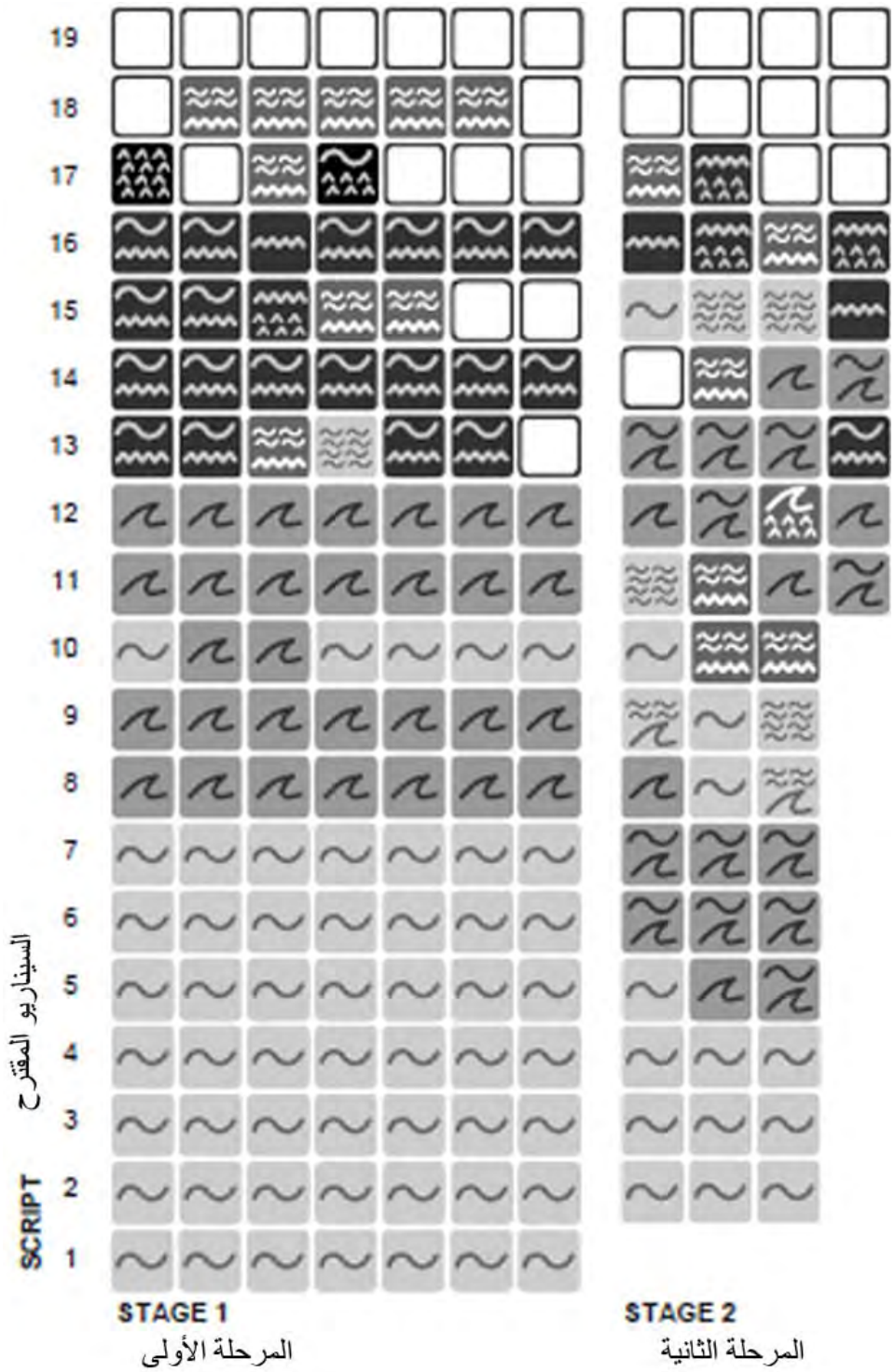
الإتجـــاه ولكـــن الفرقـــى يوجـــد فـــى تغييـــر النطـــاق المكـــانى للحركـــة مـــن خطيـــة أو إشـــعاعية وفـــى المســـاحة التمـــوج التـــى تقـــل فـــى التمـــوج الصـــغير ripple بنســـبة ٢٥% أن نمـــط الحركـــة فـــى القمـــة peak يحـــدث فـــى شـــكل مجموعـــة صـــغيرة تتـــألف مـــن عـــدة أجـــزاء أصـــغر ولكـــن تحـــدث فـــى وقـــت واحـــد وإن كانـــت نســـبة النطـــاق الحركـــى يقـــل عـــن المســـاحة الإجماليـــة التـــى تغطيهـــا بنســـبة ١ : ٧ تقريبـــا. وتتميـــز الـــنمط الحركـــى الضـــربة قويـــة chop بأنهـــا عبـــارة عـــن زيـــادة كثافيـــة متكـــررة فـــى نفـــس المنطقـــة مـــن الـــنمط الحركـــى للقمـــة peak . أمـــا مـــن حيـــث الفـــرق بالنســـبة . لنمطـــى الحركـــة ضـــربة قويـــة chop والقمـــة peak أنهمـــا يجتمعـــا فـــى أن نطـــاق الحركـــة متماثـــل كمـــا أنهـــا أمـــا أن تكـــون مســـتقرة مكانيـــاً أو تحـــرك فـــي إتجـــاه غيـــر موحـــد. ولكـــن تختلـــف فـــي بعـــض التفاصـــيل ويقـــل نمـــط الحركـــة عـــن أى مـــن أنمـــاط الحركـــة الســـابقة الإنتفـــاخ swell و الدوامـــة eddy والموجـــة Wave والتمـــوج الصـــغير ripple. ومـــن خـــلال الســـتة أنمـــاط الحركـــة الرئيســـية الســـابقة التـــى توضـــح أنمـــاط الحركـــة الرئيســـية التـــي تحـــدث علـــى ســـطح الميـــاه والتـــى تـــم توضـــيحها فـــى شـــكل مصـــطلحات وتعريفـــات لتحديـــد الفـــرق حســـب نـــوع و الدرجـــة وذلـــك مـــن خـــلال المرحـــة الأول . وفـــى المرحلـــة الثانيـــة يمكـــن منهـــا الحصـــول علـــى أنمـــاط هجينـــة للحركـــة بحيـــث يمكـــن الجمـــع بـــين نمطـــين أو أكثـــر حتـــى يمكـــن الحصـــول علـــى نمـــط جديـــد للحركـــة. وقـــد يجتمـــع تمطـــى الحركـــة فـــى نفـــس الوقـــت ولكـــن بشـــكل متبـــاين مكانياً مرور الوقت إلى نمط جديد مميز.[٥٤]



شكل (٢-٥٦) يوضح المرحلة الأولى وأنماط الحركة الرئيسية تحدث على سطح المياة والمرحلة الثانية توضح كيفية الجمع بينهما فى شكل أنماط هجينة. المصدر:

Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .p١٢٤

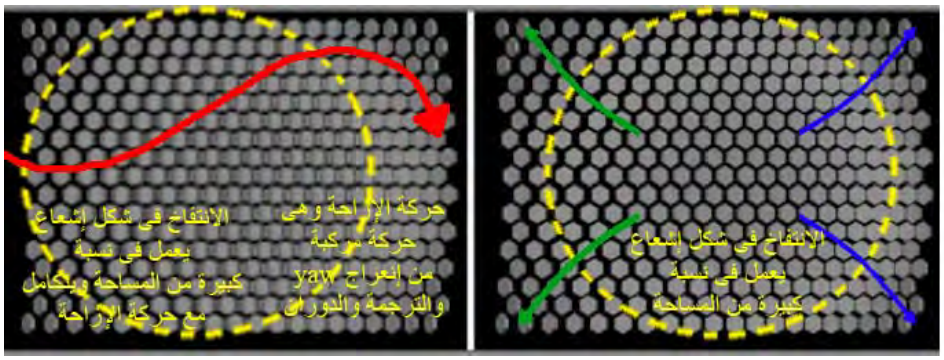
٥٤- Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A,p١٢٢.

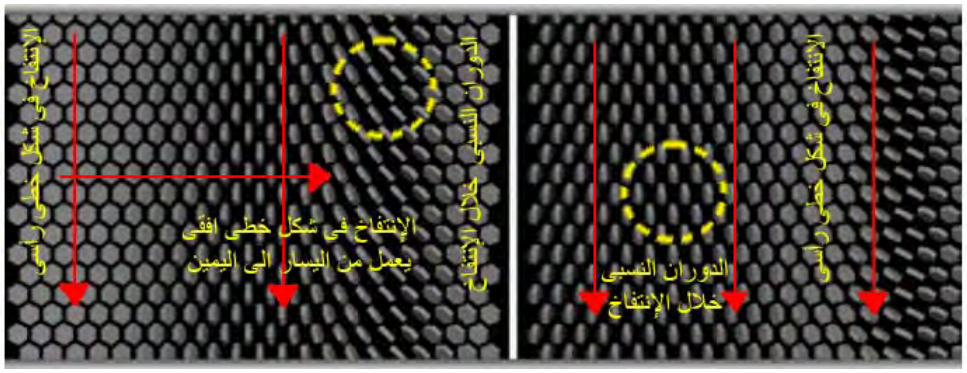
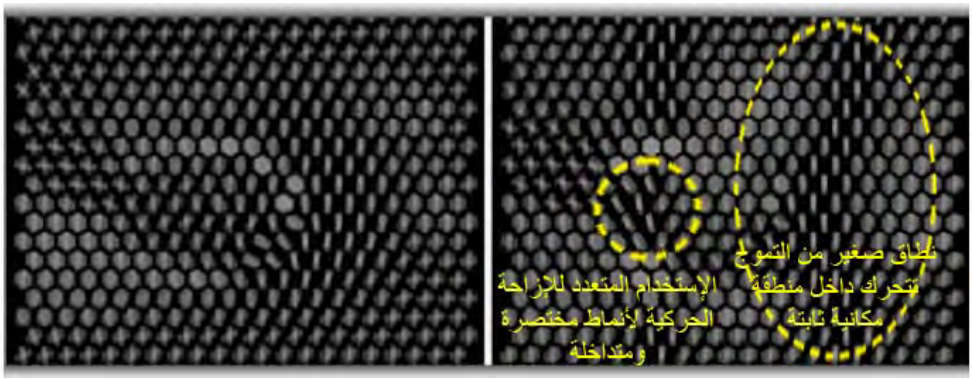


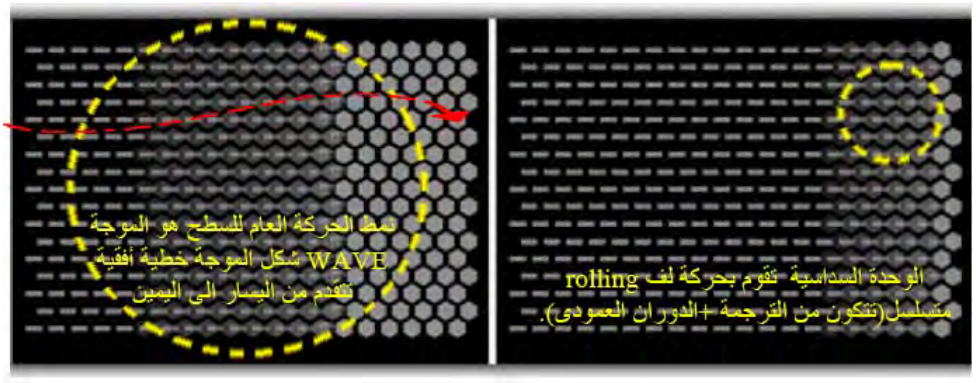
شكل (٢-٥٧) الرسم التوضيحي لمجموعة من أنماط الحركة على المياه- المصدر:

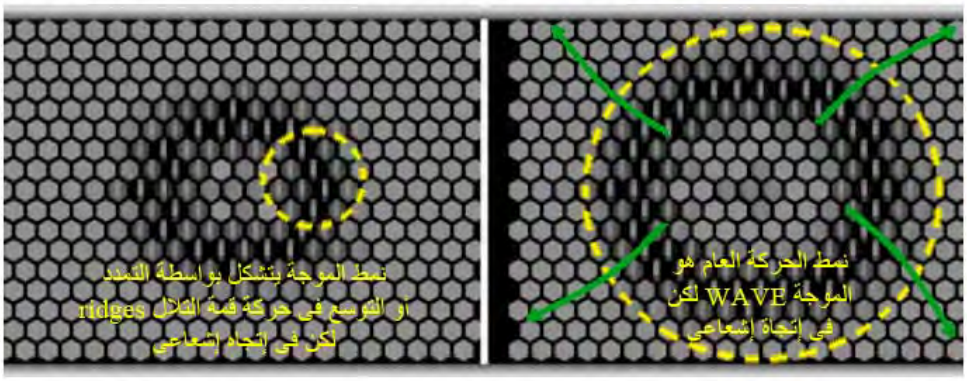
Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .p1٢٤

جدول(٢-١٦) يوضح تطبيق محاكاة لأنماط الحركة التى تم تعرفها من الحركة الديناميكية لسطح المياه على الغلاف الخارجى.المصدر: نهلة عبد الوهاب محمد(٢٠١٤)"دراسة تأثير الأنظمة الحركية فى الغلاف الخارجى للمبنى على درجة حرارة الهواء الداخلى للمبنى"رسالة دكتوراه,كلية الهندسة ,جامعة القاهرة.

أنماط الحركة		التوصيف
نوع التطبيق	نوع الحركة	
التطبيق الفردى	swellالإنتفاخ نتيجة للمتوالية الهندسية الإشعاعية SWELL pattern generated by a radial geometric progression	يتم تطبيق نمط الحركة الإنتفاخية SWELL فى كثير من المساحة الإجمالية ولكن تتم الحركة فى جميع الأنحاء فى وقت واحد ولكن مع سعة الفرق إعتماداً على الإزاحة الإشعاعية .تكون حركة الإزاحة هنا عبارة عن إنعراج (الدوران على محور ع z عكس عقارب الساعة) مع حركة مركبة من الترجمة والدوران .وفرق الإتساع الناتج عن التوجية الإشعاعى يتحول من الشمال إلى اليمين لإنتاج إنتفاخ متحرك غير متكافئ.
	الشكل	
		
	شكل(٢-٥٨) يوضح الإنتفاخ swellنتيجة للمتوالية الهندسية الإشعاعية-المصدر: Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A p1 ٢٥	
	نتيجة swellالإنتفاخ للمتوالية الهندسية الخطية SWELL pattern generated by a linear geometric progression	يتم تطبيق نمط الحركة الإنتفاخ SWELL نتيجة للدوران النسبى إعتماداً على إثنين من الإزاحة الخطية العمودية والأفقية ويظهر تحتول نمط حركة الإنتفاخ SWELL من الشمال لليمين .ويتم تعريف نمط الحركة هنا على أنها التموج أو التشكيل ولكن على نطاق واسع أما أن تعمل على موقع ثابت أو مع إتجاه متغير بشكل تدريجى . وتغطى الحركة نسبة ٢٥٪ من المساحة الكلية وتتناسب النسبة من ١:٤ أو اقل.

الشكل	
	
شكل(٢-٥٩) يوضح الإنتفاخ swellنتيجة للمتوالية الهندسية الخطية –المصدر: Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .p١٢٥	
الدوامة EDDY الناتجة عن المتوالية الهندسية EDDY pattern generated by a geometric progression	يعرف نمط الحركة الدوامة EDDY على أنه نطاق صغير من التموج أو التشكيل في مساحة يمكن أن تقل عن ٢٥٪ من المساحة الكلية المتاحة تتحرك داخل منطقة مكانية ثابتة. وينتج هذا النمط من الحركة نتيجة عن الإستجدام المتعدد للإزاحة الحركية لأنماط مختصرة ومتداخلة مع مرور الوقت .ونتيجة لهذه الإزاحة أمكن تحويل مناطق الحركة من منطقة واحدة إلى مناطق أخرى وخلق مجموعة من EDDY.
الشكل	
	
شكل(٢-٦٠) يوضح ا الدوامة EDDY الناتجة عن المتوالية الهندسية –المصدر: Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .p١٢٦	

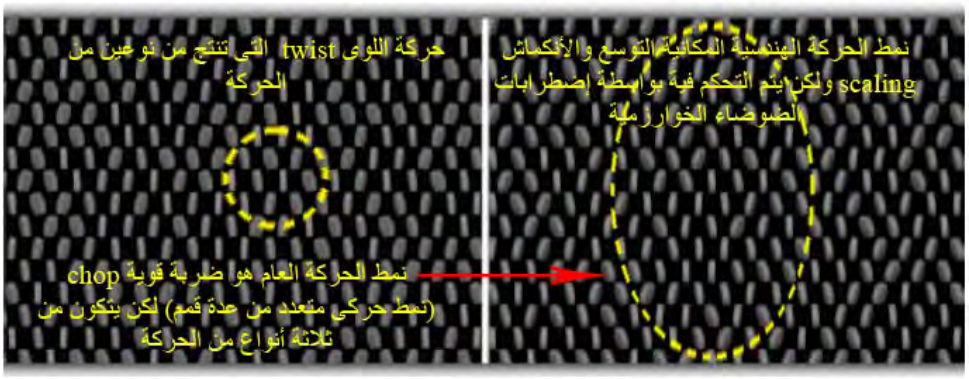
	الموجة wave الناتجة عن معادلة زاوية الجيب WAVE pattern generated by a sine equation	فى هذا النوع من نمط الحركة يتم تطبيق نوعين مختلفين من الحركة. ١-حيث يتم تطبيق نمط الحركة الموجة wave على شكل موجة خطية أفقية تتقدم من اليسار الى اليمين حيث يعد نمط الحركة الرئيسيى. ٢- الوحدة السداسية التى نظهر فى الشكل (٢-٦١) تقوم بحركة لف rolling متسلسل(تتكون من الترجمة +الدوران العمودى).هذه النوع من نمط الحركة يمكن أن يعرف بوضوح حركة قمة التلال الخطية linear ridge وفى هذه الحالة فإن الزيادة والنقصان فى السرعة يعتمد على معادلة زاوية الجيب.
	الشكل	
	 شكل(٢-٦١) يوضح الموجة wave الناتجة عن معادلة زاوية الجيب -المصدر: Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .p١٢٦	
	الموجة WAVE الناتجة عن الإزاحة الإشعاعية WAVE pattern generated by a radial displacement	ويعد هذا النمط من الحركة هو النوع الثانى من أنماط حركة الموجة wave .حيث ينتج هذا النمط بواسطة التمدد أو التوسع فى حركة قمة التلال ridges ولكن فى إتجاه إشعاعى .فحين أن الأنماط الإشعاعية تظهر مختلفة فى الشكل العام لنمط الحركة .ويستوفى هذا النمط من الحركة المعايير حيث يعمل فى مساحة تقل عن ٢٥٪ من إجمالى المساحة المتاحة ووجود نسبة بين نوعى الحركة المكونين لهذا النمط بنسبة ١:٤(نسبة عرض حركة قمة التلال ridges إلى محيط الدائرة التى يحدث فيها الإزاحة الإشعاعية)

الشكل


شكل(٢-٦٢) يوضح الموجة WAVE الناتجة عن الإزاحة الإشعاعية –المصدر:

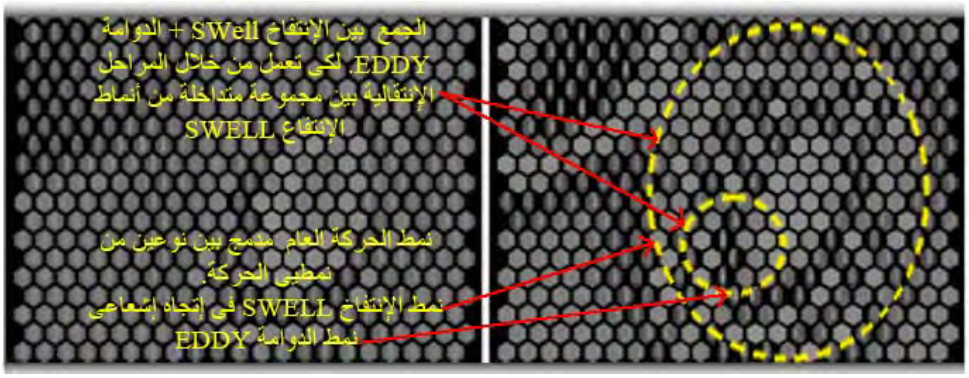
Moloney ,Jules ,2011,” Designing Kinetics for Architectural Facades: state change”, Routledge, New York,U.S.A .p١٢٧

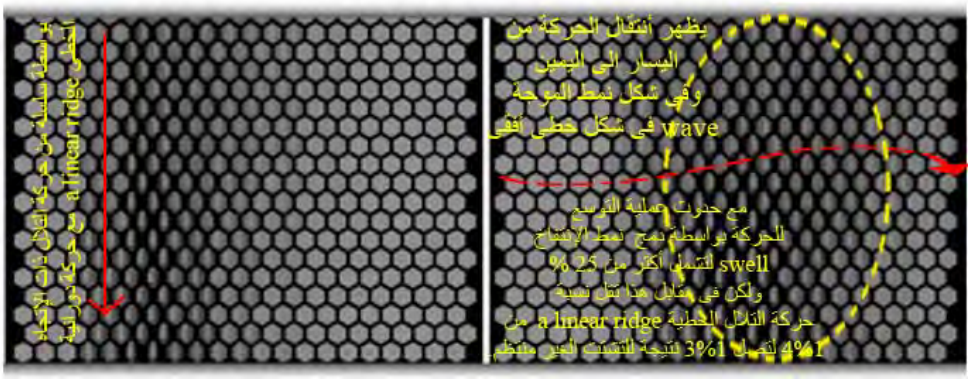
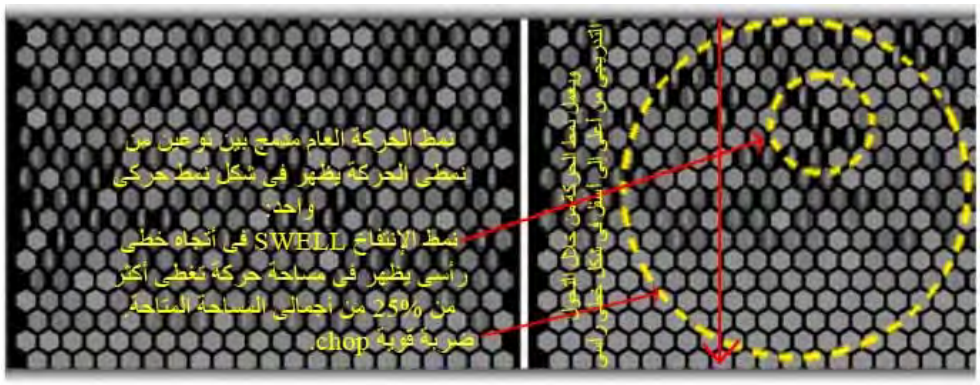
ضربة قوية الناتجة عن تسلسل chop عدد أولى CHOP pattern generated by a prime number sequence	وينتج هذا النمط من الحركة عن ثلاثة أنواع من الحركة هى: ١- نمط الحركة الهندسية المكانية التوسع والأنكماش scaling ولكن يتم التحكم فية بواسطة إضطرابات الضوضاء الخوارزمية. ٢- الحركة الثانية والثالثة تنتج عن تسلسل أرقام السيطرة على حركة اللوى twist. ويعرف هذا النمط من الحركة على أنها مناطق الحركة غير الموحدة ومتعددة الإتجاهات حيث لا يوجد إتجاه خطى أو إتجاه إشعاعى واضح.

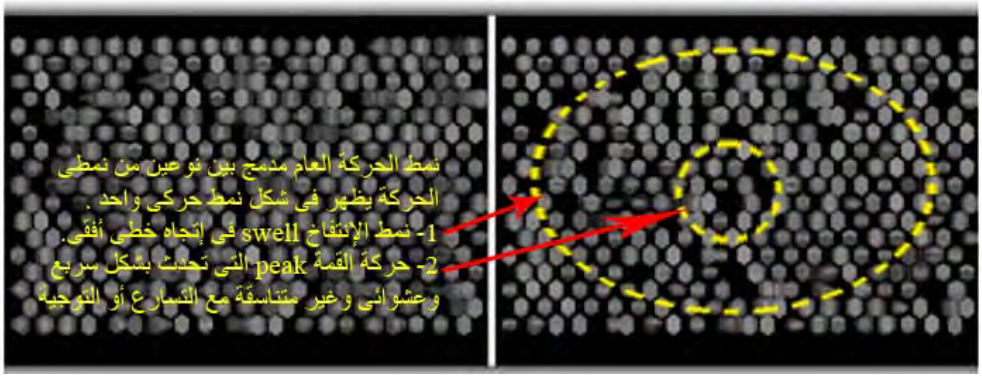
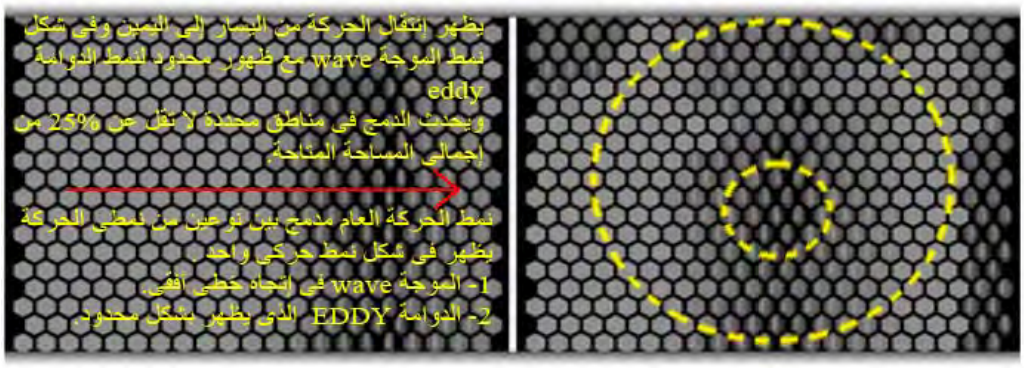
الشكل


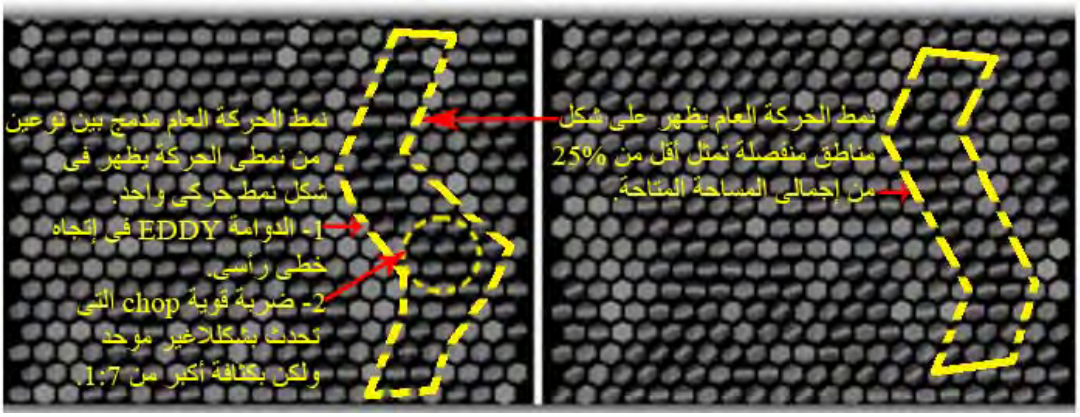
شكل(٢-٦٣) يوضح ضربة قوية chop الناتجة عن تسلسل عدد أولى –المصدر–

Moloney ,Jules ,2011,” Designing Kinetics for Architectural Facades: state change”, Routledge, New York,U.S.A .p١٢٧

	الإنتفاخ SWell + الدوامة EDDY الناتجة عن المتوالية الهندسية SWELL-EDDY pattern generated by a geometric progression	يوجد أربعة أنواع من الحركة التى تعمل على إظهار التطبيق الهجين للحركة بين الإنتفاخ SWell + الدوامة EDDY. حيث تعمل من خلال المراحل الإنتقالية بين مجموعة متداخلة من أنماط الإنتفاع SWELL . ويعرف هذا النمط من الحركة على أنها نمط الدوامة EDDY الذى يدمج عليه نمط الإنتفاخ Swell فى إتجاه شعاعى يحدث داخل منطقة أقل من ٢٥ ٪ من المساحة الإجمالية المتاحة.
	الشكل	
	 شكل(٢-٦٤) يوضح الإنتفاخ SWell + الدوامة EDDY الناتجة عن المتوالية الهندسية -المصدر: Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .p١٢٨	
	+ الموجة Swellالإنتفاخ الناتجة عن wave الضوضاء الناتجة عن حركة المدادات SWELL-WAVE pattern generated by a Perlin noise algorithm	يعمل هذا النمط من الحركة بواسطة سلسلة من حركة التلال ذات الإتجاه الخطى a linear ridge مع حركة دورانية بنسبة أعلى من ١:٤ و يظهر هذا فى الإطار الزمنى الفاصل الأول فى الشكل (٢-٦٥). و فى الإطار الزمانى الفاصل الثانى يظهر إنتقال الحركة من اليسار إلى اليمين وفى عملية توسيع للحركة لتشمل أكثر من ٢٥٪ من المساحة الإجمالية المتاحة ولكن فى مقابل هذا تقل نسبة حركة التلال الخطية a linear ridge من ٤:١ لتصل ٣:١ نتيجة للتشتت الغير منتظم.

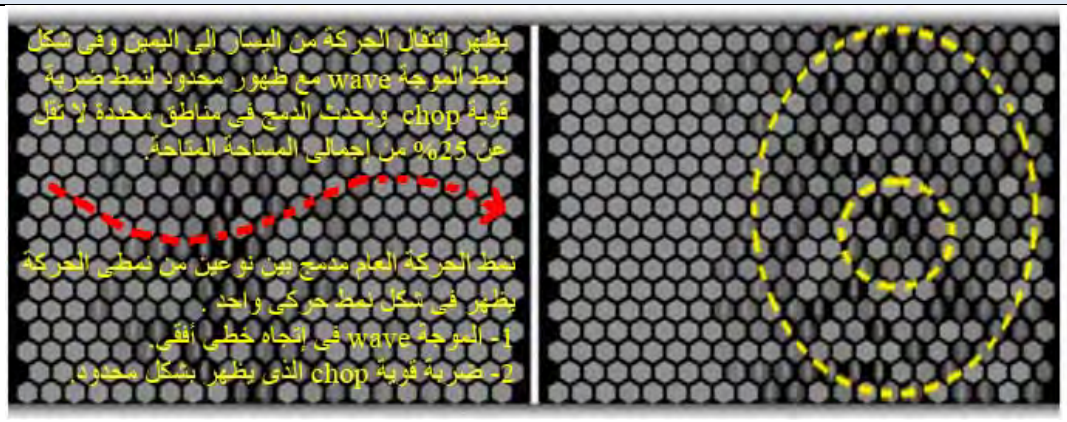
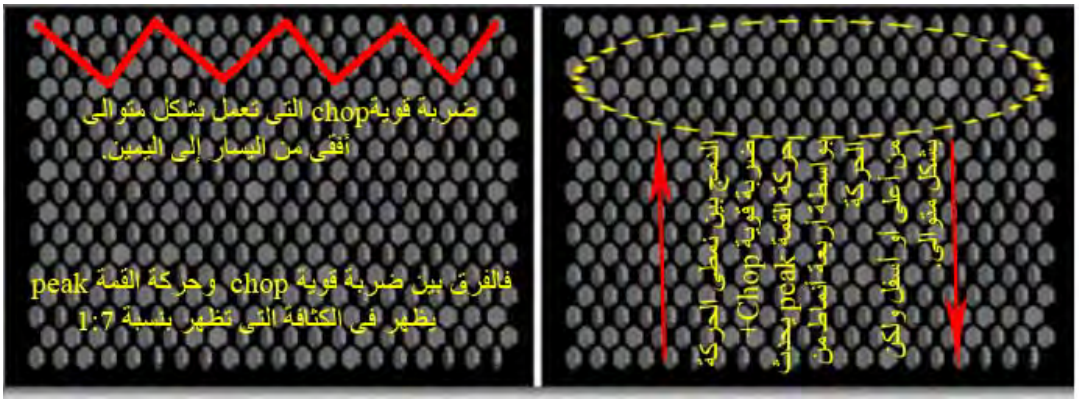
	الشكل
	 شكل(٢-٦٥) يوضح الموجة wave الناتجة عن الضوضاء الناتجة عن حركة المدادات –المصدر: Moloney ,Jules ,2011,” Designing Kinetics for Architectural Facades: state change”, Routledge, New York,U.S.A .p1٢٨
+ضربة swellالإنتفاخ الناتجة عن chopقوية المتتالية الهندسية SWELL-CHOP pattern generated by geometric progressions	يعمل هذا النمط من الحركة بواسطة عدد كبير من أنماط الحركة المختلطة التى تعمل على إظهار الإنتفاخ Swell+ضربة قوية chop فى شكل نمط حركى واحد. ومن خلال شكل (٢-٦٦) يظهر أن مساحة الحركة تغطى أكثر من ٢٥٪ من إجمالى المساحة المتاحة . ويعمل نمط الحركة من خلال التحول التدريجى من أعلى إلى أسفل .حيث تعمل من خلال نمط حركة القمة peak المتعدد وغير الموحدة تحدث فى مناطق ذات كثافة أكبر من ١:٧.
	الشكل
	 شكل(٢-٦٦) يوضح الإنتفاخswell +ضربة قوية chop الناتجة عن المتتالية الهندسية–المصدر: Moloney ,Jules ,2011,” Designing Kinetics for Architectural Facades: state change”, Routledge, New York,U.S.A .p1٢9

	+حركة القمة swellالإنتفاخ الناتجة عن الألية الخلوية peak SWELL-PEAK pattern generated by a life-like cellular automata	إن الدمج بين نمطى الحركة الإنتفاخ swell+حركة القمة peakيتم التحكم فيه بواسطة الألية الخلوية والنتيجة العامة تكون أن النمط العام للحركة يفى للتعرف بالإنتفاخ swell الذى يتخلله نمط الحركة القمة peak التى تحدث بشكل سريع وعشوائى وغير متناسقة مع التسارع أو التوجيه.
	الشكل	
		
	شكل(٢-٦٧) يوضح الإنتفاخ swell +حركة القمة peak الناتجة عن الألية الخلوية-المصدر: Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .p١٢٩	
	eddy+الدوامة waveالموجة الناتجة عن المتتالية الهندسية WAVE-EDDY pattern generated by geometric progressions	إن الدمج بين نمطى الحركة الموجة wave +الدوامة EddY يحدث فى مناطق محددة لا تقل عن ٢٥٪ من إجمالى المساحة المتاحة .ويظهر نمط الحركة الدوامة Eddy بشكل محدود بمرور الوقت على شكل حركة التلال ridge ليفى بمتطلبات نمط الموجة wave التى تعمل بتوجية خطى أفقى.
	الشكل	
		
	شكل(٢-٦٨) يوضح الموجة wave+الدوامة eddy الناتجة عن المتتالية الهندسية-المصدر: Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .p١٣٠	

	+ضربة EDDYالدوامة الناتجة عن chopقوية المتتالية الهندسية EDDY-CHOP pattern generated by geometric progressions	إن الدمج بين نمطى الحركة الدوامية EDDY+ضربة قوية chop يظهر فى شكل (٢-٦٩)على شكل مناطق منفصلة كل منطقة تمثل أٌل من ٢٥٪ من إجمالى المساحة المتاحة . ومن خلال هذا الدمج تظهر حركة غير محددة مع عدم وجود إتجاه واضح بالإضافة الى أن نسبة تقل عن ٤:١ ويتخلل كل واحد من هذه الدوامات عدد من القمم الفردية التى تحدث بشكل غير موحد ولكن بكثافة أكبر من ٧:١.
	الشكل	
		
	+ضربة قوية waveالموجة الناتجة عن المتتالية chop الهندسية WAVE -CHOP pattern generated by geometric progressions	إن الدمج بين حركة الموجة wave+ضربة قوية chop يحدث هنا فى نفس الوقت كما هو موضح فى شكل (٢-٧٠) حيث يظهر نمط الحركة على شكل نمط حركة خطى يتحرك من اليسار إلى اليمين داخل منطقة أقل من ٢٥٪ من إجمالى المساحة المتاحة مع نسبة ٤:١ تقريباً ويتخلل عملية الدمج مجموعة من نمط حركة القمة peak التى تحدث فى مناطق بكثافة من ٧:١ أو أكثر.

شكل(٢-٦٩) يوضح الدوامةEDDY+ضربة قوية chop الناتجة عن المتتالية الهندسية –المصدر:

Moloney ,Jules ,2011,” Designing Kinetics for Architectural Facades: state change”, Routledge, New York,U.S.A .p١٣٠

الشكل	
	
شكل(٢-٧٠) يوضح الموجة wave+ضربة قوية chopالناتجة عن المتتالية الهندسية –المصدر: Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .p١٣١	
+حركة chopضربة قوية الناتجة عن peakالقمة الخوارزمية الضوضاء الشبكية. CHOP-PEAK pattern generated by a lattice noise algorithm	إن الدمج بين نمطي الحركة ضربة قوية Chop+حركة القمة peak يحدث بواسطة أربعة أنماط من الحركة .فالفرق بين ضربة قوية chop وحركة القمة peak يظهر في الكثافة التي تظهر بنسبة 7:1من أعلى أو أسفل ولكن بشكل متوالى . والشكل (٢-٧١) يوضح نمط الحركة الذى يظهر فى شكل مجموعات من الكثافة العالية مع حركة القمة peak المعزولة نسبياً.
الشكل	
	
شكل(٢-٧١) يوضح ضربة قوية chop+حركة القمة peak الناتجة عن الخوارزمية الضوضاء الشبكية.– المصدر: Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .p١٣١	

٢-٣-٥-النهج الموجه لكيفية وصف نمط الحركة فى الغلاف الحركى للمبنى:

إن التركيز على دراسة أنماط الحركة التى يمكن تطبيقها وذلك من خلال التصنيف السابق الذى قد ساعد على وضع مجموعة من التعريفات العديدة الثابتة التى يمكن أن تكون مفيدة بشكل كبيرة فى مجال التعريف بأنماط الحركة الديناميكية التى يمكن أن تتواجد على سطح المياه ولكنها تعانى من بعض القصور في التعريف والوصف الكامل الأنماط الحركة فى الغلاف الحركى. حيث أن التصنيف إستخدام المنطق البسيط لوصف الحركة من حيث النطاق المكانى والحصة النسبية والتوجيه وقد أدى هذا النهج إلى تكاثر الأنواع بالإضافة إلى الأنواع الهجينة .والفكرة الرئيسية للحركة هي القدرة على التغيير الشامل. ولتصنيف أنماط الحركة في مجال معين كانت تمثل وصف لحدود ثابتة بنسب ثابتة وذلك فهى تعد نهج غير مرن للتعريف بأنماط الحركة فى الغلاف الحركى أو فهم إمكانات التصميم الحركي .

حيث أن أنماط الحركة للغلاف الحركى تعرف على أنها الحركة النسبية لأحداث الحركة الفرديه المتعددة فى الزمان و المكان و هى الطريقة للتعرف بأحداث أو أنتشار الحركة الفردية خلال كتلة الغلاف الحركى مع مرور الوقت، ولذلك فإن المطلوب هو نهج أكثر قوة يمكن أن يساعد فى تحديد أنماط حركة الخاصة بالغلاف الحركى و الذي يرسم الملامح الأساسية لهذا المجال التصميمى الجديد. فمجموعه المصطلحات يجب أن تعمل على توفير هيكل مجرد ومناسب مع إمكانية كامنة وقابلة للتطبيق على الغلاف الحركى.

وعلى هذا فلابد من وجود نهج موجة يعمل على وصف أنماط الحركة فى الغلاف الحركى وذلك للبحث عن بديل للمسميات على أساس تفصيلية التصنيفات . ومن خلال المراحل الأولى من التجارب الحركة التى كانت تهدف إلى تعيين مجموعة واسعة من أنماط الحركة التى ساعدت على إمكانية التعريف بالأنماط على أنه العنصر المستقل عن حركة الجزء والتأثير المهيمن على النمط يكون نظام التحكم المتواجد فى سطح الغلاف الحركى. وبغض النظر عما إذا كان الحركة المفردة عبارة [٥٥]عن الترجمة الدوران – التوسع –

٥٥-Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .p72

والإنكماش فلابد من وجود علاقة قوية بين النمط ونظام التحكم. وتتشكل أنماط الحركة من قبل الحركات المفردة المتعددة وحيث أن التركيز هنا يكون على الأسطح الخارجية التي تعمل بالأنظمة الديناميكية فلهذا يوجد فارق جوهرى بين الممارسات الهندسية المجردة نجد أنه لايوجد محاولة لدمج هذة الممارسات فى حين أنه على النقيض يتيح الغلاف الحركى هذه الفرصة للدمج بين أنماط الحركة فى شكل تحولات بين أنواع الأنماط . وللمساعدة فى وضع نهج يساعد على توصيف أنماط الحركة فى الغلاف الحركى للمبنى .يتم أولا تحديد الأنواع التى تحقق الدلالة على الشكل المميز للحركة مع الديناميكية. ويتم استخدام كلمة حالة بديلة عن النوع. فالحالة لديها الدلالة الكامنة على شروط الديناميكية المنفتحة على التغيير وبالتالي تعتبر كلمة حالة أكثر ملاءمة لوصف تصور أنماط الحركة على أنها لقطات من حيث الشكل فى الحركة. ويقترح أن يكون النهج الذى يتميز به نمط الحركة ينقسم إليها .

١- خصائص الشكل المكانية التى تصف هندسة المنطقة التى تكون فيها الحركة .ويمكن أن تعرف على أنها عدد أجزاء الواجهة المجاورة مكانياً والتى تتحرك فى وقت واحد بإعتبارها جماعة محددة.

٢- السلوك المؤقت أو الديناميكية المميزة لنمط الحركة هى الأسلوب الذى يعمل على تغيير شكل الموقع المكانى بالنسبة إلى الشكل العام للواجهة .والديناميكية هى موجه متناسقة فى شكل حركة خطية أو خطواط منحنية .

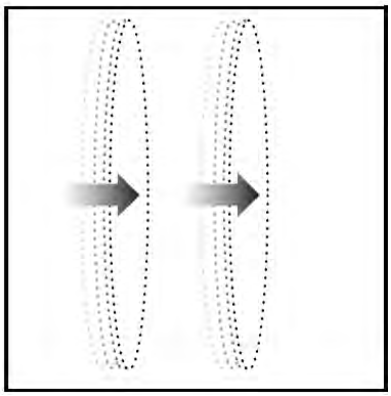
٣- الإتجاه ومن خلال هذا النهج يمكن التعرف بشكل الحركة أو الديناميكية بثلاثة حالات أن تساعد على وصف مجموعة كاملة من أنماط الحركة.[٥٦]

٥٦-Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .p72

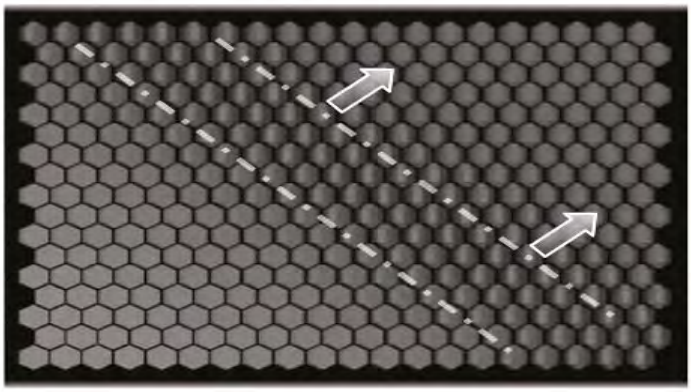
جدول (٢-١٧) يوضح الحالة الدالة على نمط الحركة الرئيسى فى الغلاف الحركى. المصدر:

Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .p١٤٣

الحالة	خصائص الشكل المكانية	الديناميكية	الإتجاه
الموجة wave	قمة الجبل Ridge	ثابت موحد	خطى أو دورانى
	تعريف الموجة (Wave)		
	هو نهج يمكنة أن يصف بوضوح عدد كبير من أنماط الحركة		
	التعريف بخصائص الشكل المكانية		
	قمة الجبل Ridge هو شكل ممدود مع العرض للطول بنسبة أعلى من ١:٤. ويمكن أن يظهر إتجاه الحركة فى شكل خطى أو خطوط منحنية ولها نسبة ثابتة أو تكون مدببة بشكل تدريجى. ويمكن أن تحدث قمة الجبل Ridge بشكل منفرد أو فى شكل مجموعات من قمم التلال التى تتحرك فى إتجاه مماثل وعادة ما يتكامل شكل الحركة مع مرور الوقت.		
	التعريف بالديناميكية		
	إن ديناميكية الموجة Wave تكون عبارة عن حالة نمطية على سرعة ملحوظة فى إتجاه ثابت. حيث تتشكل الأجزاء على شكل قمة الجبل Ridge التى تتحرك فى وقت واحد لإنتاج شكل مميز من قمة الجبل Ridge ويكون الإتجاه خطى موحد أو فى شكل خطوط منحنية.		



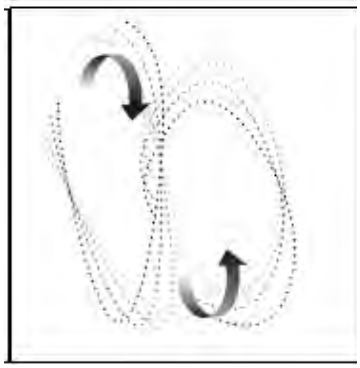
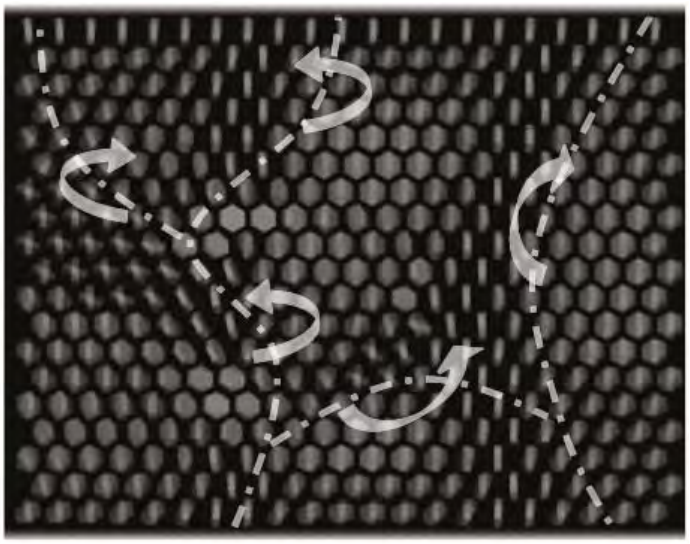
شكل (٢-٧٢) يوضح شكل الموجة

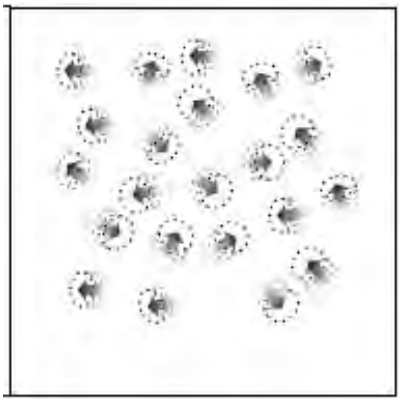


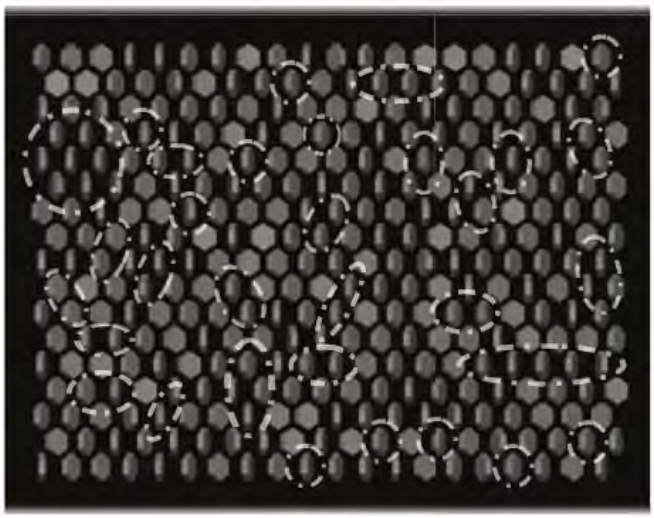
شكل(٢-٧٣) يوضح حالة الموجة wave فى الغلاف الحركى -المصدر:

Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .p١٤٥

الطى FOLD	لصق patch	ثابت وغير موحد	متداخل بشكل متشابك أو توسعية
	تعريف الطى FOLD		
	هو حالة تصف حالة معينة من إعادة التشكيل أو التعديل		
	التعريف بخصائص الشكل المكانية		
	حركة اللصق Patch على العكس من حركة قمة الجبل Ridge حيث تتميز بأنها أقل من العرض إلى الطول تقل عن ٤:١.وحركة اللصق patch هى فى العادة حركة هندسية غير منتظمة. وتتميز أيضاً بأن حدود حركة اللصق Patch تتميز بالديناميكية القابلة للتغيير المستمر فى هندسة الشكل أو التوسع والإنكماش.وتحدث حركة اللصق Pattch ككيان واحد داخل الواجهه		

	أو عن عدد من المناطق التى تنتج من تداخل الحركة.
	التعريف بالديناميكية
	على النقيض من ديناميكية الموجة Wave تظهر ديناميكية الطى Fold تكون عادة حركة تتشابك على طول الحواف أو حركة التوسع والإنكماش بين الحدود. وتحدث فى موقع ثابت نسبياً تكون تدريجية وليست خطية .وقد تظهر ديناميكية الطى FOLD مماثلة لديناميكية الموجة Wave فى غضون فترة زمنية قصيرة ثم يحدث نوع من التشتيت ولكن عادة ما يكون نمط الطى FOLD أطول أجلاً.
	الشكل
	 شكل (٢-٧٤) يوضح شكل الطى FOLD  شكل(٢-٧٥) يوضح حالة الطى FOLD فى الغلاف الحركى -المصدر: Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .p١٤٥

مرن**Field**	مجزئةfragment	غير منتظم	متعدد الإتجاهات
	تعريف مرن FIELD		
	هى الحالة التى تصف بشكل مناسب مجموعة من أنماط الحركة بدورها تصف الحركة المستمرة بشكل كلى وغير موحد.		
	التعريف بخصائص الشكل المكانية		
	وعلى النقيض تماماً من حركة قمة الجبل Ridgeوحركة اللصق Patch تتميز حركة المجزئة fragment بأنها تتكون من أشكال متعددة على شكل مجموعة من النقاط أو مايسمى شظايا . فبشكل عام تكون حركة المجزئة fragment عادة من منطقة واحدة متجاورة من شظايا غير منتظمة الحركة.		
	التعريف بالديناميكية		
	ودينامكية مرن Field فهى واحدة من حركات متعددة الإتجاهات غير المنتظمة من الشظايا الفرعية فتظهر الديناميكية كواحدة من أنماط الحركة ذأت الإختلاف المستمرة ولكن بشكل طفيف تتخللها سلوك غير متناسق من مجموعات صغيرة من العناصر الفردية أو الشظايا.وعادة ما يكون التغير ناتج عن الإضطراب الذى يحدث فى العنصر الفردى وفى إتجاه فردى أو تغيير فى سرعة الشظايا الفردية.		
	الشكل		
	 شكل (٢-٧٦) مرن**Field**		

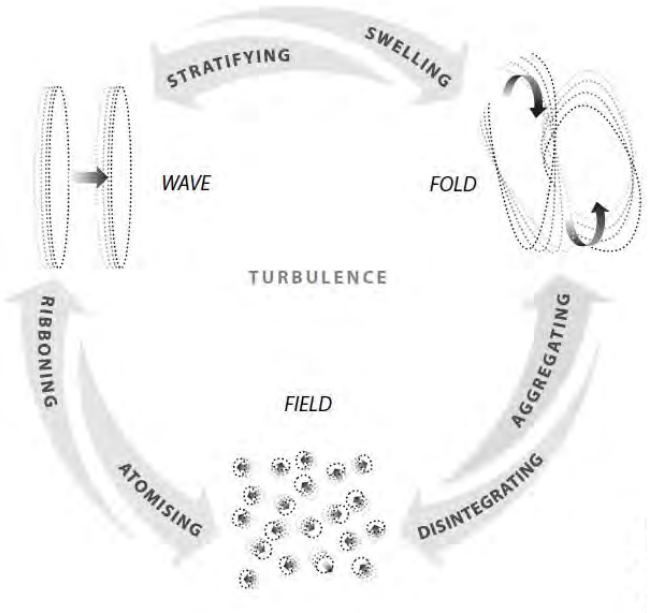


شكل(٢-٧٧) يوضح حالة مرن**Field** فى الغلاف الحركى -المصدر:

Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .p١٤٥

الموجة Wave والطى Fold ومرن Field هى عبارة عن مصطلحات عامة والأمثلة على أنماط الحركة التى تصف علم التشكل الديناميكى ومن خلالها يمكن أن نصف بها باقى أنماط الحركة. ومن خلال هذه الثلاثة حالات يمكن التمييز بين أنماط الحركة على أساس الشكل الهندسى للحركة وخصائص الأسلوب النمط فى التشكيل و التغيرالديناميكى . ويمكن أن تحدث مجموعة حالات وسطية من تحولات الأنماط. وتحدث هذه الحالات الوسطية من الإضطراب عند الجمع بين الثلاثة حالات الرئسية الموجة Wave والطي الطى Fold ومرن Field شكل (٢-٧٨) فينتج عنها ستة حالات وسطية وحالة واحد مجمعة .وقد يكون الدمج من الميزات مستقرة نسبياً مع مرور الوقت والتغيير من حالة بسيطة إلى أخرى سوف يكون لها شكل مميز وديناميكية غير نمطى وغير متماثل مع الحالات الثلاثة. [٥٧]

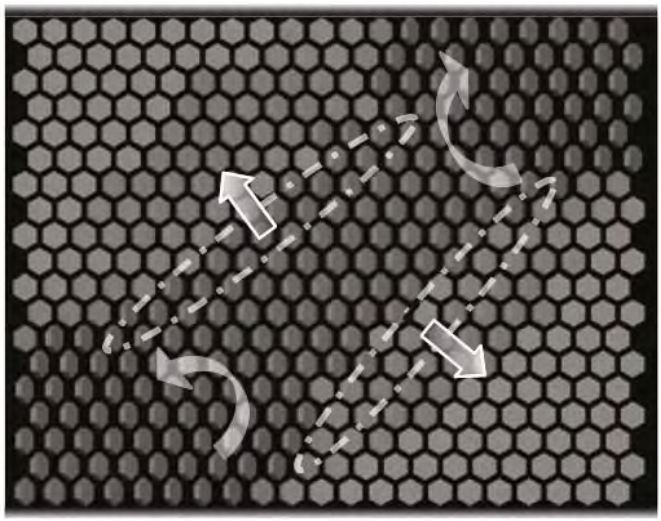
٥٧-Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .p١٤9



شكل(٢-٧٨) يوضح مجموعة الحالات الوسطية من تحولات الأنماط -المصدر:

Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .p١٤٦

١- الموجة wave -الطى Foldفالإنتقال من حالة الموجة wave إلى حالة الطى FOLD عادة ما يشمل شكل إنتفاخ swelling الموجة . فى شكل (٢-٧٩) يظهر تقاطع أثنين من قمة الجبل Ridge للموجة مع أثنين من البقع ذات تشكيل لصق Patchالمطابق لحالة الطى FOLD. [٥٨]



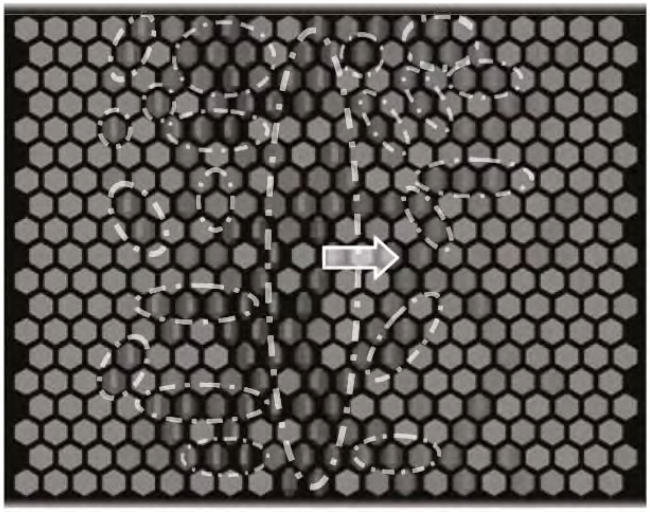
شكل(٢-٧٩) يوضح كيفية الإنتفاخ swelling الموجة على شكل قمة جبل Ridge-المصدر:

Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .p١٤٨

٥٨-Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .p١٤٨

٢-الطىFOLD-الموجة Wave الإنتقال من حالة الطى FOLD إلى حالة الموجة Wave عادة ما يشمل شكل تقسيم stratifying الطىFOLD .

٣-الموجة wave -مرن FIELDالإنتقال من حالة الموجة wave إلى حالة مرن FIELDعادة ما يشمل التفتيت الذرى atomizing لحركة قمة الجبل RIDGE فى الشكل (٢-٨٠) يظهر شكل التوازن بين حركة قمة الجبل ridge وحركة الجيوب الصغيرة غير المنتظمة.



شكل(٢-٨٠) يوضح كيفية الإنتقال من حالة الموجة wave إلى حالة مرن FIELD -المصدر:

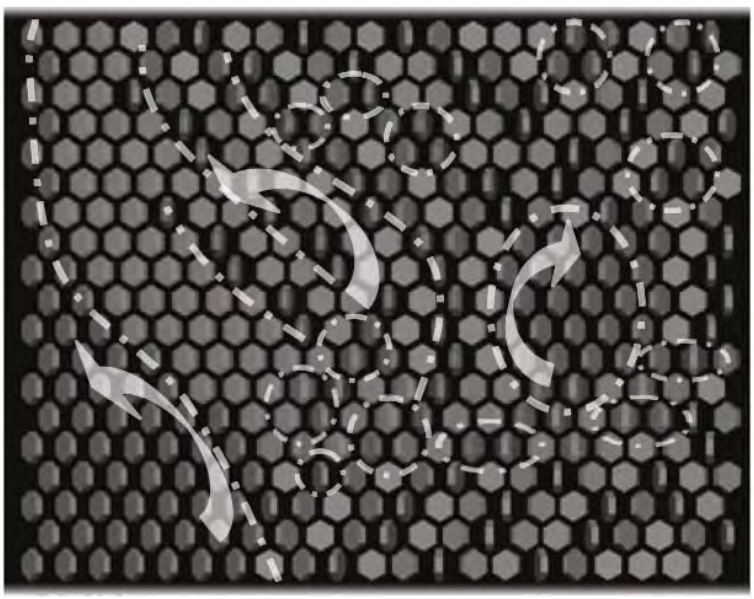
Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .p١٤٨

٤- مرن field- الموجة wave الإنتقال من حالة مرن FIELD إلى حالة الموجة wave عادة مايشمل شكل الشريطى ribboning كأجزاء تشكيل مسارات الحركة مماثلة.

٥- مرن FIELD- الطى Fold الإنتقال من حالة مرن FIELDإلى حالى الطى FOLD عادة ما يشمل شكل عملية مماثلة للتجمع Aggregation ولكن الأشكال المشكلة أقل فى الإستطالة والتطور فى نمط متشابك ببطىء.

٦- الطى FOLD-مرنFIELD الإنتقال من حالة الطى FOLD إلى حالة مرن FIELD هى من أكثر الحالات تعقيداً من الحالات المتوسطة وعادة ما يشمل شكل تفكيك disintegration الطى FOLD إلى أشكال أصغر وأصغر والتحول إلى حركة غير منتظمة وغير موحدة .شكل (٢-٨١) يظهر شكل نمط الحركة الذى يعتمد على تدفق خوارزمية حيث شكل شظايا من حالة مرن FIELD الذى يتشكل فى مناطق لصق Patchذات الخطوط المنحنية.[٥٩]

٥٩-Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .p١٤٨



شكل(٢-٨١) يوضح الإنتقال من حالة الطى FOLD إلى حالة مرن FIELD -المصدر:

Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A .p١٤٨

الخلاصة.

تسمح مجموعة متنوعة من الحركات في إتصالات مع تغيير محور والقوة والاتجاه الذي تسير إلى مزيد من التحليل في هذه الجاذبية له تأثير مباشر على كيفية تتحقق الحركات وتطورها لها تأثير مباشر على كيفية تتحقق الحركات، والوزن والحجم ونوع المواد المستخدمة هي ذات الصلة لنوع الحركة. المباني وعناصر التشوه هي أيضا قادرة على تحقيق الحركات الأساسية، ولكن الجمع بين المواد المرنة التي تسمح بعض التغييرات فى الشكل تسمح بحركات أخرى إلى أن تتم على أساس الخصائص المادية والبعد بين العناصر.

- التعريف بالغلاف الحركى للمبنى بأنها الإستجابة الديناميكية للمتغيرات البيئة المناخية ومتطلبات الإستدامة ومتطلبات الأداء الداخلى المتغيرة من خلال السلوكيات الحركية المادية والمرئية المتغيرة بشكل واضح للمكونات الرئيسية للغلاف الخارجى للمبنى.

٢- تظهر الإمكانيات الحركية فى الغلاف الحركى للمبنى من خلال :

- الغلاف الذكى الذى يمكنه الإستجابة والتكييف مع الظروف البيئية المتغيرة وأنشطة المستخدم والإستمرار مع مسار الوظيفية فى المبنى.

- الواجهات الإعلامية media facades حيث يعمل الغلاف الخارجى كشاشات معلوماتية أو يعمل كأعمال فنية على نطاق المناطق الحضرية.
- تأقلم الغلاف الحركى للمبنى The Acclimated Kinetic envelopes يشير إلى كيفية تأقلم الغلاف الحركى ولكن بشكل تدريجى فى حالة حدوث تغيرات للعناصر المناخية أو تغيرات فى عناصر البيئة الداخلية مع الأخذ فى الإعتبار الأنشطة التى يمارسها مستخدمى المبنى وعلى هذا فيجب مراعاة عدة متغيرات
  - ينبغى أن تكون عناصر الحركة متكاملة ومدمجة كجزء رئيسى فى الغلاف وليس كعنصر منفصل مستقل بذاته.
  - أن ترتبط سلوكيات الحركة بعمليات تغيير واضحة ومرئية من الداخل والخارج

٤-أنماط الحركة فى الغلاف الحركى هى المجموعة أو الكتل المتباينة من الأجزاء متماثلة الحركة أو الإنتشار المكانى لصدى الحركة المتماثلة أو هى مجموعة من التجميعات للأجزاء المتحركة بشكل فردى. ويوجد العديدة من التجارب التصميمة لدراسة وتصنيف ومعرفة أنماط الحركة فى الغلاف الحركى للمبنى .وتأتى هذه التجارب من مفردات الحركة المستمدة من الملاحظة للجسم المفرد فى الطبيعة .وهناك فرق جوهرى بين حركة الجسم وأنماط الحركة الفردية التى تنتج عن كائنات متعددة فى الحركة .ومن أكثر الأمثلة التى يجب أن تأخذ فى الإعتبار هى حركة الأجسام فى الماء سواء كان بحيرة أو بحر أو حتى محيط فهو يمثل سطح ديناميكى واسع النطاق والذى ينتج علية العديد من أنماط الحركة بفضل العديد من التأثيرات السطحية والمتعددة مثل تأثير المد والجزر-الرياح-أو أى قوى أخرى موجودة.

٥-وحيث أن التصنيف السابق لأنماط الحركة الفردية التى تنتج عن كائنات متعددة فى الحركة (وقد تم إختيار الأسطح المائية كأحد الأمثلة الغنية بأنماط الحركة)تعانى من بعض القصور فى التعريف والوصف الكامل لأنماط الحركة التى يمكن الإستعانة بها فى تصميم الغلاف الحركى .حيث أن التصنيف إستخدام المنطق البسيط لوصف الحركة من حيث النطاق

المكـــانى والحصـــة النســـبية والتوجيـــه وقـــد أدى هـــذا الـــنهج إلـــى تكـــاثر الأنـــواع بالإضـــافة إلـــى الأنـــواع الهجينـــة.ومن هنـــا كانـــت الحاجـــة إلـــى نهـــج موجـــه يســـاعد فـــى تحديـــد أنمـــاط حركـــة الخاصـــة بـــالغلاف الحركـــى والـــذى يرســـم مجموعـــة مـــن أنماط الحركة والمعترف بها فى التكوين المعمارى.

٦-مـــن خـــلال الـــنهج الموجـــة أمكـــن تحديـــد أنمـــاط الحركـــة المســـتخدمة فـــى الغلاف الحركى للمبنى وهى ,

أ- الموجـــة waveعبـــارة عـــن حالـــة نمطيـــة علـــى ســـرعة ملحوظـــة فـــى إتجـــاه ثابـــت . حيـــث تتشـــكل الأجـــزاء علـــى شـــكل قمـــة الجبـــل ridge التـــى تتحـــرك فـــى وقـــت واحـــد لإنتـــاج شـــكل مميـــز مـــن قمـــة الجبـــل ridge ويكون الإتجاة خطى موحد أو فى شكل خطوط منحنية.

ب-الطـــىFOLD عبـــارة عـــن تشـــابك علـــى طـــول الحـــواف أو حركـــة التوســـع والإنكمـــاش بـــين الحـــدود .وتحـــدث فـــى موقـــع ثابـــت نســـبياً تكـــون عـــادة تدريجية وليست خطية.

ت-مـــرن FIELD عبـــارة عـــن حركـــة متعـــددة الإتجاهـــات غيـــر المنتظمـــة مـــن الشـــظايا الفرديـــة .فتظهـــر الديناميكيـــة كواحـــدة مـــن أنمـــاط الحركـــة ذات الإختلافـــات المســـتمرة ولكـــن بشـــكل طفيـــف تتخللهـــا ســـلوك غيـــر متناسق من مجموعات صغيرة من العناصر الفردية أو الشظايا.

٢-٤-تعريف أللا-ميكانيكية:

تعريـــف أللا-ميكانيكيـــة الحركيـــة للهندســـة المعماريـــة المســـتجيبة يشـــير إلـــى العمـــارة التـــي لـــديها القـــدرة علـــى التحـــول مـــع مـــرور الوقـــت مـــن خـــلال دمـــج المـــواد الذكيـــة التـــي تخضـــع لتغييـــر هـــادف وفقـــا للمـــؤثرات الخارجيـــة والبيئيـــة. هـــذه المـــواد الذكيـــة لـــديها القـــدرة علـــى الحركـــة الراســـخة فـــي هيكلهـــا وتعمـــل إمـــا بشـــكل مســـتقل كمـــا فـــى أجهـــزة الاستشـــعار والمحركـــات فـــي اَن واحـــد و إحتياجـــات الطاقـــة لهـــا صـــفر أو الحـــد الأدنـــى مـــن إمـــدادات الطاقـــة.[٦٠]كمـــا أن اللاميكانيكيـــة، المســـتجيبة، والحركيـــة، تنطبـــق علـــى نفـــس المفـــاهيم عالميـــاً. علـــى العكـــس مـــن ذلـــك فـــإن المســـائل المتعلقـــة بالعمليـــات وإســـتراتيجيات التشـــغيل ذات أهميـــة رئيســـية حيـــث وصـــفت بأنهـــا العلـــم

٦٠-M. Addington,2009 "Contingent Behaviours", AD Energies: new material boundaries, May/June, Vol 79 no 3, p. 12-17

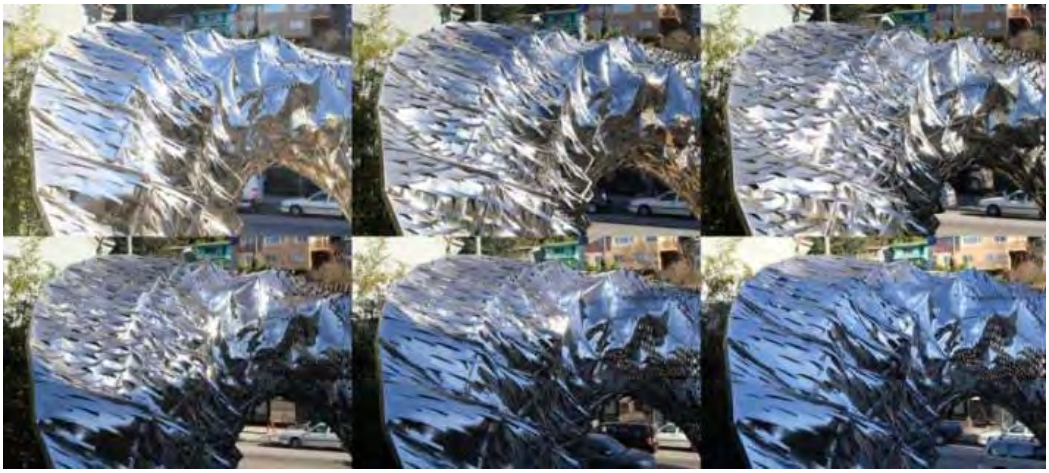
الـذي يـدرس المبـادئ المنظمـة للـنظم معقـد وكيفيـة عملهـا و يـرتبط ارتباطـاً وثيقـا بالعمارة الاستجابية حيث يتم تطبيقه من خلال عملية ثلاثية.

input-processing-output أو بعبـارة أخـرى إستشـعار وتجهيـز المحـرك، مـن خـلال مراقبـة الأنظمـة العضـوية والغيـر عضـوية. ودراسـة الـنظم البيولوجيـة وتطبيقاتهـا فـي العلـوم قـد كشـف عـن طريقـة وظيفـة الكائنـات الحيـة. وتـأثر ألـلا– الميكانيكيـة الحركيـة فـى العمـارة المسـتجيبة مـن كـل مـن هـذه المجـالات، للحصـول علـى المـواد ومنطقيـة الحركـة مـن Biomimetics حـين توظـف المبـادئ والمعرفـة لمعالجاتهـا. وتقليـد الطبيعـة للحصـول علـى المـواد الذكيـة التـى تمتلـك كافـة الخصـائص الأساسـية لأداء الحركـة مجتمعـة وبالتـالي الخطـوات الأساسـية فـي عمليـة الحركـة بالمكونـات الضـرورية فـي إسـتراتيجية التكنولوجيـا المنخفضـة حيـث تشـمل التكنولوجيـا المنخفضـة الحـد الأدنـى مـن المـواد **(والـذي كمـا ذكرنـا لا تتضـمن أي أجـزاء ميكانيكيـة لتسـهيل حركـة)**، والـدوائر الإلكترونيـة وأجهـزة الإستشـعار. وهـو يتضـمن عمليـة سـير العمـل والمـدخلات والمخرجـات والمعالجـة حيـث أن المحـرك هـو المـادة نفسـها. و المحركـات الميكانيكيـة التقليديـة تعمـل عـن طريـق تلقـى نظـام إدخـال البيانـات مـن أجهـزة الاستشـعار ثـم تـتم معالجـة هـذه المعلومـات عـن طريـق مـتحكم، [٦١]الـذي يغـذي المـواد مـع التيـار الـذي يطلـق رد فعلهـا. يمكـن لاسـتراتيجية التكنولوجيـا المنخفضـة أن تعمـل كنظـام للـتحكم المباشـر ، حيـث يتلقـى كـل عنصـر البيانـات مـن جهـاز إستشـعار واحـد وتتحـرك بشـكل مسـتقل وكـذلك فضـلا عـن نظـام الرقابـة الغيـر مباشـرة حيـث تـرتبط جميـع الوحـدات بوحـدة الإستشـعار نفسـها التـى تـوفر قـدر مسـاوى لجميـع الوحـدات ممـا يسـبب حركـة متزامنـة.و يـتم تقليـل الكميـة اللازمـة مـن الطاقـة إلـى الحـد الأدنـى. إسـتراتيجية التكنولوجيـا هنـا لا تصـف الهياكـل التـي تعمـلً بـأجهزة الإستشـعار والـنظم الإلكترونيـة، أو خـلاف ذلـك. نظـم الاسـتجابة السـابقة للعمليـات الثلاثـة، الإدخـال عـن طريـق أجهـزة الاستشـعار وتجهيـز البيانـات والنـواتج الإخـراج عـن طريـق المحركـات الميكانيكيـة وهـذا يعنـي أن الاسـتراتيجية التكنولوجيـة الفائقـة تسـتند إلـى نظـام رقابـة ذاتيـة، **هنـا شـيئا مـا ضـروري الهيكـل الـداخلي للمـواد، وهـو جهـاز إستشـعار ومـنظم والمحـرك فـي نفـس الوقـت.** فيـه كـل وحـدة علـى حـدة يتفاعـل بطريقـة فرديـة إسـتناداً إلـى خصـائص مـواد الهيكـل والمحفـزات .كمـا لا يوجـد نظـام مركـزي تنظيمـي يتوسـط بـين الأجـزاء وطريقـة التفاعـل حيـث أن كل منهم يفعل ذلك على حدة.

٦١- M. Fox, Y. P. Bryant, Intelligent Kinetic Systems in Architecture, Kinetic Design Group, MIT

٢-٤-١-أنظمة المواد:

المشاريع التي تأتي في إطار المبادئ التوجيهية المذكورة أعلاه تجعل استخدام مجموعة معينة من المواد لها ترتيب معين، سبائك الذاكرة وبشكل أكثر تحديدا الأسلاك ، وصفائح ورقائق، Electroactive البوليمرات، Thermobimetalsوالخشب. كل منهم تنتج نفس النتيجة عندما تحفز(الحركة). بينما سيكون التمييز الأكثر وضوحاً من خصائصها الطبيعية أو الإصطناعية، وعما إذا كانت بنيتها الجزيئية مسؤولة عن التحول الهندسى (الخشب تستخدم القدرة الإسترطابية التي شيدت بشكل مصطنع من أجل إنتاج حركة)، **والمفتاح هنا هو وظيفتها، أين وكيف يتم وضع هذه المواد في الهيكل.** وهذا يعني أن يتم التصنيف الرئيسي للنظم أساسا على الناحية المعمارية بدلاً من تلك التقنية. ونظم المواد التي يتم تشكيلها وإنتاج سطوح متحركة، وبالتالي يمكن أن تكون هى نفسها المحرك والمكون فى نفس الوقت. على سبيل المثال (Thermobimetal) بحيث يمكن استخدامها في نفس الوقت كمكون لسطح تظليل فى العمارة الحركية قادرة على الحركة الذاتية والاستشعار نتيجة للمؤثر البيئي الخاجى. [٦٢]



شكل (٢-٨٢) يوضح Thermobimetal المصدر-

https://mollynorthover.wordpress.com/2012/10/31/material-research

٦٢-ShapeShift. 2013. ShapeShift. [ONLINE] Available at: http://caadeap.blogspot.gr/. [Accessed 06 Feb2013].

وظائف البوليمر (Electroactive) بطريقة مماثلة حيث السطح وشكل وتصميم الطبقات المادية، يلعب دورا أساسيا في الطريقة التي تنفذ بها. والمواد الذكية ليست أسطح المعمارية ولكن مجرد مولد للحركة أو استبدال الطريقة العادية الميكانيكية بمواد زكية ذاتية الحركة، وتنقسم المشاريع المدرجة في هاتين الفئتين من أنظمة المواد. إلى حركة ذاتية وحركة ذاتية محفزة بالتيارالكهربى .لا يزال كل منهم يقدم حركة عضوية ، جنبا إلى جنب مع مورفولوجية التصميم و التى تكون ذات أهمية كبيرة لوجود العناصر الجمالية الناتجة عن ذلك. وبالإضافة إلى ما سبق، تختلف هذه المواد في طريقة الاستفادة من الطاقة، ونصف هذه المواد تحتاج إلى تشغيلها بواسطة الكهرباء **(استراتيجية التكنولوجيا المنخفضة)** بينما لا يحتاج الآخرين إلى أي نظام دعم على الإطلاق وهي تماماً ذات تحكم ذاتي. [٦٣]

٢-٤-٢- أنواع المواد التى يمكن استخدمها فى العمارة الحركية اللاميكانيكية:

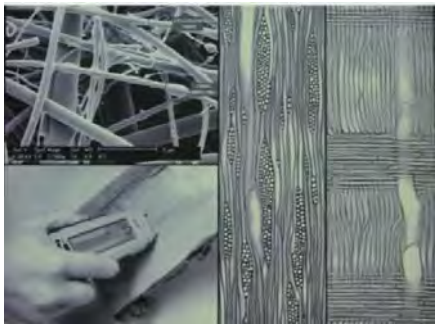
هي المواد التي تشكل السطوح المعمارية مثل البوليمرات (Electroactive-Thermobimetal) والخشب. على الرغم من وجود إختلافات بينهم، يعطي كل منهم إنطباعا لنفس الحركة العضوية. واحد من المواد الثلاثة مادة طبيعية هو الخشب، بينما البقية مصنوعة لكن مشيدة بإضافة طبقات المادية .والجدول (٢-١٨) يوضح أنواع المواد التى يمكن استخدمها فى العمارة الحركية اللاميكانيكية. [٦٤]

٦٣-Caad-EAP website. Official booklet. 2013. [ONLINE] Available at: http://dl.dropbox.com/u/1325890/shapeshift_booklet.pdf. [Accessed 06Feb. 2013].

٦٤-Anna Maragkoudaki,2013," No-Mech Kinetic Responsive Architecture Kinetic Responsive Architecture with no mechanical parts" Faculty of Architecture, NTUA,Athens, Greece.p14٩

جدول (٢-١٨) يوضح أنواع المواد المقترحة فى العمارة الحركية اللاميكانيكية-المصدر-الباحث

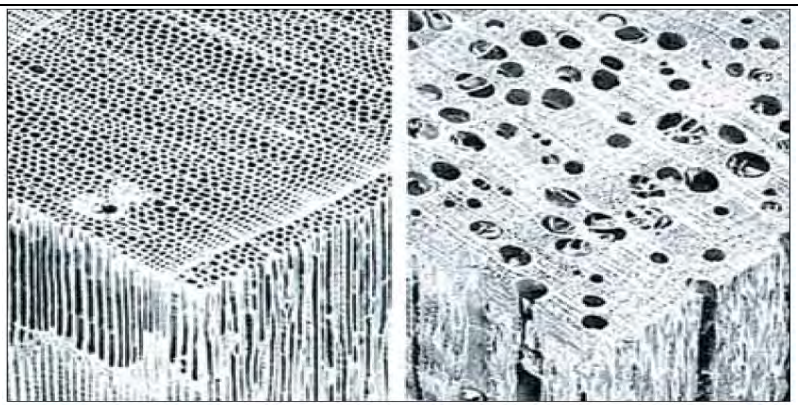
نوع المادة المقترحة	الوصف	المعامل المسئول عن الحركة
الخشب	يختلف الخشب بشكل كبير عن معظم مواد البناء الأخرى في أن يزرع بشكل طبيعي. كما أن المكونات المادية للخشب مسؤولة عن معظم خصائصه ويهدف النهج التصميمى إلى إستكشاف سبل الألتقاط والاستفادة من خصائص مواد معينة من الخشب كما ان للمكونات المادية والميزات التشريحية للأخشاب التي تكون ذات أهمية خاصة للبحث والتجارب. وخلافاً للمواد المصممة خصيصا وتنتج لتلبية إحتياجات المهندسين كما ان الخشب تطور باعتباره أنسجة وظيفية للأشجار. على الرغم من التنوع على نطاق واسع،إلا إنها جميعها تتشارك بعض الخصائص. مثل الأوعية الخشبية، النباتات المعمرة قادرة إلى تحقيق معدل نمو سنوي . النمو يحدث بشكل رئيسي في طبقة الكامبيوم، طبقة رقيقة المجهر من الخلايا الحية بين اللحاء والهياكل الجذعية الداخلية sapwood و قلب خشب الصلب. كما ان للخواص خصائص غير متجانسة من الخشب الناتجة عن ترتيبات لطبقات النمو في شجرة، فضلا عن اتجاه أفقي أو رأسي من الخلايا الفردية كما أن نسبة الطول / نسبة قطر ١/١٠٠ تقريباً، في الأنواع المختلفة. ومورفولوجيا الخشب يحدد إلى حد كبير الخصائص الهيكلية من الخشب .[٦٥]	**الرطوبة النسبية**



شكل (٢-٨٣) توضيح مجهري لصورة من الصنوبر الأبيض (يسار) والجوز الأسود-

المصدر - HOADLEY B. (2000). UNDERSTANDING WOOD. 2ND EDITION. NEWTOWN: TAUNTON PRESS.

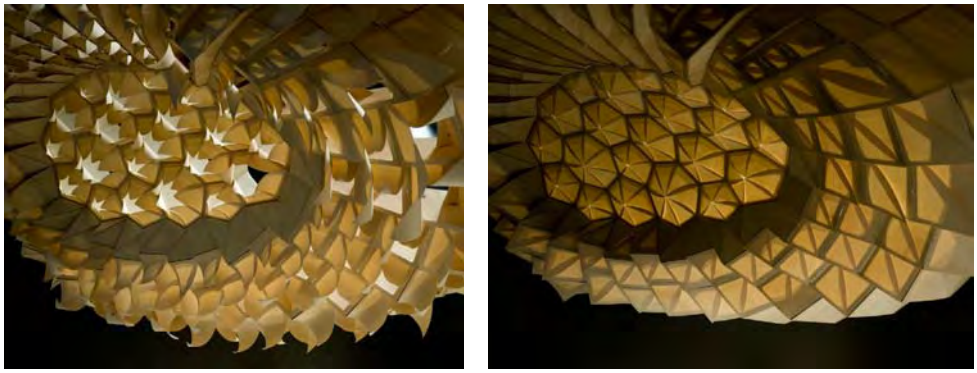
٦٥-www.achimmenges.net/?p=5083[Accessed 06Feb. 2016].



شكل (٢-٨٤) يوضح قطاع فى لحاء الخشب

المصدر :www.achimmenges.net/?p=5083

(HygroScope) يكشف مركز بومبيدو بباريس وضع ورؤية إستجابية حساسة للتغيرات الجوية على أساس مزيج من السلوك المتأصل المادي والتشكيلى. ويعمل على عدم استقرار أبعاد الخشب فيما يتعلق بمحتوى الرطوبة لبناء التشكيل المعماري إستجابة للمناخ. علق التشكيل داخل صندوق من الزجاج حيث تسيطر الرطوبة على البيئة داخل الزجاج حيث يفتح النموذج ويغلق في إستجابة للتغيرات المناخية دون الحاجة لأي معدات تقنية أو الطاقة. مجرد تقلبات في الرطوبة النسبية تؤدي للحركة الصامتة.[٦٦]



شكل (٢-٨٥) يوضح كيفية تأثير الرطوبة النسبية على الخشب مع ثبات درجة الحرارة

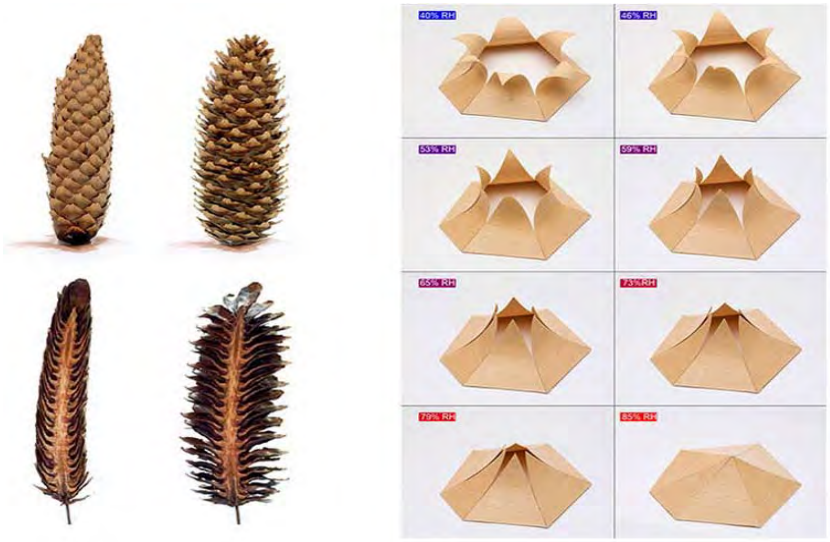
-المصدر-

www.achimmenges.net/?p=5083

تم تصميم الغلاف الخشبي من وحدات مجمعة للإستفادة من القدرات الذاتية للتكوين والنموذج يتكون من رقائق أوراق الخشب لتكوين وتشكيل سطوح مخروطية على أساس سلوك المواد ومرونتها. من الناحية البيئية هناك ردود فعل مستمرة وتفاعل مع البيئة المحيطة بها. والغلاف الخشبى مركب للأستجابة للتغيرات في محتوى الرطوبة النسبية المحيطة لهذه التغيرات المناخية – والتي تشكل جزءا من العيش اليومي لدينا والتى تؤدي إلى حركة المواد الفطرية الصامتة فى الغلاف الخشبي. وهذا التشكيل المستمر و العلاقة الخفية بين الوحدات الداخلية و البيئة الخارجية يتيح تقارب فريد من الخبرات البيئية والمكانية.و يستكشف المشروع التوتر بين حجم أصل الطراز

٦٦-www.achimmenges.net/?p=5083[Accessed 06Feb. 2016].

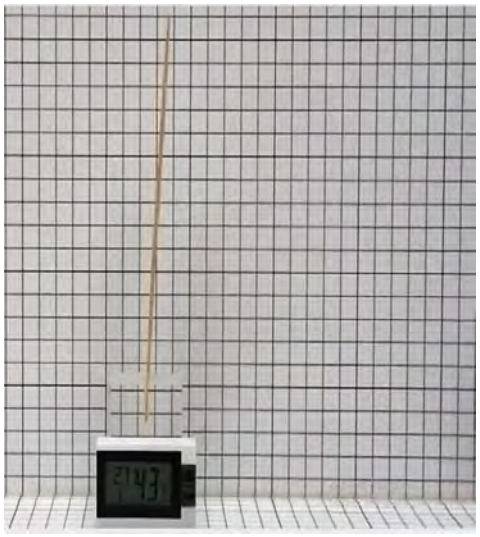
المعماري وعمقه والغلاف المتموج والذى يضم مجموعات من الفتحات للإستجابة المعقدة للمناخ والوحدات [٦٧] والفتحات تستجيب لتغيرات الرطوبة النسبية ضمن مجموعة من ٣٠٪ إلى ٩٠٪، أي ما يعادل نطاق الرطوبة من مشرق يوم مشمس لطقس ممطر في مناخ معتدل. ولوحظ ردود الفعل المباشرة مع المناخ المحلي والنموذج يعدل باستمرار درجته من المسامية، مما يساعد على فتح الوحدات لنقل الضوء والنفاذية البصرية من خلال الوحدات . هذا التغير فى محتوى الرطوبة يؤدي إلى تقلبات مستمرة من النموذج، والإضاءة حتى عمق الفضاء الداخلي. ويعمل النموذج الإسترطابي من السطح على تقارب فريد فى الخبرات البيئية والمكانية. ولاحظ حركة النموذج والمتغيرة باستمرار للبيئية المحلية والحساسة من خلال حركة خفية وصامتة من الغلاف المعماري والحساس للتغيرات الجوية و السطح المتغيير يجسد القدرة على الإحساس وتحفيز والرد و كل ذلك ضمن المواد التى فى حد ذاتها. مبدأ للمحاكاة البيولوجية وقد طورت الطبيعة مجموعة كبيرة ومتنوعة من الأنظمة الديناميكية المتفاعلة مع التأثيرات المناخية.حيث تتم الحركة فى النموذج من خلال استجابة سلبية لتغيرات الرطوبة. وبالتالي، فإنه لا يتطلب أي نظام الحسي ويعطى حركة مستقلة وبالتالي، فإنه لا تستهلك أي طاقة و له قدرة على الاستجابة ذاتية .[٦٨]



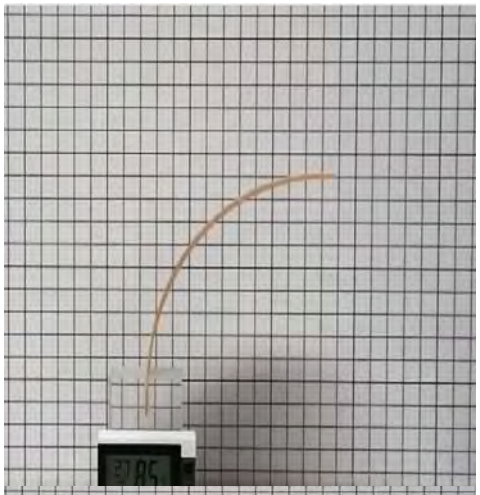
شكل (٢-٨٦) يوضح
الفكرة الاساسية لاستجابة الخشب لتغيرات الرطوبة
المصدر:www.achimmenges.net/?p=5083

٦٧-www.achimmenges.net/?p=5083[Accessed 06Feb. 2016].
٦٨-www.achimmenges.net/?p=5083[Accessed 06Feb. 2016].

وتــم إســتكمال المشــروع عــن طريــق إخضــاع رقــائق الخشــب لتجربــة تــم تثبيــت درجــة الحــرارة وتم التغير فى نسبة الرطوبة وكانت النتائج كالتالى:



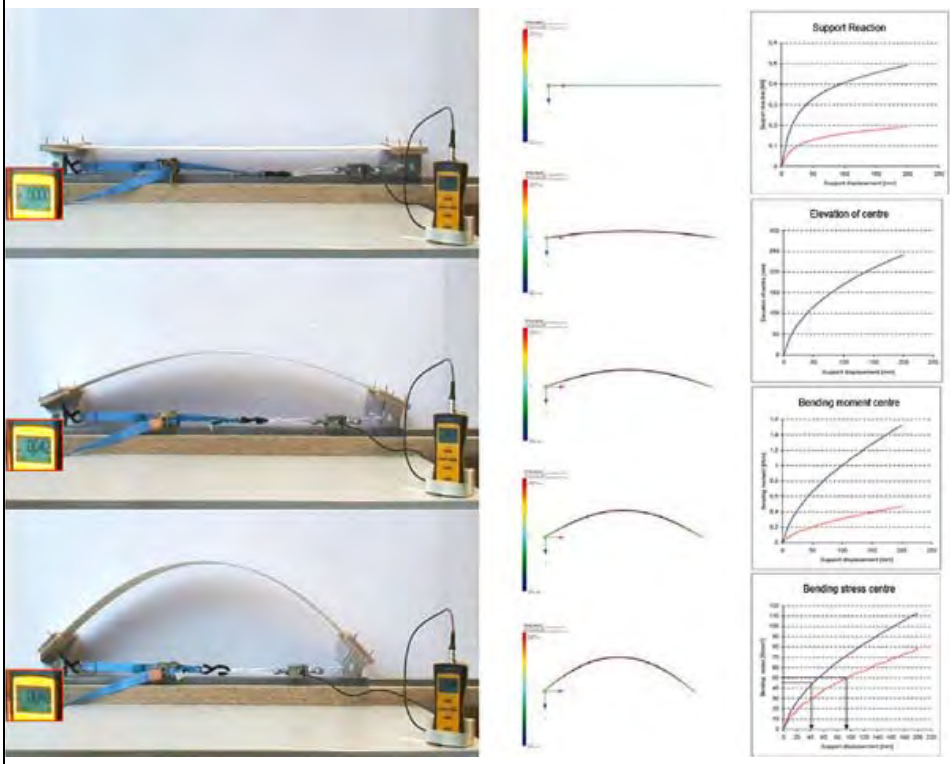
شكل (٢-٨٧) يوضح
انحناء الخشب عند درجة حرارة (C٢٧) والرطوبة (٤٣٪)



شكل (٢-٨٨) يوضح
انحناء الخشب عند درجة حرارة (C27) والرطوبة (٨٥٪)

شكل (٢-٨٩) يوضح
انحناء الخشب عند درجة حرارة (C27) والرطوبة (٩١٪)

– المصدر-
www.achimmenges.net



شكل (٢-٩٠) يوضح
إنحناء الخشب عند تغير محتوى الرطوبة – المصدر-

Achim Menges,2011," integrating material behaviour and robotic manufacturing processes in computational design for performative wood constructions" S t u t t g a r t U n i v e r s i t y

توضح المشاريع البحثية كيف يمكن لتركيب المواد و الشكل والأداء في العمليات الحسابية والتصاميم المتكاملة يسمح لإستخلاص الهياكل المعقدة من أنظمة المواد الغير معقدة، والتي تكون على حد سواء إقتصادية للبناء وذات كفاءة وفي الوقت نفسه توفر فرص معمارية فريدة. هذا يصبح واضحا بشكل خاص في المشروع الأخيرة وعند المقارنة بين نتائج العملية للتصميم مع المحاكاة والقياس الدقيق فأن المادة فى الواقع تدل على أن التكامل المقترح لحساب تصميم وتجسيده لم يعد هدف مثالي ولكن إقتراحا عملياً.[٦٩]

٦٩-Achim Menges,2011," integrating material behaviour and robotic manufacturing processes in computational design for performative wood constructions" S t u t t g a r t U n i v e r s i t y.

Shape shift(EAP-electro –active polymer)	لقد وضع مانويل كرتيزر من المعهد الفدرالي للتكنولوجيا (ETH)في زيوريخ هذه التجربة لإستكشاف إمكانية استخدام التفاعل النشط للبوليمر على نطاق معماري. كما تتنوع أشكال التحول في الجسور ما بين استخدام التقنيات المتقدمة في التصميم المعماري وعلم المواد بالإضافة إلى دفع البحث الأكاديمي في إتجاه التطبيق الفعلي. ويعتبر (EAP) (electro –active polymer)هو محرك البوليمر الذي يحول الطاقة الكهربائية إلى قوة ميكانيكية . وهو يتألف من طبقة رقيقة من شريط الأكليريك المرن جداً تقع بين قطبين. و يغير البوليمر شكله بطريقتين: أولاً: عن طريق جذب الشحنات المضادة حيث يتم تقلص الفيلم في اتجاه الجزء السميك (فيما يزيد عن ٣٨٪) ثانياً: إن قوى الدفع بين الشحنات المتساوية في الأقطاب الكهربائية تؤدي إلى إتساع خطي للفيلم وكنتيجة لذلك يصبح الفيلم أرق و تزداد الأسطح الخارجية له.إذا كان الاطار الداعم مرن يحدث مد فيلم الأكليريك فإن الإطار ينثني وتتوسع المادة. [٧٠]	التأثير الكهربي

الشكل

شكل (٢-٩١) يوضح طريقة تجميع (EAP-electro –active polymer)-المصدر-
www.caad-eap.blogspot.com

٧٠-www.caad-eap.blogspot.com[Accessed 06Feb. 2016].

البوليمرات أو EAP هي البوليمرات التي يمكن أن تغير شكلها وحجمها عندما يتم تحفزها بتيار كهربائي. أثناء أداء هذا التغير يمكن الحصول على أعداد كبيرة من الأشكال.كما أن هناك أنواع مختلفة من البوليمرات موجودة تتفاعل مع أنواع مختلفة من المحفزات، كدرجة الحموضة على سبيل المثال في المحاليل الكيميائية. و الإهتمام الرئيسي هنا يكمن داخل البوليمرات في الحركة الناجمة عن تحويل الطاقة الكهربائية إلى ميكانيكية،عن طريق القوة الكهروستاتيكية التى خلقت بين طبقتين من الأقطاب الكهربائية التي تغطي كلا الجانبين من قاعدة الاكريليك. والتأثير الناتج هو ضغط سمك السطح وتوسيع مساحته. هذا جنبا إلى جنب مع التصميم السليم من العناصر الفردية التى تسيطر على مسار الحركة مما يخلق المؤثرات البصرية و EAPs .**تستهلك كمية صغيرة جدا من الطاقة ويمكن الحفاظ على شكل تغيير دون مزيد من التحفيز**.

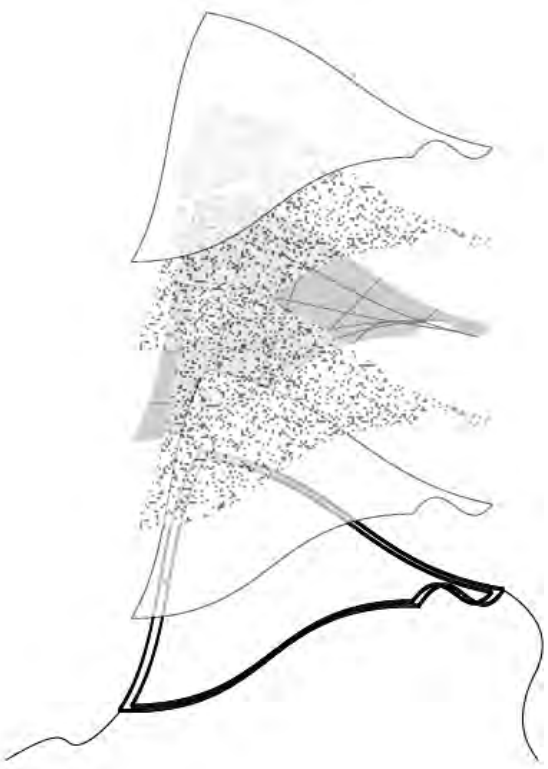
(Shape Shift) يتضمن هذا المشروع (electro –active polymer) (EAP)التكنولوجيا والتصميم الرقمي لإنتاج أغلفة قابلة للحركة والأستمرار فى التظليل والتهوية. الذى يحدث عندما تقدم الدوائر المرفقة مع كمية صغيرة من الجهد العالي الحالي. يتم إنشاء بنية متطابقة من وحدات صغيرة والمصممة حسابياً.حيث يتكون كل وحدة فردية من إطار الأكريليك الناعمة التي تتضمن منطقة EAP مما أدى إلى الوصول إلى وحدة رقيقة ومرنة وخفيفة الوزن ونشطة وإقتصادية حيث تتعاون الإطارات بشكل حركى. عندما يدفع سطح لكل عنصر من العناصر الفردية ليزيد ويصبح أرق والعودة إلى حالته الأولى بعد الحفيز. والبنية الديناميكية والدعم الذاتي الناجم عن ذلك لا تحتاج إلى مزيد من التعزيز حتى تتوقف الحركة إلا بالترابط بين الوحدات و الهيكل النهائي والحركة البيولوجيا تنتج نتيجة لذلك وهذا النموذج يكون قابل للتطبيق من حيث الاستدامة بل أيضا من الناحية الجمالية، الأمر الذي كان هدفاً لفريق التصميم من البداية. [٧١]

٧١-Anna Maragkoudaki,2013,” No-Mech Kinetic Responsive Architecture Kinetic Responsive Architecture with no mechanical parts” Faculty of Architecture, NTUA,Athens, Greece.p145

مكونات(EAP)

المكونات الطبقة:

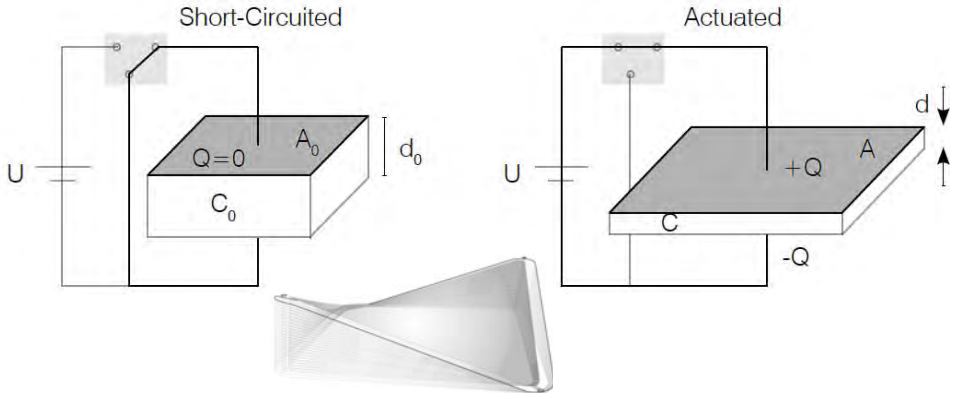
- silicon insulation layer
- conductive powder
- 5xprestretched acrylic polymer film
- conductive powder
- silicon insulation layer
- acrylic frame
- 5.000 V power connection



شكل (٢-٩٢) يوضح

مكونات طبقة (EAP-electro –active polymer)

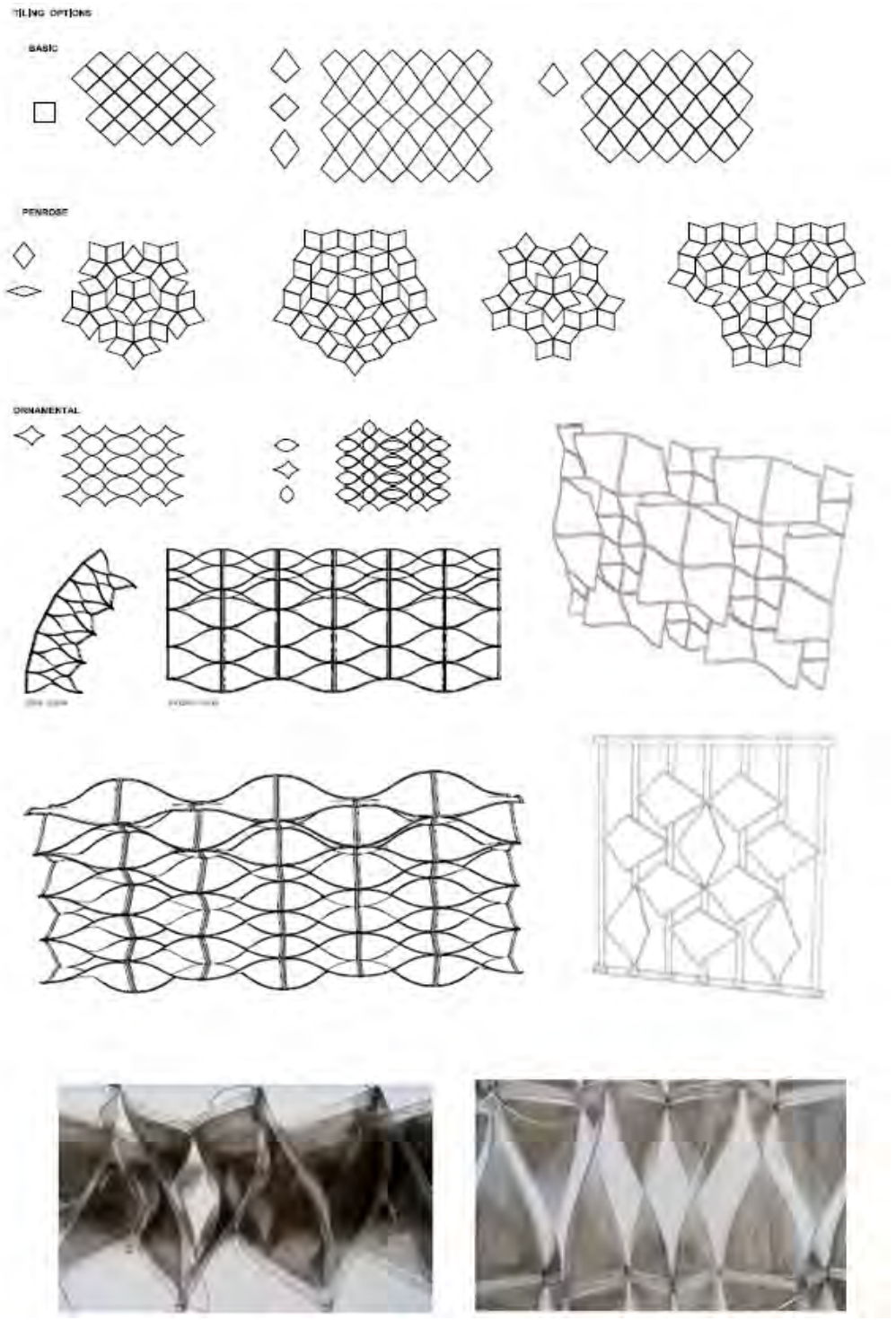
المصدر : http://caad-eap.blogspot.com



شكل (٢-٩٣) يوضح

تحفيز طبقة (EAP-electro –active polymer) بتيار كهربى وطريقة الحركة

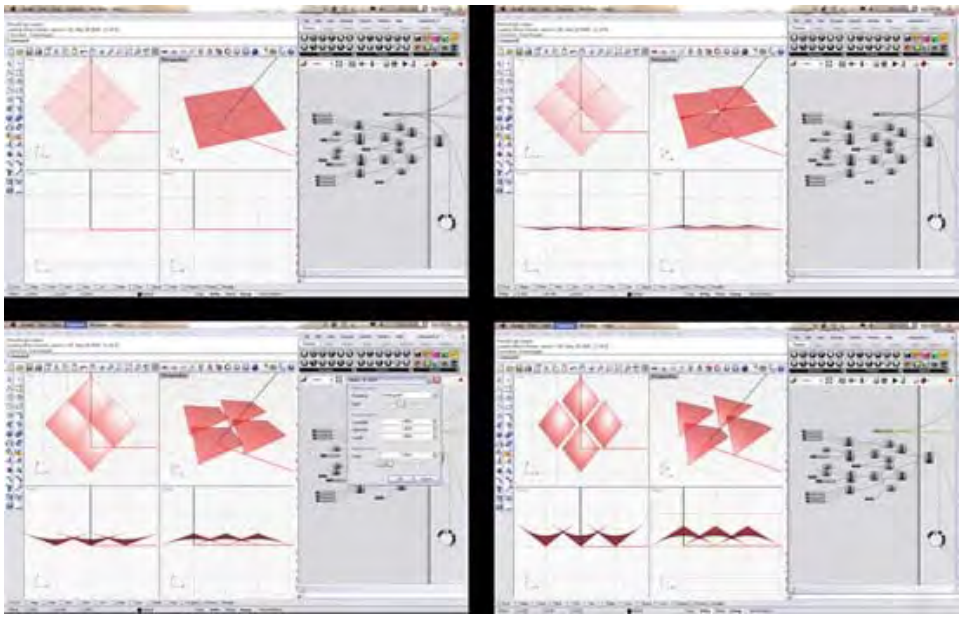
المصدر : http://caad-eap.blogspot.com



شكل (٢-٩٤) يوضح

بعض الاشكال التى يمكن الحصول عليها من (EAP-electro –active polymer)

المصدر: http://caad-eap.blogspot.com



شكل (٢-٩٥) يوضح

إستخدام الحاسب الالى فى تصميم (EAP-electro –active polymer)

المصدر : http://caad-eap.blogspot.com

كما أن ميزة (EAP) هي قدرتها على تغييرالشكل. وهذا سوف يسمح خلق بيئات متجاوبة أو المساحات التي يمكن أن تتكيف حيويا للتأثيرات الخارجية والاستجابة جسديا للتدخل البشري. من أي وقت مضى منذ ظهور تكنولوجيا الحاسوب وعلم التحكم الآلي، الذى كان له أثر كبير في التصميم وتصور أبنية حركية وإستجابية. بنيت للأسف وتقتصر الأمثلة حتى الآن على الأنظمة الميكانيكية الضخمة ، وتأثيرتها ووظيفيها وكذلك والبعد البصري هو بالأحرى صغيرة ولكن

(EAP).من ناحية أخرى لديها القدرة على الاستغناء عن المحركات الميكانيكية مثل المحركات الهيدروليكية القائمة، وفي الوقت نفسه يمكن أن تصبح مثيرة للاهتمام من الناحية الجمالية الأجزاء الظاهرة والهيكلية لبيئتنا المبنية.[٧٢]

٧٢-http://caad-eap.blogspot.com[Accessed 06Feb. 2016].

المطاط الصناعي مع طلاء الفضة	التوازن هو ظاهرة طبيعية حيث تنظم الكائنات الحية الظروف من خلال إتخاذ إجراءات مختلفة. ويعتمد التوازن فى المبنى على اللدائن العازلة التي تسمح لواجهة المبنى بامتصاص أشعة الشمس. حيث تم تطوير هذا النظام من قبل شركة Yeadon Deckerالمهتمة بالأبحاث المعمارية ومقرها نيويورك. حيث تعمل الواجهة على تنظم الأوضاع الداخلية من خلال الاستجابة للظروف البيئية الخارجية حيث تتفتح الكوات المصنوعة من المطاط الصناعي مع طلاء الفضة عندما تتعرض لأشعة الشمس تنطوي وتعود عند غياب ضوء الشمس..[٧٣]	الطاقة الحرارية

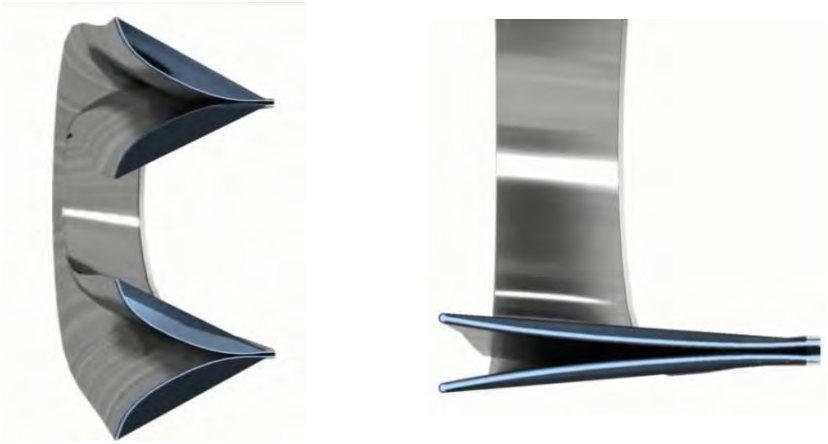
الشكل التوضيحى

شكل (٢-٩٦) يوضح
طريقة الانحناء نتيجة لتعرض لطاقة حرارية
المصدر: http://materia.nl/article/homeostatic-facade-system/

٧٣-http://materia.nl/article/homeostatic-facade-system/ [Accessed 06Feb. 2016].

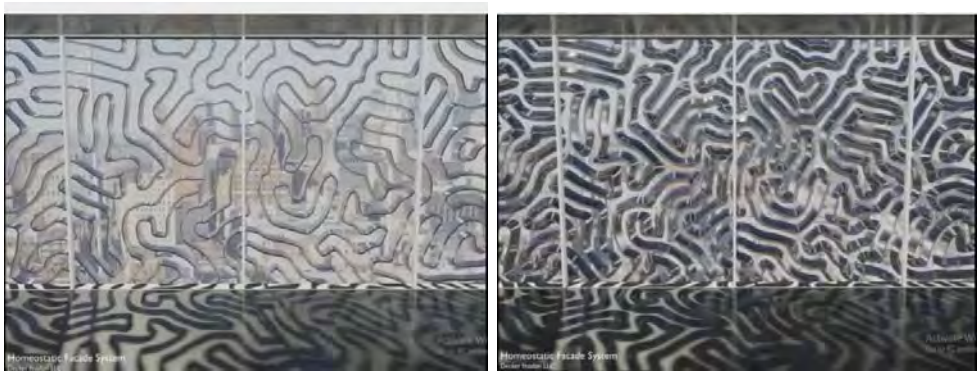
	(homeostatic system)هذا النموذج هو الأحدث في التصميم الحركى تتكون من المواد التى لها لقدرة على الانحناء والانحناءات بإعتبارها العضلات الاصطناعية تستطيع تغيير شكلها من تلقاء نفسها عن طريق إكتساب الحرارة من الشمس.حيث أنها لاتحتاج إلى برمجة كمبيوتر للتعديلات المادية المطلوبة. وينظم النظام المناخ الداخلى للمبنى من الرد الآلي للظروف البيئية، حيث يتميز بتنظم الأوضاع الداخلية بالاستجابة للبيئة الخارجية.[٧٤]	

الشكل التوضحى



شكل (٢-٩٧) يوضح طريقة تفاعل المادة مع درجة الحرارة

المصدر: http://materia.nl/article/homeostatic-facade-system/



شكل (٢-٩٨)يوضح طريقة تظليل و تفاعل المادة مع أشعة الشمس

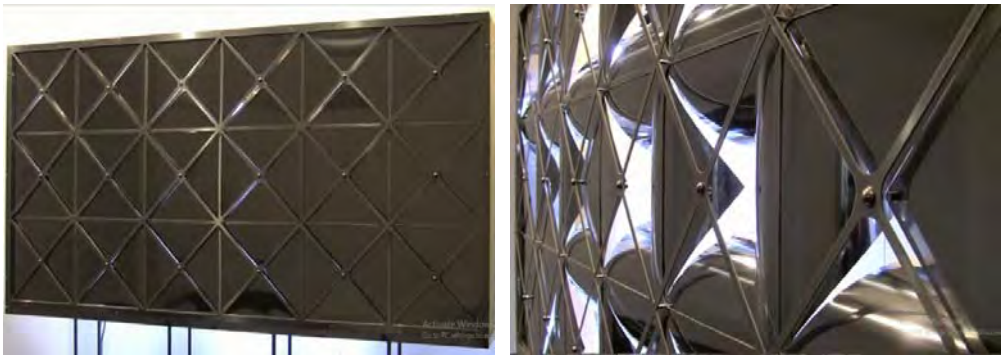
المصدر: Siva Ram Edupuganti,2013," Dynamic Shading: An Analysis" Master degree, University of Washington,USA.

٧٤-http://materia.nl/article/homeostatic-facade-system/ [Accessed 06Feb. 2016].

	الكـوات المصـنوعة مـن المطـاط الصـناعي مـع طـلاء الفضـة تعمـل عنـدما تسـقط عليهـا الشـمس. ينـتج طـلاء الفضـة شـحنة كهربائيـة علـى سـطح يتناسـب مـع الضـوء السـاقط وبالتـالي يحـرك المطـاط الصـناعي. وهكـذا، يـتحكم هـذا النظـام فـى التـدفق الحـراري وبالتـالي تنظـيم درجـة حـرارة المبنـى الداخليـة. إذا كانـت درجـة الحـرارة منخفضـة، اللـدائن فـتح وتسـمح بمزيـد مـن الضـوء وعلـى العكـس إذا كانـت درجـة الحـرارة مرتفعـة، اللـدائن تغلـق ولاتسـمح مـرور ضـوء أقـل وهـذا النظـام يمكنـة الإسـتجابة الصـغيرة للغايـة حتـى فـى التغييـرات الصـغيرة لأنهـا تسـتجيب فـي الوقـت الحقيقـي مثـل أشـعة الشـمس. كمـا لا يحتـاج النظـام إلـى أي أجهـزة إستشـعار أو الطاقـة الكهربائيـة للعمـل، فهـو يقـدم مسـتويات إسـتثنائية مـن الكفـاءة فـي إسـتخدام الطاقـة. ولكـن هـذا النظـام هـو جامـد و المسـتخدم لـيس لديـه أي سـيطرة علـى النظـام ولا يمكـن أن يتغيـر وفقـا لمزاجـه أوالحاجـة. أيضـا، لا يـتم الـتحكم فـي النظـام عـن طريـق وحـدة المعالجـة المركزيـة. لـذلك فـي المسـتقبل إذا لـزم الأمـر أنـه لا يمكن تحديثها لاستيعاب التغييرات.[٧٥]	
Thermobimetal	نظـام شـريط المعـدنين أو Thermobimetal هـو مركـب يتكـون مـن أثنـين مـن المعـادن، مـن النحـاس أو خلـيط المعـادن، عادتـا الصـلب والنحـاس، ومـع مختلـف معـاملات التمـدد الحـراري لكـل منهمـا والتـي عنـد تسـخينها أو تبريـدها، تخضـع لقـدر معـين مـن التغيـر. هـذا التغيـر يعتمـد علـى أنـواع المعـادن المسـتخدمة، حيـث أن قـيم ومعامـل ودرجـات الحـرارة تكـون أكبـر بكثيـر علـى الجانـب الطويـل. بينمـا عنـد تسـخينها يكـون الإنحنـاءات مـن الجانـب السـفلي مـن معـدن أو طبقـة السـلبية، وعنـدما تبـرد تحـت درجـة حـرارة الأوليـة يكـون الانحنـاءات فـي الطريـق المعـاكس نحـو الطبقـة النشـطة. ويبقـى شـكله منحنـى مـع التغيـر فـي درجـة الحـرارة و تعـود إلـى وضـعها الطبيعـي عنـدما تبـرد. كمـايمكن أن يكـون سـبب الإخـتلاف فـي درجـة الحـرارة عـن طريـق الإشعاع، وإمدادات الكهرباء أو التعرض البسيط لأشعة الشمس.[٧٦]	الطاقة الحرارية

٧٥-Siva Ram Edupuganti,2013," Dynamic Shading: An Analysis" Master degree, University of Washington,USA.p25.

٧٦-A. Ritter,2006" Smart Materials in Architecture, Interior Architecture and Design" Birkhauser Architecture, 1 edition, November 21, p. 52

الشكل التوضيحى

شكل (٢-٩٩) يوضح طريقة عمل Thermobimetal نتيجة تعرضها لطاقة حرارية المصدر:/https://www.studioroosegaarde.net/project/lotus/info

(Bloom) هو هيكل الدعم الذاتي (صفر الطاقة) تستجيب للبيئة المصممة للتظليل وتهوية بالمنطقة المحيطة بها. وتحدث الحركة من خلال تعرضها لأشعة الشمس، مما يؤدي إلى التغير في درجة حرارتها. حيث يتكون السطح المصمم رقميا من شبكة لوحات متغيرة التي تدعم مجموعة واسعة من العناصر (Thermobimetal) كل عنصر يستجيب للحرارة حيث توفر درجة مستقلة من التعقيد البصرى وهى تنظيم الحرارة بدقة فى كل منطقة من الهيكل. وعند تسخن هذه العناصر فى الظل تسمح للهواء الساخن بالهروب بينما عندما تبرد تعود إلى الشكل الهندسى الأول. وقد تم تصميم كل منطقة حسب موقعها وزاويا تعرضها للشمس. وهذا النظام أيضا يتتبع إستراتيجية اللا ميكانيكية حيث أن المواد بمثابة أجهزة إستشعار ومحركات دون الحاجة لقطع الغيار إلكترونية أو ميكانيكية. (٧٧)

٧٧-Anna Maragkoudaki,2013,” No-Mech Kinetic Responsive Architecture Kinetic Responsive Architecture with no mechanical parts” Faculty of Architecture, NTUA,Athens, Greece.p147

الشكل التوضيحى
 شكل (٢-١٠٠) يوضح Bloom - thermobimetal sun-tracking instrument indexing time and temperature المصدر:-http://www.buildingcentre.co.uk/project/bloom-thermobimetal-sun-tracking-instrument-indexing-time-and-temperature

Shape memory alloys(SMA)	سبائك ذاكرة هي المركبات التي تتذكر شكلها على بارد والعودة إليها عند تسخينها يمكنها أن تنحني دون كسر وتعود إلى شكلها الأصلي ، وهكذا يتم وصفها بوجود ذاكرة. ويحدث تشيط لهذا الانتقال عن طريق تباين درجات الحرارة، الناتجة عن التيار الكهربائي ، نظراً لخصائصها المطاطية الزائفة.حيث يتم استخدام نوعين رئيسيين من SMA سبائك النحاس–الومينوم وسبيكة النيكل–تيتانيوم ، و هو الأكثر شيوعاً واستخداماً في التطبيقات المعمارية. ويمكن برمجتها لأداء مجموعتين من الحركة، في إتجاه واحد وتأثير الذاكرة في إتجاهين هي التي تتميز حالة التغير في المرحلة الباردة. والأسلاك النموذجية تتحول عند التغير في إرتفاع في درجة الحرارة إلى درجة حرارة منخفضة. بسبب التباطؤ الطويل من (الدورة بين الحالة الساخنة والباردة) وتعمل الكهرباء (التدفئة) لفرد الأسلاك لتحويلة بسرعة. هذه هي الطريقة التي يتم استخدامها في معظم المشاريع، الملحقة بالنظام الكهربائي الذي يقوم بتشغيل الحركة. وفي تكنولوجيا صفر الطاقة، واستخدام الكهرباء ليست خياراً للمواد البديلة التي تقدم التباطؤ القصير و يمكن استخدام مثل SMAفي درجة حرارة الغرفة المحيطة .[٧٨]	التيار الكهربي

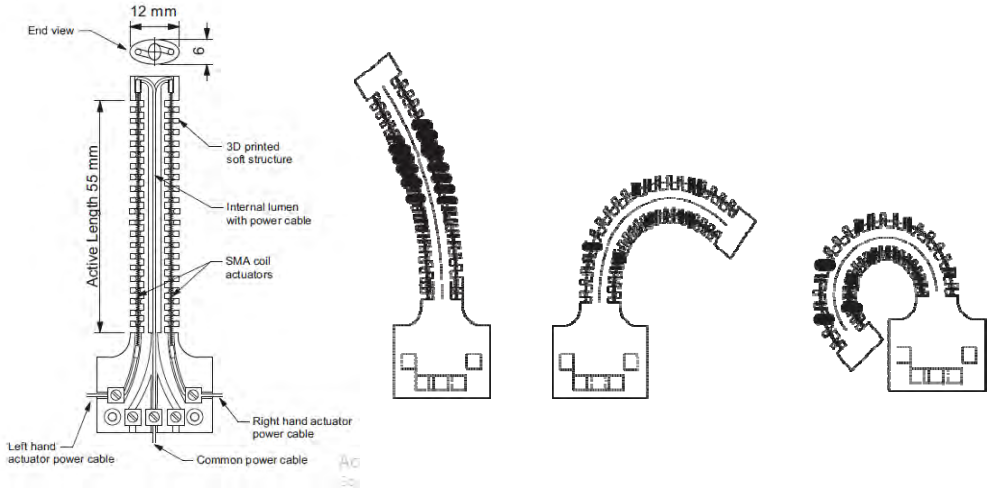
٧٨-Anna Maragkoudaki,2013,” No-Mech Kinetic Responsive Architecture Kinetic Responsive Architecture with no mechanical parts” Faculty of Architecture, NTUA,Athens, Greece.p14٨

المركبات المعدنية البوليمرية(tentacle-like smart puppet)

المركبات المعدنية البوليمر، والذي ينحني عندما يحفزها بالجهد المنخفض نسبيا . ويتكون المحرك المطاطى الصناعى من اللدائن الصلبة المرنة ومغلفة بغلاف مزدوج من غشاء فوتوبوليمير

SMA(**Smart materials and soft robotics**) المحركات والكابلات، والشقوق هي من جانبي الهيكل لمساعدة على المرونة. يمكن التحكم فى تصميم الهيكل نفسه دون الحاجة إلى إعادة تصميم الأدوات .[٧٩]

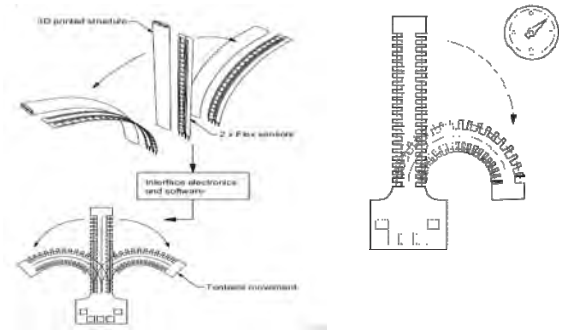
الشكل التوضيحى



شكل (٢-١٠١) يوضح

رسم تخطيطى يوضح طريقة انحناء (SMA(Smart materials and soft robotics وتفاعلها مع التيار الكهربى المنخفض –المصدر:-

Peter Walters and David McGoran 1.(2011) Digital fabrication of “smart” structures and mechanisms -creative applications in art and design Centre for Fine Print Research, University of the West of England, Bristol, UK Bristol Robotics Laboratory, Bristol, UK



Time (S)	Actuation Voltage (V)
5.3	2.5
3.4	3
2.6	3.5
2.1	4
1.5	4.5

شكل (٢-١٠٢) يوضح رسم تخطيطى يوضح سرعة استجابة المادة للحركة مع قوة التيار الكهربى المطلوبة - المصدر: المرجع السابق

٧٩-Peter Walters and David McGoran 1.(2011) Digital fabrication of “smart” structures and mechanisms -creative applications in art and design Centre for Fine Print Research, University of the West of England, Bristol, UK Bristol Robotics Laboratory, Bristol, UK

كما أن أحد المواضيع الرئيسية المتعلقة بالعمارة المعاصرة هى الأبحاث التي تنطوي على الأسطح. وعلاوة على ذلك تصميم وبناء مكونات تستجيب للبيئة الخارجية التي يمكن تجميعها لتشكيل واجهات ضمن العناصر الأساسية للعمارة الحركية و في معظم الحالات لا بد من اللا-ميكانيكية وألانظمة الحركية والتى ترتبط إرتباطا وثيقا مع تصميم الحسوبى والهندسة الرقمية، وبالتالي تشارك أيضا في جدول أعمال جيل جديد من الأسطح المعمارية. وتستخدم المواد القياسية التي تحصل على ضمان حركتها وهنا يعتمد إختيار المواد على نوع الإستجابة المتوقف على خصائص المادة نفسها. وهى لا تهدف إلى تنفيذ برنامج متعدد الوظائف ولكن وفقا لطبيعة المواد وخواصها، حتى لو كان ذلك يعني نوع واحد من إستجابة لكل نظام، على سبيل المثال التهوية أو التظليل. وإستكشاف هذا النوع من الحلول تنجم عن إستمرار الحاجة إلى إجراء المزيد من الحلول قابلة للتطبيق من الناحية البيئية التي تنتج عن نقل التدفئة والتهوية وتنظيم الحرارة، حيث تحولت السيطرة من النظم المركزية، إلى الطبقة الخارجية للمبنى مما تسبب في حاجة لبناء أغلفة متطورة. كما أن المواد وكذلك التكنولوجيا المادية تعتمد على السياق الإجتماعي الذي توجد فيه. وتميزت المفاضلة بين المواد العضوية وغير العضوية بشكل واضحفى عصر الثورة الصناعية ، كما أن المواد العضوية أصبحت امراً مقبولاً من الناحية الهيكلية. واليوم يتم إدراجها في الهياكل حتى لو إستمر هذا التمييز لفصلها حتى وقت قريب، وإستقرار المواد الغير العضوية كان مرادفاً للهندسة المعمارية.وكما أن الهياكل الحركية تشير إلى عكس ذلك تماما. والهيكل الأكثر كفاءة هى الأكثر قدرة على التكيف والأستجابة والأن في المشاريع السابقة وبخصائص المواد الفطرية. يمكن القيام بإنتاج مواد عضوية و إستكشاف الحقول العلمية أخرى و الاستفادة من التكنولوجيا المتطورة في إعادة تعريف المبادئ التوجيهية للمواد الجديدة وأيضا القديمة، التي لم تستكشف إمكاناتها الكاملة. والإقرار بأن هناك مواد خاملة عندما يتم وضع المواد هذه في بيئة ديناميكية يكون لها نتائج مختلفة .[٨٠]

يتجلى في ذلك فى استخدام الخشب في الأمثلة المذكورة أعلاه. واستخدام المواد بصورة أكثر تطورا يمكن أن يثبت تطبيقها بنجاح فى مجال البناء

٨٠-Anna Maragkoudaki,2013," No-Mech Kinetic Responsive Architecture Kinetic Responsive Architecture with no mechanical parts" Faculty of Architecture, NTUA,Athens, Greece.p14٩

وعلوم المواد. والإقتناع بأن الحركة المعقدة لا يمكن تنفيذها من خلال وسائل معقدة. بالعكس يمكن تبسيط التصميم طالما أن الوسائل المستخدمة للحصول على النتيجة قابلة للتنفيذ وتعكس الإحتياجات الحقيقية وليست الإملاءات للمعرفة السابقة.[٨١]

وأخيراً اللا –ميكانيكية الحركية حقل مثيرة للاهتمام للمجتمع المعماري. كما أن الحالة التجريبية للمشاريع يجعل من الصعب على تشيكل وإستنتاج نهائي بشأن ما إذا كانت هذه النظم واقعية. وحتى الأن يبدو بعض المضاعفات الناجمة عن الأمثلة الحركية السابقة قد تكون تجاوزت موضوعات مثل النطاق والحجم بالنسبة إلى طبيعتها والهيكل الداخلي للمواد. حتى الآن لا يمكن تقيمها بشكل فعلي كامل . وتم إستعراض هذه المواد لكى تساعد الحركة اللا –ميكانيكية والمستجيبة لتكتسب موثوقيتها ضد الأنظمة الحركية الأخرى، لتضع نفسها ضمن منظور أوسع مما يجعلها ربما لا غنى عنه في الأيام القادمة

٢–٥–الإدراك البصرى:

الإدراك هو العملية التي تحدث في عقولنا، عندما نحاول أن نكون صورة مرئية معينة لأشياء تختلف في لونها وتركيبها، ويتم ذلك في وجود الضوء المنعكس إلينا من هذه الأشياء، وتحدد مسطحات وأحجام هذه الأشياء بواسطة الأساس الفيزيائي لتشكيلها، ويجتهد العقل على قدر استطاعته لتفهم هذه الأشياء وليكون صورة واقعية لهذه التشكيلات. ويقومعقولنا بتنظيم وتوحد تلك التأثيرات الضوئية حتى تشكل منها صورة محددة كغرفة محيطة بنا مثلا، فكما نعرف فان الضوء هو الذي يجعل كل شئ يرى وهو الذي يسبب إحساسنا بالمادة وشكلها بما يوصله من أشعة منعكسة إلى عيوننا، [٨٢]ويقوم العقل البشرى باختيار وتنظيم هذه الأشعة في الذهن ليكون صورة واقعية عن العالم الطبيعي المحيط به، هذه العملية ليست بسيطة وبديهية كما يتخيل لنا بل، هي عملية تدريبية شاقة استلزمت جهدا كبير من الإنسان في مراحل طفولته قبل سن الإدراك للتعرف على الأشكال وتفهم معانيها، فان تقديرنا للأشكال المحيطة بنا

٨١-Anna Maragkoudaki,2013," No-Mech Kinetic Responsive Architecture Kinetic Responsive Architecture with no mechanical parts" Faculty of Architecture, NTUA,Athens, Greece.p14٩

٨٢– د. وائل حسين يوسف.,٢٠٠٤," الإدراك المرئي للعمارة والعمران "– جامعة حضرموت للعلوم والتكنولوجيا – كلية الهندسة –قسم العمارة . ص١

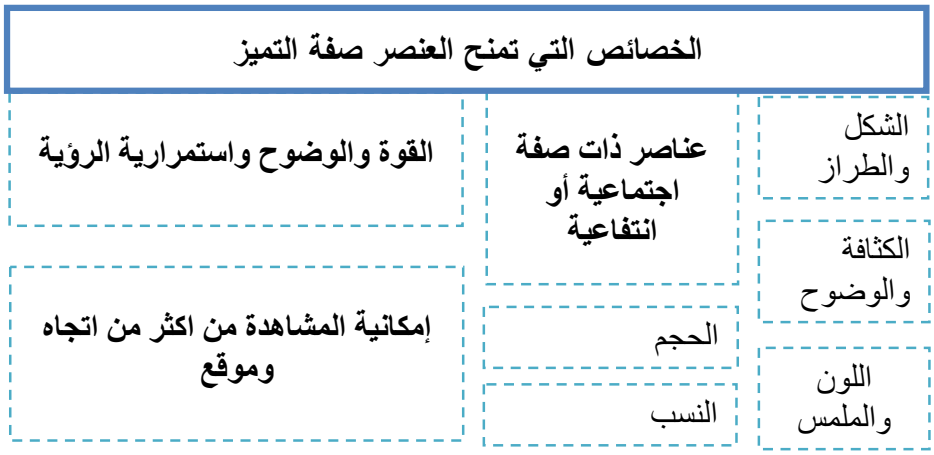
يختلف باختلاف الوسائل والطرق التي تدربنا بها لاكتساب المعرفة، فاللون يختلف الإحساس به من شخص لآخر وبعض الناس يرى اللون السيانى (مجموع الأزرق والأخضر) مائلا إلى الاخضرار والبعض الآخر يرى نفس اللون مائلا إلى الازرقاق. تعتبر رؤية الفراغ والشكل وإدراك الثبات والحركة هي معرفة مكتسبة وأن غالبية الأشياء التي يتعلمها الإنسان ويتقنها يقوم بعملها فيما بعد بطريقة تلقائية توحي بأنها شئ طبيعي بالرغم من كل الصعوبات والأخطاء التي تردى فيها ليصل إلى مرحلة التعود عليها.إن إدراك الأشياء يعنى تمييزها، ورؤيتها بصورة يتم إختيارها. تبعا لتصميم العنصر أو مهارة المدرك، وتتفاوت قدرات الإدراك من شخص لآخر وعلى وجه العموم فان الإنسان تلفت إنتباهه أشياء عن أشياء أخرى، فاللون النقي القوى يلفت النظر أكثر من اللون القاتم أو الباهت غير النقي، وهى خاصية يعرفها مصممو الإعلانات، ونجد في العمارة إن الأماكن شديدة الإضاءة تسترعى الانتباه أكثر من المظلمة. [٨٣]

٢-٥-١-العناصر ذات الشخصية المميزة في المحيط المرئي.

تأتى أهمية هذه العناصر في المقام الأول لمساعدة المشاهد في عملية الإدراك، فعلى مستوى التصميم الحضري فإننا نستطيع إستشعار قرب عنصر معين، فمثلا بمجرد مشاهدتنا لصالة الاحتفالات لجامعة القاهرة حينما نأتي من اى مكان فإننا نشعر بدخولنا لمنطقة قوة، ولكن برؤية المباني العادية غير المميزة على الطريق، فإننا لا يمكن أن ندرك هذا الشعور، ويتم ذلك على مستوى الفراغات الداخلية فإذا كنت تسير في أحد الطرقات المطل عليها عدة فراغات متكررة فانك تشعر بقرب المكان المراد بمجرد رؤية عنصر أو جزء من عنصر مميز من داخل هذا الفراغ. وبوجه عام نستطيع أن نقول أن العناصر التي تدرك بصورة أكبر هي ذات الشخصية المميزة من المحيط المرئي، ولا يوجد شئ يدرك أن لم يكن هناك إحتياج إليه، كذلك لا يمكن إدراك شئ منعزل عما حوله.[٨٤]

٨٣- د. وائل حسين يوسف.,٢٠٠٤," الإدراك المرئي للعمارة والعمران "- جامعة حضرموت للعلوم والتكنولوجيا - كلية الهندسة -قسم العمارة . ص٣

٨٤- د. وائل حسين يوسف.,٢٠٠٤," الإدراك المرئي للعمارة والعمران "- جامعة حضرموت للعلوم والتكنولوجيا - كلية الهندسة -قسم العمارة . ص٤



شكل(٢-١٠٣) يوضح **الخصائص التي تمنح العنصر صفة التميز** -المصدر :الباحث

جدول (٢-١٩)يوضح العوامل التى تساعد على الإدراك المرئي-المصدر- الباحث

عوامل تساعد على الإدراك البصرى		
العوامل	**الوصف**	**الشكل التوضيحى**
درجة سطوع الأشياء	يتمثل العامل الأول لإدراك الأشياء في درجة سطوعها، حيث أن الأشياء اللامعة مثلا في الفراغ الداخلي تشد الانتباه أولا وبالتالي تدرك أولا قبل كل شئ وإن كان حجمها صغيرا بالنسبة لباقي الأشياء، وفى الفراغ الخارجي تأتى الأشياء ذات الانعكاسات مثل سفوح المياه فتدرك أولا ثم يدرك بعدها انعكاس صورة الأشياء بها ثانيا، كما تدرك الأبنية البيضاء اللون عن باقي المباني في وجود الضوء.	**شكل (٢-١٠٤) يوضح لمبنى-One Ocean- كوريا الجنوبية - المصدر- http://www.arcspace.com/features/soma/one-ocean**
الحركة والزمن	الشيء المتحرك يلفت الانتباه أكثر من الثابت، كذلك الشيء المشاهد بفترة زمنية أطول يزيد إدراكه، وهذه الخصائص تستعمل كثيرا في العرض والإعلانات المضيئة والمتحركة وهو دليل معروف وواضح لدينا، وتمثل المياه الجارية في الحدائق والمتحركة في النافورات عنصرا بارزا في العمارة الثابتة، وحركة الشمس وتغير الظلال على المباني ودخول الضوء في	

	الفراغات الداخلية وتحركه يمثلوا عناصر لهم تأثيرهم الخاص والمميز. والمصمم الناجح هو الذي يراعى استخدام الحركة في انتقال الإنسان بتتابع العناصر الفراغية بحيث تبدو عناصر المبنى في حركة ظاهرية، وفى العديد من العناصر توحي أشكالها بالحركة رغم ثباتها كالسلالم المستديرة الظاهرة أو أي سلالم مكشوفة لذلك كان وضعها في أماكن ظاهرة من صالات التوزيع يخدم المبنى في أغراض أخرى بالإضافة إلى وظيفته كعنصر إنتقال.	 شكل (٢-١٠٥) يوضح الواجهة الحركية لمبنى KIEFER TECHNIC SHOWROOM - المصدر- http://openbuildings.com/buildings/kiefer-technic-showroom-profile-3543#
الإحساس بالعمق	من أهم العوامل المرئية للمصمم الإحساس بالعمق أي بوضع البعد الثالث في التصميم، والذي يساعد كثيرا في إدراك الفراغ، والإحساس بالعمق له مؤثرات كثيرة كاختلاف السطوع والملمس واللون والشكل والمسطح، وقد ساعد كثيراً تعلم المنظور الهندسي الذي استعمل في العصور الحديثة فقط، حيث أن الفن المصري القديم لم يلجا إلى قواعد المنظور لاعتماده على أساليب أخرى في التعبير عن الحركة والعمق.[٨٥]	 شكل (٢-١٠٦) يوضح لمبنى Milwaukee Art Museum– الولايات المتحدة الأمريكية - المصدر- http://www.archdaily.com/search/all?q=Milwaukee%20Art%20Museum

٨٥– د. وائل حسين يوسف.,٢٠٠٤," الإدراك المرئي للعمارة والعمران "– جامعة حضرموت للعلوم والتكنولوجيا – كلية الهندسة –قسم العمارة . ص٤

خلاصه الفصل:

١- تصنف الأنظمة الحركية إلى ثلاثة أنواع هى-الهياكل الحركية الضمنية - الهياكلى الحركيه المتحولة - الأنظمة الحركية الديناميكية.

٢-التطور العام للحركة تفاعلية في الهندسة المعمارية الحركية يتجه نحو التفاعل مع التغيرات البيئية مثل: ضوء النهار، وطاقة الرياح، والصوت دون أن يفتقد التفاعل مع البشر. وتوقع تغييرات في تصميم أساليب الحركة الفعلية في الهندسة المعمارية في المستقبل التي تدعو للأخذ في الاعتبار التغيرات الثورية في مجال الهندسة المعمارية التفاعلية.

٣-كما أنه ليس من الضروري لتحريك أجزاء كبيرة من بناء حتى تكون ديناميكية، ولكن حركة أجزاء صغيرة معا يمكن أن يحقق مفهوم العمارة الحركية.

٤-في تطبيق حركة الفعلي في بنية يشير إلى تعقيد التصميم والتكلفة العالية وصعوبة التنفيذ إلا أن التطور في المواد الذكية يجعلها أسهل وأبسط. العمارة الحركية ليست فقط إضافة في جماليات معمارية ولكن أيضا تلعب دورا بيئي في التظليل من الشمس وتحسين وظيفة المبنى.

٥- نظم السيطرة المركزية على بناء كسوة الواجهة يولد مستوى جديد من التعقيد المعماري، لا نستطيع السيطرة تماما على كل جوانب التصميم للهندسة المعمارية .

٦-من خلال النهج الموجة أمكن تحديد أنماط الحركة المستخدمة فى الغلاف الحركى للمبنى وهى -الموجة wave -الطىFOLD -مرن FIELD .

٧-تعريف ألا-الميكانيكية الحركية للهندسة المعمارية المستجيبة يشير إلى العمارة التي لديها القدرة على تحويل مع مرور الوقت من خلال دمج المواد الذكية التي تخضع لتغيير هادف وفقا للمؤثرات الخارجية والبيئية.

دراسة تحليلية لمجموعة من المشاريع العالمية:

التمهيد:

ممارسة الحركة فى غلاف المبنى يلعب دور هام فى البيئة الداخلية للمبنى وتصميم وتشكيل الغلاف الخارجى يمكن من خلاله تقييم الأوضاع الداخلية . و من خلال التعامل مع أنواع مختلفة من أنظمة الواجهة الحركية و يمكن من خلالها تقليل أستهلاك الطاقة .و بالتزامن مع عمليات التصميم المعماري، تبرز الحركية القابلة للتشغيل ويمكن للواجهات المتحركة أن تكون متكاملة بشكل كلى مع التصميم وتتطلب تحديد تفاصيلى لعملها وموادها في المراحل المبكرة، مما يتطلب فهم طريقة عملها في تحقيق وظائفها المطلوبة و يمكن تسميتها بالواجهات الذكية وهي تلك الواجهات القادرة على تغيير شكلها، توجيهها أو فتحاتها بشكل اوتوماتيكي إستجابة للمتغيرات البيئية مثل درجة الحرارة والرطوبة وسرعة الرياح ... الخ، ولذلك فلابد أن تكون ديناميكية ومتكيفة. فقد تميزت العمارة المعاصرة بالتغير فى إتجاه استخدام المكونات المتحركة القابلة للتغير الشكلي لأجل تحقيق مجموعة من الإعتبارات البيئية والانسانية، والهدف الاساسي للأنظمة الذكية المتحركة هو توفير إستجابة للتغيير بين الحاجة الانسانية والظروف البيئية ويحقق ذلك عدد من الأهداف لخلق مبنى ذو كفاءة عالية لأن المبنى سيكون قادرا على التكيف لظروف المناخ الخارجية. اذ تقوم هذه الواجهات من خلال مركبات التظليل القابلة للحركة أو الدوران أو الالتفاف أو التمدد أو التقلص بتحسين الاداء البيئي للمبنى من خلال ما يلي:

- تقليل الحمل الحرارى.
- حجب الأشعة الشمسية المباشرة.
- تعديل السطوع.
- تعديل التباين غير المرغوب لتقليل إمتصاص الطاقة عبر غلاف المبنى بأفكار مستلهمة من الفعاليات الاحيائية. حيث تتألف عمليات التظليل من ثلاث مراحل رئيسية هي: المدخلات– المعالجة– المخرجات.

٣-١-منهجية التحليل:

تعتمد منهجية التحليل الغلاف الحركى للتطبقات محل الدراسة لممارسة الحركة على الغلاف الخارجى للمبنى على أربع عوامل رئيسية ومدى تأثرها على الفراغ الداخلى للمبنى والعوامل التى تلعب دورا هاماً فى إتخاذ قرار إستخدام الغلاف الحركى للخروج بالنتائج التى تأكد الفرضية البحث

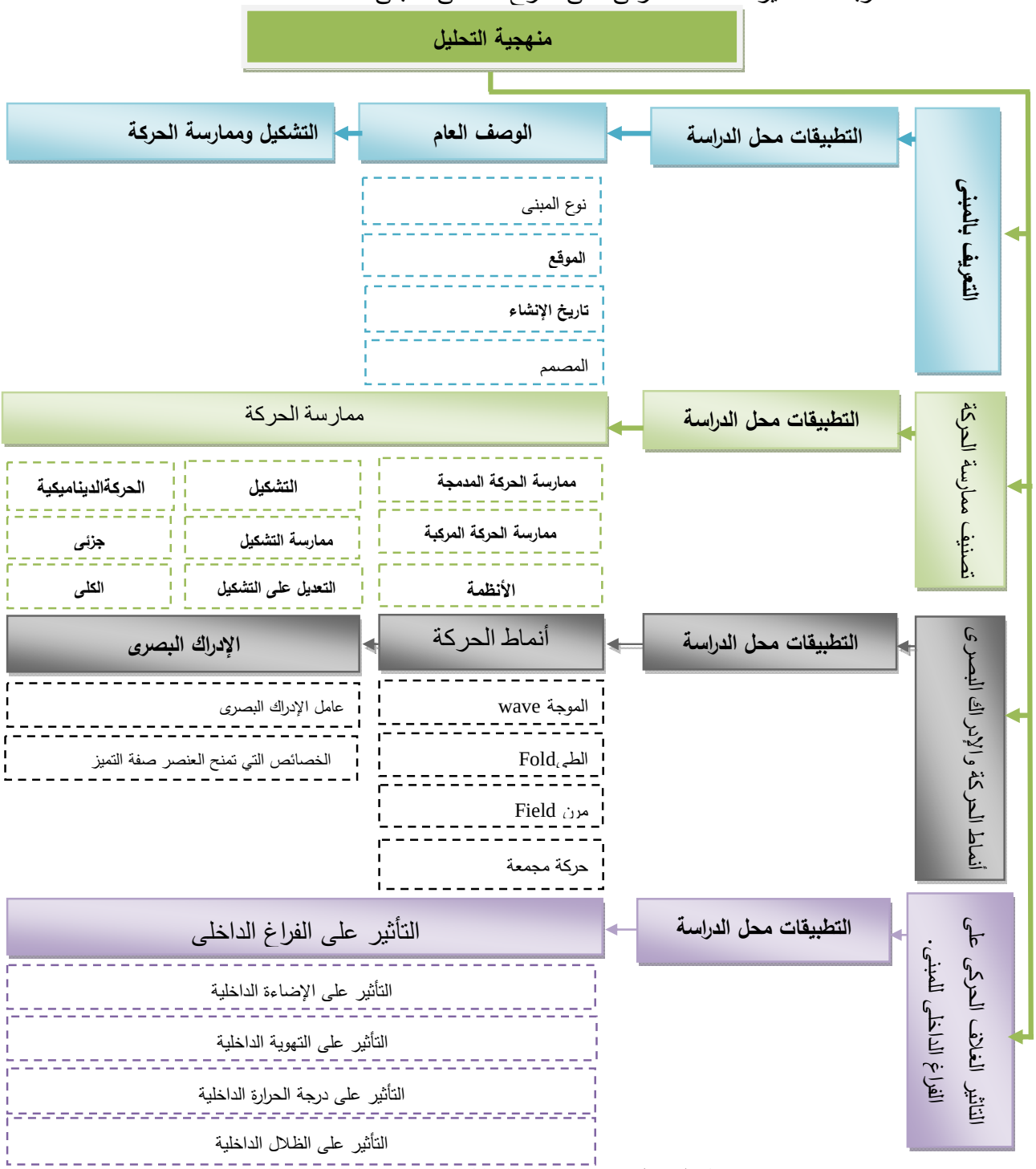
وتم تحديد عدة عوامل رئيسية لتحليل التطبيقات محل الدراسة وهى كالتالى:

أولا :التعريف بالمبنى .

ثانياً : تصنيف ممارسة الحركة.

ثالثاً : أنماط الحركة والإدراك البصرى.

رابعاً : التاثير الغلاف الحركى على الفراغ الداخلى للمبنى.

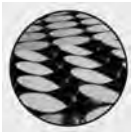


شكل (٣-١) يوضح منهجية التحليل للتطبيقات محل الدراسة-المصدر الباحث

٣-٢-أسس إختيار التطبيقات محل الدراسة.

- التطبيقات محل الدراسة يجب أن تكون منفذه بالفعل وليست محل التطوير أو تصميم مستقبلى.
- أن تكون التطبيقات محل الدراسة حديثة الإنشاء أو حدث لها تطوير بعد عام ٢٠٠٠ م.
- إختلاف البيئة المحيطة للتطبيقات محل الدراسة من حيث طبيعة المناخ ونظم التشكيل وممارسة الحركة لذلك سوف يتم دراسة مجموعة من المبانى الحركية من قارات مختلفة للأختلاف طبيعة المناخ لمعرفة مدى ملائمة العناصر الحركية لطبيعة المناخ.
- التنوع في الفكر التصميمي و المعالجة المعمارية فى تشكيل الغلاف الخارجى للمبنى.
- توفر المعلومات الكافية عنها لدراستها.

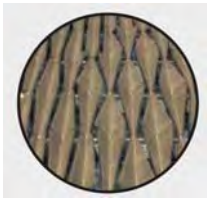
جدول (٣-١) يوضح التطبيقات محل الدراسة التي سيتم دراستها.

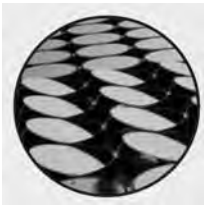
التطبيقات محل الدراسة		الموقع	سنة الإنشاء
التطبيقات محل الدراسة	**Al Bahar Office Towers**	أبو ظبى	٢٠١٢
	KIEFER TECHNIC SHOWROOM	النمسا	٢٠٠٧
	POLA Ginza	اليابان	٢٠٠٩
	Q1 ThyssenKrupp Quarter	ألمانيا	٢٠١٠
	RMIT Design HUB 	إستراليا	٢٠١٢
	SDU Kolding Campus	الدنمارك	٢٠١٤
	Milwaukee Art Museum	الولايات المتحدة الامريكية	٢٠٠١
	One Ocean	كوريا الجنوبية	٢٠١٢

جدول (٣-٢) يوضح التعريف بالتطبيقات محل الدراسة –المصدر–

Aplayfui way through the world of :Kotryna Zvironaite ,Alois Knol,Steven Kneepens. (2015)" KINETICA moving facades". NATIONAL UNIVERSITY,United Arab Emirates .

	التطبيقات محل الدراسة	الوصف العام				التشكيل وممارسة الحركة
		نوع المبنى	الموقع	سنة الإنشاء	المساحة الكلية	المصمم	
التعريف بالتطبيقات محل الدراسة	**Al Bahar Office Towers**	المقر الجديد لمجلس الإستثمار فى أبو ظبى	أبو ظبى	٢٠١٢	المساحة الاجمالية للأرض: ١٠٠٠٨٠ م٢ المساحة الاجمالية للمبنى: ٦٥٠٠٠م٢	Aedas	Responsive dynamic shading screenهى العنصر المتحرك التى قد تم تركيبة كجزء خارجى من الغلاف المزدوج للمبنى يمارس الحركة فى نمط الطى ولكن فى تشكيل إشعاعى يتكون المبنى من ٢٧ طابق و٢ دور بدروم بإرتفاع ١٤٧م عبارة عن برجين توئمى الشكل تم تصميمها على شكل إسطوانة وتصميم الغلاف الخارجى للمبنى يستند فى التصميم إلى تقنية قديمة ولكن يعيد إستخدامها بطريقة حديثة حيث يحاكى العمارة الإسلامية ولكن بشكل عصرى وذكى.
	KIEFER TECHNIC SHOWROOM	مبنى إدارى ومعرض	النمسا	٢٠٠٧	المساحة الاجمالية للأرض: ٥٤٥ م٢ المساحة الاجمالية للمبنى: ٤٢٠م٢	التصميم المعمارى:Giselbrecht +Partner ZT GmbH تصميم الغلاف الحركى:Kiefer Metallbau GMBH.	الواقيات الشمسية sun screen هو العنصر المتحرك الذى تم تركيبها كعنصر خارجى من الغلاف المزدوج للمبنى. تمارس الحركة فى نمط الطى الأفقى بشكل فردة. واجهة المبنى عبارة عن غلاف مزدوج الغلاف الرئيسى الداخلى عبارة عن واجهة من الألومنيوم والزجاج مع شرائط من الجبس تلصق على التوالى فى أجزاء الألومنيوم لرفع مستوى العزل فى الواجهة أما الواجهة الخارجية عبارة عن واقيات شمسية متحركة من الألومنيوم

	POLA Ginza 	معرض لشركة صناعة مستحضرات تجميل	اليابان	٢٠٠٩	المساحة الاجمالية للأرض: ٤١٠ م٢ المساحة الاجمالية للمبنى: ٣٥٤.٩٧ م٢	التصميم المعمارى:Nikken Sekkei +Yasuda Atelier تصميم الغلاف الحركى: Initiative- chuch hoberman- Adaptive Building	العنصر المتحرك هنا هو لوحات التظليل المتحركة Shutter mechanisms وهى عناصر مركبة متحركة على محور رأسى حيث تتحرك بشكل فردى وجماعى تكاملى فى الواجهة لتعمل على خلق الغلاف المتغير والديناميكى. المبنى يتكون من أربعة عشر طابقاً ١٢ طابق أعلى الارض و٢ أسفل الأرض الإرتفاع الإجمالى للمبنى ٩٥.٩٠ م التصميم الداخلى للمبنى مقسم إلى مساحات مختلفة وصالات العرض التجارية ومتحف فى الدور الثالث ومجموعة من المحلات التجارية المختارة ومطاعم بالإضافة إلى مجموعة من المكاتب الإدارية فى الأدوار العليا
	Q1 ThyssenKrupp Quarter 	مبنى إدارى	إيسين – ألمانيا	٢٠١٠	المساحة الاجمالية للأرض: ٦٠٠٠ م٢	JSWD Architekten +Chaix & Morel et Associés	Operable vertical lamellas وهو العنصر المتحرك الذى قد تم تركيبة كغلاف خارجى على الواجهة الشرقية والغربية .وهى زعانف متحركة على محور رأسى. المبنى Q1 ذو إرتفاع يصل إلى ٥٠م يمتد عبر ١٣ طابقاً وهو أطول المبانى التى يشملها حرم TheThyssenKrupp Quarter ويمثل معلماً مركزياً حيث تم تشكل المبنى Q1 على شكل مكعب عبارة عن حرفين L كبير الحجم فى وضعية معاكسة لبعضها البعض يتمركز بينهما إتريوم زجاجى مركزى كبير ٧٠٠م٢ تمتد الجسور خلاله لتدعيم المسارات الأفقية بين فراغات المبنى التى تحيط به شكل متواليات. وقد تم تصميم واجهات زجاجية من الجهة الشمالية والجنوبية تتكون من ٩٦ نافذة المثبتة فى مكانها بواسطة كابلات هيكلية من الصلب. أما الواجهات الشرقية والغربية فهى واجهات مزدوجة الغلاف تتكون من ثلاثة طبقات تبدا من الداخل فالغلاف داخلى عبارة عن علبة حرارية مكانية مصنوعة من الصلب الضيق والزجاج ثم غلاف من المنسوجات ضد الوهج ثم الغلاف الخارجى Operable vertical lamellasالقابلة للحركة.

	RMIT Design HUB 	إعادة تطوير مبنى جامعى	ملبورن – أستراليا	٢٠١٢	المساحة الاجمالية للأرض: ١٣٠٠٠م٢	Sean Godsell,Hayley Franklin	العنصر المتحرك هنا هى الخلايا الشمسية شبة الشفافة sunshading التى تتحرك على محور أفقى أو رأسى حيث تتحرك بشكل فردى جماعى تكاملى. ويتكون المبنى من تسعة طوابق ويتميز المبنى بالعديد من الميزات البيئية المستدامة حيث يتضمن إستراتيجيات لإدارة المياه الرمادية ومياه الأمطار وإعادة تدوير النفايات وتكامل ألإضاءة الطبعية مع الإضاءة الموفرة للطاقة وإستخدام الدهانات ذات المركبات العضوية المتطايرة المنخفضة وأنظمة توزيع الهواء تحت أرضية المبنى.الغلاف الخارجى للمبنى عبارة عن واجهة مزدوجة الغلاف ,عبارة عن غلاف داخلى من الزجاج عالى الأداء منخفض الإنبعاثية (E– منخفض) والغلاف الخارجى عبارة عن أنظمة حركية للتظليل تعمل بشكل ألى متحرك بدءا من الطابق الأرضى إلى مستوى السقف .
	SDU Kolding Campus	مبنى جامعى	كولدينج– الدنمارك	٢٠١٤	المساحة الإجمالية: ١٣٧٠٠م٢	Henning Larsen Architects	Operable vertical lamellas وهو العنصر المتحرك الذى قد تم تركيبة كغلاف خارجى على الواجهة.وهى زعانف متحركة على محور رأسى. وفيما يتعلق بتصميم المبنى، وهينينغ لارسن المصمم كان الهدف الرئيسى ليس التقليل فقط الحاجة إلى الطاقة الازمة للإضاءة والتدفئة والتبريد والتهوية. وقد ركز مهندسو أيضا على تحسين الخصائص السلبية للمبنى للسماح للشكل والبناء للمساهمة في حل بعض المهام التي لولاها لا يمكن حلها عن طريق تكنولوجيات الطاقة المركزية.

	Milwaukee Art Museum	متحف للفنون	ميشيغان – الولايات المتحدة الأمريكية	٢٠٠١	المساحة الاجمالية للأرض: ٢٨١٠٠ م٢	Santiago Calatrava	العنصر المتحرك هنا هو الجناحين المركبان على الغلاف الخارجى للمبنى وهما يتحركان بشكل جماعى وبشكل متزامن فى زمن واحد. المبنى يتكون من ثلاثة فراغات رئيسية على إرتفاع أربعة طوابق ويتكون التصميم العام للمبنى من أربعة عناصر رئيسية هىThe Burke Brise Solel الاثنين من الأجنحة القابلة للتشغيل والحركةو تعمل كواقيات شمسية للمبنى.وقاعة الاستقبالWindhover Hall المغلقة من الزجاج الشقاق مع نوافذ تمتد من الأرض إلى السقف اتصل الإرتفاع ، ٩٠ قدم والتى تشبة فى التصميم مقدمة القارب على البحيرةو تمتد قاعة العرضWindhover المقوسة التى تمتد فى اتجاه الشرق والغرب من قاعة الإستقبال وهناك كوبرى مشاه ممتد بطول ٢٣٠ قدم المرفوع بواسطة عشرة من الأسلاك الفولاذية المركبة على سارى على ارتفاع ١٩٢ قدم كما يخرج من الجهة المقابلة مجموعة أخرى من الأسلاك ولكن في تجاه الأجنحة لميل بزاوية ٤٨.٣٦درجة بالإضافة إلى مرآب السيارات تحت الأرض و المقهى ومناطق الجلوس في الشرفة.
	One Ocean	معرض دائم	معرض دائم مدينة يوسو –كوريا الجنوبية	٢٠١٢	المساحة الاجمالية للأرض: ٨٢٠٠م٢	التصميم المعمارى: soma تصميم الغلاف الحركى: Knippers Helbig Stuttgart	الصفاحة lamellas هى العنصر المتحرك المدمج فى الغلاف الخارجى للمبنى ويمارس الحركة بنمط فردى حيث يتحرك على محور رأسى ثم يتكامل فى نمط جماعى على شكل موجه خطية أفقية. الفكرة التصميمية من فكرة إستمرار السطوح بشكل متطور من العمودى إلى الافقى .وتحديد التوجه فى كل من الأماكن الهامة الداخلية .وذلك على ٥٦٥٧م٢ حيث ترجمت هذه الفكرة على شكل خمسة مخاريط عمودية مجاورة لبعضها البعض فى شكل موجى ليحاكى حركة المياة فى المحيط أربعة من المخاريط يصل أرتفاعها ألأى ٨م يتوسطها مخروط كبير بمساحة ١٠٠٠م٢ بأرتفاع أكبر عن باقى المخاريط يصل إلى ٢٠م ثم صالة المعرض التى تمتد بشكل مستطيل أفقى متموج فى شكل حركة أفقية معكوسة للموجة .

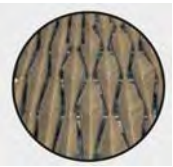
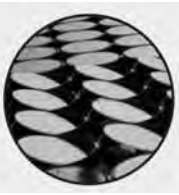
تبين من الدراسات السابقة لتحليل مجموعة من المشاريع المنفذة بالفعل بأن ممارسة الحركة واضحة فى جميع المشاريع من خلال الغلاف الحركى للمبنى كما أن تم توزيع عناصر ممارسة الحركة طبقا لأحتياجات المبنى.وإمكانية تصنيف ممارسة الحركة يمكن أن تمارس من خلال الغلاف الخارجى للمبنى إلى .

- **ممارسة الحركة المدمجة.** وهى عبارة عن جزء لا يتجزء ولا يمكن فصلة عن الغلاف العام للمبنى.
- **ممارسة الحركة المركبة.**وهى عبارة عن مجموعة من الأنظمة المركبة والتى يمكن فكها وإستبدالها وقد تم تصميمها خصيصاً لمشروع معين لتتماشى مع التصميم العام للغلاف الخارجى.
- **الأنظمة.** هى عبارة عن مجموعة من الانظمة المعالجة بالحركة التى يمكن تركيبها على أى مبنى واستبدال الأغلفة الإستاتيكية الثابتة بهذه الأنظمة لما لها من سهولة التركيب والتكامل مع باقى أنظمة المبنى .

كما يوضح الجدول (٣-٣) تصنيف ممارسة الحركة يمكن أن تمارس من خلال الغلاف الخارجى للمبنى للتطبيقات محل الدراسة.

جدول (٣-٣) يوضح تصنيف ممارسة الحركة للتطبيقات محل الدراسة.المصدر – الباحث

تصنيف ممارسة الحركة	التطبيقات محل الدراسة	ممارسة الحركة							
		الموقع	سنة الإنشاء	ممارسة الحركة المدمجة	ممارسة الحركة المركبة	الأنظمة	التشكيل		الحركة الديناميكية
							ممارسة التشكيل	التعويل على التشكيل	الجزئى / الكلى
	Al Bahar Office Towers	أبو ظبى	٢٠١٢	○	◯	○	○	○	◯ / ○
	KIEFER TECHNIC SHOWROOM	النمسا	٢٠٠٧	○	◯	○	○	○	◯ / ○

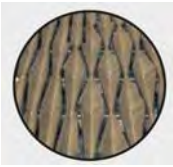
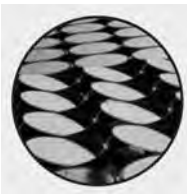
	POLA Ginza	اليابان	٢٠٠٩	○	○	○	○	○	○	○
	Q1 ThyssenKrupp Quarter 	ألمانيا	٢٠١٠	○	○	○	○	○	○	○
	RMIT Design HUB 	إستراليا	٢٠١٢	○	○	○	○	○	○	○
	SDU Kolding Campus	الدنمارك	٢٠١٤	○	○	○	○	○	○	○
	Milwaukee Art Museum	الولايات المتحدة الأمريكية	٢٠٠١	○	○	○	○	○	○	○
	One Ocean	كوريا الجنوبية	٢٠١٢	○	○	○	○	○	○	○

من خلال جدول (٣-٣) الذى يوضح تصنيف ممارسة الحركة يمكن أن تمارس من خلال الغلاف الخارجى للمبنى للتطبيقات محل الدراسة يمكن إستنتاج الأتى.

- ممارسة الحركة المركبة هى الاكثر شيوعاً فى الغلاف الحركى للمبانى نتيجة لأن هذه لأنظمة المركبة يمكن فكها وإستبدالها وقد تم تصميمها خصيصاً للمشاريع لتتماشى مع التصميم العام للغلاف الخارجى كما أن إمكانية صيانتها متاحة.
- كما أن الحركة الميكانيكية الجزئية لها النصيب متماثل مع الحركة المركبة نتيجة للأسباب التى سبق ذكرها فى الحركة المركبة .
- كما أن الحركة المدمجة يصعب إستخدامها فى واجهات المبانى ولكن يتم استخدمها فى المبنى المتحركة كجزء لايتجزء من المبنى.
- **كما أن الأنظمة الحركية لم يتم إستخدامها حتى الأن وهذا دلاله على أن لم يتم إستخدام الأنظمة الحركية المعالجة بالحركة التى يمكن تركيبها على أى مبنى وإستبدال الأغلفة الإستاتيكية الثابتة بهذه الأنظمة فى المبانى المنفذة بالفعل حتى الأن ولاكنها لاتزال تحت الدراسة حتى الأن.**

جدول (٣-٤) يوضح أنماط الحركة والإدراك البصرى للتطبيقات محل الدراسة- المصدر- الباحث.

	التطبيقات محل الدراسة	أنماط الحركة							
		الموقع	سنة الإنشاء	الموجة WAVE	الطى FOLD	مرن FIELD	حركة مجمعة	الإدراك البصرى	
								عامل الإدراك البصرى	الخصائص التي تمنح العنصر صفة التميز
أنماط الحركة والإدراك البصرى	Al Bahar Office Towers	أبو ظبى	٢٠١٢	○	●	○	○	●	●
	KIEFER TECHNIC SHOWROOM	النمسا	٢٠٠٧	○	●	○	○	●	●

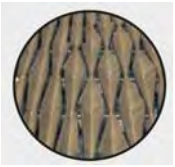
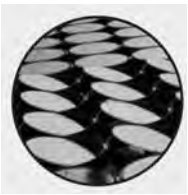
POLA Ginza	اليابان	٢٠٠٩						
Q1 ThyssenKrupp Quarter 	ألمانيا	٢٠١٠						
RMIT Design HUB 	إستراليا	٢٠١٢						
SDU Kolding Campus	الدنمارك	٢٠١٤						
Milwaukee Art Museum	الولايات المتحدة الامريكية	٢٠٠١						
One Ocean	كوريا الجنوبية	٢٠١٢						

من خلال جدول (٣-٤) الذى يوضح أنماط الحركة للتطبيقات محل الدراسة يمكن أن تمارس من خلال الغلاف الخارجى للمبنى للتطبيقات محل الدراسة يمكن إستنتاج الأتى.

- نمط الحركة الأكثر إستخداماً هو نمط الطى لأن من مميزات نمط الطى يحدث فى موقع ثابت نسبياً تكون عادة تدريجية وليست خطية مما يعطى ميزة التحكم فى كل عنصر .
- كما ان نمط الحركة المجمعة يحتل المرتبة الثانية فى أنماط الحركة المستخدمة فى التطبيقات محل الدراسة .
- كما يلاحظ ان النمط المرن والموجة كل منهما النسبة المئوية لهما صفر فى المئة فى التطبيقات محل الدراسة وذلك نظراً لصعوبة إستخدام هذا النمط فى الغلاف الحركى للمبنى.

جدول (٣-٥) يوضح تأثير العنصر الحركى على البيئة الداخلية للتطبيقات محل الدراسة-المصدر- الباحث

	للتطبيقات محل الدراسة	تأثير العنصر الحركى على البيئة الداخلية للمبنى					
		الموقع	سنة الإنشاء	ع. العنصر الحركى	التأثير على الإضاءة الداخلية	التأثير على التهوية الداخلية	التأثير على درجة الحرارة الداخلية	التأثير على الظلال
تأثير العنصر الحركى على البيئة الداخلية	**Al Bahar Office Towers**	أبو ظبى	٢٠١٢	**شاشة التظليل ديناميكي أستجابية Responsiv** dynamic Shading screen	○	○	○	○
	KIEFER TECHNIC SHOWROOM	النمسا	٢٠٠٧	حاجز شمسي Sun screen	○	○	○	○

POLA Ginza	اليابان	٢٠٠٩	Sun shading shuter mechanisms	○	○	○	○
Q1 ThyssenKrupp Quarter 	ألمانيا	٢٠١٠	عناصر تظليل رأسية قابلة للتشغيل Operable vertical Lamellas	○	○	○	○
RMIT Design HUB 	إستراليا	٢٠١٢	Kinetic Sunshading	○	○	○	○
SDU Kolding Campus	الدنمارك	٢٠١٤	عناصر تظليل رأسية قابلى للتشغيل Operable vertical Lamellas	○	○	○	○
Milwaukee Art Museum	الولايات المتحدة الامريكية	٢٠٠١	أجنحة التظليل القابلة للتشغيل The Burke Brise Soleil	○	○	○	○
One Ocean	كوريا الجنوبية	٢٠١٢	الشرائح صفحة متحركة lamellas	○	○	○	○

من خلال جدول (٣-٥) الذى يوضح تأثير العنصر الحركى على البيئة الداخلية للتطبيقات محل الدراسة يمكن أن تمارس من خلال الغلاف الخارجى للمبنى للتطبيقات محل الدراسة يمكن إستنتاج الأتى.

- يتطلب القرار التصميمي فيما يخص تصميم الواجهات المتحركة لغرض تحسين الأداء الحراري للمبنى من خلال التظليل الاخذ بنظر الإعتبار المؤشرات التالية:

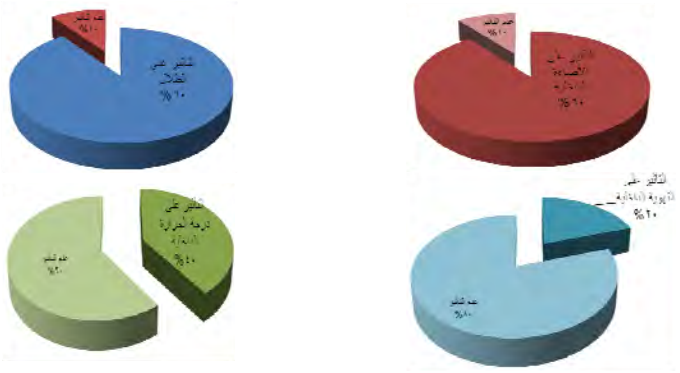
➢ أهمية استخدام التكنولوجيا والمواد المناسبة والمرتبط بخصوصية المناخ الذي يشيد في المبنى مع الاخذ بنظر الإعتبار عدم التعارض مع النظم المستعملة في المبنى ككل.

➢ أهمية اختيار النظم التي نخدم فكرة تعددية الوظائف كان تكون لها منافع متوازية إنشائية وجمالية وبيئية. مع أهمية تحقيق توازن الناحية الاقتصادية ما بين الاقتصاد في الطاقة بسبب التظليل وتكاليف الانشاء والصيانة للنظام المستعمل، وبما يتناسب مع التفضيلات الجمالية للمصمم والمستخدم.

- ممارسة الحركة على الغلاف الحركى للمبنى يأثر تأثير كبير على البيئة الداخلية للمبنى حيث يلعب العنصر الحركى دوراً هاماً فى فى ذلك ونلاحظ فى الرسم البيانى شكل (٣-٢) يوضح النسبة المئوية لتأثير العنصر الحركى على البيئة الداخلية من الإضاءة – التهوية – الظلال–ودرجة الحرارة. حيث يأثر تصميم العنصر الحركى فى الغلاف الحركى فى التأثير على عناصر البيئة الداخلية حسب متطلبات المبنى ونلاحظ أن.

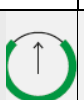
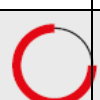
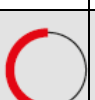
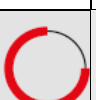
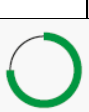
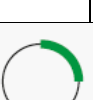
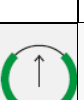
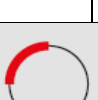
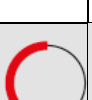
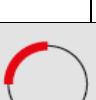
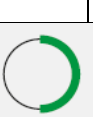
- التأثير المباشر للعنصر الحركي على الإضاءة والتظليل وتمثل حوالى ٩٠٪ ولكن نسبة التاثير تختلف من عنصر إلى أخر تبعاً لوظيفة الإنظمة الحركية المركبة على غلاف المبنى ايضاً ممارسة الحركة وطبيعة ووضعية نمط الحركة وكذلك متطلبات التصميم البيئى والمناخى داخل المبنى حيث يلعب العنصر الحركى فى غلاف المبنى على العنصرين الاساسين الإضاءة والتظليل بشكل ملحوظ.

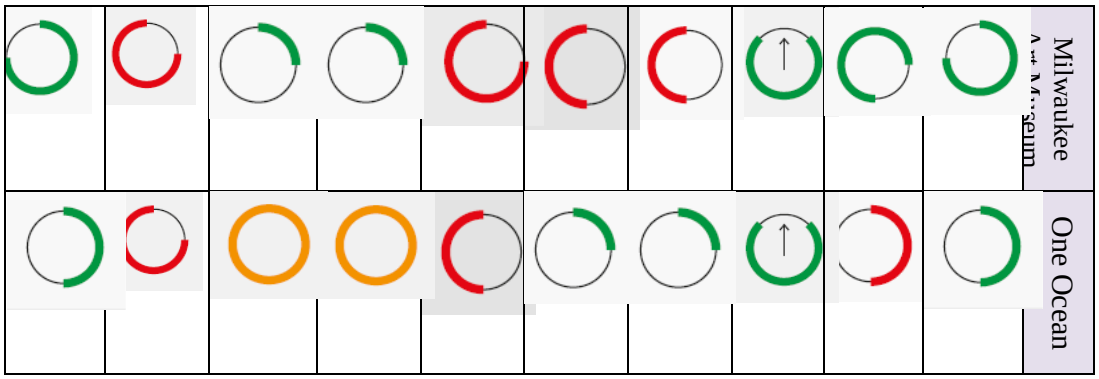
- التأثير العنصر الحركي على على درجة الحرارة يأثر بشكل مباشر ولكن بشكل أقل بنسبة ٤٠٪.



شكل (٣-٢) يوضح تأثير العنصر الحركى على البيئة الداخلية–الإضاءة–التهوية–التظليل–درجة الحرارة للتطبيقات محل الدراسة – المصدر – الباحث

جدول (٣-٦) يوضح المعاملات العشر المؤثرة على إتخاذ قرار تصميم الغلاف الحركى للتطبيقات محل الدراسة.المصدر- KINETICA Aplayfui way : Kotryna Zvironaite ,Alois Knol,Steven Kneepens. (2015)" through the world of moving facades". NATIONAL UNIVERSITY,United Arab Emirates .

إسم المبنى	التظليل Shading	الوضوح Visability	التوجيه Orientation	التعقيد Complexity	الصيانة Maintenance	التكلفة Cost	إعادة التدوير Recyclability	توفير الطاقة Energy	التحكم User Control	التميز Iconic
	Shading	Visability	Orientation	complexity	Maintenance	Cost	Recycla-bility	Energy Saving	User Control	Iconic
Al Bahar Office Towers										
KIEFER TECHNIC										
POLA Ginza										
Q1 ThyssenKrupp Quarter										
RMIT Design HUB										
SDU Kolding Campus										



من خلال جدول (٣-٦) الذى يوضح المعاملات العشر المؤثرة على إتخاذ قرار تصميم الغلاف الحركى للتطبيقات محل الدراسة يمكن إستنتاج الأتى.

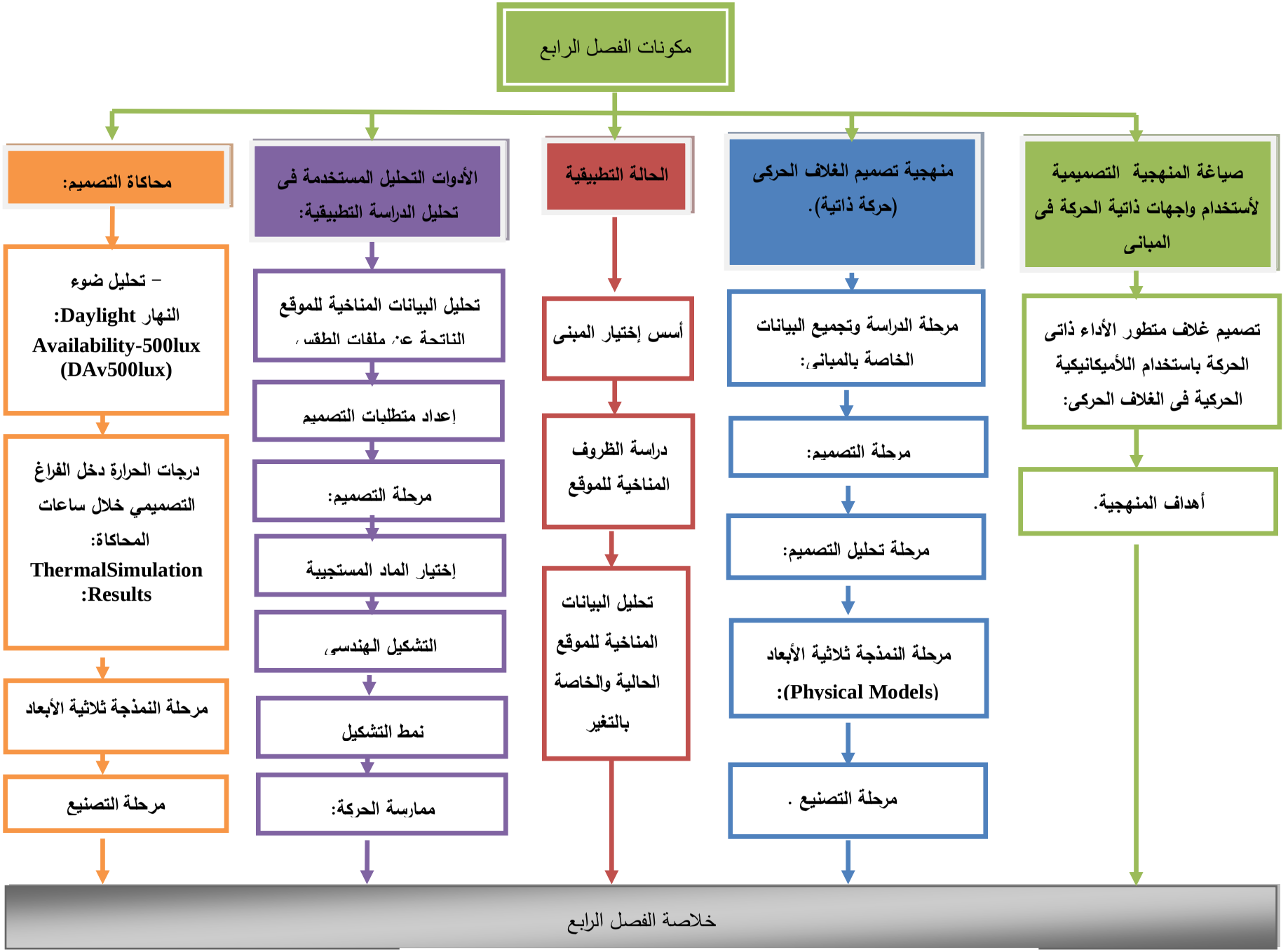
خلاصة :

أصبح واضحا لنا أن كل هذه الواجهات هي مكلفة جدا وإختيار الواجهة الحركية يأتي معظمها من وجهة النظر التصميمية لإبهار العالم بدلا من إنشاء واجهة مستدامة. بالطبع هناك إستثناءات ولكن ولخلق هذا النوع من الواجهات تتطلب تكلفة عالية بالأضافة الى الصيانة و المتابعة الحاسوبية كما أن المباني في المستقبل سيصبح من الصعب إنشاء الواجهات الحركية التقليدية . ولكن الحركة اللأ-ميكانيكية يمكنها إنشاء مشاريع لها القدرة على الحركة الذاتية وإنتاج نظم بأسعار معقولة للمباني في المستقبل. هذا النوع من المشاريع **ضرورية لاكتساب المعرفة حول ما يصلح وما لا يعمل.**

جميع المشاريع محل الدراسة التحليلية تحتاج الى مدخلات من المعلومات البيئية الكثيرة. ومعظم المحركات التي تسيطر عليها الكمبيوتر والمستشعرات تحتاج إلى متابعة جيدة وغرف تحكم لضمان وجود التفاعل الامثل فى الوقت الامثل.**لذلك كان من اللازم التوجه لتصميم واجهات حركية ذات تكلفة منخفضة بخامات لها القدرة على الحركة الذاتية لتقليل التكلفة التى تكون هى العائق الرئيسى فى اتخاذ قرار إستخدام الغلاف الحركى** .وهذا يتوقف على عدة عوامل .

- ✓ -عدم إستخدام عناصر ميكانيكية فى الغلاف الحركى التى تعمل على زيادة التكلفة الكلية للمبنى.
- ✓ -تقليل إستخدام المستشعرات .

- ✓ –تقليل إستخدام الاشكال والنظم المعقدة التى تحتاج إلى تكنولوجيا معقدة فى التركيب والصيانة والمتابعة .
- ✓ – إختيار النظم التي تخدم فكرة تعددية الوظائف كأن تكون لها منافع متوازية إنشائية وجمالية وبيئية.
- ✓ – مراعاة حجم العنصر الحركى الذى يؤثر تأثير كبيراً على زيادة إستخدام الطاقة.
- ✓ – إستخدام الأنظمة المعالجة بالحركة التى يمكن تركيبها على أى مبنى واستبدال الأغلفة الإستاتيكية الثابتة بهذه الأنظمة لما لها من سهولة التركيب والتكامل مع باقى أنظمة المبنى.



شكل (٤) يوضح مكونات الفصل الرابع –المصدر (الباحث)

التمهيد:

علـــى مـــدى العقـــود القليلـــة الماضـــية، ظهـــرت الواجهـــات الحركيـــة كمغلفـــات بنـــاء بديلـــة، مصـــممة لتلبيـــة زيـــادة الطلبـــات المتغيـــرة والمعقـــدة المتعلقـــة بالراحةالحراريـــة، وإســـتهلاك الطاقـــة وتقليـــل التكلفـــة. وتـــم وصـــفت المفهـــوم بعـــدة طـــرق تتـــراوح بـــين إســـتخدام مكونـــات مبتكـــرة إلـــى حـــد كبيـــر فـــى التصـــاميم المعقـــدة والتطبيـــق التكنولـــوجي المتقـــدم.ويمكن تعريـــف الواجهـــات الحركيـــة بأنهـــا القـــدرة علـــى الإســـتجابة والتكيـــف مـــع التغييـــرات الحادثـــة فـــى الظـــروف البيئيـــة. وتتركـــز الإســـتراتيجيات التصـــميم أساســـا علـــى وظـــائف وأداء الواجهـــات الحركيـــة فـــي ســـياق أداء ضـــوء النهـــار الـــداخلي والراحـــة الحراريـــة. ويتحقـــق ذلـــك مـــن خـــلال دراســـة دور العناصـــر الحركيـــة علـــى واجهـــات المبنـــى لتشـــكيل تكوينـــات حركيـــة فعالـــة للأســـتجابة لتغييـــرات البيئـــة والبحـــث يقـــدم منهجيـــة و أدوات بديلـــة، وتقنيـــات تقيـــيم التصـــميم، والتـــي تحـــدد التصـــميم القـــائم علـــى الأداء، وهـــو نهـــج لتحليـــل وتصـــميم ومحاكـــاة واجهـــات إســـتجابية ذاتيـــة الحركـــة خـــلال مرحلـــة التصـــميم المبكـــر. وهـــذا يوضـــح كيـــف يمكـــن تطـــوير عمليـــة التصـــميم للواجهـــات الحركيـــة وإمكانيـــة إختبارهـــا بشـــكل فعـــال وتقييمهـــا لفهـــم التحـــديات والمشـــاكل الفعليـــة التـــى تواجة الواجهات الحركية حتى تكون فعالة.

وتم طرح الفصل على النحو التالى.

٤-١-صـــياغة المنهجيـــة التصـــميمية لأســـتخدام واجهـــات ذاتيـــة الحركـــة فـــى المبانى.

٤-٢- منهجية تصميم الغلاف الحركى (حركة ذاتية).

٤-٣-الحالة التطبيقية.

٤-٤-الأدوات التحليل المستخدمة فى تحليل الدراسة التطبيقية.

٤-٥- محاكاة التصميم.

٤-١-صياغة المنهجية التصميمية لأستخدام واجهات ذاتية الحركة فى المبانى:

عملية التصميم وممارسة الحركة تولد وتصف الكائن الذي يرضي مجموعة معينة من متطلبات التصميم كما أنه يحقق مجموعة معينة من أهداف عملية التصميم، حيث أن الغلاف الخارجى هو العنصر الفاصل بين البيئة الخارجية والبيئة الداخلية و الغلاف الخارجى له تأثير كبير وفعال على الاضاءة والتظليل ودرجة الحرارة طبقاً لأهداف المصممة من أجله الغلاف الحركى على الفراغ الداخلى كما أن العمارة الحركية التقليدية تعانى من مشاكل كثيرة منها التكلفة العالية الازمة للتنفيذ والتكنولوجيا الحركية العالية التى يصعب تنفذها فى الدول النامية ومعظم هذة المشايع تخلق لعمل أيقونة معمارية كما أن التصميم المعمارى التقليدى يميل إلى دمج معايير قابلة للقياس فقط في مراحل متقدمة نسبيا من هذه العملية في المقابل فأن المراحل السابقة من تصميم وتقييم وتنفيذ متطلبات التصميم يعتمد على بصيرة من المصمم ويركز على مجموعة محدودة من المتطلبات مثل الوظيفية والعناصرالجمالية. كما فى العمارة الإستاتيكية . والعمارة الحركية التقليدية عالية التكاليف عادة ما يتم تأجيل التقييم و النظر في أثر الخيارات أثناء التصميم النظري ، مثل هذا نهج يحد من نجاح العملية التصميمه. وتوسيع مجموعة المتطلبات المقررة في مرحلة مبكرة، يعزز النهج المشترك بين التخصصات، ويقوم بإنشاء أرتباط بصرية بين النموذج وتقييمات الأداء الرقمي، التي يمكن أن تقلل من الاستثمارات المهدرة في الحلول المنفذة لذلك كان لابد من التوجة الى العمارة الحركية ذاتية الحركة (ألا-مكانيكية الحركية) لما لها من القدرة على ألاستجابة للمؤثرات الطبعية الخارجية وتأثير على البيئية الداخلية للفراغ المعمارية والراحة الحرارية دون عناصر ميكانيكية مما يقلل من التكلفة الكلية للمبنى وفي هذا الصدد، نؤكد على إحتمالية عملية التصميم لتحويل التصميم من مجرد تعريف معايير قابلة للقياس التي تغطي مختلف التخصصات في مرحلة مبكرة، إلى إدخال معلومات من تقييمات رقمية وأداء المحاكاة مقترنة مع تطور أشكال والحلول المعمارية. وتحقيقا لهذه الغاية، يقترح مجموعة من البارامترات و النمذجة لوصف النموذج والاختلافات الممكنة، ويتم تقديم الخوارزميات كوسيلة من وسائل إستكشاف هذا الارتباط بين الشكل والأداء. وبخاصة في المرحلة المبكرة من التصميم، وفي هذا الصدد فأن العملية التصميمية المقترحة لا تهدف إلى تحديد الحلول المثلى البحتة فقط؛ بدلاً من

ذلك فإنها تهدف لدعم إستكشاف التصميم المقصود تنفيذة على نطاق أوسع، فيها يمكن للمصمم التدخل لمعالجة عملية البحث، فضلا عن إستخراج المعرفة من الحلول التي تم إنشاؤها.

٤-١-١- تصميم غلاف متطور الأداء ذاتى الحركة باستخدام اللأميكانيكية الحركية فى الغلاف الحركى:

عند تصميم غلاف ذاتى الحركة فيجب دراسة الأنظمة الديناميكية الممارسة للحركة الذاتية عند الإستجابة للمتغيرات المناخية داخل وخارج المبنى .وللتأكيد على أن التصميم العام يحقق الأهداف التصميمية المطلوبة وأن الغلاف الحركى يستجيب لجميع ظرف التشغيل المتوقعة فى ظل هذه الظروف المتنوعة يجب تصميم نموذج تجريبى إفتراضى بواسطة الحاسب الالى للمحاكاة بحيث يتم الربط بين ممارسة الحركة وعناصر الغلاف وعناصر التهوية سواء كانت طبعية أو ميكانيكية وعناصر الطاقة والتفاعلات الحرارية للتأكد من تكامل ممارسة الحركة مع جميع عناصر المبنى وهذا يتطلب درجة جديدة من التكامل التصميمى الشامل لبرامج المحاكاة وذلك لمحاكاة جميع جوانب المعقدة فى الأغلفة الحركية ولتشمل هذه عملية المحاكاة جميع عناصر المبنى. وقد ولدت زيادة الوعي بأهمية دمج معايير الأداء في عملية التصميم والبحث والتطوير من الأدوات الحسابية للعديد من التخصصات الأداء البيئي والهيكلي الحالي والتصميم بمساعدة الحاسوب وأدوات الهندسية تسمح المهندسين المعماريين والمهندسين لمحاكاة العديد من الجوانب المختلفة للأداء المبنى مثل الإضاءة والتهوية والهياكل الانشائية، وإستهلاك الطاقة، وغيرها. وفى المقابل قد زاد على عملية التصميم بالحاسب الالى عملية التصنيع بواسطة الحاسب الألى و التصنيع الرقمى لتصميمات النماذج الأولية (Prototyping) حيث تساعد هذة العمليات فى إختبار الأداء الوظيفى والإنشائى والخصائص الهندسية وخصائص الشكل ونمط الحركة وخصائص مواد البناء المختارة للتصميم الأولى للغلاف الحركى .فمن خلال الجمع بين أدوات التصميم والحاسوبية والمحاكاة مع تقنيات التصنيع السريعة للنماذج الأولية فى عملية التصميم فإنه يساعد المعمارى على توليد خيارات التنصميم المتعددة وتوجية قرارات التصميم.وقد أسفرت مساعدة الكمبيوتر فى عملية التصنيع (CAM -Computer-aided Manufacturing) فى إحداث قفزة كبيرة للمصممين لتوفير التصنيع الرقمى الجديد وكيفية إستكشاف حدود المادة وشكل الغلاف الحركى معاً.

جدول (٤-١) يوضح مراحل تصميم الغلاف الحركى ذاتى الحركة-المصدر - الباحث

المعايير التصميمية	أدوات التصميم		مراحل تصميم الغلاف الحركى	
وضع محددات للمعايير التصميمية للغلاف الحركى	إستخدام البرامج الحاسوبية للوصول للبيانات والتحليل والمقارنة الرقمية	Rhino	دراسة الظروف المناخية للموقع	تحديد البيانات المناخية للموقع الحالية.
تطويرالمعايير التصميمية للغلاف الحركى		Grasshopper		تحديد البيانات المناخية لسيناريوهات التغير المناخي المتوقعة.
المعايير التصميمية النهائية للغلاف الحركى		DIVA Grasshopper		تحليل البيانات المناخية.
	جداول البيانات والتحليل	التشكيل الحركى	إعداد متطلبات التصميم	تحديد متطلبات الفراغ التصميمية.
		ممارسة الحركة		تحديد إستخدامات فراغات المبنى (الأنشطة – عدد الأفراد بكل فراغ).
		الادراك البصرى		تحديد متطلبات الراحة الحرارية لمستخدمى المبنى.
		مراجعة العناصر الانشاية الخاصة بالمبانى المقامة لتحديد نظم الانشائية الجديدة للغلاف الحركى .	إستخدام أنظمة التكيف "الأنظمة الحركية الاميكانيكية المستجيبة"	اختيار نوع المادة المستجيبة طبقاً للعنصر البيئى المؤثر.
				تصميم التشكيل الحركة.
				تصميم ممارسة الحركة.
			مرحلة عملية التصميم الرقمى	تطوير التشكيل الحركى .
				محاكاة التصميم.
				التقييم والمقارنة بين نتائج البيانات.
			تحليل التصميم	يجب على المصمم عمل تقييم شامل لمدى فعالية التصميم فى توفير المعدلات اللازمة لتلبية متطلبات التصميم بإستخدام أدوات التحليل وبرامج محاكاة أداءالمبانى المناسبة
				تقديم محاكاة تفصيلية للغلاف الحركى

هذا النهج الجديد لأنظمة تكنولوجية ذكية، يحتاج الى الأسلوب المنهجي مختلف ويحتاج إلى إدخال أنظمة جديدة من التجارب قادرة على الحد من الفجوة الحالية بين الممارسة والأبحاث

وعلى هذا الأساس يمكن صياغة المنهجية لتصميم الغلاف الحركى (حركة ذاتية) على النحو التالى .

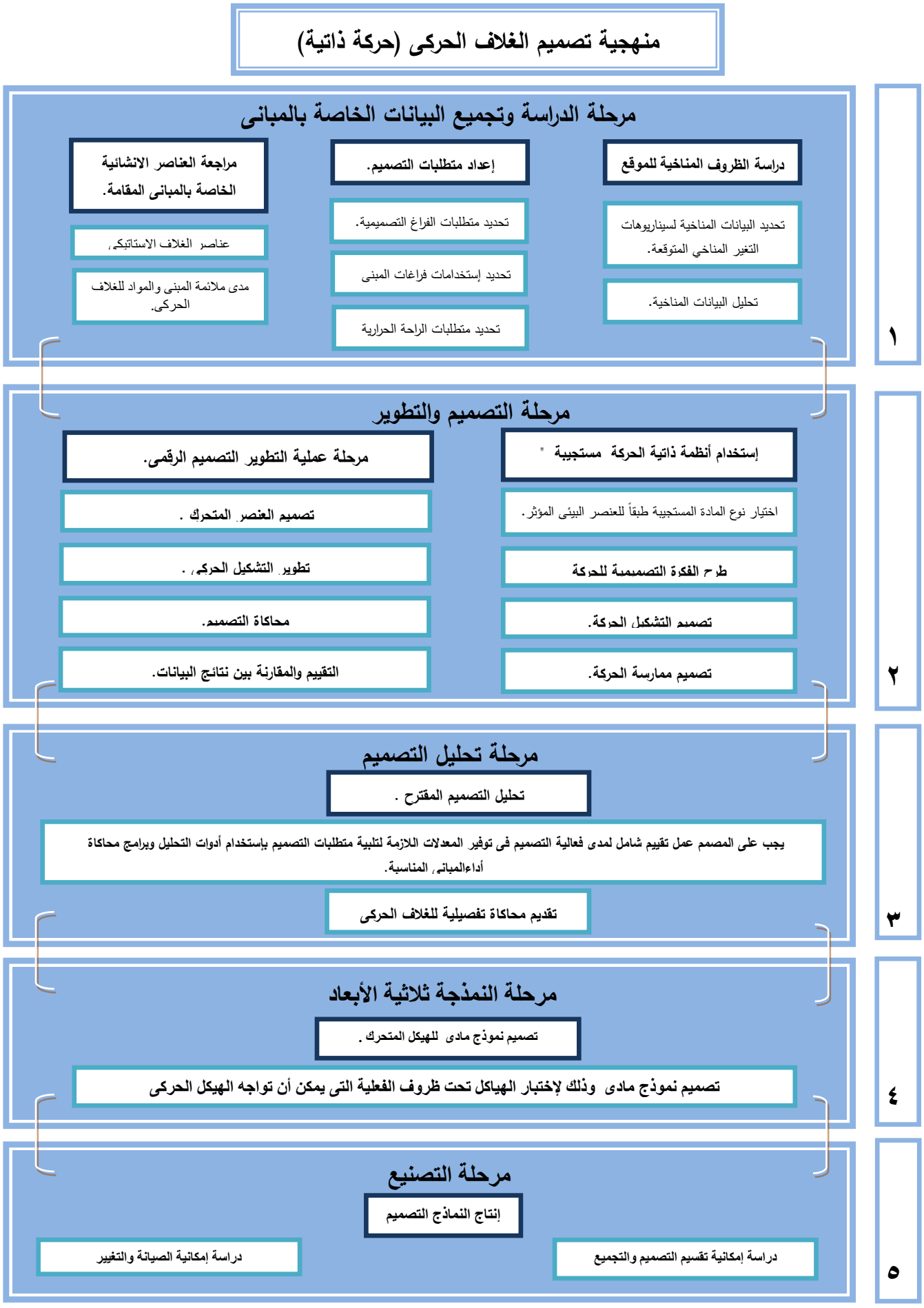
٤-١-٢- أهداف المنهجية.

- وضع تصور وهدف واضح للعمليات التصميمية الإفتراضية بدءاً من مرحلة تجميع المعلومات مروراً بمراحل التصميم والتطوير حتى مرحلة الدراسة الفزيائية للتصميم الامثل والتطبيق.
- كيفية عمل على وضع تصور لمجموعة من البدائل التصميمية والعمل على تقييم ومقارنة البدائل التصميمية وإختيار البديل الأمثل بواسطة عمليات التصميم الرقمية الحديثة التى تعمل بواسطة حلقة أداء ردود الأفعال المتكاملة فى شكل حلقة التصميم غير الخطية لربط ردود الأفعال بين التصميم والبيانات المناخية والبيئية وبذلك. يتم الربط بين البارامترية الهندسية للمبنى والبيانات التحليلية التى تمثل جميع عناصر الغلاف الحركى ومحاكتها مع بعض.
- وضع البدائل التفصيلية للتصميم الإفتراضى المقترح بواسطة برامج التصميم الرقمى وبرامج المحاكاة حتى يمكن الإستعانة بها فى مرحلة التصنيع الرقمى.(Digital Fabrication)
- العمل على تحويل التصميم الإفتراضى المقترح إلى نموذج فيزيائى يسهل دراسته قبل تنفيذه بواسطة مساعدة الكمبيوتر فى عملية التصنيع (Computer-aided Manufacturing)
- وضع تصور مبدئى لكيفية الدراسة التصميم المقترح والتأكيد على أن التصميمات الفيزيائية وتطبيق الإختيارات للنموذج الفيزيانى المقترح يغطى معظم المتطلبات الأداء التصميمية.

وقد تم صياغة المنهجية لتصميم غلاف حركى ذاتى الحركة على النحو التالى.

٤-٢- منهجية تصميم الغلاف الحركى (حركة ذاتية).

١- مرحلة الدراسة وتجميع البيانات الخاصة بالمبانى.
٢- مرحلة التصميم.
٣- مرحلة تحليل التصميم.
٤- مرحلة النمذجة ثلاثية الأبعاد.
٥- مرحلة التصنيع وتطبيق التصميم.



شكل (٤-١) يوضح منهجية تصميم غلاف حركى (ذاتى الحركة)-المصدر الباحث

وفيما يلى نتناول دراسة هذه المراحل بشكل توضيحى.

٤-٢-١- مرحلة الدراسة وتجميع البيانات الخاصة بالمبانى:

وهى المرحلة الأولى التى يمكن من خلالها تجميع المعلومات الخاصة بالمبنى لعملية التصميم الخاصة بالمبنى الجديد أو المبنى المقام ومدى ملائمة المبنى المقام من الناحية الانشائية والمعمارية من تحويلة من مبنى إستاتيكى إلى مبنى ذو غلاف متحرك والتركيز على الغلاف الحركى ومدى ملائمته للمتطلبات الأداء المطلوبة من الغلاف الحركى دون التأثير على باقى العناصر الانشائية والمعمارية بالسلب وفى حالة التأكد من إمكانية تغير الغلاف الاستاتيكى فى المبانى المقامة إلى غلاف حركى يمكن الانتقال إلى مرحلة تجميع البيانات الخاصة بالمبنى والموقع العام تحديد البيانات المناخية والسيناريوهات التغير المناخي المتوقعة.وتحليل البيانات المناخية وتحديد العناصر البيئية المؤثر على المبنى حتى يمكن إختيار المادة التى لها القدرة على الإستجابة التى يتوقف عليها عملية التصميم الحركى الذاتى ثم تحديد متطلبات الفراغ التصميمة وتحديد إستخدامات فراغات المبنى (الأنشطة -عددالأفراد بكل فراغ) وتحديد متطلبات الراحة الحرارية لمستخدمى الفراغ ومعايير جودة الهواء داخل الفراغ إختيار إستراتيجيات التهوية المناسبة إذا كانت طبيعية أو مختلطة ذكية ويمكن تقسيم مرحلة الدراسة وتجميع البيانات الخاصة بالمبانى على ثلاث مراحل هى:

١-مرحلة دراسة الظروف المناخية للموقع ويمكن تقسيمها لعدة مستويات:

أ- **المستوى التخطيطى للموقع العام .**

- طبوغرافية الموقع العام .
- تأثيرات المبانى المحيطة بالموقع .
- الأتجاهات الرئيسية للموقع العام .
- الموقع بالنسبة لخطوط العرض.
- الشوارع المحيطة .
- نسبة الطول إلى العرض.
- حالة السماء.

ب-**المستوى التصميمى للمبنى .**

- التشكيل العام للغلاف الخارجى .
- تشكيل كتلة المبنى.

٢-إعداد متطلبات التصميم.وتنقسم متطلبات الاداء إلى ثلاث اقسام:

أ- تحديد متطلبات الفراغ التصميمية.

- تنظيم الإضاءة الداخلية للفراغات
- تنظيم درجات الحرارة لفراغات المبنى
- جودة الهواء الداخلى .
- كفاءة أداء وإستهلاك الطاقة فى المبنى
- تنظيم عملية التهوية –التدفئة –التبريد.

ب-تحديد إستخدامات فراغات المبنى.

- الراحة الحرارية .
- الراحة البصرية.
-الراحة السمعية.
- الراحة الإنتاجية .
- المتطلبات المتغيرة.

ج-تحديد متطلبات الراحة الحرارية.

-درجة حرارة الهواء الجاف.
- الرطوبة النسبية.
- الاشعاع الشمسى.

٣- مراجعة العناصر الانشائية الخاصة بالمبانى المقامة:

ويتم فيها مراجعة العناصر الإنشائية والمعمارية من فتحات وأسقف والحوائط والمواد الإنشاء ومدى ملائمتها للغلاف الحركى الجديد .

٤-٢-٢- مرحلة التصميم:

وتعتمد هذه المرحلة على أختيار المادة المستجيبة طبقاً للعنصر البيئى المؤثر التى تم التوصل إليه عن طريق المرحلة الاولى فى التصميم وهذه المرحلة تعمل على إعداد الأفكار التصميمية ومقارنتها ثم تطويرها للحصول على

البديل التصميمى الإفتراضى الأمثل .ولكن بواسطة عمليات التصميم الرقمية الحديثة (عملية التصميم البارامترية Parametric Design) التى تعمل بواسطة حلقة أداء ردود الأفعال المتكاملة لربط ردود الأفعال بين التصميم والبيانات المناخية والبيئية بذلك يتم الربط بين البارامترية الهندسية للمبنى والبيانات التحليلية التى تمثل جميع عناصر المبنى والغلاف الحركى بواسطة برامج المحاكاة.حيث يتم فيها التصميم الاولى للتشكيل الحركى للعنصر المستجيب وطريقة ممارسة الحركة المناسبة للتشكيل المقترح.

- **مرحلة عملية التطوير التصميم الرقمى:**

فى هذه المرحلة يتم تطوير التصميم المبدئى والوصول إلى البديل الامثل بأستخدام البرامج الرقمية مثل(DIVAGrasshopper– Grasshopper - Rhino) للتحليل الشكل ونمط وممارسة الحركة للخروج منها بنهج واضح لشكل ونمط الحركة الممارسة فى الغلاف الحركى .حيث تبدء هذه المرحلة بدراسة المتطلبات الوظفية المطلوبة من الغلاف الحركى دراسة وتحديد وضعية الحركة وسلوك الحركة المستجيبة ومنها يمكن الإنتقال لإختيار النهج العام للحركة الذى يمكن تطوره للوصول إلى نمط وممارسات الحركة الذى يمكن محاكاته وتطبيقة فى الغلاف الحركى.

٤-٢-٣-مرحلة تحليل التصميم:

يجب على المصمم عمل تقييم شامل لمدى فعالية التصميم فى توفير المعدلات اللازمة لتلبية متطلبات التصميم بإستخدام أدوات التحليل وبرامج محاكاة ويتم فى هذه المرحلة تحليل جميع نتائج عناصر التصميم من المادة المستجيبة ونمط الحركة وطريقة ممارسة الحركة للوصول إلى البديل الامثل النهائى ويتم عمل محاكاة كاملة للعنصر المتحرك المستجيب للتأكد من النتائج التى تم التصميم العنصر الحركى من أجلة . وتقديم محاكاة كاملة لتصميم الغلاف الحركى.

٤-٢-٤-مرحلة النمذجة ثلاثية الأبعاد (Physical Models):

وهى النماذج الفيزيائية المادية التي تبني بمواد حسية لعنصر المتحرك وذلك لإختبار الهياكل تحت ظروف معينة وهى مرحلة لتحويل التصميم الافتراضى

إلى نموذج فيزيائي ثلاثى الابعاد ولا يتم عمل هذه المرحلة إلا بعد الوصول للتصميم الافتراضى الأمثل والغرض من عمل النمذجة ثلاثية الأبعاد هى.

١- المحاكاة تمكن من دراسة وإجراء تجارب على التفاعلات الداخلية لأي هيكل معقد او على جزء من ذلك الهيكل.
٢- التغيرات البيئية والحركية و الإقتصادية يمكن أن تحاكى وملاحظة هذا التغير على تصرف النموذج.
٣- من عملية النمذجة والمحاكاة نحصل على معلومات مفيدة جدا لتحسين إداء النظام الحقيقي.
٤- بتغيير مدخلات المحاكاة وملاحظة المخرجات الناتجة يمكننا تحديد المتغيرات المهمة في النظام الحقيقي ومعرفة الطريقة التي يتفاعل بها.
٥- تستخدم المحاكاة لتأكيد الكثير من النتائج البحثية النظرية.
٦- تستخدم المحاكاة لتجربة التصاميم والسياسات جديدة لم تستخدم من قبل مما يساعد على فهمها وتقبلها عند حدوثها.
٧- تستخدم للتحقق من الحلول التحليلية والتأكد من صحتها .لأن نماذج المحاكاة تجرى بوجود مجموعة محددة من المدخلات وخواص محددة للنموذج على أساس هذه الخواص نقوم بإجراء المحاكاة وملاحظة النتائج.

٤-٢- ٥-مرحلة التصنيع .

تمتاز هذه المرحلة بالتوصل إلى البديل التصميمى الإفتراضى الأمثل ولكن فى شكل إفتراضي رقمى أى أنه ممثل بشكل مجسم ثلاثى الأبعاد ولكن على برامج التصميم الرقمى والمحاكى.

وخلال هذه المرحلة يبدء دراسة كيفية التكامل بين التصميم الافتراضى وأدوات التصنيع الرقمى ، وذلك للإنتقال من مرحلة التمثيل المادى إلى مرحلة الحصول على النموذج المادى بواسطة أدوات التصنيع بواسطة الكمبيوتر (Computer-aided Manufacturing)وهى عبارة عن مجموعة متنوعة من أساليب البناء بواسطة الطباعة ثلاثية الأبعاد للنماذج مع القطع بوسطه اليزر التى تعمل من خلال الكمبيوتر رقمى التحكم للحصول على نموذج

فيزيـــائي كامـــل للتصـــميم المقتـــرح ولكـــن بشـــكل مقســـم أجـــزاء بحيـــث يـــتم دراســـة عملية التقسيم بشكل مخطط و تنقسم مرحلة التصنيع إلى مرحلتين هما.

- **مرحلـــة التقســـيم** :وهـــى مرحلـــة هامـــة لدراســـة إمكانيـــة تقســـيم التصـــميم المقتـــرح إلـــى أجـــزاء متكاملـــة ثـــم يـــتم عمـــل دراســـة تفاصـــيلية لهـــذه الأجـــزاء لتســـهيل مـــن عملية التصنيع بحيث يسهل طباعتها وتقطيعها خلال مرحلة التصنيع.

- **مرحلـــة التصـــنيع:** ويـــتم الإســـتعانة بمجموعـــة مـــن أدوات التصـــنيع النمـــاذج ثلاثيـــة الأبعـــاد التـــي هـــى عبـــارة عـــن طابعـــات ثلاثيـــة الأبعـــاد – أجهـــزة القطـــع بـــــالليزر –(أجهـــــزة WaterJets)– أدوات النحـــــت، جميـــــع أدوات التصـــــنيع يتم ربطها بواسطة وحدة التحكم الكمبيوتر رقمى.

- **مرحلـــة التجميـــع** :مثـــل هـــذه المرحلـــة الخطـــوة التاليـــة بشـــكل مباشـــر لمرحلـــة التصـــنيع حيـــث تعتمـــد هـــذه المرحلـــة علـــى التجميـــع الـــدقيق والمتكامـــل والمتوافـــق لجميـــع أجـــزاء التصـــميم المقتـــرح التـــى قـــد تـــم تصـــنيعه وتقطيعهـــا ونحتهـــا بحيـــث تكـــون جـــاهزة للتجميـــع ولكـــن بشـــكل متكامـــل حتـــى يمكـــن الحصـــول علـــى نمـــوذج فيزيـــائى كامـــل للتصـــميم المقتـــرح للغـــلاف الحركـــى و التأكيـــد علـــى تجهيـــز النمـــوذج التصـــميمى الفيزيـــائى لأختبـــارات الأداء والتأكـــد علـــى تكامـــل جميـــع أجزاءة مع بعضها البعض.

- **مرحلـــة التأكـــد مـــن إمكانيـــة الصـــيانة**.بعـــد عمليـــة التقســـيم والتجميـــع يجـــب التأكـــد مـــن إمكانيـــة صـــيانة العنصـــر الحركـــى وقابليـــة تغييـــر جـــزء منـــه دون التـــأثير علـــى باقى الأجزاء أو التأثير على فاعليته نمط والحركة أو التشكيل .

٤-٣-الحالة التطبيقية

تم أختيار برج الجنوبى للبنك الأهلى المصرى لتطبيق المنهجبة التصميمية للحركة الذاتية.

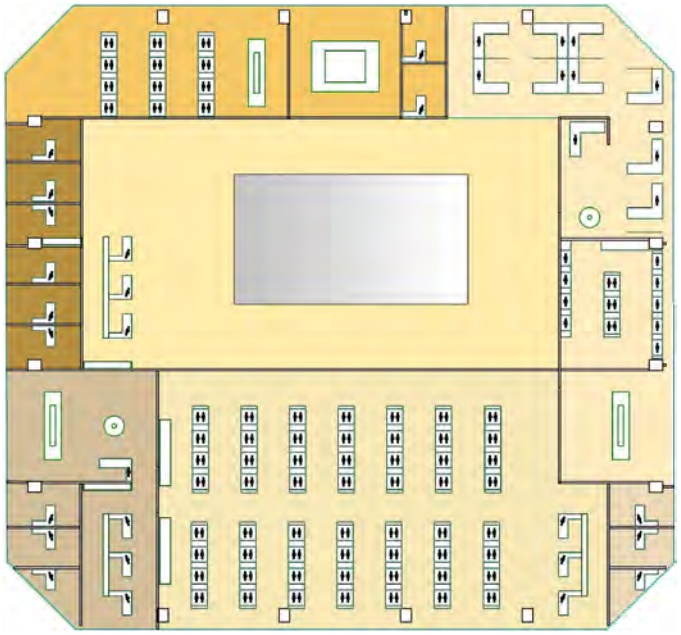
٤-٣-١-أسس إختيار المبنى .

- مبنى إدارى.
- مبنى شاهق بأرتفاع ١٣٥م .
- موقع المبنى بمدينة القاهرة .

على بعد أقل من كيلومترات من مبنى وزارة الخارجية المصرية ومبنى إتحاد الإذاعة والتليفزيون (ماسبيرو) بشارع الكورنيش – بولاق القاهرة- تم بناء فرع القاهرة لتطوير وتحديث برجى الشمالى والجنوبى من أبراج كايروبلازا (البنك الأهلى) بكورنيش النيل ويتم تحويله من مبنى فندقى إلى مبنى خدمى أدارى المبنى مقام على مساحة ٤٢٠م٢ تقريباً ويتكون من بدروم وأرضى و٣٦دور متكرر بأرتفاع ١٣٥م وإجمالى مسطحاته ٧٣٠٠٠م٢ تقريباً المبنى .[١]

شكل (٤-٢) يوضح برجى الشمالى والجنوبى لبنك الاهلى المصرى-المصدر:
/http://drgreiche.net/project/national-bank

١-/http://drgreiche.net/project/national-bank



شكل (٤-٣) يوضح مسقط أفقى توضيحى لأحد الادوار المتكررة للبرج لجنوبى –البنك الاهلى المصرى–
المصدر :الباحث

٤-٣-٢-دراسة الظروف المناخية للموقع :

تُعد دراسة الظروف المناخية لموقع المبنى محل الدراسة الخطوة الأولى و الأهم لتطبيق معايير تصميم المبنى حيث أن خواص المناخ بالموقع يتيح للمصمم إختيار المعالجات المعمارية المناسبة والتى تمكن المبنى من التكييف مع محيطة البيئي و التغيرات المناخية المتوقعة مستقبلا ، و هذا ما سوف يتم دراسته فيما يلى من خلال بعض الخطوات .

- **تحديد البيانات المناخية :**

تحتاج برامج محاكاة أداء المبانى إلى ما يمثل مناخ الموقع المحدد ، لإنتاج قيم تمثل إستهلاك الطاقة و كيفية أداء كافة أنظمة المبنى ، لذا سوف نتناول بإختصار نبذة عن أنواع ملفات الطقس المتوفرة وكيفية إستنباط ملفات الطقس للتغير المناخي للاستفادة منها فى تصميم المبانى الجديدة وتقييم أداء المبانى القائمة .

- **الأنواع الشائعة لملفات الطقس :**

يتم إختيار سنة مرجعية للطقس(Reference Weather Year) لتمثل مجموعة من الأحوال الجوية والتي عادة ما تحدث على مدار عدة سنوات . وتعريف تلك السنة المرجعية يعتمد على إجراء مجموعة من الإختبارات الإحصائية المرتبطة ببيانات الطقس الرئيسية المأخوذه على مدار عدة سنوات ، وفيما يلى بعض الأنواع الشائعة من السنة المرجعية وخصائصها ":

أ- **ملف الطقس (EWY)** :وهى إختصار (The Example Weather Year).و تُعد من أول أسس السنة المرجعية للمملكة المتحدة وتم تطويرة بواسطة منظمة(CIBSE Holmes and Hitchen, 1978) ، وملفات (EMY) تناسب خصائص سنة كاملة من حيث الوسائل والانحرافات المعيارية لبياناتها الشهرية مع قيم المتوسط الشهري لبيانات عدة سنوات . وقد تم إختيار عام كامل متصل لتفادى اى ثغرات فى تسلسل الطقس . ولكن تحديد عام كامل كمتوسط ، لا يجعل هناك سوى فرصة ضئيلة لإيجاد سنة نموذجية صحيحة بين ما يقرب من ٢٠ عاما من البيانات التي تمثل أنماط الطقس بدقة في المستقبل . ومازالت الملفات متاحة لعدد كبير من المواقع حول العالم .

ب- **ملف الطقس (TMY)** :هى إختصار(The Typical Metrological Year) أعدت مبدئيا للولايات المتحدة ، وتمّ إعداد المجموعة الأصلية لبيانات (TMY) عام ١٩٧٨م لـ ٢٤٨ موقع بإستخدام بيانات الطقسى طويلة المدى والبيانات الشمسية (data Solar) من عام ١٩٥٢م حتى ١٩٧٥ م، وتم تحديثها عام ١٩٩٤م باستخدام البيانات المناخية خلال ٣٠ عام من عام ١٩٦١ : ١٩٩٠ م ومنها ملفات (TMY) ، التي تمّ إعدادها بإستخدام البيانات المناخيه خلال الفترة من عام ١٩٧٩: **٢٠٠٥**م متوفرة لا ٢٣٩ موقع ومنها ما تم إعداده باستخدام البيانات المناخية خلال الفترة من عام ١٩٩١ : ٢٠٠٥ م متوفرة لـ ٩٥٠ موقع آخر[٢] . كما

٢-Michael J. Holmes , Jacob N. Hacker , 2007, Climate change, thermal comfort and energy, Arup, London W1T 4BQ, UK

تم إعداد الملفات باستخدام طرق إحصائية لإختيار أكثر الأشهر تمثيلا لبيانات الطقس من ١٥ : ٣٠ عام ، ثم يتم دمج هذه الأشهر لتكون سنة تجميعية لبيانات الطقس .

ج- ملف الطقس (IWECs) :هى إختصار (International Weather Years for Energy Calculations) وتتوفر هذه الملفات لـ ٢٢٧ موقع خارج أمريكا الشمالية وتم أعدادها بتجميع بيانات أكثر من ١٨ عاما حسب الموقع. وإختيار البيانات يشبه عملية الإختيار فى ملفات الـ (TMY) .

د- ملف الطقس(DSY),(TRY) :

هى إختصار(Test Reference Years and Design Summer Years) إعدادها بواسطة منظمة(CTBSE)لـ ١٨ موقع داخل المملكة المتحدة ، تتكون ملفات الـ (TRY) من بيانات ١٢ شهر، كل منها تم إختياره ليمثل المتوسط لـ– ٢٣ عاما من البيانات من عام ١٩٨٣: ٢٠٠٠م حسب توفر البيانات . اختيار هذه الاشهر على أساس معادلات خاصة بمتوسطات القيم اليومية للمعايير

(Wind Speed. The Global Solar Horizontal Irradiation Dry BulbTemperature) تمّ الحصول على متوسطات القيم اليومية من القيم لكل ساعة لتلك المعايير على مدار الأشهر فى السنوات المحددة . و قد تكون تلك الملفات مناسبة لبرامج التنبؤ بإستهلاك الطاقة ولكنها غير ملائمة لتقييم أداء المبنى فى ظل ظروف جوية قاسية ، للحصول على ذلك يتطلب وجود عام به فترات ذات درجات حرارة أعلى من المتوسط . لمعالجة هذه المسألة قدمت منظمة الـ (CIBSE) فكرة(Design Summer Year(DSY))فعلى النقيض من الطريقة المعقدة نسبيا من إعداد ملفات (TRY) ، تعد طريقة إعداد ملفات الـ (DSY) بسيطة جدا . فهو عبارة عن سنة واحدة متصلة ، أسلوب ال(ـ CTBSE)فى إختيار الـ (DSY) عن طريق حساب المتوسط اليومى ل(Dry Bulb Temperature)خلال الفترة من إبريل إلى سبتمبر لكل سنة من الـ ٢٢ سنة و تكون الـ (DSY) هى السنة التى تحوى الفترة الثالثة الأشد حرارة حسب متوسط درجة الحرارة فى الفترة من إبريل إلى سبتمبر . ومن المفترض

إستخدام ملفات الـ (DSY) لتقييم مخاطر إرتفاع درجات الحرارة لذا يجب إستخدامها تحت إشراف منظمة الـ(CIBSE)لتقييم أداء نظم التهوية الطبيعية فى المبانى.[٣]

٤-٣-٣-تحليل البيانات المناخية للموقع الحالية والخاصة بالتغير المناخي:

بعد أن تم الحصول على ملفات الطقس الحالية و ملفات الطقس للتغير المناخي اللازمة لتحليل وتقييم المبنى محل الدراسة ، يجب أن يتم إختيار برامج النمذجة ومحاكاة أداء المبانى المناسبة . وتوفر شركات البرمجة بعض البرامج التى تجعل تصميم المبانى المستدامة بالسهولة والدقة اللازمة لمرونة العملية التصميمية .مثل برنامج (DIVA Grasshopper) وبرنامج هو أداة شاملة لتصميم المبانى المستدامة بدءا من الفكرة حتى التفاصيل ، ويوفر البرنامج مجموعة واسعة النطاق من وظائف تحليل ومحاكاة الطاقة بالمبانى والتى يمكن أن تستخدم لتحسين أداء المبانى القائمة و تصميم المبانى الجديدة ، حيث تتكامل المعلومات المتاحة والتحليلات مع الأدوات التى تمكن من تصوير ومحاكاة أداء المبنى فى محيطه البيئي ". وسوف يتم إستخدام برنامج (DIVA Grasshopper) فى التعرف وتحليل ضوء النهار والأداء الحراري للمبنى عن طريق حساب الأحمال الحرارية الناتجة عن عناصر المبنى المختلفة .

٤-٤-الأدوات التحليل المستخدمة فى تحليل الدراسة التطبيقية:

(Rhinoceros) هو واحد من البرامج الأكثر شهرة لإنشاء نماذج ثلاثة الأبعاد على أسس النمذجة المعقدة للهندسة وهو تمثيل رياضى الذى يمكن أن يحدد بدقة أي شكل أو خط أو السطح. هذا البرنامج لديه القدرة على تحليل نموذج وإصدار البيانات وقد تم إستخدام البرمجيات (Rhinoceros) وبأضافة إلى أثنين من مختلف المقابس(plug-in)

- Grasshopper plug-in (geometry design)
- DIVA plug-in (daylight analysis)

٣-Michael J. Holmes , Jacob N. Hacker , 2007, Climate change, thermal comfort and energy, Arup, London W1T 4BQ, UK

أولاً- *Grasshopper plug-in (GH) :*

ويعمل(Grasshopper plug-in)على المكونات التى تعمل على ربط أجزاء الهندسة التي تم إنشاؤها ضمن برنامج (Rhinoceros) أو تم إنشاؤها بواسطة حيثياته مع محرر الرسوم البيانية وقد وضعت للمصممين والمهندسين لإنشاء نموذج جديد باستخدام خوارزميات وتقنيات النمذجة وأستخدام هذه المكونات في بيئة مناسبة للمهندسين المعماريين لتوليد نماذج الثلاثية الأبعاد بطريقة مرنة، للتحكم في عملية التصميم و التطوير بدون أي معرفة بالبرمجة.

ثانياً- *DIVA Plug-in :*

(The DIVA plug-in)وهو أحد مكونات البرنامج التصميمي (Rhinoceros)لتقييم أداء ضوء النهار في كل نقطة من مساحة التصميم. يستخدم(DIVA)البرامج الأساسية(Radiance and Daysim)وهو مناسب لتحليل وتصور الإضاءة في التصميم.(Radiance)هو برنامج القياسي لضوء النهار وتقييم الضوء.(Daysim)هو برنامج لتحليل ضوء النهار القائم على المناخ متري (CBDM) (Climate-Based Daylight Metric) ويعمل على تنبؤ الإنارة والجودة البصرية، ومظهر المساحات وتقييم الإضاءة الجديدة وتقنيات ضوء النهار. ومع ذلك، كما أن (DIVA) يعمل على تحليل و محاكاة الحمل الحرارى و الطاقة الزائد ويحتوي على خرائط الإشعاع، كما أنه يعمل على عرض واقعية للمناخ القائم على ضوء النهار ، والتحليل السنوي والفردي ووهج ضوء النهار وحسابات الطاقة الحرارية للمنطقة الواحدة كما أن (DIVA) يعمل على دراسة مكونات الإضافية لمحاكاة تأثير مكونات الواجهة مثل نظام ضوء النهار على أداء الواجهة هذه المكونات لديها علاقة جيدة مع (GH)البرمجيات (Rhinoceros)لحساب محاكاة ضوء النهار.

شكل (٤-٤) يوضح شكل (DIVAGrasshopper- Grasshopper - Rhino)-المصدر:الباحث

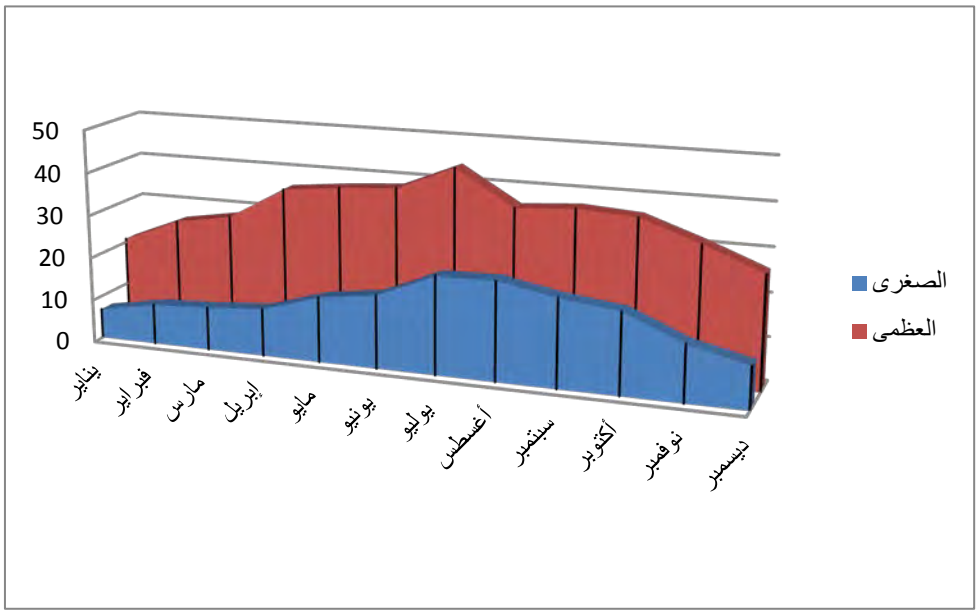
٤-٤-١- تحليل البيانات المناخية للموقع الناتجة عن ملفات الطقس:

من خلال إستخدام أداة الطقس " Weather tool" تم الحصول على مجموعة من البيانات التى تصف المناخ بالموقع " القاهرة " بإستخدام ملف الطقس الحالى ٢٠١٧ ، و فيما يلى سرد لهذه البيانات ثم المقارنة بينهم . وتتمثل هذه البيانات فى : درجات الحرارة العظمى ، درجات الحرارة الصغري ، المتوسط الشهري الرطوبة النسبية ، بالإضافة الى المتوسط الشهري لسرعة الرياح / الساعة . والتى تم تجميعها فى الجداول التالية:

أ- البيانات المناخية الحالية للموقع:

درجات الحرارة س(Temperature)												
الشهر	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
درجات الحرارة العظمى	٢٠,٨٠	٢٦,٢٠	٢٨,٤٠	٣٦.٠٠	٣٧,٤٠	٣٨.٤٠	٤٤.٠٠	٣٦,٠٠	٣٧,٠٠	٣٦,١٠	٣١,٤٠	٢٦,١٠
درجات الحرارة الصغرى	٦,٩٠	٩,٣٠	١٠,٠٠	١١,٠٠	١٥,١٠	١٧,٠٠	٢٢,٦٠	٢٢,٩٠	٢٠,٤٠	١٨,٨٠	١٣,١٠	٩,٩٠

جدول (٤-٢) يوضح البيانات المناخية العظمى و الصغرى للموقع (٢٠١٧م) -المصدر:(DIVA)- الباحث

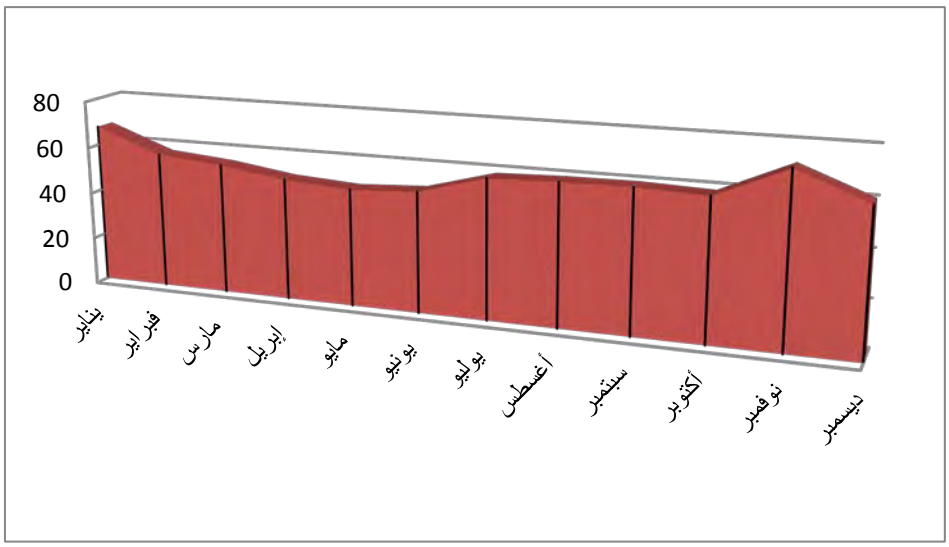


شكل (٤-٥) يوضح البيانات المناخية العظمى و الصغرى للموقع (٢٠١٧م) -المصدر:(DIVA)- الباحث

المتوسط الشهري للرطوبة النسبية % (Relative Humidity)												
الشهر	**يناير**	**فبراير**	**مارس**	**إبريل**	**مايو**	**يونيو**	**يوليو**	**أغسطس**	**سبتمبر**	**أكتوبر**	**نوفمبر**	**ديسمبر**
متوسط الرطوبة النسبية	٦٧,٨٣	٥٧,٥٨	٥٥,١٧	٥١,١٧	٤٩,٤٢	٥١,٠٠	٥٨,٨٣	٥٩,٧٥	٦٠,٠٠	٥٩,٠٠	٧٢,٠٨	٦٠,٨٣

جدول (٤-٣) يوضح المتوسط الشهري للرطوبة النسبية ٪ (Relative Humidity) **-المصدر**:

http://www.accuweatherglobal.com/demo.php



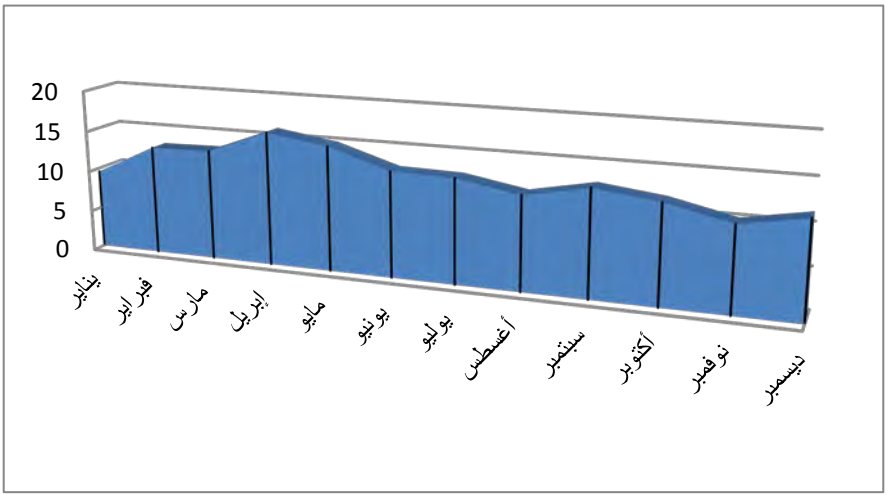
شكل (٤-٦) يوضح المتوسط الشهري للرطوبة النسبية ٪ (Relative Humidity) -المصدر:

http://www.accuweatherglobal.com/demo.php

المتوسط الشهري لسرعة الرياح كم/س (Wind Speed)												
الشهر	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
متوسط سرعة الرياح	٩,٥٧	١٣,١٧	١٣,٣٤	١٦,١٧	١٥,٠٦	١٢,٧٥	١٢,٥٩	١١,٢٩	١٢,٨١	١١,٩١	١٠,٢١	١١,٦٢

جدول (٤-٤) يوضح المتوسط الشهري لسرعة الرياح كم/س (Wind Speed)-**المصدر**:

http://www.accuweatherglobal.com/demo.php



شكل (٤-٧) يوضح المتوسط الشهري لسرعة الرياح كم/س (Wind Speed)-**المصدر**:

http://www.accuweatherglobal.com/demo.php

ب-قراءة البيانات المناخية للموقع الناتجة عن ملفات الطقس:

بمقارنة البيانات المناخية السابقة يمكننا وضع تصور لمواصفات المناخ ومدي تغيرها عبر الزمن نتيجة التغير المناخي بموقع الدراسة " القاهرة " لتحديد المشكلة وتحديد طرق التعامل معها تصميميا . التزايد المستمر فى المتوسط الشهري لدرجات الحرارة العظمى والصغري ، فدرجات الحرارة العظمي طبقا لملف الطقس الحالي تصل صيفا إلى ٤٢° س طبقا لسيناريوهات التغير المناخي . وبنفس المعدل تزداد درجات الحرارة شتاءاً ليكون الشتاء أكثر دفئا عاما بعد عام ، هذا التزايد الكبير الذي قد يصل إلي ٣ : ٥ درجات مئوية لابد من مراعاته فى تصميم المبانى الجديدة بإتباع منهجية التكيف فى التصميم ومعالجة المبانى القائمة الغير مؤهلة لمواجهة ذلك التغير بموقع الدراسة .الإرتفاع المتزايد فى درجات الحرارة العظمي لموقع

الدراسة (القاهرة) تبعا لملفات الطقسى للتغير المناخى ٢٠١٧ بالنسبة لملف الطقسى السابقة .

٤-٤-٢- إعداد متطلبات التصميم :

هذه الخطوة عبارة عن تحديد متطلبات التصميم التى على أساسها يمكن قياس نجاح تصميم المبنى ،علماً بأن الفراغ التى تم تحديدة فراغ إدارى يحتاج إلى ٥٠٠ لوكس لمزاولة النشاط الإدارى بكفائة كما أن الراحة الحرارية تقع مابين ٢٢-٢٥° c ويجب أن تتم هذه الخطوة فى مرحلة مبكرة ، لتحديد ما إذا كانت إستراتيجية تصميم نظم المواد الذكية بالمبنى مناسبة من الناحية العملية والإقتصادية أم لا .

٤-٤-٣- مرحلة التصميم:

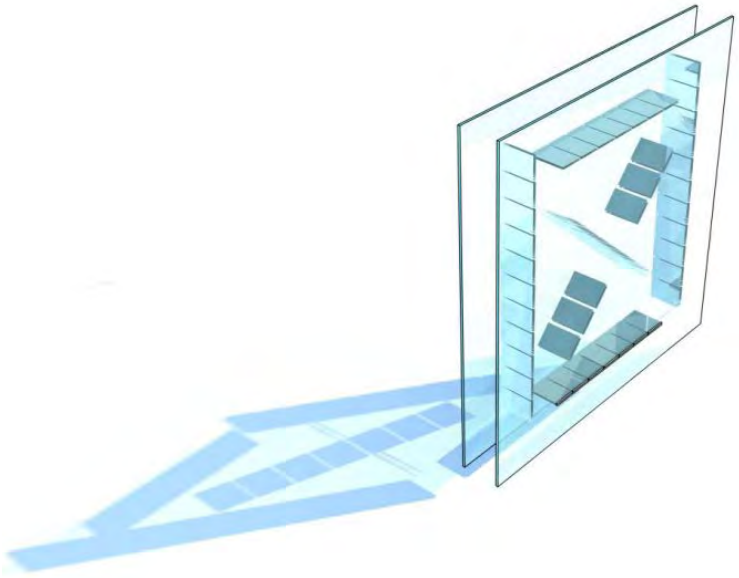
بعد إجراء الدراسات البيئية على المبنى ودراسة زوايا الشمس ومدخلات القادمة من البيئة الخارجية وتحديد نسبة الاضاءة الداخلية المطلوبة طبقا لتحليل الواجهات على المقبس (DIVA plug-in) لتحسين السلوك الواجهات وتحديد نظام التكنولوجي الذكي والتكيفى ليتم تطبيقها على المباني.

ويهدف العمل التجريبى الأولى في تحسين أداء الطاقة في واجهة المبنى وبعد تحديد المرجعية للظروف الجوية وهندسة المبنى، سوف يتم عمل التحليل البيئي باستخدام البرمجيات قادرة لتحسين السلوك الواجهات وتقرر إستخدام ديناميكية للواجهة المزدوجة. وكخطوة أولى، تم تعريف نمط هندسي من الواجهات الخارجية من خلال إندماجة مع المكونات المبنى. في الخطوة الثانية تم تحليل الواجهات من جهة النظر البيئية مع برنامج (DIVA plug-in) أعطيت أهمية خاصة لأشعة الشمسية على السطح الخارجي.وبالإضافة إلى ذلك، فإن المنهجية لهذا التجريبة والعمل ويمكن تكراره للمناطق مناخية مختلفة وتكوينات معمارية مختلفة عن طريق إستبدال الملف الطقس في مرحلة الإدخال للبرنامج.

ويهدف العمل التجريبى فى المرحلة الثانية إلى تحديد نظام التكنولوجي الذكي والتكيفى ليتم تطبيقها على المباني، وقادرة على ضمان إستجابة مثلى لمدخلات القادمة من البيئة الخارجية. على وجه التحديد، بعد تحديد نظام الإستجابى ويتم تقييم النتيجة باستخدام برنامج (DIVA plug-in)

٤-٤-٤-إختيار الماد المستجيبة:

تم أختيار مادة (TBM) (Thermobimetals) أو أشرطة المعدنين لما لها من قدرة على التفاعل مع الاشعاع الشمسى وتعتمد هذه المادة على الإستشعار الحرارى ويمكن للمادة أن تستجيب لأقل التغيرات الحرارية والمادة عبارة عن شررائح معدنية معالجة حيث يمكن للمادة الإستجابة الى التغيرات الحرارية لتغير الشكل الخاص بها وتوضح الأشكال كيفية عمل المادة متعلق بنظام الشريط المعدنين أو(Thermobimetals) هو مركب يتكون من أثنين من المعادن، خليط الصلب والنحاس، مع مختلف معاملات التمدد الحرارى لكل منهما التي عند تسخينها أو تبريدها، الخضوع لقدر معين من التشوه. هذا التشوه يعتمد على أنواع المعادن المستخدمة،و قيم معامل ودرجة الحرارة وأكبر بكثير على طول الجانب الطويل. بينما عند تسخينها يكون الانحناءات من الجانب السفلي من معدن أو طبقة السلبية، عندما تبرد تحت درجة حرارة الأولية يكون الانحناءات في الطريق المعاكس نحو الطبقة النشطة لتعود إلى وضعها الطبيعي. يبقى شكلها مشوه مع جميع التغيرات في درجة الحرارة وكما يمكن أن يكون سبب الإختلاف في درجة الحرارة عن طريق الإشعاع، وإمدادات الكهرباء أو التعرض البسيط لأشعة الشمس.



شكل (٤-٨) يوضح مادة Thermobimetals (TBM) المقترحة للتصميم البرج الجنوبى لمبنى البنك الأهلى المصرى -المصدر: الباحث

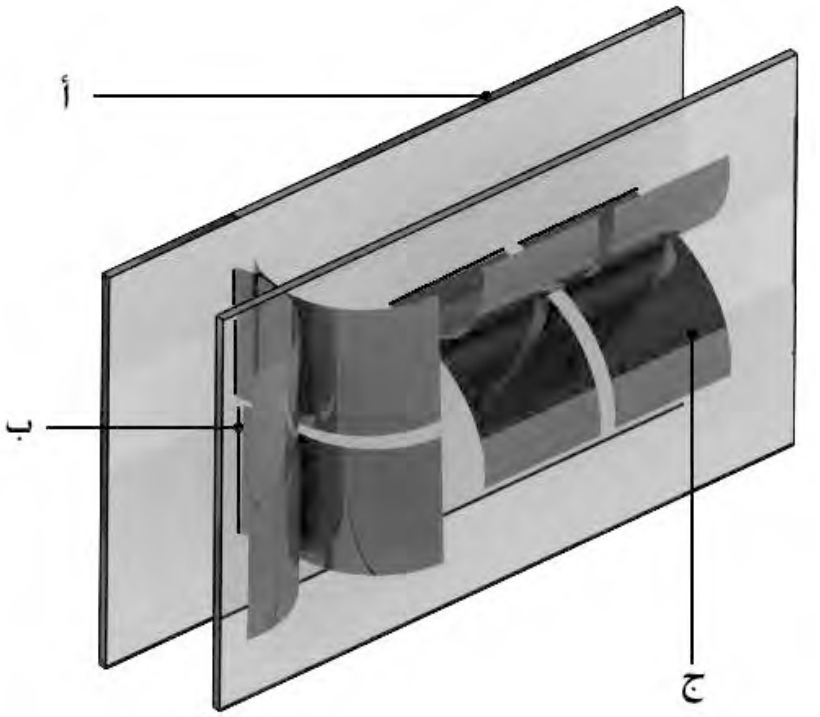
الجـــزء الأولـــى مـــن هـــذا التطبيـــق تعمـــل مكونـــات الواجهـــة التـــي تـــم تحديـــدها وتصنيفها إلى ثلاث أجزاء:

أ- **الجـــزء الثابـــت:** الهيكـــل الأساســـي يتكـــون مـــن لوحـــان مـــن الزجـــاج ســـمك ١٢ مـــم أو مـــن الالـــواح البلاســـتكية الشـــفافة الـــذى يكـــون ضـــمن نظـــام الحـــوائط الســـتائرية. التـــى يمكـــن تركبهـــا علـــى المبـــانى الإداريـــة العاليـــة والســـكنية وغيرها .

ب-**الجـــزء الخـــاص بتثبيـــت المـــادة.** وهـــى المـــادة المســـؤلة عـــن تثبـــت الشـــرائح علـــى الهيكـــل الأساســـى الزجـــاج أو البلاســـتك وهـــى عبـــارة عـــن شـــريحة مـــن المطـــاط يـــتم زرع الشـــرائح بـــداخلها وتثبيتهـــا علـــى الهيكـــل الأساســـى الزجـــاج أو البلاستك.

ت-الجـــزاء المتحـــرك :ويخـــتص بمـــادة (TBM) (Thermobimetals)

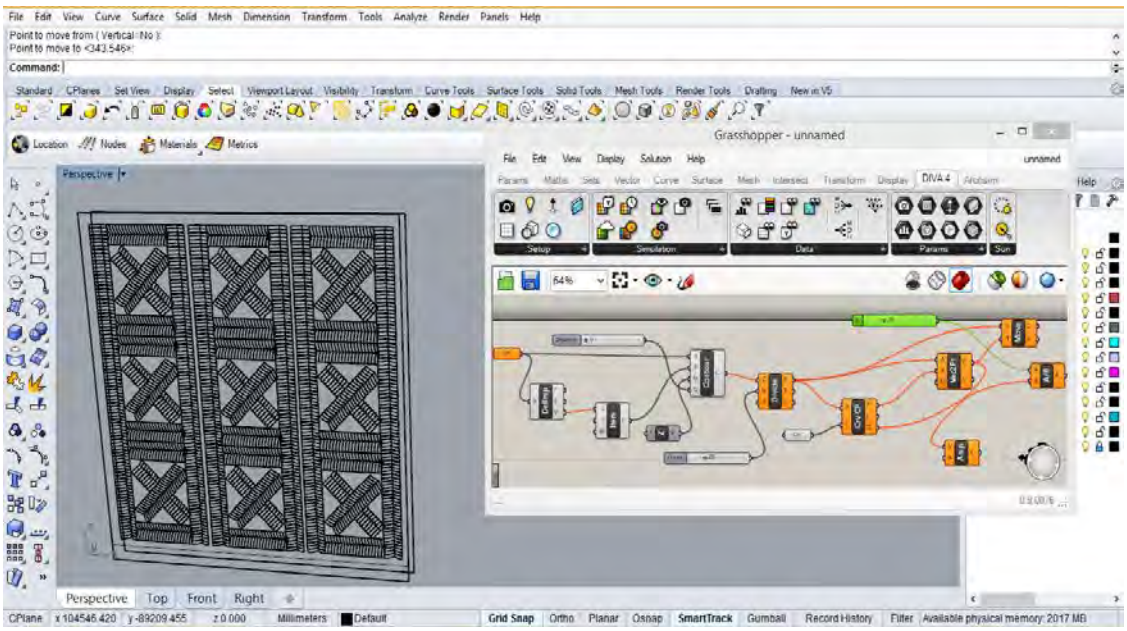
والشـــكل (٤-٩) يوضـــح التصـــميم الـــذى تـــم إقتراحـــة وهـــو عبـــارة عـــن شـــكل هندســـى يمكـــن للمـــادة عنـــد تفاعلهـــا أغـــلاق نســـبة كبيـــرة مـــن الواجهـــة لتظليـــل الفراغ الداخلى وبالتالى تقليل الحمل الحرارى .



شكل (٤-٩) يوضح مكونات الاساسية لمادة Thermobimetals (TBM) المقترحة للتصميم البرج الجنوبى لمبنى البنك الاهلى المصرى -المصدر الباحث

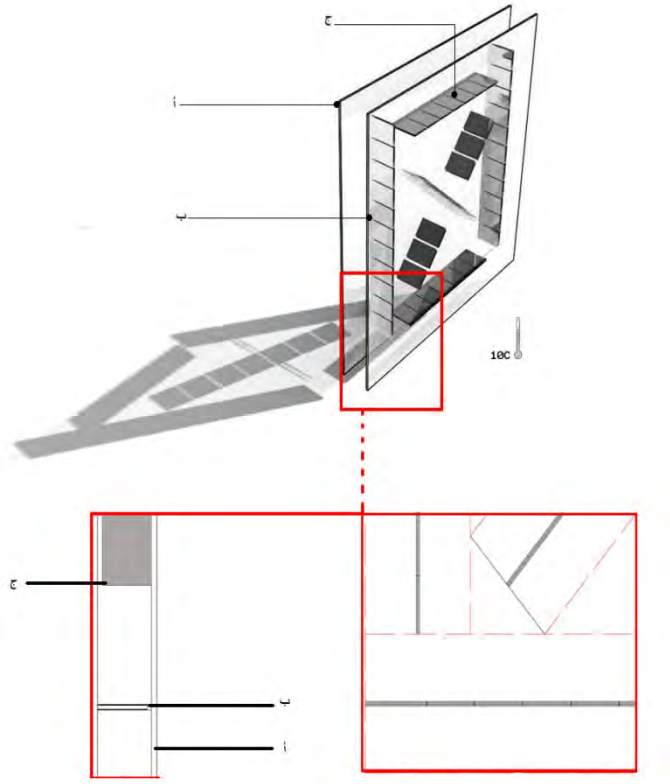
٤-٤-٥- التشكيل الهندسى:

التصميم الهندسى المقترح هو تصميم مأخوذ من تشكيل المشربية العربية وحيث يتكون التشكيل من وحدات متكرره طول الوحدة الواحدة ١.٢٥م والعرض ١.٢٥م بين لوحين من الزجاج سمك ١٢مم لحماية مادة (TBM) (Thermobimetals)من العوامل الجوية بحيث يمكن تكررها هذه الوحدة على واجهة المبنى الإدارى و الوحدة الواحدة تتكون من شرائح فردية من مادة(Thermobimetals)بعرض ٣ سنتيمتر وبطول ٩ سنتيمتر وتم توزيعها فى الاتجاهات الأفقى والرأسى والمائل بزاوية ٤٥ درجة ليعطى إيحاء بالمشربية العربية والشكل (٤-١٠) يوضح الشكل المقترح للتصميم حيث تسمح الفراغات بين الشرائح بدخول الضوء الغير مباشر داخل الفراغ حيث أن تشكيل المادة يختلف خلال فترات كل منها انخفضت وارتفعت أشعة الشمس ودرجة الحرارة، وتظليل الفراغ من أشعة الشمس تلقائياً يتم توفيرها للمبنى حسب الحاجة ودون الحاجة إلى التفاعل البشري أو نظام تحكم إلكتروني.



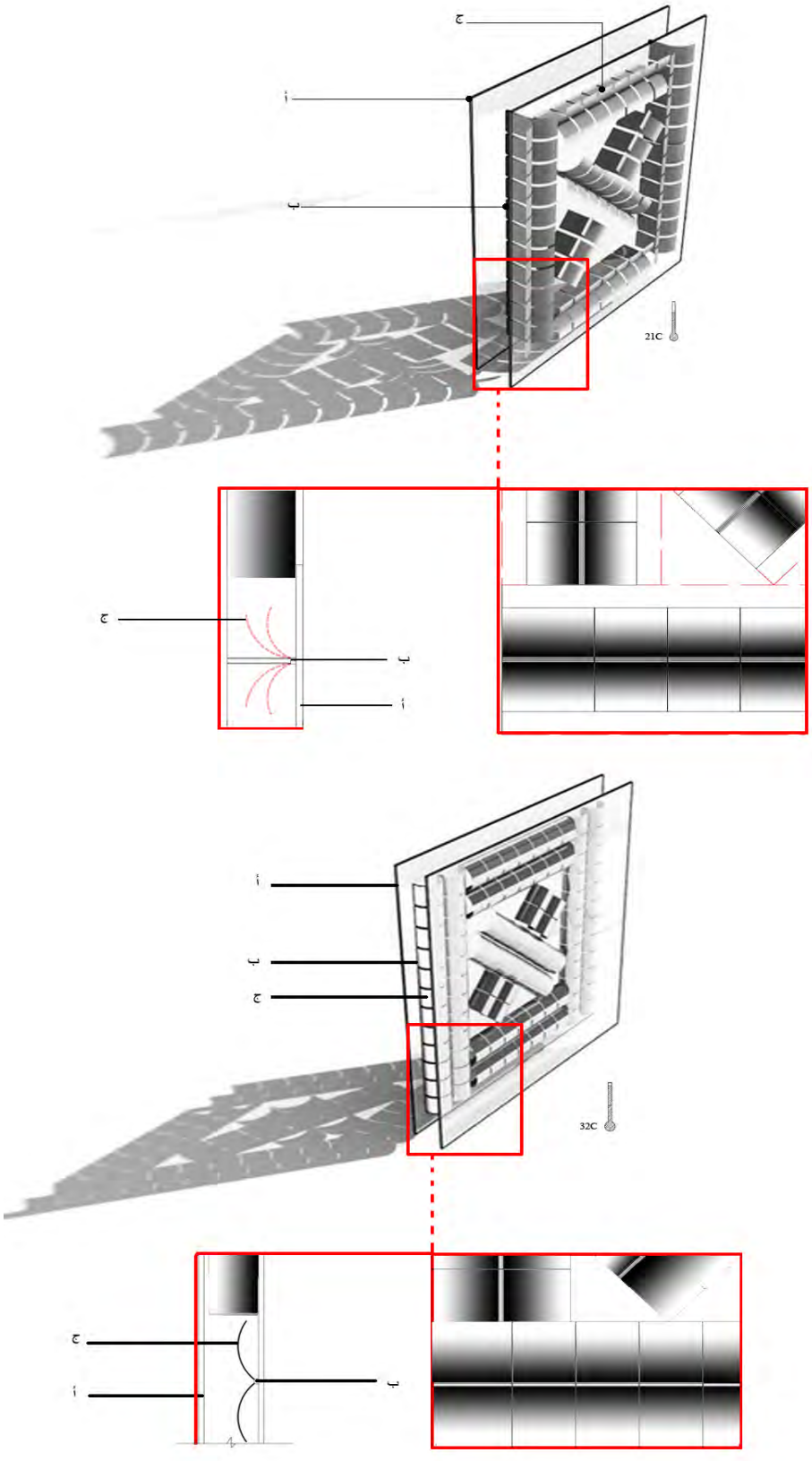
شكل (٤-١٠) يوضح توصيل مكونات توليد النموذج معا في واجهة (Grasshopper) للتحكم في أبعاد النماذج ثلاثية الأبعاد(Rhino)-المصدر: الباحث

علـــى هـــذا النحـــو، قـــد تظـــل درجـــة الحـــرارة الداخليـــة للمبنـــى أكثـــر ملائمـــة لمســـتخدمى الفـــراغ ممـــا يقلـــل مـــن الحاجـــة إلـــى التبريـــد الفنـــي للمبنـــى ومـــا يصـــاحب ذلـــك مـــن إســـتهلاك الطاقـــة لتبريـــد المبنـــى حيـــث النتـــائج التـــى تـــم التوصـــل إليهـــا لأســـتجابة المـــاد لدرجـــة الحـــرارة فالشـــرائح عنـــد درجـــة حـــرارة ١٠درجـــات مئويـــة أو أقـــل تكـــون الشـــرائح أفقيـــة تمامـــا يســـمح بـــدخول كامـــل الضـــوء داخـــل الفـــراغ وعنـــد درجـــة حـــرارة ٢١ درجـــة مئويـــة تكـــون زاويـــة ميـــل thermobimetals ٤٥ درجـــة وهـــذه الدرجـــة تعمـــل علـــى تظليـــل الفـــراغ الـــداخلى وكأنهـــا كاســـرات شـــمس متحركـــة وعنـــد درجـــة حـــرارة ٣٢ مئويـــة أو أكثـــر تغلـــق الشـــرائح الفراغـــات وتعمـــل علـــى عـــدم دخـــول الضـــوء الغيـــر والمرغـــوب فيـــه داخـــل الفـــراغ بتثنـــاء أشـــعة الضـــوء الغيـــر مباشـــر نتيجـــة للفراغـــات المصـــممة بـــين الشـــرائح داخـــل الفـــراغ[٤]و الشـــكل (٤-١١) -(٤-١٢) يوضحان محاكاة لتوضيح حركة طبقاً لدراجات الحرارة .

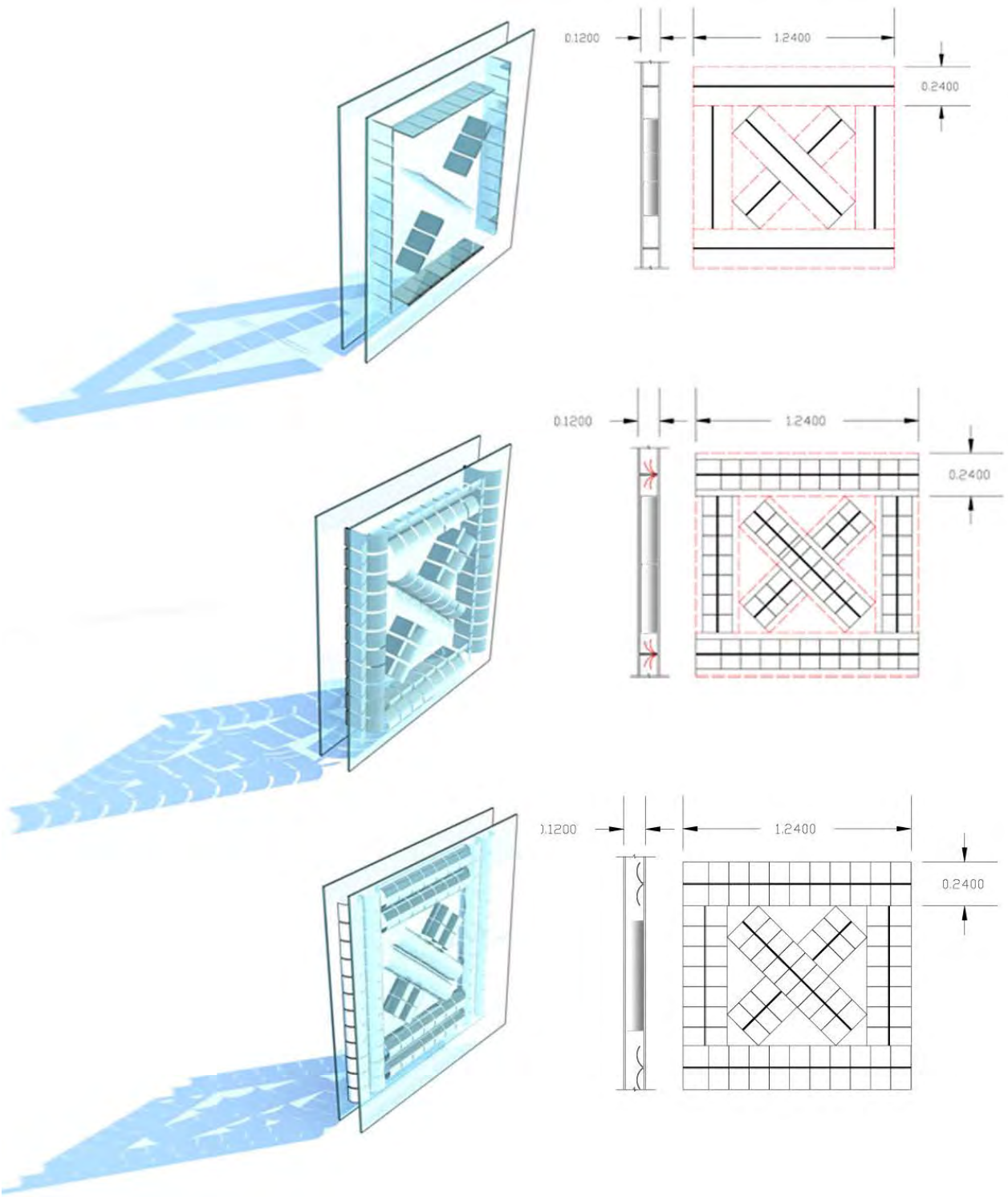


شكل (٤-١١) يوضح تفصيلة لتسلسل حركة المادة المقترحة عند درجة حرارة ١٠ C –المصدر- الباحث

٤-Doris Sung, Rolling Hills,(٢٠١٣) "patent",UNIVERSITY OF SOUTHERNCALIFORNIA, Los Angeles, CA (US)



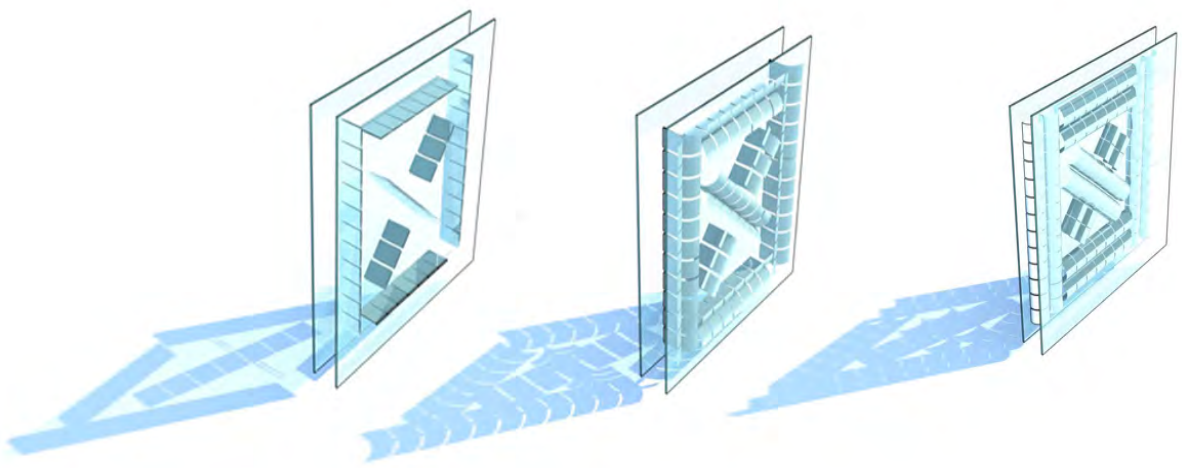
شكل (٤-١٢) يوضح تفصيلة لتسلسل حركة المادة المقترحة عند درجة حرارة 21-32 C-المصدر- الباحث



شكل (٤-١٣) يوضح تفاصيل للتصميم المقترح –المصدر- الباحث

٤-٤-٦- نمط التشكيل :

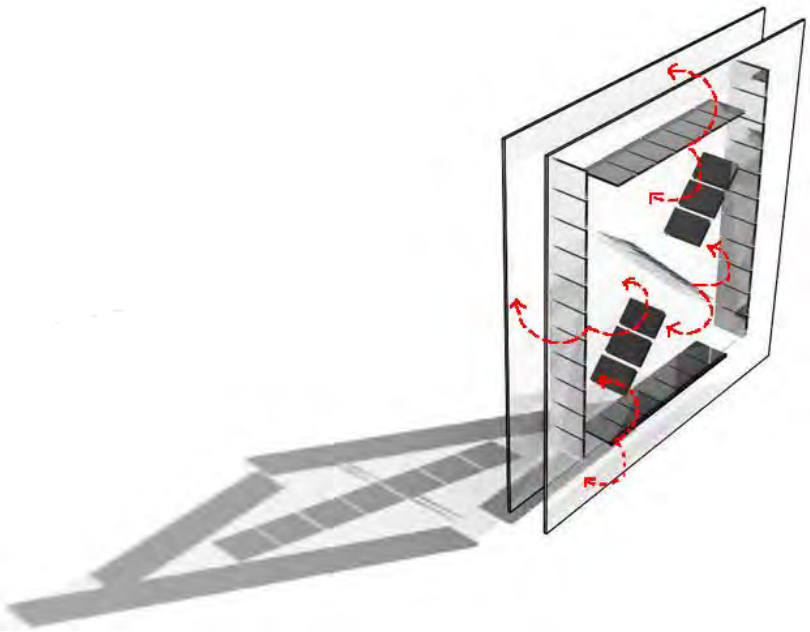
نمط التشكيل هو نمط الطى Fold والشكل (٤-١٤) يوضح تسلسل حركة المادة المقترحة لتصميم واجهة المبنى .



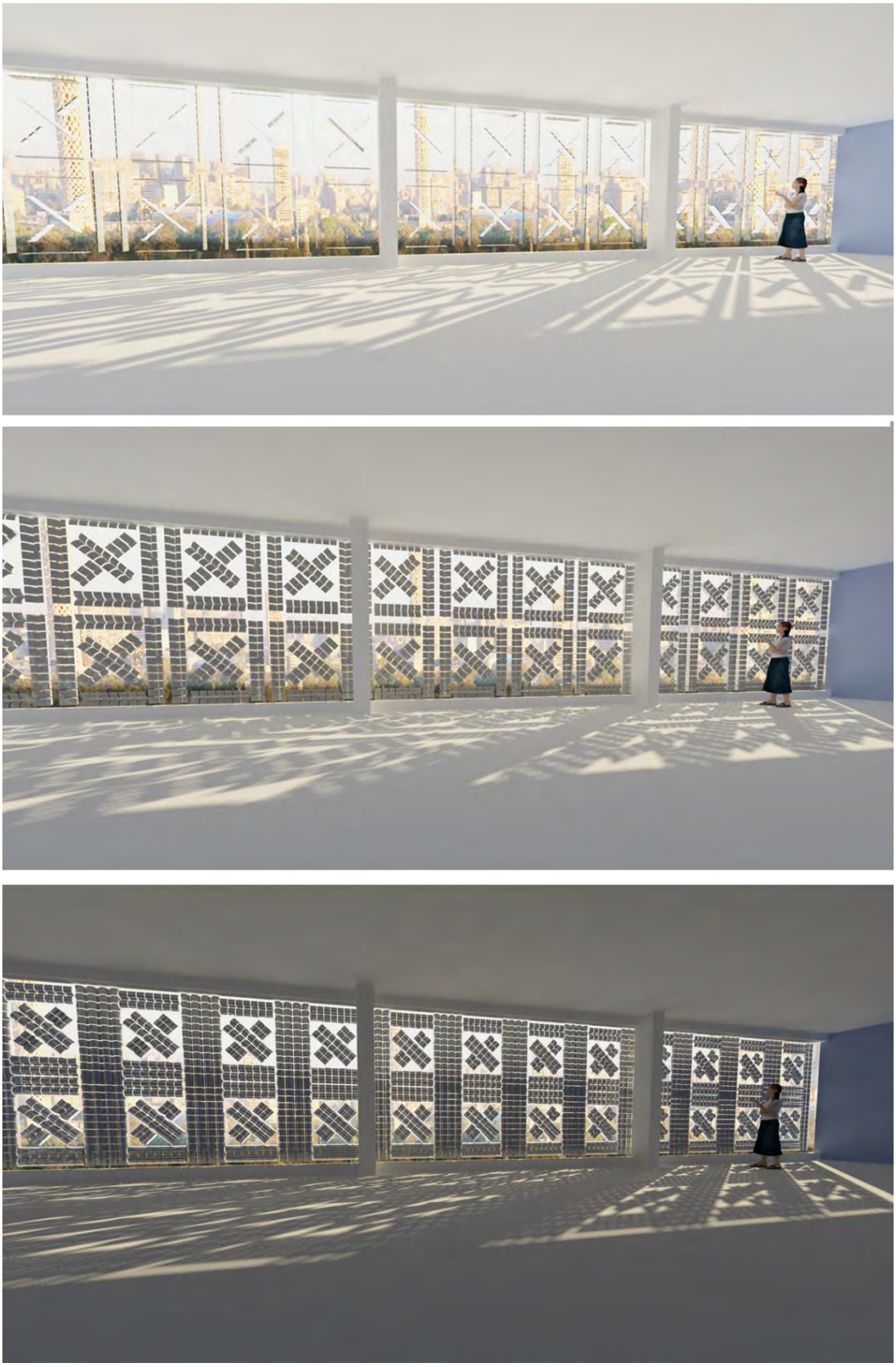
شكل (٤-١٤) يوضح تسلسل حركة المادة المقترحة لتصميم واجهة المبنى –المصدر الباحث

٤-٤-٧- ممارسة الحركة:

حركة الشرائح هى حركة تلقائية نتيجة لأشعة الشمس طبقاً لدراجات الحرارة الموضحة أعلاه والشرائح المعرضة لأشعة الشمس ويكون إتجاه الثنى فى الإتجاه المعرض لأشعة الشمس عند تسخينها يكون الانحناءات من الجانب السفلي من معدن معامل أو طبقة السلبية، عندما تبرد تحت درجة حرارة الأولية يكون الانحناءات في الطريق المعاكس نحو الطبقة النشطة بحيث يكون إتجاه غلق الشرائح فى إتجاهين متعاكسين لبعضهما لغلق المسطح طبقا للتصميم المقترح.



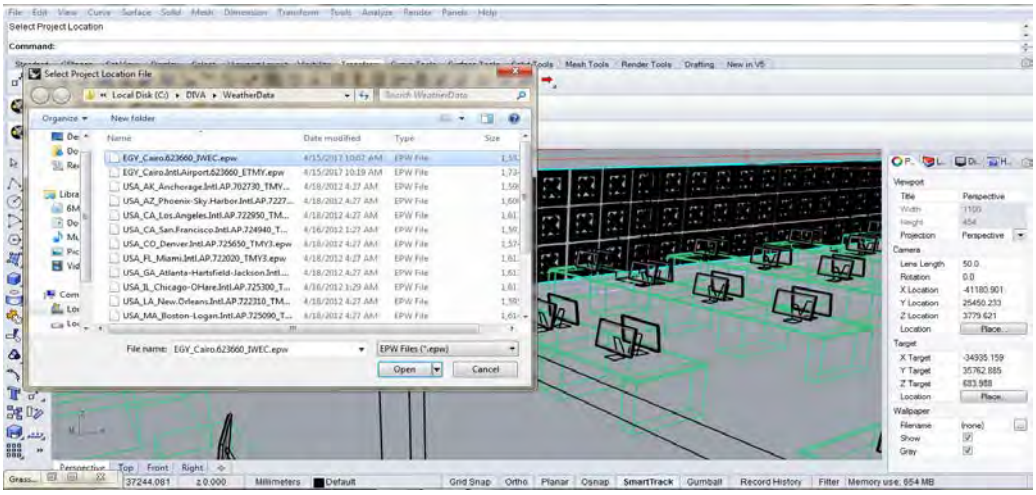
شكل (٤-١٥) يوضح إتجاه حركة المادة المقترحة لتصميم واجهة المبنى –المصدر الباحث



شكل (٤-١٦) يوضح محاكاه لتأثير حركة المادة للتصميم المقترح على الفراغ الداخلى-المصدر- الباحث

٤-٥- محاكاة التصميم:

لعمل المحاكاة على المبنى تم إختيار و تحديد قاعة بعرض ٨متر وطول ١٦متر بأرتفاع ٢.٨٠ متر فى الواجهة الجنوبية من البرج الجنوبى وهى قاعة عمل أدارى .وتم إستخدام ملف الطقس الخاص بالموقع كما هو موضح فى الشكل (٤-١٧) كاخطوة أولى لبداية المحاكاة .

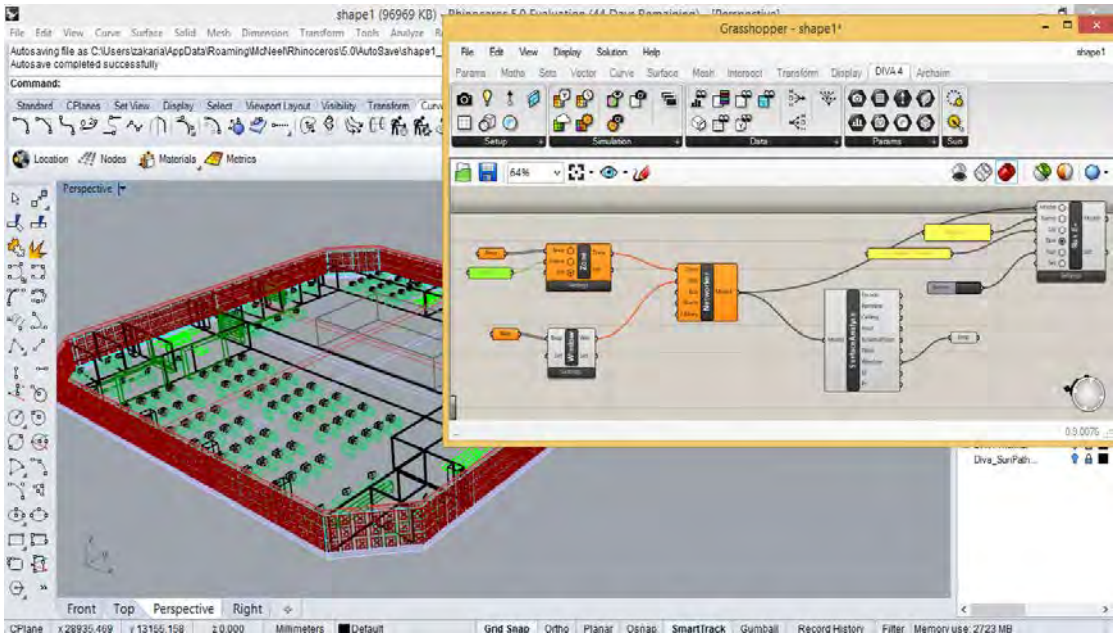


الشكل (٤-١٧) يوضح تحديد ملف الطقس الخاص بالموقع المبنى بالقاهرة (***DIVA Plug-in***) -المصدر- الباحث

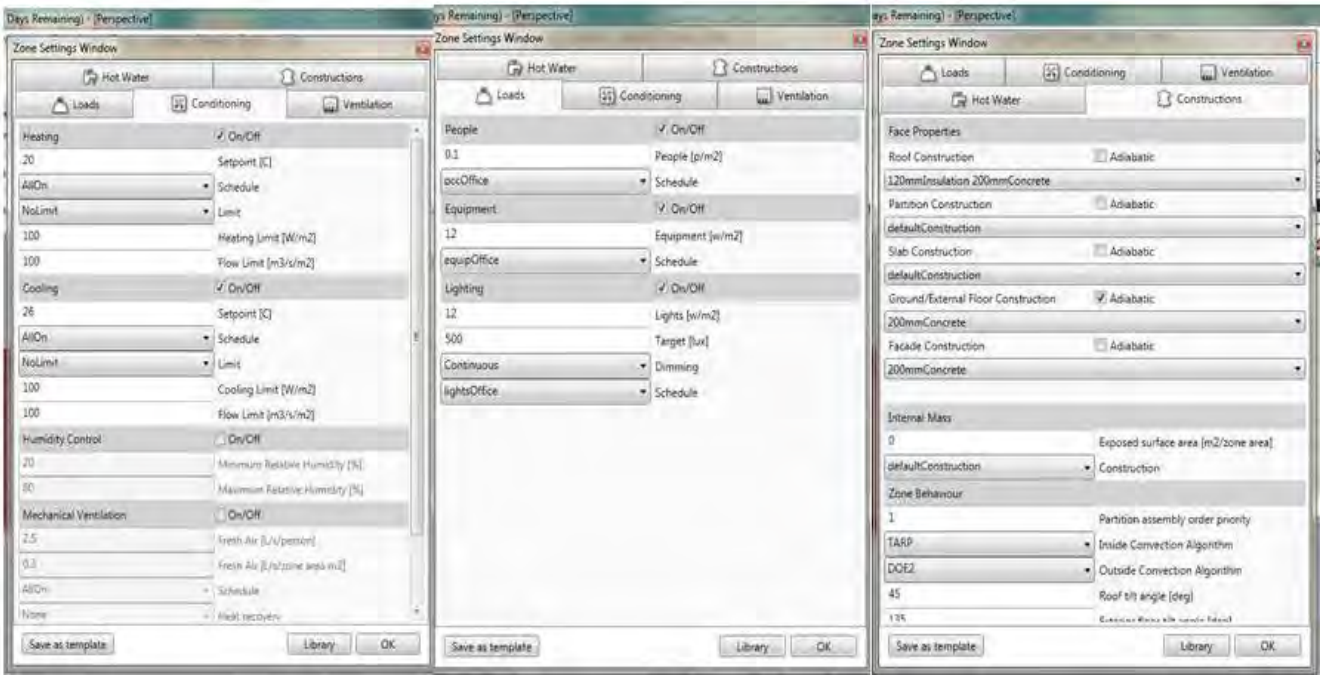
الخطوة التالية تحديد خواص المواد الخاصة بالفراغ محل الدراسة وهى كالتالى.

السطح	خواص المواد/ الإنعكاس (R)
السقف	R/%60
الحوائط	R/%35
الارضية	R/%20
النفاذية البصرية(VT)	
الزجاج	VT/%80
الشرائحThermobimetals	VT/%5

جدول(٤-٥) يوضح خواص المواد الإنعكاس (R) /النفاذية البصرية(VT)-المصدر-الباحث



شكل (٤-١٨) يوضح توصيل مكونات توليد المحاكاه النموذج معا في واجهة
(Grasshopper- DIVA Plug-in)-المصدر: الباحث

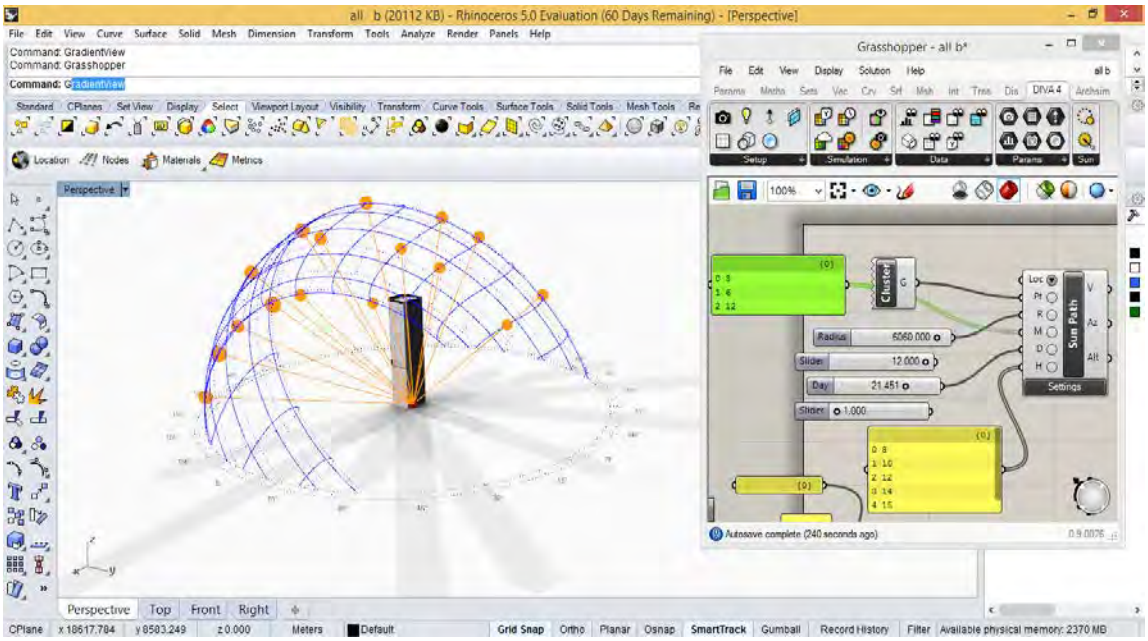


شكل (٤-١٩) يوضح تحديد خصائص المواد (***DIVA***-Archsim- ***Plug-in***) -المصدر- الباحث

وتم تحديد وإختيار ثلاث أيام فى ثلاث أشهر خلال السنة لعمل المحاكاة وهما كالتالى

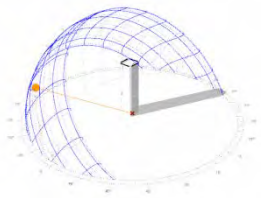
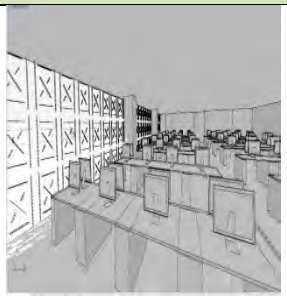
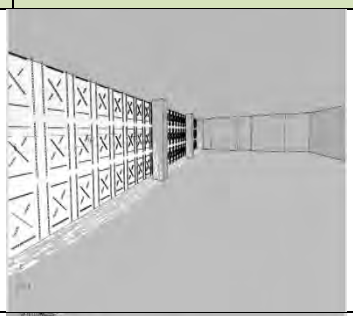
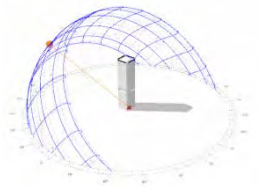
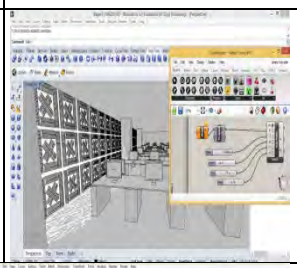
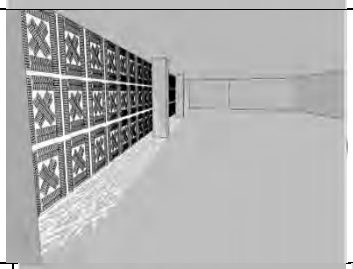
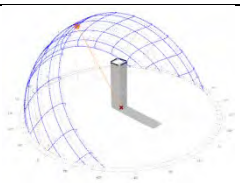
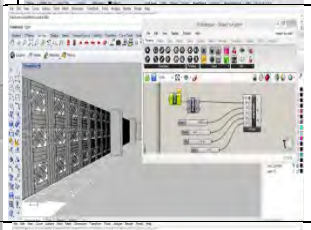
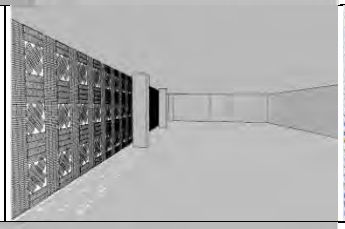
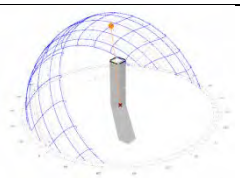
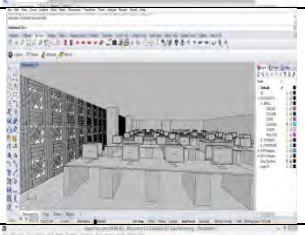
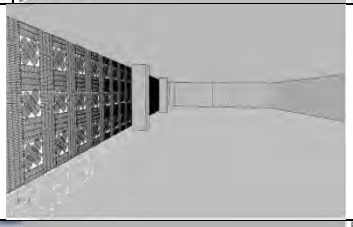
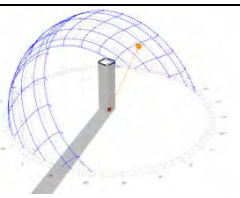
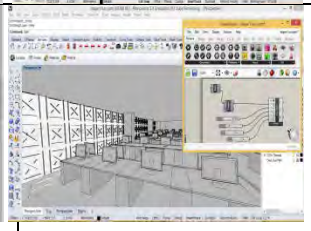
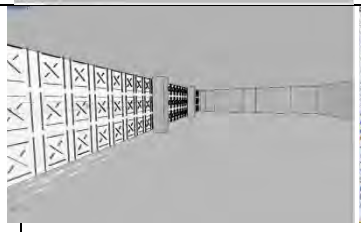
- ٢١ يونيو أطول نهار فى السنة .
- ٢٢ ديسمبر أقصر نهار فى السنة .
- ٢١ مارس تساوى فترة النهار و الليل.

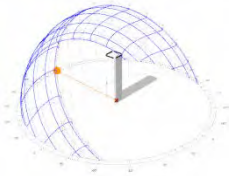
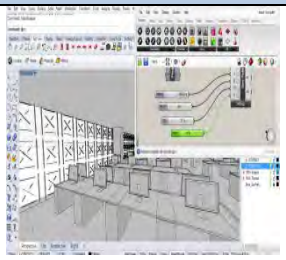
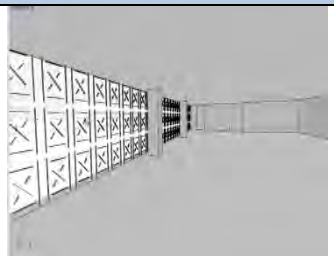
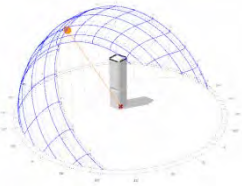
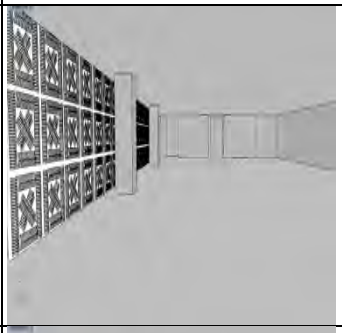
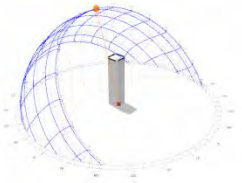
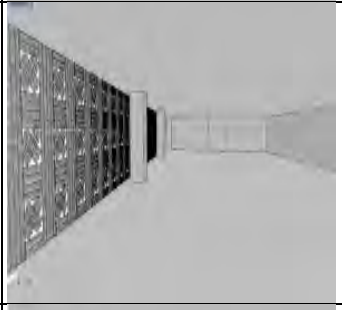
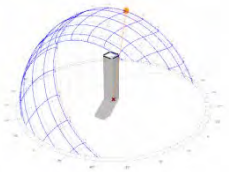
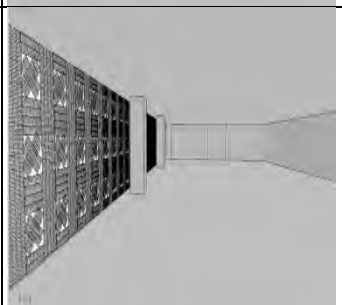
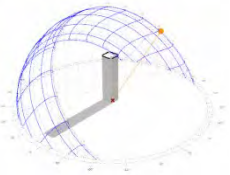
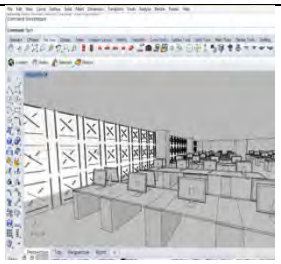
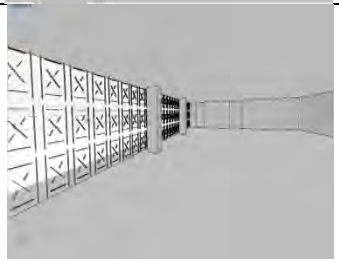
وتم تحديد ساعات العمل خلال اليوم وهى كالتالى الساعة الثامنة والعشرة و الثانية عشر والرابعة عشروالسادسة عشر والشكل (٤-٢٠) يوضح شهور وساعات سقوط اشعة الشمس على البرج الجنوبى محل الدراسة .

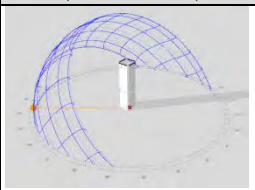
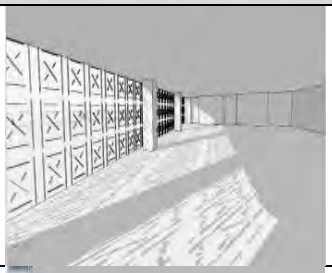
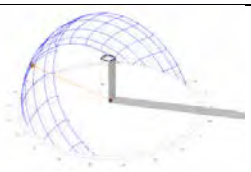
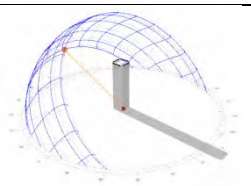
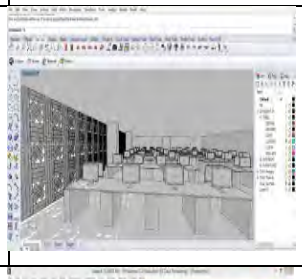
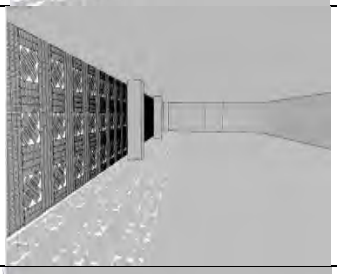
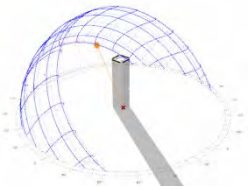
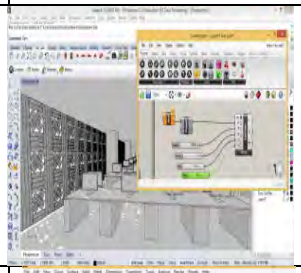
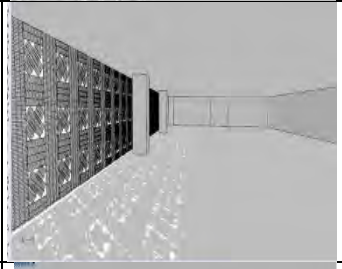
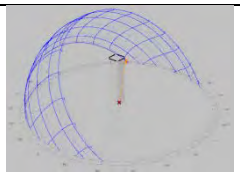
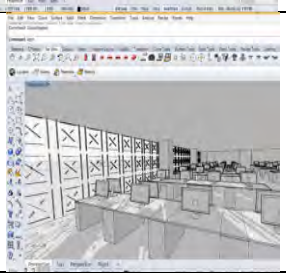
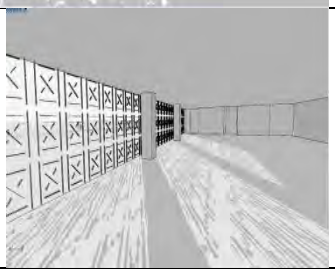


الشكل (٤-٢٠) يوضح شهور وساعات سقوط أشعة الشمس المقترحة على البرج الجنوبى محل الدراسة (***DIVA Plug-in***) – المصدر – الباحث

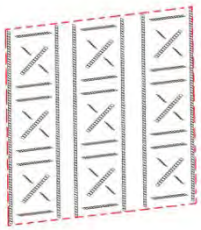
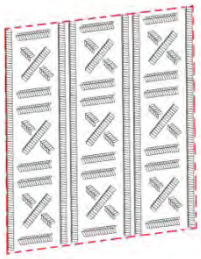
جدول (٤-٦) يوضح تحليل وضوء النهار داخل الفراغ التصميمى طبقا لشهور وساعات سقوط أشعة الشمس المقترحة على البرج الجنوبى محل الدراسة (***DIVA Plug-in***)- المصدر- الباحث

الساعة / الشهر	المسار الشمسى خلال ساعات المحاكاة(٢١مارس) (Sun Path)	الأشعة الساقطة داخل الفراغ (٢١مارس)		زاوية ميل شرائح Thermo bimetals
الساعة 8:00صباحاً				صفر
الساعة ١٠:٠٠ صباحاً				٥٦٠
الساعة ١٢.٠٠مساءاً				٥٩٠
الساعة ٢:٠٠مساءاً				٥٩٠
الساعة ٤:٠٠مساءاً				٥٣٠

الساعة / الشهر	المسار الشمسى خلال ساعات المحاكاة(٢١يونيو) (Sun Path)	الأشعة الساقطة داخل الفراغ (٢١يونيو)		زاوية ميل شرائح Thermo bimetals
الساعة 8:00 صباحاً				صفر
الساعة ١٠:٠٠ صباحاً				٥٦٠
الساعة ١٢.٠٠مساءاً				٥٩٠
الساعة ٢:٠٠مساءاً				٥٩٠
الساعة ٤:٠٠مساءاً				٥٣٠

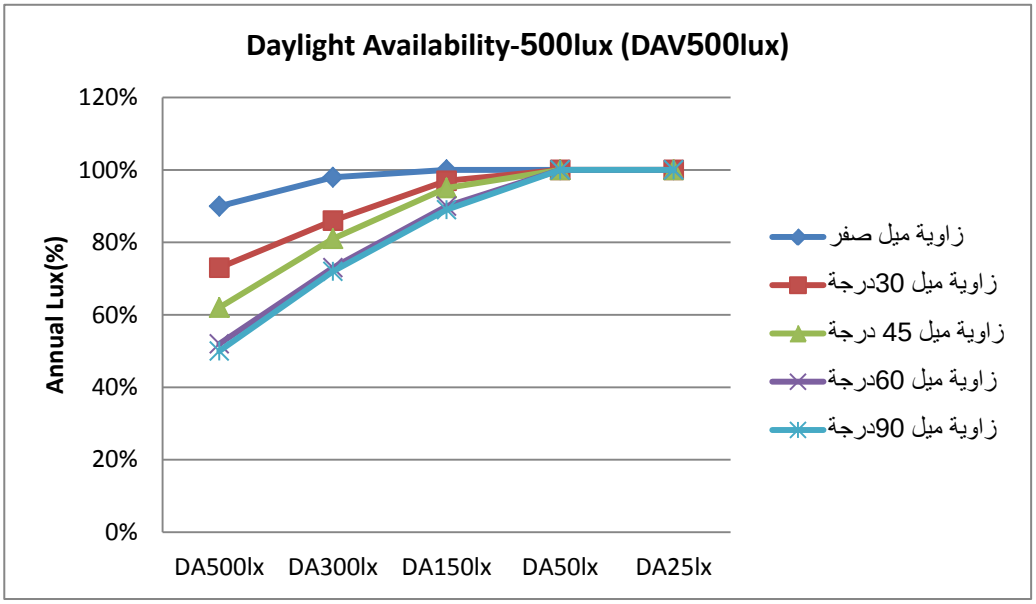
الساعة / الشهر	المسار الشمسى خلال ساعات المحاكاة(٢٢ديسمبر) (Sun Path)	الأشعة الساقطة داخل الفراغ (٢٢ديسمبر)		زاوية ميل شرائح Thermo bimetals
الساعة 8:00صباحاً				صفر
الساعة ١٠:٠٠ صباحاً				٥٦٠
الساعة ١٢.٠٠مساءاً				٥٩٠
الساعة ٢:٠٠مساءاً				٥٩٠
الساعة ٤:٠٠مساءاً				٥٣٠

جدول(٤-٧)يوضح ضوء النهار Daylight Availability-500lux (DAv500lux)

الشكل التوضيحى	زاوية ميل الشرائح	ضوء النهار Daylight Availability-500lux				
		DAv25lx	DAv50lx	DAv150lx	DAv300lx	DAv500lx
	زاوية ميل الشرائح صفر	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٩٨	٩٠
	زاوية ميل الشرائح ٣٠°	١٠٠	١٠٠	٩٧	٨٦	٧٣
	زاوية ميل الشرائح ٤٥°	١٠٠	١٠٠	٩٥	٨١	٦٢
	زاوية ميل الشرائح ٦٠°	١٠٠	١٠٠	٩٠	٧٣	٥٢
	زاوية ميل الشرائح ٩٠°	١٠٠	١٠٠	٨٩	٧٢	٥٠

٤-٥-١- تحليل ضوء النهار Daylight Availability-500lux (DAv500lux):

ومن خلال المحاكاه لضوء النهار من خلال زوايا ميل الشرائح على (DAv500lux)في هذا القسم باستخدام Daylight Availability-500lux (DAv500lux). يمكن أن نلاحظ في جدول (٤-٧)، نسبة (DAv50-100lux) لجميع زوايا الإسقاط على ميل الشرائح (صفر-٣٠°-٤٥°-٦٠°-٩٠°) يزيد إلى أكثر من ٩٠٪ داخل الفراغ. ولكن كما هو مبين في عدد المرات التي تقل فيها قيم الإنارة أقل من (DAv150lux)، فإن أكثر من ١٠٪ من المناطق أقل من ضوء النهار المقبول ،وعندما تكون زوايا ميل الشرائح صفر-٣٠° الموجودة على نظام الواجهات. حققت ٧٣٪ ألى ٩٠٪ من الإضاءة المطلوبة من (DAv25-500lux)من ضوء النهار، وعندما تكون زوايا ميل الشرائح ٤٥°الموجودة على نظام الواجهات فيما يتعلق بإحتمال الوهج وتحليل(DAv500lux) ،فأن ضوء الشمس المباشر القادمة داخل المبنى من الجنوب، عند زوايا ميل الشرائح (صفر-٣٠°) يقع على الواجهة ومستويات ضوء النهار فى الفراغ التصميمي داخل نسبة .(DAv500lux) وبالتالي يمكن حدوث وهج، ولذلك فأن زوايا ميل الشرائح عند صفر-٣٠° ليست مناسبة لراحة في هذه الحالة الدراسة. وبالنظر إلى هذه النتائج، يعتبر أن توقعات زوايا ميل الشرائح (-٦٠°-٩٠°) هي الأنسب لتوفير مستويات راحة مناسبة في ضوء النهار و شكل(٤-٢١)يوضح ضوء النهار المتاح خلال زوايا ميل الشرائح.

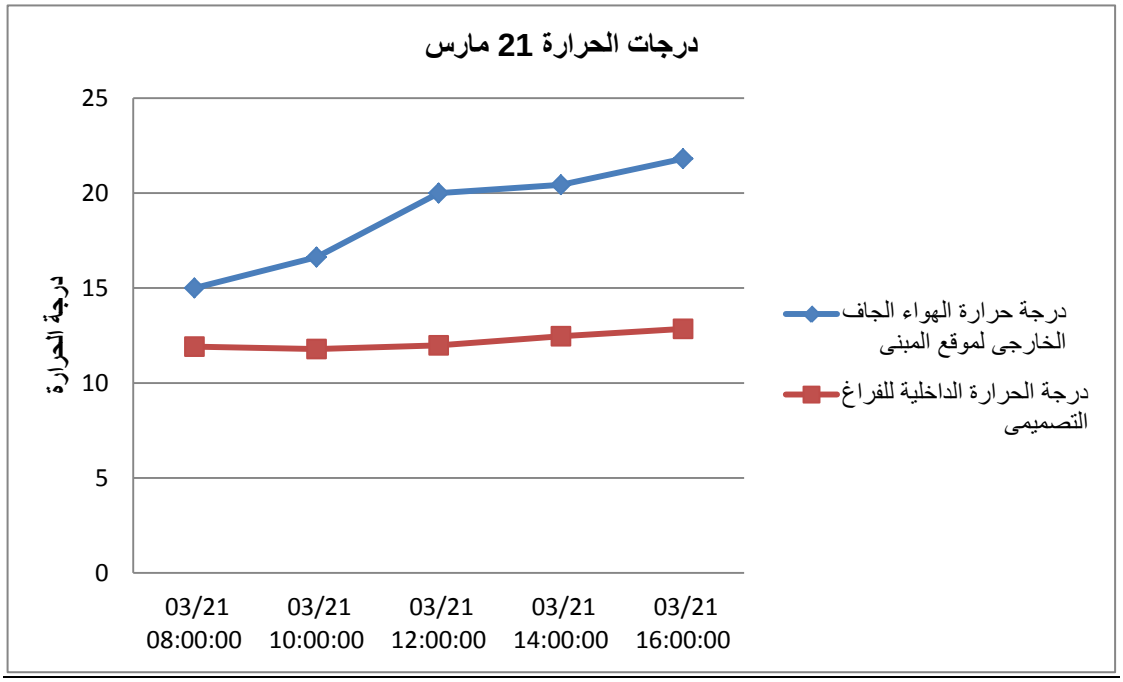


شكل (٤-٢١) **يوضح ضوء النهار Daylight Availability-500lux (DAv500lux)** -***DIVA*** ***Plug-in***)- المصدر- الباحث

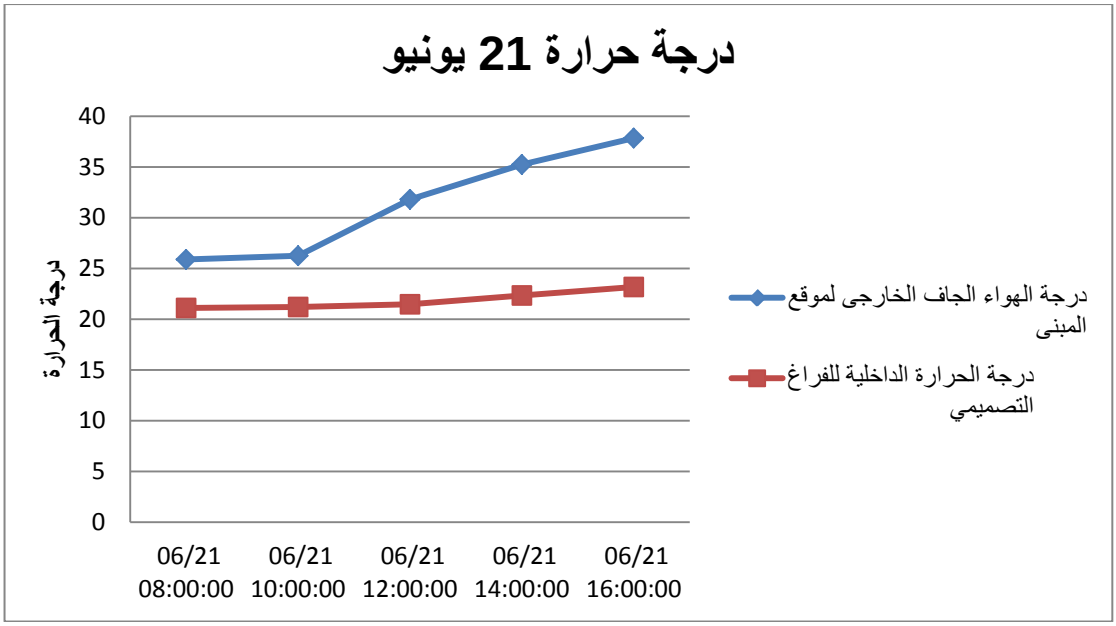
٤-٥-٢- درجات الحرارة دخل الفراغ التصميمي خلال ساعات المحاكاة: ThermalSimulation Results:

ومن خلال المحاكاه لدراجات الحرارة من خلال زوايا ميل الشرائح فى شهور وساعات المقترحة للمحاكاه يمكن أن نلاحظ إختلاف دراجات الحرارة بين داخل الفراغ التصميمي ودرجة الحرارة الخارجية للمبنى ويوضح شكل(٤-٢٢) درجات الحرارة فى ٢١مارس داخل وخارج الفراغ التصميمي ويمكن أن نلاحظ فى ٢١ مارس يتراوح فروق درجة الحرارة من داخل الفراغ وخارجة فى ساعات العمل بين ٣° c -٩° c بين الداخل والخارج للفراغ التصميمي ويوضح شكل(٤-٢٣) درجات الحرارة فى ٢١يونيو يتراوح فروق درجة الحرارة من داخل الفراغ وخارجة فى ساعات العمل بين٤°c-١٣° c بين الداخل والخارج للفراغ التصميمي ويوضح شكل(٤-٢٤) درجات الحرارة فى ٢٢ديسمبر يتراوح فروق درجة الحرارة من الداخل الفراغ وخارجة فى ساعات العمل بين ٢.٤°c -٥.٤°c بين الداخل والخارج فى الفراغ التصميمي .

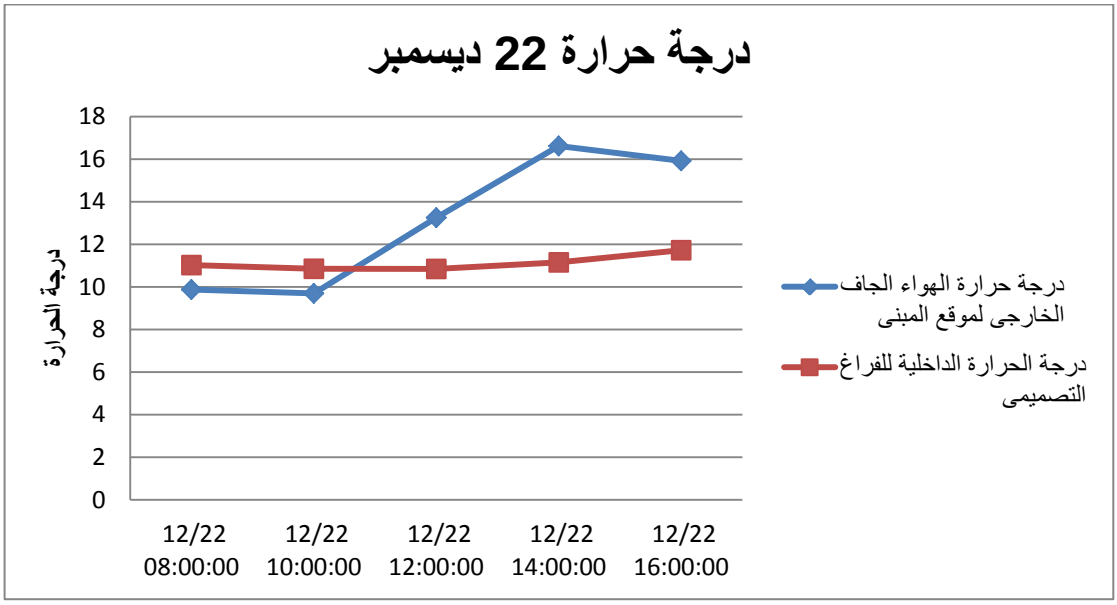
وبالنظر إلى هذه النتائج، يعتبر أن توقعات زوايا ميل الشرائح فى شهور و ساعات العمل المقترحة عملت على تقليل الحمل الحرارى الداخلى للفراغ التصميمي خاصة فى يوم ٢١يونيو مما تساعد على رفع كفائة الفراغ الداخلى .



شكل(٤-٢٢) يوضح درجات الحرارة فى ٢١مارس(***Plug-in***-Archsim- ***DIVA***)-المصدر- الباحث



شكل(٤-٢٣) يوضح درجات الحرارة فى ٢١يونيو(***DIVA***-Archsim- ***Plug-in***)-المصدر- الباحث



شكل(٤-٢٤) يوضح درجات الحرارة فى ٢٢ديسمبر(***DIVA***-Archsim- ***Plug-in***)-المصدر- الباحث

٤-٥-٣- مرحلة النمذجة ثلاثية الأبعاد:

بعد عمل التحليل والمقارنة الخاصة بالمحاكاه على المصمم عمل نموذج مادى بأبعاد حقيقية وأخضاعه إلى التجارب التى أخضعا إليها فى المحاكاه للتأكد من صحة النتائج التصميمية .

٤-٥-٤-مرحلة التصنيع:

بعد مرحلة النمذجة والتأكد من فاعلية النظام المقترح تأتى مرحلة التصنيع بالكمبيوتر وإمكانيات التقسيم لوضع حلول وإمكانيات التركيب ومعالجة الاخطاء أى تقليل نسبة الأخطاء أثناء مرحلة التصنيع والتأكد من إمكانية الصيانة لأطالة فاعلية النظام أُثناء العمل والشكل (٤-٢٥) يوضح الشكل النهائى للمقترح التصميمي للبرج الجنوبى لمبنى البنك الأهلى المصرى .

شكل (٤-٢٥) يوضح الشكل النهائى للمقترح التصميمي للبرج الجنوبى لمبنى البنك الاهلى المصرى-المصدر الباحث

تجدر الإشارة إلى أن التحليلات لم تتم إلا من خلال المحاكاة الحاسوبية. وينبغي أن يشمل إستمرار هذا المشروع للتحقق من صحة النتائج من خلال إختبار النموذج الأولي المبني. كما يحتاج النموذج الحالي إلى تطوير إضافي. وعلى الرغم من إكتشاف العديد من القضايا العملية أثناء المحاكاه، فإنه من المهم إجراء إختبار جدي على النموذج، ومن المتوقع إكتشاف العديد من

المشاكل والفرص التي سيتم خلال عملية إنشاء النموذج مادي لأغراض التصنيع المحتملة. وبالإضافة إلى ذلك، فإن طريقة البحث المقدمة ليست هي الطريق الوحيد لتحقيق وفورات في الطاقة ولتوفير الإضاءة الطبيعية. وأنما كيفية إستخدام أدوات التحليل لتحديد الأهمية النسبية للإضاءة والحرارة وتوفير الطاقة في التصميم هذه الأنظمة الحركية الإستجابية. ، ومن الواضح أنه في حالات البناء الحقيقية، ستجرى إختيارات أخرى أستجابة للمعايير الجمالية أخرى تستند إلى الأداء.وتظهر هذه الدراسة أن الواجهات الحركية المصممة بشكل صحيح يمكن أن تقلل من إستخدام الطاقة في المبنى، خلال فترات كل من إنخفضت وارتفعت أشعة الشمس ودرجة الحرارة، وتعمل هذه الأنظمة على التظليل من أشعة الشمس تلقائياً ويتم توفيرها للمبنى حسب الحاجة دون الحاجة إلى التفاعل البشري أو نظام تحكم إلكتروني. على هذا النحو، قد تظل درجة الحرارة الداخلية للمبنى أكثر اتساقا مع الحمل الحرارى المطلوب مما يقلل من الحاجة إلى التبريد الفني للمبنى وما يصاحب ذلك من إستهلاك الطاقة لتبريد المبنى بالمقارنة مع مبنى تقليدى ويمكن أن تنتج كميات وافرة من ضوء النهار الطبيعي الموصى بها، والحث على سرعة التهوية المطلوبة والمريحة، والتقليل من الطاقة المستخدمة، بالمقارنة مع الوضعية غير مظللة النموذجية. وكانت الواجهات الحركية المدروسة قادرة على إنخفاض بنسبة ٢٠-٣٠٪تقريبا في إستهلاك الطاقة فى حالة التبريد من النظم التقليدية. كما أن هذه الأنظمة قادرة على تظليل مساحة المكاتب من الشمس، ويمكن القيام بذلك على مستويات متغيرة على مدار اليوم والشهر والسنة. وقد تبين أن النظم الحركية تبقي ٥٠٪ من سطح العمل في مستويات الضوء الموصى بها، وليس فقط الحد من الحاجة للإضاءة الاصطناعية، ولكن أيضا الحفاظ على مساحة في وضع مريح للمهام المطلوبة من هذا الفضاء، بدءا من ١٥٠ إلى ٥٠٠ لوكس. ولأغراض ضوء النهار، تبين أن مستويات الإضاءة في الفضاء يمكن أن تتحسن بدرجة كبيرة. وتمكنت الأنظمة الحركية الذاتية من إنتاج المزيد من الأسطح في النطاق الموصى به أفضل من نظم الثابتة كما يمكن أن توفر محاكاة الكمبيوتر بعض التوجيه لممارسة الإبداع المعماري؛ ويمكن أن تكون الواجهات الحركية الذاتية على حد سواء جميلة ومسيطرة على البيئة بشكل أكثر فعالية.

أولاً– النتائج

من خلال الدراسة السابقة تم إستخلاص العديد من النتائج أهمها ما يلى:

أولاً: نتائج تتعلق بالدراسة النظرية للعمارة التفاعلية ذاتية الحركة :

- الحركة الذاتية حقل مثيرة للاهتمام للمجتمع المعماري. كما أن الحالة التجريبية للمشاريع يجعل من الصعب تشيكل وإستنتاج نهائي بشأن ما إذا كانت هذه النظم واقعية. حتى الآن لا يمكن تقيمها بشكل فعلي كامل.

- الأنواع الرئيسية للتكنولوجيا المستخدمة في تظليل الواجهات المتحركة نوعين: الاول وهو الواجهات المتحركة بوسائل ميكانيكية والثاني الواجهات المعتمدة على خصائص المواد ذاتها. وبالرغم من أن كلا النوعين يهدف إلى تحقيق أداءحرارى للمبنى المقتصد في الطاقة، إلا أن الواجهات المتحركة بوسائل ميكانيكية تتطلب حماية من الظروف البيئية إضافة إلى إحتياجها إلى طاقة للتشغيل. أما الواجهات المعتمدة على خصائص المواد فهي تستجيب ذاتياً ولا تحتاج الى طاقة تشغيلية للتحريك.

- الإستجابة في الأنظمة الحركية هي الإستجابة للمتغيرات المناخية بالبيئة المحيطة عن طريق سلوكيات مادية واضحة لمكونات المبنى ، حيث تتكامل الأنظمة الحركية مع أنظمة التحكم المختلفة لتستجيب وتتكيف مع التغيرات البيئية لتحسين أداء المبنى . وهى إما أنظمة مستجيبة ذات خواص تتعلق بالإستجابه للإشعاع الشمسى أو ضوء النهار أو حركة الهواء أو درجة حرارة الهواء أو أى ظروف مناخية أخري ، وهذه الخواص يمكن أن توجد بشكل منفصل في النظام أو يتم الجمع بين عدة أنظمة فى تصميم المبنى.

- يسبب إستخدام الواجهات المتحركة إضافة جمالية خاصة علاوة على الوظيفة البيئية في الواجهات المعتمدة على التغير فى البيئة الخارجية لتكون ذات مظهر فعال بشكل مختلف عن الواجهات التقليدية التي يقتصر التغيير فيها على تغير موقع الناظر أو تغيير الظل تبعا لحركة

الشمس وإتجاهها .ويتطلب القرار التصميمي فيما يخص تصميم الواجهات المتحركة لغرض تحسين الأداء الحراري للمبنى من خلال التظليل الأخذ بعين الإعتبار المؤشرات التالية:

١- أهمية إستخدام التكنولوجيا والمواد المناسبة والمرتبطة بخصوصية المناخ الذي يشيد فيه المبنى مع الاخذ بعين الإعتبار عدم التعارض مع النظم المستعملة في المبنى ككل.

٢- أهمية إختيار النظم التي تخدم فكرة تعددية الوظائف كأن تكون لها منافع متوازية إنشائية وجمالية وبيئية.

٣- أهمية تحقيق توازن الناحية الاقتصادية بين الاقتصاد في الطاقة بسبب التظليل وتكاليف الإنشاء والصيانة للنظام.

- تم وضع منهجية لتصميم المبانى الإستجابية من خلال دراسة التصميمات للمبانى الحركية والمستجيبه للمناخ ، لتكون نقطة بداية للمصممين والمعماريين لتطوير أفكارهم والخروج بأفكار جديدة تستطيع مواجهة تحديات العصر . وقد إشتركت تصاميم المبانى فى كونها تجمع بين آسس التصميم السالب " passive design " و معايير تصميم المبانى الذكية .
- المبنى " المستجيب " مع البيئة المحيطة والتغيرات التى تحدث بها ، يحتاج لوجود مجموعة من الأنظمة والتقنيات الذكية المستجيبة التى تمكنه من التفاعل أو الإستجابة مع التغيرات البيئية .
- – تصنف الأنظمة الحركية إلى ثلاثة أنواع هى–الهياكل الحركية الضمنية – الهياكلى الحركيه المتحولة – الأنظمة الحركية الديناميكية.

ثانياً: نتائج تتعلق بدراسة أداء العمارة التفاعلية ذاتية الحركة :

- ليس مطلوبا لتحريك أجزاء كبيرة من المبنى لتكون حركة ديناميكية، ولكن حركة الأجزاء الصغيرة معا يمكن أن يحقق مفهوم الهندسة الحركية. وقد وجد أيضا من الإستعراض أن النقص الحالي للتوسع في تطبيق الحركة الفعلية في العمارة يشير إلى تعقيد التصميم والتكلفة العالية وصعوبة التنفيذ ولكن التطور في المواد الذكية يجعلها أسهل

وأبسط .و العمارة الحركية ليست فقط إضافة في جماليات المعمارية ولكن أيضا أن تلعب دوراً بيئيا في التظليل وتحسين وظائف المبنى.

- التطور العام للحركة التفاعلية يتحرك نحو التفاعل مع التغيرات البيئية مثل ضوء النهار، والرياح، والصوت دون فقدان التفاعل مع البشر. وتوقع العديد من الدراسات المقدمة تغيير في أساليب تصميم الحركة الفعلية في العمارة في المستقبل الذي يدعو المصممين أن تأخذ بعين الإعتبار التغيرات الثورية في مجال الهندسة المعمارية التفاعلية.
- وقد أوضحنا طرق التوليف الحركي. و الكشف عن إستخدام هذه الأساليب في تصميم الهياكل التكيفية. كما أن تصميم هياكل التكيف هو مجال متعدد التخصصات بين الهندسة المعمارية و الميكانيكية و الإنشائية لذلك فإنه من الصعب حقا تطوير آلية جديدة وأيضا هياكل تكيف جديدة دون التعرف على هذه التخصصات . لهذا السبب فإن الشخص الذي يريد أن يكون متخصصا في تصميم الهياكل التكيفية متألفاً مع أجزاء التصميم والجزء الهندسي بما في ذلك التحليل الهيكلي والديناميكيات الحركية. إلى جانب ذلك، إكتسب المعرفة والعلم بالمواد التى تكتسب أهمية من خلال التطوير السريع للمواد الجديدة.

- في السنوات الأخيرة، تم إبتكار العديد من المفاهيم التفاعلية. بعض هذه المفاهيم لديها القدرة على التكيف والتفاعل مع البيئة المحيطة مثل: الضوء، والصوت، الرياح أو مع الأشخاص عن طريق تغيير حالتها من دون الحاجة إلى أي تدخل من الإنسان كما يمكنها العودة إلى حالتها الأصلية دون أي تشوه مع إنتهاء المؤثر الخارجي. وإكتشاف مثل هذه المفاهيم التفاعلية حفز عدد من المهندسين المعماريين إلى التفكير في إستخدامها فى العديد من التطبيقات البيئية المعمارية مثل: التظليل ، الكاسرات الشمسية والنوافذ والتى تؤثر بشكل كبير على مفهوم وتكولوجيا الحركة الفعلية في العمارة و دراسة وتحليل التطبيقات التفاعلية في العمارة الحركية ودراسة قدرة هذه التطبيقات على تطوير هذا الإتجاه في التصميم المعماري. لتكون أكثر فعالية وقابلة للتطبيق في المستقبل.

ثالثاً: نتائج تتعلق بالدراسة التشكيل الحركى للعمارة التفاعلية ذاتية الحركة :

- لقد إعتمدت خمسة أنواع من الأنماط الحركية التي تم إختبارها استجابة للظروف البيئية. وعلاوة على ذلك، فإن هذه الاقتراحات هو جزء من التحقيق المستمر التي وضعها جول مولوني الذي يحقق واجهات حركية للإستخدام المعماري. وقد وفر العمل منصة هامة للعمارة الحركية التي تفحص الفن والجماليات كأساس لتحديد الحركة الأنسب ليتم إختبارها مرة أخرى باستخدام الرسوم المتحركة في تحديد أنواع الأنماط الحركية التى أجريت من خلال سلسلة من الدراسات المتحركة دون ربط أي استجابة بيئية. وقد وفرت طريقة التحقيق هذه من خلال الرسوم المتحركة التي أجريت سابقا أساسا قويا للتحقيق في كيفية تحديد الأنماط الحركية دون تقديم إعتبارات للأهمية النسبية. ومع ذلك الأنماط الحركية تنطوي أساسا على تحكم الجوهري أو الخارجي الذي يستخدم المكونات الميكانيكية، فإنه يؤدي إلى فكرة تحديد شكل ومواد للواجهات الحركية.
- من خلال النهج الموجة أمكن تحديد أنماط الحركة المستخدمة فى الغلاف الحركى للمبنى وهى –الموجة wave –الطىFOLD –مرن FIELD .
- النماذج المادية والعمليات الحسابية الرقمية على نحو كبير دفعت الإعتبارات التصميمية إلى أن الأنماط الحركية والآليات ينبغي أن تسبق أداء تصميم الواجهات الحركية التى تستجيب بيئياً. وأقترحت إلاختبارات الفيزيائية – وبخاصة تلك القادرة على سد الفجوه بين الأبعاد الظاهرية والأداء في سياق تصميم الواجهة. و حدث تحول كبير بعيدا عن الأساليب المرئية، التي تستخدم فقط لتطوير الواجهات الحركية وهو الأختبار البدني والحوسبى التى تشارك بشكل أساسى في عملية التصميم.

- لإستكشاف نماذج مختلفة للواجهات الحركية للإستجابة للظروف البيئية. إستخدام الاستراتيجيات الأختبار البدني والحوسبى ، فإنها تقدم معلومات لإتخاذ قرارات أكثر إستنارة بتحديد فعالية الحركة للأستجابة لظروف البيئية. من خلال عملية التقييم هذه ، يسفر أسلوب التحقيق هذا عن نتائج إختيار نوع واحد من الأنماط الحركة من أجل التطوير للإستجابة فعالة لضوء النهار والأداء الحراري. يتم تقييم هذه الأنماط الحركية من خلال الإختبار البدني وإقتراح إستراتيجيات المحاكاة الرقمية قبل تركيب وإختبار في ظروف الحدود الحقيقية. ويعتبر هذا التقييم بمثابة عملية يعتمدها المصمم كجزء من تصميمه واستراتيجيته وإطاره في إستخدام الواجهات الحركية كاستجابة للسيطرة البيئية.
- وإلى جانب تعزيز الكشف عن إتجاهات التصميم، يكشف التنقيب البصري عن العلاقات بين إتجاه متغيرات التصميم وأداء التصميم. بأستخدام المرشحات لفرز حلول التصميم وهو يمثل الدور الحاسم لإدارة البيانات والتصور. وتظهر تقنيات الفرز كتوجه واعد في البحوث المتعلقة باستكشاف التصميم وإستخراج المعرفة.
- وتميز نظم التصميم البارامترية نفسها عن النظم التوليدية الأخرى بالطريقة التي تسمح بها بالتحكم التدريجي في الشكل أثناء عملية التصميم، مما يثبت أنه مفيد ولا سيما أثناء إستكشاف التصميم. ومدى استجابتها وقدرتها على التكيف مع المحفزات الداخلية والخارجية، أي ديناميكية عملية التصميم الإبداعي وغيرها من الظروف ، تجعل لهذه النظم استراتيجية مناسبة أثناء التصميم وخاصة في إعدادات التصميم المعقدة.

<u>رابعاً: نتائج تتعلق بالأداءالحركى والبيئى للعمارة التفاعلية ذاتية الحركة :</u>

- من أجل إدرك الواجهات الحركية التي تستجيب للتغيرات في الظروف البيئية المختلفة، تتطلب الواجهات لتصميمها تحديد وتقييم الأنماط الحركية والآليات في مرحلة التصميم الأولى. يتم تحديد وتقييم الأنماط الحركية من أجل تزويد المصمم بمعلومات مفصلة بحيث يكون قادر

على إتخاذ قرارات أكثر إستنارة إلى القرارات التي ستقدم أداء أفضل إستجابة للتغيرات في الظروف البيئية المختلفة.

- تتيح النمذجة البارامترية بنية مبكرة لمشاكل التصميم من خلال إجبار المصمم على تفكيك جوانب التصميم المعقدة وعلاقاتها المتبادلة في مرحلة مبكرة. كما أنها تتحدى المصمم، من خلال طلب التفكير المتجدد في وقت مبكر والتي تدعم حسابيا إعادة استخدام المعرفة خلال عملية التصميم وتحديد البارامترات أمر بالغ الأهمية. بالإضافة إلى دمج النظم القائمة على المعرفة كتوجيه لمزيد من البحث.
- لقد أوضحت الدراسات في جميع المشاريع كيف تم عملية تحديد وتقييم الأنماط الحركية والعمليات المناسبة بشكل خاص من خلال تطوير سلسلة من النماذج الفيزيائية التفاعلية واختبارها وتقييمها بدعم من الوسائط الرقمية. وقد تطورت أبحاث عبر الفترة السابقة. على الرغم من أن الخبرات المكتسبة من كل الأبحاث قد ساهم بالفهم الشامل كيف يمكن للنماذج المادية والاختبار والتقييم أن توفر المعلومات للمصمم في تحديد أنماط الحركية المناسبة، التي يمكن إستخدامها كجزء من الواجهة التي تتعامل مع الظروف البيئية التي يتم استهدافها.
- من خلال الدراسات إستكشاف سلوكيات الأنماط الحركية وجد أن، المحرك الرئيسي لتصميم النظم الحركية يكمن في تطبيق آليات فعالة الأداء تستجيب للضوء أو الحرارة ، قبل تصميم الغلاف الخارجى للمبنى. هذا يوضح فهم كيف يمكن أن يكون نمط الحركية ذات أهمية في مرحلة التصميم المبكر لضمان تصميم يمكن أن تعمل بشكل فعال بعد أن تم بناؤها.
- كفاءة الطاقة والتأثير البيئي للمباني هو تحدى حقيقي وعالمي.

ويثبت البحث بشكل كبير أنه من خلال دراسة زوايا ميل الشمس المستقلة يمكن أن يتحسن نظام "بناء الغلاف الذكي" بشكل كبير، من X٢ إلى X٢.٥ عند دراسة ضوء النهار وتحسين الإنارة. ولقد أوضحت الأداة

والمنهجية والتحليل والنتائج أن البحث يسهم في حل المشاكل الثلاثة المذكورة.

- تصميم متكامل المجال.
- تصميم في العالم الحقيقي.
- وأخيرا تقليل إستهلاك الطاقة.

- تأقلم الغلاف الحركى للمبنى The Acclimated Kinetic envelopes يشير إلى كيفية تأقلم الغلاف الحركى ولكن بشكل تدريجى فى حالة حدوث تغيرات للعناصر المناخية أو تغيرات فى عناصر البيئة الداخلية مع الأخذ فى الإعتبار الأنشطة التى يمارسها مستخدمى المبنى وعلى هذا فيجب مراعاة عدة متغيرات .

- ينبغى أن تكون عناصر الحركة متكاملة ومدمجة كجزء رئيسى فى الغلاف وليس كعنصر منفصل مستقل بذاته.
- أن ترتبط سلوكيات الحركة بعمليات تغيير واضحة ومرئية من الداخل والخارج

خامساً: نتائج تتعلق بالدراسة التحليلية للعمارة الحركية التفاعلية ذاتية الحركة :

- لقد أثبتت الدراسة البحثية كيف يمكن التفاعل المادي والرقمي، والاعتبارات المادية، والمحاكاة، وتقييم البيئة لتحسين قرار أختيار المواد والتفاهم من خلال تقديم ردود فعل ذات مغزى بسلوك أنماط الحركية المعقدة والآليات. في نهاية المطاف، بدلا من مجرد توفير وسيلة للنمط الحركية للاستجابة للبيئة، ولابد من دمجها بشكل مباشرة كجزء من التصميم والإنتاج،كما يمكن أن توفر الاختبارات البدنية فرصا أكبر وربما أكثر لفهم السلوك الحركة . ويتم ذلك من خلال تعزيز العلاقة مع الأنماط الحركية للواجهات التي تتفاعل مع البيئة. ونتيجة لذلك، يمكن لهذه الفكرة مساعدة المصمم في ثلاث طرق هامة.

١- تسهيل طرق ديناميكية للاختبار مع التفاعل المباشر مع الاقتراحات والآليات التي تكون بمثابة العنصر الرئيسي في تحقيق واجهات الحركية.

٢- سوف تسمح للمصممين لكسب المعرفة سريعة وعملية من خلال المشاركة في وقت مبكر ووثيق مع المواد وعملية التصنيع.

٣- سوف تدعم الحلقات ردود الفعل المواد الرقمية المستنيرة التي تعمل على معايرة النتائج من النمذجة الحسابية توليدية وتحليل لتحسين آلية ونمط الحركية لفهم وتوجيه مزيد من الإستكشاف الحركى.

- البحث يوضح إستكشاف الواجهات الحركية من خلال تصور النماذج الفيزيائية والتجارب المادية والمحاكاة، في المراحل المبكرة من التصميم، يمكن أن توفر للمصممين مع حلقة تسارع ردود فعل بين تصميم وتوليف وتحليل التصميم. كتصميم الواجهات الحركية للمشاركة التفاعلية مع مكونات كل من آليات، و محاكاة وتقييم المعايرة الآلية والسلوك المادي للوصول إلى تصميم متكامل أكثر إستنارة وإستجابة.
- تلعب ردود الفعل الرقمية والفيزيائية دوراً هاماً مما يجعلها فعالة في الحصول على النتيجة ونشر إمكانيات مختلفة من تصميم واجهة الحركية. وقد وفر هذا النهج رابطة أقوى بين القصد التصميمي والنتيجة المبنية من خلال تصميم أكثر تفصيلا ودقة للإعداد، في مرحلة التصميم المبكرة إلى عملية الإنتاج. وعلاوة على ذلك، فإن هذه العملية تمكن من إكتشاف الآليات المحتملة للنمط الحركي الذي يستجيب بفعالية للتغيرات البيئية.

- ألا–الميكانيكية الحركية المستجيبة يشير إلى العمارة التي لديها القدرة على التحول مع مرور الوقت من خلال دمج المواد الذكية التي تخضع لتغيير هادف وفقا للمؤثرات الخارجية والبيئية.

- اللا الميكانيكية الحركية الإستجابية كما في الحالة التجريبية للمشاريع يجعل من الصعب تشكيل وإستنتاج نهائي بشأن ما إذا كانت هذه

الـــنظم فاعلـــة لكـــن قـــدمت هـــذه المـــواد لكـــى تســـاعد الـــلا الميكانيكيـــة الحركيـــة والمســـتجيبة ، لتكتســـب موثوقيتهـــا ضـــد الأنظمـــة الحركيـــة الأخـــرى، لتواصـــل نفســـها لجمهـــور أوســـع ممـــا يجعلهـــا ربمـــا لا غنـــى عنـــه في الأيام القادمة.

الإضافة العلمية للبحث

- إقتـرح البحـث مقدمـة علميـة جديـدة وطـرح منهجـى تجريبـى لتطـوير نـوع جديـد مـن الواجهـات الديناميكيـة للمبنـى. ليصـبح الغـلاف الخـارجى نظـام تكنولـوجي ذكـي يتـداخل مـع البيئـة الخارجيـة ومـدخلاتها والتفاعـل معهـا للتـأثيرعلى البيئـة الداخليـة. وبهـذه الطريقـة يمكـن تجهيـز نظـام تكنولـوجي مـع الـذكاء الإصـطناعي قـادر علـى جمـع ومعالجـة البيانـات مـن البيئـة الخارجيـة مـن أجـل الإسـتجابة المثلـى. وإذا كـان الشـعار فـي فجـر الإسـتجابة الحركـة الحديثـة (الشـكل يتبـع الوظيفـة ولكـن اليـوم و بفضـل التكنولوجيـا الرقميـة المتقدمـة فمـن الممكـن أن نتحـدث بأمـان عـن شـكل يتبع تدفقات الطاقة).

- **ثانياً–التوصيات**

من خلال الدراسة السابقة للعمارة التفاعلية ذاتية الحركة وذلك للاستفادة منها وتوظيفها تصميميا وبيئيا للفراغ المصممة لأجلة. حيث تم دراسة العلاقات بين بناء المحاكاة وعملية التصميم، وكيف يمكن للتنبؤات الأداء أن تساعد في تحديد إستراتيجيات للحد من إستهلاك الطاقة وتحسين أداء المبنى ونحتاج إلى تحديد قرارات التصميم – من أجل تحقيق المباني منخفضة للغاية في إستهلاك الطاقة "الصفر الطاقة" وهناك حاجة إلى التنبؤات القابلة للقياس في كل خطوة من هذه العملية، حيث يتم التحقيق في تصميم مع مختلف السيناريوهات، فضلا عن آثارها على أداء المبنى والتي تقيم فوائد إستخدام الاستراتيجيات السلبية. و فيما يلى إقتراح بعض التوصيات التى تساعد على رفع كفاءة الفراغات الداخلية.

أولاً– توصيات توجه إلى المصمم .

- إنطلاقا من مبدأ أن تصميم الغلاف الخارجي للمبنى ذو تأثير مباشر على السلوك الحراري للمبنى، فيجب على المصمم أن يقوم بتصميم الغلاف الخارجي من أحدى المناهج المبسطة والتي تساعد المصمم على الوصول لخطوات متتابعة لتصميم غلاف الخارجي بيئى، والتي يمكن ذكر أهم خطواتها كالتالي:
  – التحليلات المناخية والتمثيل البياني للعناصر المناخية.
  – الدراسة المناخية للواجهات طبقا للإشعاع الشمسي.
  – تحديد زمن التأخير اللازم لكل واجهة.
  – تحديد قيمة الإنتقالية الحرارية الملائمة للواجهة.
  – دراسة نسب الإظلال والشمس على الواجهة.
- يجب أن تكون الاستجابة البيئية، ذكية، قابلة لإعادة التشكيل والتفاعل أو وبعبارة أخرى أن يكون التكيف بإستخدام مواد والتقنيات الذكية، لمحاكاة الطبيعة هو على الارجح أفضل وسيلة لتلبية هذه الطلبات. كما يمثل تغير المناخ ضرورة واضحة للابتكار بإستخدام التكنولوجيا

الحديثة والتى من خلالها يمكننا إنتاج مبنى مع الذكاء الإصطناعى للغلاف الخارجى. والأمر متروك للمصممين ومهندسين، لإختراع الوسائل والأشكال من هذه المعلومات البحثية .

- من أجل الراحة البصرية، يعد توزيع ضوء النهار جيدا أمرا مهما داخل الفراغ التصميمى.

ثانياً– توصيات خاصة بالدراسات والأبحاث المستقبلية .

- إجراء حالة التحقق والقياسات الميدانية للحالة المرجعية لتقييم نتائج المحاكاة والمقارنة البحثية، والتحقق من صحة تقنية للتطبيقات الفعلية.

- التحقيق في وحدة الدراسة مع مختلف مستويات المبنى لدعم مفهوم تطبيق النظام فى المبنى المتعدد الطوابق.

- يجب تحليل الأداء والمحاكاة لهذا النوع من الدراسة.
- البحث فى المواد الذكية التى يظهر عليها خصائص الحركة الذاتية بوضوح.
- البحث في مجال التطبيقات التفاعلية وأدوات التكنولوجية والعملية الحسابية مهمة خاصة في تصميم واجهة التشغيل الآلي للمكاتب والمنزل لتسهيل نشرها على نطاق واسع من التطبيقات.

- مزيد من التطوير في مجال المتطلبات البيئية وكفاءة الطاقة دون إهمال وجهة نظر المستخدمين وعزلها في مجموعة محددة مسبقا من الشروط فى التصميم.

- إستكشاف مزيد من الحلول في مجال الحد من إستخدام الموارد من خلال إستخدام ميزات ديناميكية للمواد الذكية لتحسين إستخداماتها وفقا للحاجات المطلوبة.

وفيما يتعلق بمجال البحوث المعمارية

- تحقيق مزيد من الحلول في تحسين البيئة المعمارية عن طريق الذكاء الاصطناعى.
- إستغلال المزيد من تقنيات التصميم والأسطح الذكية التي تعتبر أداة لمزيد من ثورة الهندسة المعمارية التي تتعلق بالمرونة.
- البحث في مجال التطبيقات التفاعلية في مجال تطوير الأماكن القائمة مع التطبيقات أو الأنظمة المثبتة وخاصة في المكاتب والمباني التجارية.

وفيما يتعلق بتعليم الهندسة المعمارية

- تدريس الأيديولوجيات الجديدة وتقنيات الهندسة المعمارية التفاعلية.
- نشر تدريس علوم الكمبيوتر في التعليم المعماري ليس فقط للصياغة والعرض ولكن في برمجة .
- تشجيع التعاون في عملية التصميم بين طلاب التصميم المعماري ومفاهيم التصميم المتقدمة.
- أستوديوهات التصميم يجب أن تدعم العمارة التفاعلية الاستجابية عن طريق أدوات التصميم المتقدمة الجديدة.

فيما يتعلق بالممارسة المعمارية في مصر.

- ومن الجدير بالملاحظة أن الوضع المعماري في مصر لا يزال متأخراً عن تطبيق المفاهيم المعمارية التفاعلية والإستجابية مع كل آثارها في تصميم.
- من المهم للمهندسين المعماريين المعاصرين في مصر أن ويتدارسوا المفاهيم الشاملة لمفاهيم العمارة التفاعلية والإستجابية التي ستعزز مفاهيمهم وتقنياتهم وأدوات تصميم لإنتاج بيئة وأشكال مبنية محسنة.

- قد لا يكون الوضع المعماري في مصر قادراً على الاستفادة من جميع أنواع التطبيقات ولكن يمكن أن يستفيد من تثبيت التطبيقات التفاعلية والإستجابية على مستوى الحفاظ على إستهلاك الطاقة.

المراجع

المراجع العربية:-

- باسم حسن هاشم الماجدي(٢٠١٤)" العمارة المتحركة أثر الحركة الموضعية لمعمارة في المتلقي" المجملة العراقية لهندسة العما رة–المجلد٢٨–العدد(١–٢)
- اياد حسين عبدالله (٢٠٠٨)" فن التصميم في الفمسفة والنظرية والتطبيق" الشارقة,ج,3 دائرة الثقافة والاعلام,الطبعة الاولى
- أبو بكر سلطان أحمد، ٢٠٠٢ ، التحول إلى مجتمع معلوماتي .مركز الإمارات للد ا رسات والبحوث الإستراتيجية، دولة الإمارات العربية
- أنجيل كمال عبد الرزاق، سرى فوزي عباس(٢٠٠٨)" تشكيل واجهات المجمعات السكنية وأثره في المشهد الحضري لمدينة بغداد" مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد ٢٩، العدد ٥.
- ٢٤- داليا سمير ميخائيل(٢٠٠٥)" تأثير التطور التكنولوجي على التشكيل المعماري" رسالة ماجستير، كلية الهندسة - جامعة القاهرة.
- نهاد محمد محمود عويضة(١٩٩٩)" التشكيل وحقيقة العمارة" رسالة ماجستير، كلية الهندسة – جامعة القاهرة.
- يحيى حمودة، (١٩٩٨)" التشكيل المعماري"، دار المعارف، القاهرة.
- سامي عرفان،(١٩٩٦) " النظرية الوظيفية في العمارة" دار المعارف، القاهرة.
- أبو صالح الالفي(١٩٩٩) " الفن الإسلامي ، أصوله ، فلسفته، مدارسه" ، دار المعارف، القاهرة.
- لينا غانم يعقوب ، (٢٠١٠) ،" دراسة الخصائص الشكلية للعمارة الرقمية "مقال، قسم الهندسة المعمارية، الجامعة التكنولوجية، بغداد.
- د. وائل حسين يوسف.(٢٠٠٤)" الإدراك المرئي للعمارة والعمران "– جامعة حضرموت للعلوم والتكنولوجيا – كلية الهندسة –قسم العمارة .
- نهلة عبد الوهاب محمد(٢٠١٤)"دراسة تأثير الأنظمة الحركية في الغلاف الخارجي للمبنى على درجة حرارة الهواء الداخلى للمبنى"رسالة دكتوراه,كلية الهندسة ,جامعة القاهرة.
- سعيد عوف (١٩٩٥) " العناصر المناخية والتصميم المعمارتين " ، كلية العمارة والتخطيط جامعة الملك سعون ، الرياض .
- د. وائل حسين يوسف.(٢٠٠٤)" الإدراك المرئي للعمارة والعمران "– جامعة حضرموت للعلوم والتكنولوجيا – كلية الهندسة –قسم العمارة .

English sources:-

- Kronenburg,(2007) “ Flexible: Architecture that Responds toChange” London, Laurence,King Publishing Ltd
- Soha Mohamed, (2012) “Design Methodology Kinetic Architecture” Master thesis ,Alexandria University ,
- Kronenburg RH ,(2003) “portable architecture” 3rd Architectural Press,Oxford,UK
- Randl,Chad,(2008)"Revolving Architecture - Ahistory of Building That Rotate",Swivel,N Y
- Porteous.i.d. (1996)" Enviromental Esthetic Idea, Politics and Planning ",London, Raultedge.
- Ullmann ,Franziska,(2011)" Basic Energy Dynamics " ,Vienna
- John Michael Talbott,(2006) " Expanding on Architecture, Anew School of Architecture Planning" , University of Maryland , U.S.A
- ZahaHadid,(2010) " Total_Fluidity " , University of Applied ,Vienna.P13
- Antonio Carlos,(2010)" Dynamic Reconfigurable Architectures and Transparent Optimization Techniques " , Springer Science, London.
- Prof,Hans,Prof,Franz,(2011)"Dynamic of Machinery Theory andApplications",springer,Germany.
- Joshua David Lee,(2012)” Adaptable, Kinetic, Responsive, and Transformable Architecture: An Alternative Approach to Sustainable Design” Master thesis, The University of Texas at Austin.
- Schaeffer, Oliver(2009) "Architektur in Bewegung: zwischen spielerischer Inszenierung und leistungsfJahiger Konstruktion = Architecture that moves: between spectacular performance and efficient construction." *Detail* no. 49 (12):1298-1302.
- Santamouris,M (2006)”Environmental Design Of Urban Buildings An Integrated Approach” Published by Earth Scan, London , UK,P67
- Fox. Michael.And Kemp.Miles(2009)”Interactive Architecture” prineton Architecural press.New York,USA.
- Nora Schueler,(2010)” Interactive Architecture Exterkling the Kansei Engineering Approach to Real-Time Interactive Spatial Systems” international Conference on Kansei Engineering and Emotion Research,paris,France.
- kronenburg.Robert(2003)”PortableArchitecture”Butterworth Heinemann,Oxford,England
- Drozdowski.Z (2011)” The adaptive building initiative: The functional aesthetic of adaptivity. Architectural Design” article, wiley. onlinelibrary.
- Ritter, A. (2007)” Smart materials in architecture, interior architecture and design” Basel: Birkhäuser.
- J. Wang, L.O. Beltrn, Ph.D., J. Kim, From Static to Kinetic: A Review of Acclimated Kinetic Building Envelopes ,A&M University, Texas.

- LaBarre, Suzanne. 2008. Truth in Numbers: A Look at the Origin of Architecture's Motivational "2 Percent" Statistic - and Why it's Wrong. Metropolis
- Zuk 1970. Kinetic Architecture, New York, Van Nostrand Reinhold Company.
- Koglin(2003)" Movable Bridge Engineering" New Jersey, John Wiley & Sons Inc.
- Siva Ram Edupuganti (2013) '"Dynamic Shading: An Analysis "MASTER Thesis. University of Washington.
- Laubin, and Vestal (1977) "The Transformation of the American Tipi to Its Climate"
- Hatton, Hap.(1979)" The tent book". Houghton Mifflin. Boston
- Prof,Hans,Prof,Franz,(2011)"Dynamic of Machinery Theory andApplications",springer,Germany.
- Angeliki Fotiadou (2007)" Analysis of Design Support for Kinetic Structures" master thesis. Vienna,p7.
- Michael A. Fox.(2009)" Sustainable Applications of Intelligent Kinetic Systems" article. Massachustts Institute of Technolgy. Cambridge. USA.
- Yasha Jacob Grobman,2013," Autonomous Movement of Kinetic Cladding Components in Building Facades" ICoRD'13 international conference,Institute of Technology Madras, Chennai,India
- v.m.zavala,2011,"proactive Energy management for high-performance Buildings:Exploiting and Motivating sensor Technologies"Future of Instrumentation international workshop.USA
- Moloney ,Jules ,2011," Designing Kinetics for Architectural Facades: state change", Routledge, New York,U.S.A.p7
- Youssef Osama Elkhayat,2014," INTERACTIVE MOVEMENT IN KINETIC ARCHITECTURE", Faculty of Engineering, Tanta University
- M. Schumacher, O. Schaeffer, M. Vogt, Move, , 2010," architecture in motion-dynamic
- components and elements", Birkhauser, Germany.
- R.Kronenburg, 2007,"Flexible: architecture that responds to change", Laurence King, United Kingdom
- Carolina De Marco Werner,2013," Transformable and transportable architecture" Master Thesis, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España
- Güçyeter, B., A. (2004), "Comparative Examination of Structural Characteristics of Retractable Structures, Msc Thesis," Dokuz Eylül University.
- Hanaor, A., and Levy, R. (2001), "Evaluations of Deployable Structures for Space Enclosures," International Journal of Space Structures, Vol.16, 211-229

- M. Addington,2009 "Contingent Behaviours", AD Energies: new material boundaries, May/June, Vol 79 no p 3.
- Caad-EAP website. Official booklet. 2013. [ONLINE] Available at: http://dl.dropbox.com/u/1325890/shapeshift_booklet.pdf. [Accessed 06Feb. 2013].
- Anna Maragkoudaki,2013," No-Mech Kinetic Responsive Architecture Kinetic Responsive Architecture with no mechanical parts" Faculty of Architecture, NTUA,Athens, Greece.p149
- HOADLEY B. (2000). UNDERSTANDING WOOD. 2ND EDITION. NEWTOWN: TAUNTON PRESS.
- Achim Menges,2011," integrating material behaviour and robotic manufacturing processes in computational design for performative wood constructions" S t u t t g a r t U n i v e r s i t y
- Siva Ram Edupuganti,2013," Dynamic Shading: An Analysis" Master degree, University of Washington,USA.
- A. Ritter,2006" Smart Materials in Architecture, Interior Architecture and Design" Birkhauser Architecture, 1 edition, November 21, p. 52
- Anna Maragkoudaki,2013," No-Mech Kinetic Responsive Architecture Kinetic Responsive Architecture with no mechanical parts" Faculty of Architecture, NTUA,Athens, Greece.p147
- Peter Walters and David McGoran 1.(2011) Digital fabrication of "smart" structures and mechanisms -creative applications in art and design Centre for Fine Print Research, University of the West of England, Bristol, UK Bristol Robotics Laboratory, Bristol, UK
- Herzog, Thomas,1999 "Solar Design". In: Detail. Zeitschrift fur Architektur + Baudetail, issue 3,
- Schittich, Andrea Wiegelmann,2006," Building Skins" the Library of Congress, Washington D.C., USA,pp29
- Marko, Armin; Braun, Peter ,2004,"Active solar energy" Bau-Handbuch, Berlin, chapter 17.
- Schittich, Andrea Wiegelmann,2006," Building Skins" the Library of Congress, Washington D.C., USA,pp31
- Stryi-Hipp, Gerhard,2005,"Photovoltaik-Produktion in Deutschland. Kapazitäten, Lieferfähigkeit, Engpässe und Wettbewerbsfähigkeit für PV "Made in Germany'. In: 20. Symposium Photovoltaische Solarenergie, Kloster Banz, Staffelstein. Conference volume, Regensburg: Germany.
- Bartenbach, Christian, und Witting, Walter. 1995, "Licht- und Raummilieu". Jahrbuch für Licht und Architektur. Berlin:, pp. 13–23.
- Tepasse, Heinrich. 1996, "Ganzglasgebaude im Simulator – Eine Kritik der neuen Energiekonzepte". Bauwelt,Germany . p. 2489

- Tepasse, Heinrich. 1996, “Ganzglasgebaude im Simulator – Eine Kritik derneuen Energiekonzepte”. Bauwelt, Germany
- Johrendt, Reinhold; Küsgen, Horst: ,2000 ,“Energiesparen bei Altbauten–vergessen?” In: Deutsches Architektenblatt (DAB),issue, p. 1142.
- Heusler, Winfried. , 1996, “Energie- undkomfortoptimierte Fassaden” Fassade p 48.
- Gülec, T., Kolmetz, S., und Rouvel, L. 1994 “Energieeinsparungspotential im Gebäudebestand durch Maßnahmen an der Gebäudehülle.” Bericht des Entwicklungsvorhabens IKARUS No 5–22.Forschungszentrum Jülich GmbH, ed. Jülich: , p. 33

- Schittich, Andrea Wiegelmann,2006,” Building Skins” the Library of Congress, Washington D.C., USA,pp33
- Ruck, N., et al, 2001." Daylight in Buildings: A Source Book on Daylighting Systems and Components, IEA SHC Task 21/
- ECBCS Annex 29 Report Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley,.
- Dr. M. Bolte, Mr. J.L. Gardette,2001,” HOLOGRAPHIC OPTICAL ELEMENTS (HOE) FOR HIGH EFFICIENCYILLUMINATION, SOLAR CONTROL AND PHOTOVOLTAIC POWER INBUILDINGS” Université Blaise Pascal / Centre National de laRecherche Scientifique, Aubiere Cedex,p6
- Schittich, Andrea Wiegelmann,2006,” Building Skins” the Library of Congress, Washington D.C., USA,p36
- Danial , 2003,”Building System "Brikhauser Publisher, Berlin, P 60
- B, Stein,2000, " ,Mechanical and Electrical Equipment For Building ,"Jon Willy & Sons, USA, P109
- Prof Dr. G. Bassili,2009 "Energy Efficient Strategy Towards Green Buildings" sustainable green building design & Construction conference, , Housing & Building National Research Center, Cairo, P7
- Austin stac,john Goulding and J. Owen Lewis,2002”Shading systems” school of Architecture, Univesity College Dublin,Dublin,Ireland
- Christian Schittich.2003" Between Fashionable Packaging and Responsive Skins Trends In Modern Architectural Facades Design", Detail Magazine, P12
- Danils K. 2003,”Building System”Birkhauser – publisher. Berlin. 2003 P78
- A.Papa Jakes, James Steel,2001," Architecture Of Today". Reissue Edition, P110
- Travi,2003,” Advanced Technologies” Brikhauser publisher, Berlin, P93
- X.Loncour & Others,2004" Ventilated Double Facade, Classification &

Illustration Of Facade Concepts". Belgian Building Research Institute & Ministry Of Economic Affairs In Belgium.P209

- Sini Utto,2001" Study Of Current Structure In Double Skin Facade", Helsinki University Of Technology, P60
- Harris Poirazis,2004" Double Skin Façade For Office Building ", Literature Review, Lund Institute Of Technology, Swedish University. P25
- Similto,2001 "StudwCfCurrent Structure in Double Skin Facade", Helsinki University Of Technology., P66
- Herzog, Thomas,1999 “Solar Design”. In: Detail. Zeitschrift fur Architektur + Baudetail, issue 3, p48
- Oborn, P. (2013)” *Al Bahr Towers: The Abu Dhabi Investment Council Headquarters”*. West Sussex, United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd.
- Kotryna Zvironaite ,Alois Knol,Steven Kneepens. (2015)” KINETICA:Aplayfui way through the world of moving facades”. NATIONAL UNIVERSITY,United Arab Emirates
- Michael J. Holmes , Jacob N. Hacker , 2007, Climate change, thermal comfort and energy, Arup, London W1T4BQ, UK
- ShapeShift. 2013. ShapeShift. [ONLINE] Available at: http://caadeap.blogspot.gr/. [Accessed Feb /6 /2013].

- Schittich, Andrea Wiegelmann,2006,” Building Skins” the Library of Congress, Washington D.C., USA,

Internet websites :

- http://www.boma.org/Pages/default.aspx, [Accessed Sep /4/ 2016].
- http://fineartamerica.com/featured/colosseum-awning-granger.html[Accessed Sep /4/ 201٥].
- https://nait.wordpress.com/2011/02/28/zeilgalerie[Accessed Sep /١٠/ 201٥].
- http://archrest.blogspot.com.eg/2014/09/amazing-skyscrapers-kiefer-technic.html[Accessed Oct /4/ 2014].
- http://openbuildings.com/buildings/q1-building-thyssenkrupp-quarter-profile-5838[Accessed Oct /4/ 2014].
- www.archdaily.com/49150/media-tic-enric-ruiz-geli[Accessed Oct /٢٢/ 2014].
- http://en.wikiarquitectura.com/index.php/Kuwait_Pavilion_Expo%2792
- http://www.flare-façade.com[Accessed Sep /١٧/ 2016].
- http://www.adifitri.com/kinetic/kine01.html[Accessed Sep /١٧/ 2016].
- http://www.adifitri.com/kinetic/kine03.html[Accessed Sep /١٧/ 2016].
- https://www.academia.edu/2016873/Interactive_Architecture_through_Kinetic_systems_and_Computation_by_Vrahimis_Moutiris[Accessed Sep /١٧/ 2016].
- http://www.adifitri.com/kinetic/kine03.html[Accessed Nov /١٧/ 2016].
- http://www.dailytonic.com/dynamic-facade-kiefer-technic-showroom-by-ernst-giselbrecht-partner-at/[Accessed Nov /١٧/ 2016].
- www.dailytonic.com/dynamic-facade-kiefer-technic-showroom-by-ernst-giselbrecht-partner-at/[Accessed Nov /١٧/ 2016].
- http://www.dailytonic.com/dynamic-facade-kiefer-technic-showroom-by-ernst-giselbrecht-partner-at/[Accessed Sep /١٧/ 2016].
- http://www.adifitri.com/kinetic/kine03.html[Accessed Sep /١٧/ 2016].
- http://www.hoberman.com/home.html[Accessed Jun /١0/ 2016].
- http://www.adaptivebuildings.com/past- collaborations.html[Accessed Sep /١٧/ 2016].
- http://archrecord.construction.com/projects/portfolio/2013/05/1305-RMIT-Design-Hub-SeanGodsel-Architects.asp[Accessed Jun /١/ 2016].
- http://www.adifitri.com/kinetic/kine03.html[Accessed Sep /١٧/ 2016].
- http://www.adifitri.com/kinetic/kine03.html[Accessed Sep /١٧/ 2016].
- http://www.adifitri.com/kinetic/kine03.html[Accessed Sep /١٧/ 2016].
- WWW.arab-eng.org/vb/155066.html [Accessed Sep /١٧/ 2016].
- www.greatbuildings.com[Accessed Mar /١2/ 2015].
- https://aroundchinatown.wordpress.com/2012/03/08/tenement-museum-storefront-moca[Accessed Mar /١2/ 2015].

- https://mollynorthover.wordpress.com/2012/10/31/material-research[Accessed Feb /5 /2013]. [Accessed Oct /10/ 2016].
- www.achimmenges.net/?p=5083[Accessed Feb /06/ 2015].
- www.caad-eap.blogspot.com[Accessed Feb /06/2016].
- http://materia.nl/article/homeostatic-facade-system/[Accessed Mar /١2/ 2015].
- https://www.studioroosegaarde.net/project/lotus/info[Accessed Nov /١5/ 2016].
- http://www.efficientwindows.org/gtypes.php[Accessed Nov /24/ 2016].
- http://www.johnsonwindowfilms.com/all-about-film[Accessed Nov /١٧/ 2016].
- http://signasystem.net/signa-system/retrofit-alternative/[Accessed Nov /2/ 2016].
- http://www.efficientwindows.org/gtypes_1.php[Accessed Mar /22/ 2015].
- http://www.me.en.sunguardglass.com/[Accessed Feb /06/ 2014].
- http://home.howstuffworks.com/homeimprovement/construction/green/smart-window4.htm[Accessed Feb /06/ 2015].
- http://www.evoleglass.com/About.html[Accessed Oct /4/ 2014].
- http://engowa.blogspot.com.eg/2015/12/building-integrated-photovoltaic-glass.html#.WFBbNNUrLIV[Accessed Oct /18/ 2014].
- http://www.acornglazing.co.uk/double-glazed-igu/self-cleaning-double-glazed-units/[Accessed Oct /18/ 2015].
- http://cphpost.dk/news/danish-university-cutting-courses-of-study-and-research-to-save-money.html[Accessed Oct /12/ 2015].
- http://www.multifilm.de/en/home[Accessed Oct /24/ 2016].
- http://bpmselect.com/search.html?keyword=light-shelves[Accessed Oct /18/ 2016].
- http://www.diemer-sauter.de/index.php?id=37[Accessed Dec /18/ 2016].
- http://www.yourhome.gov.au/energy/lighting[Accessed Dec /20/ 2016].
- http://pdf.archiexpo.com/pdf/okalux/okasolar-glazing-integral-daylight-control/3737-286215.html[Accessed Dec /26/ 2016].
- http://arabellalapitandab810.blogspot.com.eg[Accessed Dec /26/ 2016].
- http://www.solaripedia.com/13/110/1010/germany_solar_decathlon_2009_window_louvers.html[Accessed Dec /26/ 2016].
- www.newbuildings.org[Accessed Sep /15/ 2016].
- www.schorsch.com[Accessed Jun/26/ 2017].
- http://www.greenliteglass.com/product-5-dls-evolution[Accessed Jun/26/ 2017].
- http://www.laks.in/natural_lighting_pipes[Accessed Jun/26/ 2017].
- http://inhabitat.com/sunportal-uses-pipes-to-deliver-daylighting-anywhere-within-a-building/[Accessed Jun/26/ 2017].

- https://www.manz.com/markets/solar/system-solutions-for-bipv/application-examples/[Accessed Jun/26/ 2017].
- http://openbuildings.com/buildings/kiefer-technic-showroom-profile-3543#[Accessed Jun/26/ 2017].
- http://openbuildings.com/buildings/kiefer-technic-showroom-profile-3543#[Accessed Jun/26/ 2017].
- . http://www.archdaily.com[Accessed Jun/26/ 2017].
- http://www.arcspace.com/features/soma/one-ocean[Accessed Feb /٢/ 201٧].
- http://drgreiche.net/project/national-bank/[Accessed Jun/26/ 2017].
- http://www.accuweatherglobal.com/demo.php[Accessed Jun/26/ 2017].

Chapter Four:

The research study in this chapter aims to formulate a design methodology for the use of self-moving interfaces in buildings. The process of designing and practicing movement generates and describes the object that satisfies a certain set of design requirements and achieves a certain set of design objectives. The façade is the element which separates the external environment and the internal one. The external atmosphere has a significant and effective effect on lighting, shading and temperature according to the goals which the kinetic façade is designed for and also, the objectives of the methodology, Including conceptualization starting from information gathering through the stages of design and the physical study of the design and application and choosing the best alternative by modern digital design processes which are powered by the loop performance feedback in the form of non-linear design loop linking reactions between design and climatic and environmental data, Thus, the architectural parametric analysis of the building and the analytical data representing all elements of the motif are simulated and simulated with some to the basis of the selection of the applied state and the simulation work and the selection of simulation programs to reach the results and measure the natural lighting within the proposed design space.

Chapter Five

This chapter presents the results of the theoretical and applied research and the formulation of general recommendations for research where the results found that the building 'responsive' with the environment and the changes that occur there, needs a set of systems and intelligent technologies responsive to enable it to interact or respond to environmental changes. The recommendations also state that the environmental response should be intelligent, reconfigurable and interactive, or, in other words, be adaptive using materials and intelligent techniques to simulate nature. Climate change is also considered a need for innovation using modern technology through which we can produce a smart building with artificial intelligence.

Research Summary

The research proposed a new scientific approach and a subtract for the experimental methodology for developing a new type of building's dynamic façades so that, the envelope becomes an intelligent technological system that interfaces with the external environment and its inputs and it also interact with it to affect the internal environment . In this way, the technological system is equipped with artificial intelligence able to collect data from the external environment in order to return an optimized and adaptive response. The use of parametric modeling software combined with assessment tools and simulation of environmental performance, allows the development of technology components which record and respond to climate change creating a further project phase that can collect environmental data and can respond in the exact time. In addition the skill of ensuring the self - movement, through the use of smart materials and their possibilities.

Chapter One:

This chapter begins with the definition of kinetic architecture concerning the general framework of the concept of movement beside the smart architecture and its types. Interactive Architecture, Adaptive Architecture, and how it was applied in buildings to Transformable Architecture, where the most important buildings of smart and transformational architecture were presented from 1916 to 2014, the use of these types in buildings and the quality of buildings in terms of use. As well as, the historical sequence across the ages and different civilizations which had a major impact on diversity of forms and images until it reached what it is now, as modern forms are the improvment of these styles.

Chapter Two :

The research study in this chapter aims to identify the structural systems of kinetic architecture and its types starting from their control systems and then moving to the concept of formation in kinetic architecture where patterns of formation in kinetic architecture were defined through morphology for the kinetic patterns of the building to the visual perception of the buildings and the principles of movement - (movement principles) and how to practice movement in contemporary buildings and then moving to the definition of non - mechanical kinetic archeticture of responsive architecture, Which refers to the architecture that has the ability to change over time by integrating smart materials that are subjected to a change according to external influences and the environmental types of materials that can be used in the mechanical and kinetic architecture are the materials that make up such architectural surfaces Polymers and (Thermobimetal) and wood. Although there are differences between them, each of them gives the impression of the same transaction.

Chapter Three :

This chapter presents an analytical study for a group of global projects for the applications kinetic form of the building as there was a methodology regarding choosing those models and analyzing them according to the kinetic formation and the environmental impact on internal spaces down to visual perception and evaluation of these economic and technical projects. The result of this analysisthat all these projects are designed to be an architectural icon with a high cost.

Research Summary

A Subtract for the experimental methodology of using self-moving interactive kinetic façades in raising the efficiency of internal spaces and visual perception

By
Zakaria Ahmed Abd El Fattah Ammar

A Thesis Submitted to the
Faculty of Engineering at Cairo University
In Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of
DOCTOR OF PHILOSOPHY
In
ARCHITECTURAL ENGINEERING

Under the Supervision of

Prof. DR. Hisham Sameh **Prof. DR. Mohammad Reda**

FACULTY OF ENGINEERING- CAIRO UNIVERSITY
GIZA-EGYPT
2018

A Subtract for the experimental methodology of using self-moving interactive kinetic façades in raising the efficiency of internal spaces and visual perception

By
Zakaria Ahmed Abd El Fattah Ammar

A Thesis Submitted to the
Faculty of Engineering at Cairo University
In Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of

DOCTOR OF PHILOSOPHY

In
ARCHITECTURAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING - CAIRO UNIVERSITY
GIZA-EGYPT
2018