ENGINEERING RESEARCH JOURNAL (ERJ)
Vol. 51 , No. 2 April 2022, pp.102-116
Journal Homepage: erj.bu.edu.eg

تأثير أتمتة العمارة الديناميكية للأغلفة الخارجية علي إستهلاك الطاقة

The Impact of Automating the Dynamic Architecture of Building Envelope on the Energy Consumption.

أ.د/ أسامة محمد كمال النحاس [1] , د./أحمد عبد الرسول[2] , م.إيمان أحمد عبد الخالق عطعوط[3]

[1]أستاذ العمارة بقسم الهندسة المعمارية بكلية الهندسة بشبرا.
2 مدرس بقسم الهندسة المعمارية بكلية الهندسة بشبرا.
[3] باحثة بقسم الهندسة المعمارية بشبرا

ملخص البحث:

إن مواجهة نقص الطاقة أصبحت مشكلة تواجهه العالم بأسره وبالأخص الطاقة الكهربية التي تعتمد عليها جميع الصناعات، فقد توجهت الدراسة للإعتماد علي الطاقات المتجددة والإعتماد علي البيئة الخارجية ومتغيراتها وبالأخص الطاقة الشمسية لأنها من أعظم الطاقات وهذا للوصول الي تحديد المعايير اللازمة لتحقيق ترشيد إستهلاك الطاقة ويتم ذلك بإستخدام النظم الديناميكية للأغلفة الخارجية، وهذة النظم مطبقة علي مفردات معالجات التصميم التقليدية المستخدمة قديما علي الحوائط والأسقف وهما عناصر مكونات الأغلفة الخارجية، ومن ثم تم إختيار عدة تطبيقات بناءاعلي معاييرمرتبطة بعنصر الحركة المطبق عليها، وأيضا وجود جميع التطبيقات في نطاق مناخي واحد وهذه التطبيقات جزء من متطلبات عمل أطروحة الماجستير، فقد قامت الدراسة بتحليلها والحصول علي عدة معايير ونتائج لترشيد إستهلاك الطاقة في المباني عن طريق النظم الديناميكية للأغلفة الخارجية.

الكلمات المفتاحية:

الطاقة، الأتمتة، العمارة الديناميكية، الأغلفة الخارجية، مفردات تقنيات التصميم التقليديه والمعاصرة

1- المقدمة:

بدأ العالم يعترف بالإرتباط الوثيق بين التنمية الإقتصادية والبيئية بسبب وجود مشكلة تواجة العالم بأسره وهي إستهلاك الطاقة وهي أساس الحياة والركيزه الأساسية التي تقوم عليها جميع الصناعات، ففي السنوات الأخيرة ظهر إتجاه معماري جديد يدعو للنظر إلى المبنى كمنشأ متزن إتزانا ديناميكيا وليس كمنشأ تقليدي يتزن إتزانا إستاتيكياً وهذا الإتجاه يدعو إلى الإستفادة من التقنيات الحديثة والتقدم الحادث في تكنولوجيا المعلومات الرقمية وأجهزة الإستشعار ونظم التحكم الإلكتروني فإتجه الي بما يسمي بالعمارة الديناميكية، فتعتبر طريق جديد يبحث عن تغيير سطح وشكل المبني لتطويعه لملائمة متغيرات مختلفة مثل تغيير حالة الطقس وشدة الرياح وإرتفاع درجة الحرارة أو تطويعه لملائمة التغيرفي شكل وخصائص السطح سواء بطريقة طبيعية أو ميكانيكياً ،تتناول الورقة البحثية دراسة كل ما يخص الديناميكية في المباني وخاصا أغلفتها الخارجية وتأثرها علي إستهلاك الطاقة.

1-1 المشكلة البحثية:

1. الطاقة هي الركيزة الأساسية التي تقوم عليها جميع الصناعات، وبالتالي تعتبرعصب الإقتصاد الدولي، فأصبح قابليتها للنفاذ مشكلة تواجه العالم بأسره، مما جعل العالم يبحث عن مصدر جديد للطاقة المتجدده عن طريق الإعتماد الكلي علي مصادر البيئة الطبيعية، لكن مع إغفال تطبيق التقدم التكنولوجي، لذلك تلجأ الدراسة الي تطبيق العمارة الديناميكية للأغلفة الخارجية ورؤية مدي نجاحها في ترشيد الإستهلاك.

2-1 الهدف من البحث:

- **الهدف الرئيسي:** يهدف البحث الي تحديد المعايير اللأزمه لتحقيق ترشيد إستهلاك الطاقة وذلك بإستخدام النظم الديناميكية للأغلفة الخارجية للمباني.
- **الهدف الفرعي:** وجود علاقة وثيقة بين تقنيات التصميم التقليدية القديمة وتقنيات التصميم المعاصرة.

3-1 منهجية البحث:

إستخدم منهج استقرائى فيما يخص دراسة المفاهيم وكيفية ترشيد استهلاك الطاقة، ثم منهج تحليل مقارن لأمثله طبقت النظام الديناميكى في معالجة الغلاف الخارجي للمبانى.

2. الطاقة، ومصادرها، أسباب الأزمة ،والحلول المقترحة لحل الأزمة:

الطاقة هي الركيزة الأساسية التي تقوم عليها جميع الصناعات، ولولا وجود الطاقة بكل أشكالها وصورها لما وجدت الإختراعات والإبتكارات التكنولوجيه التي تواكب متطلبات عصرنا الحديث (شمس الدين، 2003)

ويمكننا تعريف الطاقة بأنها " قدرة نظام ما على إحداث الشغل" (طه، 2007).

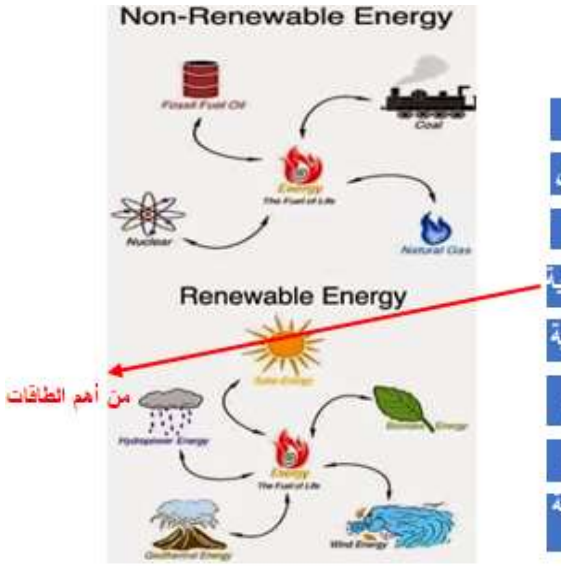
فأزمة الطاقة تعني الإزدياد المستمر في الحاجة للطاقة مع ندرة مواردها، فهي مشكلة يعاني منها العالم بأكمله (زغلول، 2004) .

فإن التطور في مجالات الحياه يعتمد على أساس وجود مصادر الطاقة، فأكثر مصادر الطاقة المستغلة الأن هي الطاقة الأحفورية لسهولة تحويلها إلى طاقة كهربائية، وحيث أن الطاقة الكهربائية تسهل عمليات الصناعة و إمكانيات إستخدامها في جميع مجالات الحياه، فكانت نتيجة الاستهلاك الغيرمدروس لهذه الطاقة في كل مجالات الحياه تزايد المشكلة تعقيدا.

1-2 <u>مصادر الطاقة:</u>

شكل (1) يوضح أنواع مصادر الطاقة

المصدر الباحثة



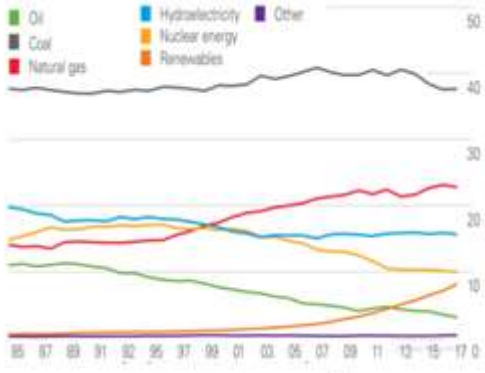
شكل (2) يوضح مصادر الطاقة المتجددة والغير متجددة

http://achikhanmpc.blogspot.com

- تعتبر الطاقة الشمسية من أهم مصادر الطاقة المتجددة، فقد يصل الإشعاع الشمسي إلى الأرض بقدر 36 كيلو وات/المتر، ويمكن تحويل الطاقة الشمسية إلى كثير من أشكال الطاقة الأخرى، لذلك يمكن إستخدامها في العديد من المجالات المختلفة وأهم هذه المجالات توليد الكهرباء، **فالطاقة الكهربائية هي أكبر طاقات العالم المستهلكة** (شحاته، 2009).

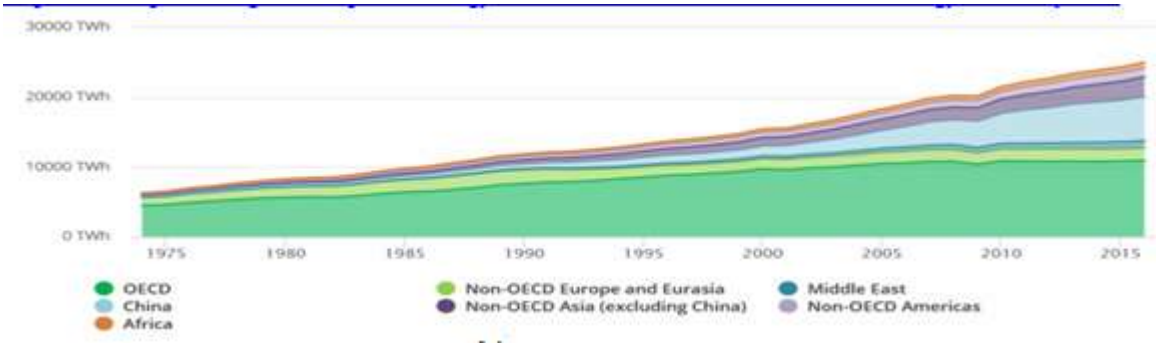
- **<u>توقعات الطاقة الكهربية العالمية بحلول 2040:</u>**

توليدالكهرباء في العالم تصل الي نسبة ٢,٨ %، وجاء هذا النمو تقريبا من العالم النامي،و ارتفع الطلب على منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، ولكن في الأساس إستمر الفصل بين النمو الاقتصادي والطلب على الطاقة في منظمة التعاون، وبالتالي ستزداد نسبة معدلات الإحتياج للكهرباء في**2040**إلي40% والإستهلاك الصناعي للطاقة الكهربائية سيكون 3/1 الزيادة في معدلات الإحتياج للكهرباء، وتكون هذه الزيادة نتيجة لزيادة مستهلكين الكهرباء بما يعادل 45 مليون كل عام (الإدارة العامة لمركز المعلومات والتوثيق، التقرير السنوي2016/2015).



شكل (3) يوضح حصة توليد الكهرباء على مستوى العالم

المصدر *https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/electricity.html*



شكل (4) يوضح توليد الكهرباء حسب المنطقة, 1974-2016

المصدر **https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/electricity.html**

2-2 الحلول المقترحة نحو حل أزمة الطاقة:

بسبب أزمة الطاقة بالعالم وخاصة مصر، قامت العديد من الأبحاث بعمل دراسات كان هدفها التقليل من الإعتماد علي مصادر الطاقة الغير متجددة والبحث عن مصادر بديلة وهي الطاقة المتجددة (عثمان و أحمد، 2015)،وكان من نتائج هذه الدراسة البحث عن إتجاهات أخري في ترشيد إستهلاك **الطاقة عن طريق إستغلال تقنيات التصميم التقليدية المستخدمة قديما في ترشيد الإستهلاك التي كانت أيضا تعتمد علي الطاقات المتجددة ولكن عن طريق تدخل التطور التكنولوجي واللجوء للديناميكية في المباني، فهل هذة التقنية حققت المعايير الأساسية لترشيد إستهلاك الطاقة؟**

3 ما هي المعايير الأساسية في ترشيد إستهلاك الطاقة؟

قام الباحثون بأجراءالدراسات ووضع السياسات والإعتبارات الأساسية في ترشيد إستهلاك الطاقة وهم(**الإضاءة الطبيعية - التهوية الطبيعية - الإظلال- درجة الحرارة)** وكل هذه المعايير تكون مصدر الطاقة الأساسي لهم هي الطاقة الشمسية لأنها أعظم طاقات العالم إستغلالا (مصطفي، 2014)

1-3 مفردات التصميم التقليدية المستخدمة قديما:

فقد كانت مفردات التصميم قديما تطبق علي الأغلفة الخارجية للمبني الذي يشمل الأسقف والحوائط وما تحتويها من فتحات معرضة للبيئة الخارجية فقد تم تصنيفها الي واجهات وأسقف (وزارة الإسكان والمرافق والتنمية العمرانية و اللجنة الدائمة لإعداد الكود المصري، 2009)

شكل(5) مكونات الغلاف الخارجي وما تحتوية من مفردات التصميم التقليدية
المصدر:الباحثة

2-3 العلاقة بين تقنيات التصميم التقليدية وما تحققه من الإعتبارات الأساسية في ترشيد الإستهلاك

جدول(1) العلاقة بين التقنيات وتحقيق إعتبارات ترشيد إستهلاك الطاقة المصدر:الباحثة

مفردات ترشيد الإستهلاك التقليدية الإعتبارات الأساسية في ترشيد الأسهلاك	مفردات معالجة الحوائط			مفردات معالجة الأسقف	
	المشربيات	الحوائط السميكة	الكاسرات	الأفنية	الأقبية
التهوية الطبيعية	✓	✓	✓	✓	✓
الإضاءة الطبيعية	✓	☒	✓	✓	✓
الإظلال	✓	☒	✓	☒	✓
الحرارة	✓	✓	✓	✓	✓

4 ما هي المباني الديناميكية:

العمارة الديناميكية هي منظور جديد في عالم الهندسة المعمارية، فإن الديناميكية تنتج من التغير في الوقت ودخول البعد الرابع في عملية التصميم وهو الزمن ،فيصبح التصميم رباعي الأبعاد (طول وعرض وإرتفاع وزمن) حيث أن العمارة الحركية لا تهتم إلا بالتحول وحركة المباني وتعمل على تكوين علاقة بين البيئة الداخلية للمبنى مع البيئة الخارجية، ويمكن تلخيص العمارة الحركية على أنها إستجابة المبني أو أحد مكوناته إلى التغييرات المحيطة والناجمة عن العوامل الطبيعية مثل الطاقة الشمسية (سويدان، 2014).

1-4 المكونات الفعلية للعمارة الديناميكية :

أ- الوحدة المتحركة :هي العنصر المتحرك المتواجد علي الغلاف الخارجي للمبني، وتعتبرعنصر جمالي

ب- المحرك: هو العنصر الملحق بالوحدة المتحركة ولكن بشكل مختفى غير واضح، موصل بمصدر الطاقة حيث يعمل على نقل الحركة إلى الوحدة المتحركة

ج- أجهزة الإستشعار: أجهزة عالية الحساسية ذات قدرة كبيرة على قياس مدى التغير الحادث في الظروف المناخية والبيئية داخل وخارج المبنى

د- نظام التحكم: وحدة متكاملة من التحكم والإدارة الشاملة لممارسات الحركة في الغلاف الحركي وذلك بواسطة إستقبال قاعدة البيانات القادمة من أجهزة الإستشعار والمراقبة على شكل مدخلات لتبدء مجموعة من البرامج في معالجة هذه المدخلات وترجمتها الي مخرجات وهي عبارة عن أوامر حركة موجهه للمحرك لتحريك االوحدة المتحركة المركبة أو المدمجة علي الغلاف الخارجي وهذا تبعا لإستراتيجية مسبقة وأوامر مبرمجة مسبقا (محمد، 2020).

2-4 نظام التحكم والأتمتة في المباني ومعني المباني المتأتمتة وسماتها (أيوب و عقبة، 2015):

الأتمتة تعتبر هي التحكم الأوتوماتيكي أي هي التقنيات التي توفرها المباني لتجعل منه مبني متحركا وهذا عن طريق منظومه متكاملة تدار حاسوبيا، وسمات الأتمتة هي :

- التحكم الأوتوماتيكي في المبني وإمكانية التحكم والإتصال عن بعد
- تكييف البيئة الداخلية للمبني مع البيئة الخارجية والمرونة لمواجهة التغيرات المستقبلية.
- توفير الراحة للمستخدمين دون أي تدخل بشري
- تحقيق مستويات عالية من التكنولوجيا المتقدمة لملائمة بيئة المبني الداخلية مع الخارجية.
- تحقيق أقصي كفاءات للطاقات المستهلكة في المبني.
- تكامل الأنظمة في المبني لتحقيق أفضل أداء وخفض التكلفة وخفض إستهلاك العام للطاقة.

3-4 علاقة الأغلفة الخارجية بالإعتبارات الأساسية للترشيد والديناميكية:

يعتبر الغلاف الخارجي للمبني هو الوسيط بين الداخل والخارج، لذلك تم الإتجاه الي تحديث الأغلفة وجعلها تعمل بمثابة فاصل مستجيب ومتكيف مع البيئة أي فاصل ديناميكي متحرك.

5 من خلال الدراسات الخاصة برسالة الماجستير تم إختيار وعرض مبنيين بالتفصيل(high court of justice and -Al Bahr Towers supreme court) يتضح فيهما تطبيق الحركة علي عناصر الأغلفة الخارجية إحداهما مطبقة علي الحوائط والأخرعلي الأسقف مع عمل تحليل مقارن لباقي التطبيقات والوصول لعدة نتائج.

1-5 التطبيقات التي تم عمل الدراسة عليها :

جدول (2) جميع تطبيقات الخاصة برسالة الماجستير المصدر:الباحثة

1.	**Al Bahr Towers**	
2.	The Royal Melbourne Institute	
3.	**Simons center for Geometry And Physics**	
4.	**. Pola Ginza Building**	
5.	**high court of justice and supreme court**	
6.	**One Ocean**	
7.	**Aldar Contral Market.**	
8.	**Singapore National Stadium**	

2-5 أسس اختيار التطبيقات محل الدراسة :

1. وجود جميع تطبيقات محل الدراسة في نطاق مناخي متشابه ودائرة عرض واحدة وإعتمادهم علي أعظم الطاقات وهي الطاقة الشمسية.
2. وجود حركة ديناميكية واضحة في الأغلفة الخارجية (الواجهات-الأسقف)
3. وجود تأثيرات لممارسات الحركة علي البيئه الداخلية والخارجية للمبني ومتغيراتها .
4. وجود تأثيرات للحركة علي التقليل من الإستهلاك العام للطاقة التي هي مشكلة العصر.
5. وجود علاقة قوية وثيقة بين مفردات التصميم التقليدية القديمة والديناميكية عن طريق التكنولوجيا.

3-5 سيتم دراسة كل تطبيق من حيث عدة محاور أساسية:

- التعريف بالمشروع من حيث نوع المبني-الموقع- تاريخ الإنشاء-المساحة-المصمم-الوصف المعماري-الغلاف الخارجي للمبني)
- تحقيق الإعتبارات الإساسية في ترشيد الطاقةمن حيث(الإضاءة-التهوية-الإظلال- الحرارة).
- تحديد نوع الحركة المستخدمة.
- ما هي التقنية القديمة المتبعة؟
- العنصر المتحرك في الغلاف.
- ما هي منهجية الحركة؟
- الغرض من الحركة.
- نوع ممارسة الحركة المتبعة (إستاتيكية-ديناميكية)

The Royal Melbourne Institute Of Technology New Design Hub

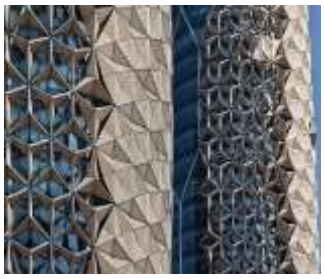
الوصف العام للمبني (منير، 2014):

- نوع المبني:إداري(المجلس الإستشاري الإاري)
- الموقع : أبو ظبي_ الإمارات العربية المتحدة
- تاريخ الانشاء : 2012
- المساحة الكلية : الإجمالي للمبني: :56.00م^2
- المصمم المعماري: :.Aedas

شكل(6)

***AL Bahar Office T*owers**

https://ara.architecturaldesignschool.com



- التوصيف المعماري للمبني : مكون من برجيين بارتفاع 150 مترً مكون من 27طابق يتميز بهيكل مستوحى من خلايا النحل وشاشات شمسية ديناميكية آلية تستجيب لحركة الشمس يحتوي علي عدد من المظلات المتحركة قد تكون 1000وحدة، حيث تستجيب هذه الشاشات الشمسية ديناميكيًا وتلقائيًا لزاوية الشمس، وهو نظام إنشائي يحاكي بيوت النحل السداسية، تم تثبيت نظام إنشائي كابولي الي النظام الإنشائي الأساسي للمبني وعليه تم تثبيت الحائط الستائري ثم الألواح الشمسية الديناميكية.

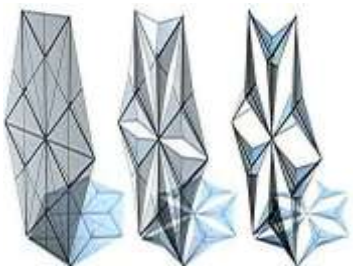
شكل(7)يوضح تركيب الالواح علي النظام الانشائي الكابولي
/https://ara.architecturaldesignschool.com

الغلاف الخارجي للمبني الديناميكي:

- أبعاد وشكل الغلاف الديناميكي:بعد الوحدة الواحدة 4.2*3.6 م كل وحدة مقسمة الي 6 مثلثات داخلية، ووزن الوحدة حوالي 62كم، قد يقوم بتحريك كل وحدة مكبس ديناميكي يتتبع رد الفعل الناتج من نظام التحكم عن طريق الحساسات نتيجة لبرمجة مسبقة تم حسابها تبعا للظروف المناخية خارج المبني (Ethan & Abd ulmajid, 2015)

شكل(8) مكونات وشكل الوحدة الديناميكة
/https://ara.architecturaldesignschool.com

دراسة المعايير الأساسية في ترشيد إستهلاك الطاقة

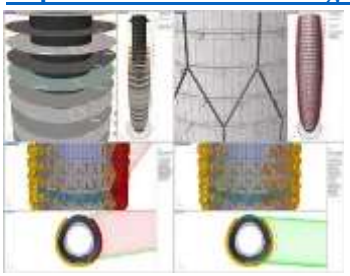


- **التأثير على الإضاءة الطبيعية:** توفير إضاءة تتراوح من 250 lux وهي القيم المدروسة المناسبة للفراغات الإدارية المبرمجة مسبقا لهذا الفراغ في فترات العمل، لذلك قام المصممين بتثبيت حساسات للإضاءة عندما تكون القراءة أقل من القيمة المدروسة يتصل تلقائيا بالإضاءات الصناعية وبهذا تم توفير إضاءة طبيعية وبالتالي الحد من إستخدام الإضاءة الصناعية وتقليل إستهلاك الطاقة وأحمال تشغيل المكيفات الصناعية . وهو المطلوب إثباتة أن الحركة الديناميكية المتبعة في الغلاف الخارجي تؤثر في إستهلاك الطاقة من حيث الإضاءة (Hyoungsub & Wei, 2015).

شكل(9) يوضح مراحل فتح وغلق الوحدات وتأثير الإضاءة داخليا
https://hrv.architecturaldesignschool.com/al-bahar-towers-responsive-facade-74349

- **التأثير على الإظلال:** هذة الوحدات الديناميكية تشكل عدد من الزوايا تستجيب لحركة الشمس من أجل تقليل تعرض الواجهات الخارجية للإشعاع الشمسي .وبالتالي هذه الالواح لها دور في عملية الاظلال

شكل(10)الخلايا الديناميكية أثناء الفتح والغلق وتأثيرها بالاشعاع الشمسي
https://ara.architecturaldesignschool.com/al-bahar-towers-responsive-facade-



- **التأثير على الحرارة:** تتحرك الوحدات الديناميكية نتيجة لوجود مكبس ديناميكي وهذا المكبس يتابع عمليه الفتح والغلق نتيجة لإستجابة لبرمجة سابقة تم حسابها لتقليل الإشعاع الشمسي المباشر وبالتالي تقليل الإكتساب الحراري لتكون أعلي قيمة 400 وات للمتر الواحد (Ethan & Abd ulmajid, 2015) تبعا لبرمجة مسبقة، وكذلك تمت حماية الوحدات بأستخدام حساسات مثبتة علي الوحدات الديناميكية .

شكل(11) يوضح علاقة الغلاف الخارجي للمبني بالأشعاع الشمسي وكيفية تأثير الحرارة
https://www.pinterest.com/fvahidzade/al-bahr-tower/

- **التأثير على التهوية:** عندما تتعرض الألواح الديناميكية الشمسية للإشعاع الشمسي تبدأ في الغلق وبالتالي تهدف الحركة هنا الي منع دخول الإشعاع الشمسي المباشر خلال فترات العمل وبالتالي يحافظ علي تهوية الفراغ ويترتب علي ذلك الحد من إستهلاك الطاقة في إستخدام أنظمة التبريد والتكييفات(Ethan & Abd ulmajid, 2015) .

شكل(12) يوضح تأثير الغلاف الخارجي علي التهوية الداخلية للمبني
https://www.designboom.com/architecture/aedas-al-bahar-towers

high court of justice and supreme court

الوصف العام للمبني

- نوع المبني: إداري(محكمة الإستئناف الاقليمة ،المحكمة العليا)
- الموقع : مدريد _ أسبانيا
- تاريخ الانشاء : 2006-2011
- المساحة الاجمالي للمبني: 45.000م^2
- المصمم المعماري: Norman Foster

مصمم الغلاف الحركي: Hoberman

شكل(13) high court of justice and supreme court
https://www.arch2o.com/high-court-justice-supreme-court-city-justice-foster-partners

- وصف المبني: عبارة عن مبنيين متجاورين وهما محكمة الإستئناف والمحكمة العليا، **محكمة الاستئناف** عبارة عن شكل إسطوانة يتكون من 6 طوابق مع واجهه متموجة، يتمركز في المنتصف أتريوم يخترق المبني وتعلوها سقف زجاج، وقد تم توزيع المكاتب في محيط المبني مع غرف الإجتماعات ليلتف حول الأتريوم. **وتقع المحكمة العليا** في مبني دائري أصغر بجوار محكمة الإستئناف يتخلل كتلة المبني من الإطار الخارجي فتحة علي شكل وتد التي تشكل مدخل طويل ويسع الي أتريوم مثلث الشكل (منير، 2014).

شكل(14) high court of justice and supreme court
المصدر: / https://www.fosterandpartners.com

الغلاف الخارجي للمبني:

عبارة عن سطح مديولي هذا السطح يتكون من سلسلة من الشرائح الألومنيوم القابلة للحركة بحيث يمكن أن تتجمع لتختفي بصريا داخل تشكيل فراغي في الهيكل الشبكي الرئيسي الحامل للشرائح ،وذلك للسماح بدخول الإشعاع الشمسي، وعند الحاجة للحد منه يتم تفعيل الحركة بحيث أنها تمتد الي تشكيل سطحي مديولي مستمر ويتم التحكم في كل شريحة بواسطة محرك ديناميكي يتكامل مع أنظمة الإستشعار (مصطفي، 2014)

شكل(15) السقف الديناميكي لمبني المحكمة
المصدر: / https://www.fosterandpartners.com

دراسة المعاييرالأساسية في ترشيد إستهلاك الطاقة:

- **التأثير على الإضاءة** : قد تم تصميمهم لتقليل الحصول علي الإشعاع الشمسي الغير مرغوب فيه ولكن في نفس الوقت يسمح بدخول ضوء النهار الطبيعي لتوفير الإضاءة الطبيعية ويتم هذا عن طريق طي سقف الغلاف الديناميكي الخارجي الشبكي المديولي داخل تشكيل فراغي في الهيكل الشبكي الرئيسي الذي يحتوي علي شرائح الألومنيوم وذلك من خلال تتبع أنظمة الإشعار للإشعاع الشمسي (مصطفي، 2014).

شكل(16) يوضح تأثير الفناء الديناميكي علي الإضاءة

المصدر https://www.fosterandpartners.com/

- **التأثير علي التهوية:**تعمل ممارسات حركة شرائح الألومنيوم في سقف غلاف المبني علي التحكم في الإشعاع الشمسي للتقليل من عملية الإكساب الحراري للسيطرة علي الحد من الوهج الشمسي بالإضافة الي عملية التحكم في تدفق الهواء داخل المبني وبالتالي التحكم في التهوية الطبيعية الداخلية.

شكل(17) يوضح تأثير الفناء الديناميكي علي الإضاءة

المصدر https://www.fosterandpartners.com/

- **التأثير علي الإظلال:** تعمل ممارسات حركة شرائح الألومنيوم في سقف غلاف المبني كجزء أساسي من خلال السيطرة علي التظليل داخل فراغات المبني أثناء عملية الطي والحركة.

شكل(18) يوضح تأثير الفناء الديناميكي علي نسبة الإظلال الداخلي

المصدر:https://www.fosterandpartners.com/

- التأثير علي الحرارة: حيث يعمل الأتريوم الديناميكي عند الفتح والغلق كخزان يقوم بتخزين الهواء البارد ليلا لمواجهة الحرارة نهارا

شكل(19) يوضح تأثير الفناء الديناميكي علي نسبة الإظلال الداخلي

/https://www.fosterandpartners.com

جدول(3) الدراسة التحليلية لجميع تطبيقات محل الدراسة المصدر:الباحثة

التطبيقات		الوصف العام للمشروع							المتغير الأساسية في ترشيد الطاقة				نوع الحركة						نسبة المفردات الفيبة المتبعة						الحصر الحركة		منهج الحركة		الغرض من الحركة		نوع ممارسة الحركة	
إسم المبنى	شكل المبنى	المكان	المالك	تاريخ إنشاء	المصمم	المساحة			خلوية	إضاءة	تهوية	حرارة	استاتيكية static movement				ديناميكية Dynamic movement		خطوط			أسطح			تحرك	تسكن	مغلق	غير مغلق	تنقل	جلوس	مفتوحة	مركبة
AL Bahar Office Towers		الإمارات العربية المتحدة	أبراج البحر	55 ° 33 شرقاً 1452	2012	Aeda	100 50 م		●	●	●	●	○	●	●	○	○	●	●	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●	●	○	●
The Royal Institute		تطبيقي	بكين، الصين	41 ° 36 شمالاً 14 208	2015	Sean Godsell	130 م		●	●	●	●	○	○	○	●	●	○	●	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●	○	○	●
Simons Center		تطبيقي	تكساس، الولايات المتحدة	47 ° 35 شمالاً 55 032	2010	Hoberman	38000		●	●	●	●	○	○	●	○	○	●	●	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●	●	○	●
Pola Ginza Building		تطبيقي	طوكيو، اليابان	47 ° 35 شمالاً 44 868	2012	Yasuda Atelier	354 97		●	●	●	●	○	○	○	●	●	○	●	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●	●	●	●
high court		تطبيقي	مدريد، إسبانيا	46 ° 35 شمالاً 21 306	2011	Norman Foster	45 000		●	●	●	●	○	○	●	○	○	●	○	○	○	●	○	○	●	○	○	●	●	●	○	●
One Ocean		متحفي	كوريا	47 ° 35 شمالاً 44 884	2012	SOMA	25200		●	●	●	●	○	○	●	○	○	●	○	○	○	●	○	○	●	○	○	●	●	●	●	○
Aldar Contral Market		تجاري	أبو ظبي، الإمارات	55 ° 33 شرقاً 1452	2011	Norman Foster	24607000		●	●	●	●	○	○	●	○	○	●	○	○	○	●	○	○	●	○	○	●	●	●	○	●
Singapore National Stadium		رياضي	سنغافورة، سنغافورة	38 ° 35 شرقاً 7568	2014	Ove Arup	23500		●	●	●	●	○	○	●	○	○	●	○	○	○	●	○	○	●	○	○	●	●	●	○	●

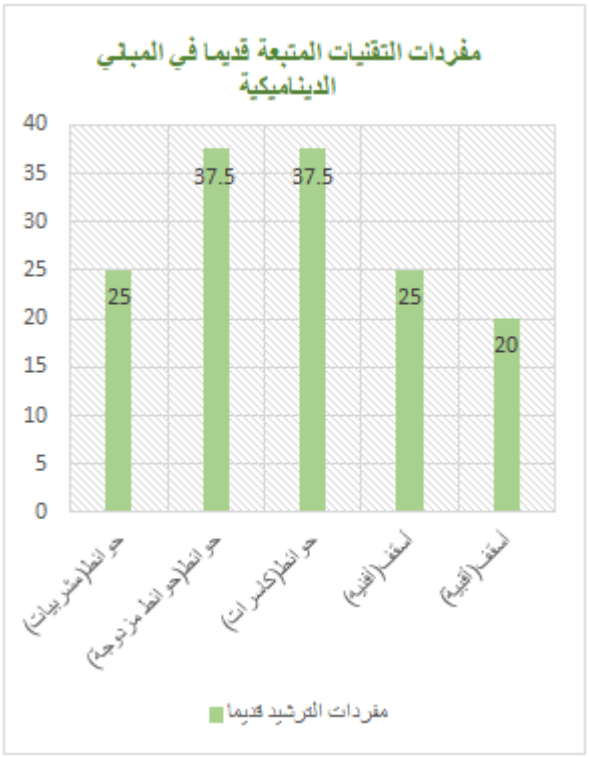
- **التحليل المقارن لجميع التطبيقات :**

- **نتائج معايير الدراسة (مصطفي، 2014) بتصرف من الباحثة:**

1. ـمفردات تقنيات التصميم التقليدية المتبعة:

	إسم المبني	مفردات التقنيات المتبعة				
		حوائط			أسقف	
1	.Al Bahr Towers	✓	✓	☒	☒	☒
2	The Royal Melbourne Institute Of Technology New Design .Hub	☒	✓	✓	☒	☒
3	Simons center for eometry .And Physics	✓	☒	☒	☒	☒
4	.Pola Ginza Building	☒	✓	✓	☒	☒
5	high court of justice and .supreme court	☒	☒	☒	✓	☒
6	.One Ocean	☒	✓	☒	☒	☒
7	Aldar Contral Market.	☒	☒	✓	☒	☒
8	.Singapore National Stadium	☒	☒	☒	☒	✓

جدول (4) مفردات التقنيات المتبعة من حيث الحركة لتطبيقات محل الدراسة
المصدر:الباحثة

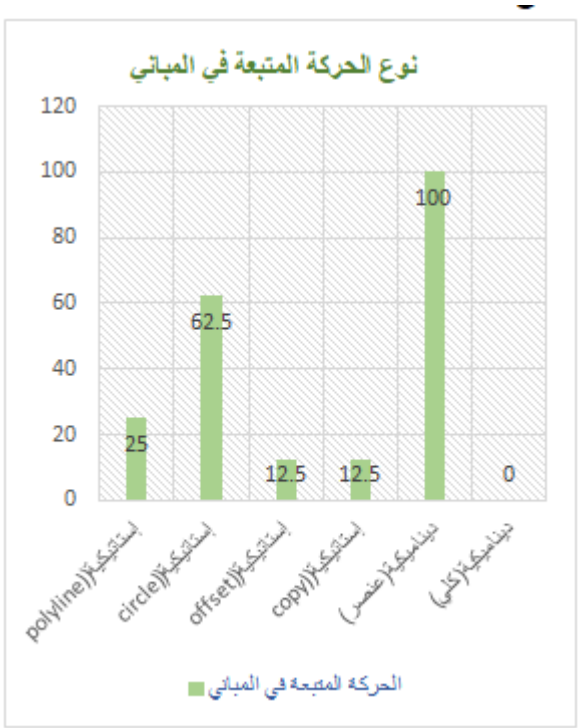


شكل(20)نسب إستخدام المفردات لتطبيقات محل الدراسة
المصدر:الباحثة

2.نوع الحركة المتبعة

	إسم المبني	نوع الحركة المتبعة	
		إستاتيكية	ديناميكية
1	Al baher office	✓	☒
2	The Royal Melbourne Institute Of Technology New Design Hub.	☒	✓
3	Simons center for eometry And Physics	✓	☒
4	Pola Ginza Building	☒	✓
5	high court of justice and supreme court.	✓	☒
6	One Ocean	✓	☒
7	Aldar Contral Market.	☒	✓
8	Singapore National Stadium	✓	☒

جدول (5) نوع ممارسات الحركة المتبعة في تطبيقات محل الدراسة
المصدر:الباحثة

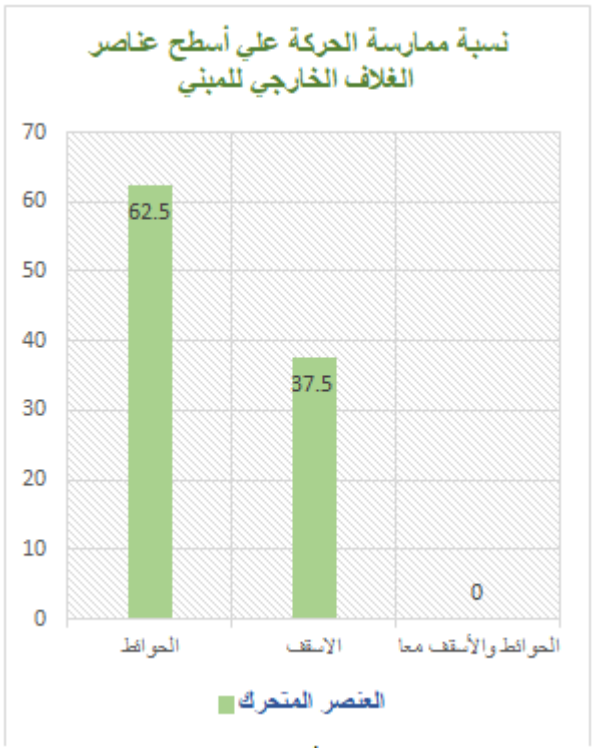


شكل(21)نسب استخدام أنواع ممارسات الحركة المتبعة
المصدر:الباحثة

3. ممارسة الحركة المطبقة علي أسطح عناصر الغلاف الخارجي للمبني

م	إسم المبني	العنصر المتحرك	
		الحوائط	الأسقف
1	Al Bahr Towers	✓	☒
2	The Royal Melbourne Institute Of Technology New Design Hub.	✓	☒
3	Simons center for Geometry And Physics.	✓	☒
4	. Pola Ginza Building.	✓	☒
5	high court of justice and supreme court.	☒	✓
6	One Ocean	✓	☒
7	Aldar Contral Market.	☒	✓
8	Singapore National Stadium	☒	✓

جدول (6) تصنيف للأسطح الممارس عليها الحركة
المصدر:الباحثة

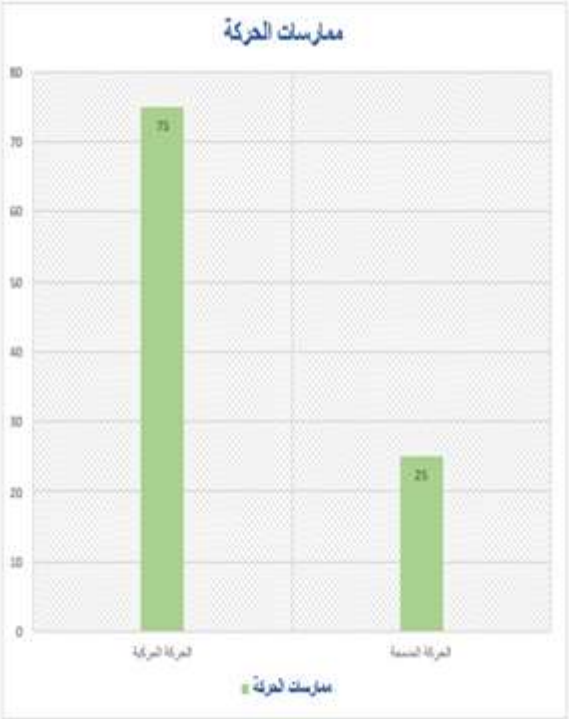


شكل(22) نسبة ممارسة الحركة علي أسطح عناصر الغلاف الخارجي
المصدر:الباحثة

4. ممارسة الحركة

م	إسم المبني	ممارسةالحركة	
		مدمجة	مركبة
1	Al Bahr Towers	☒	✓
2	The Royal Melbourne Institute Of Technology New Design Hub.	☒	✓
3	Simons center for eometry And Physics	☒	✓
4	Pola Ginza Building.	✓	☒
5	high court of justice and supreme court.	☒	✓
6	One Ocean	✓	☒
7	Aldar Contral Market.	☒	✓
8	Singapore National Stadium	☒	✓

جدول (7) لتوضيح تصنيف لممارسات الحركة للتطبيقات محل الدراسة
المصدر:الباحثة

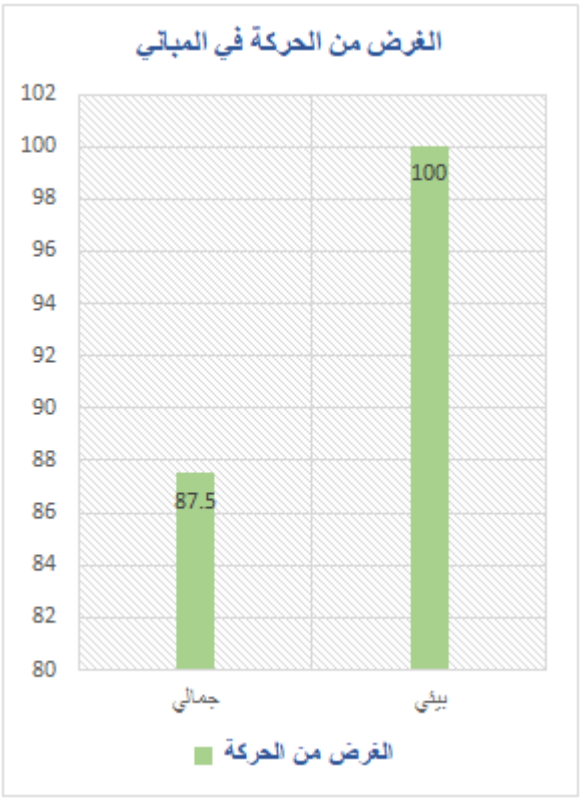


شكل(23)نسب تصنيف لممارسات الحركة
المصدر:الباحثة

5. الغرض من الحركة

م	إسم المبني	الغرض من الحركة	
		بيئي	جمالي
1	Al Bahr Towers.	✓	✓
2	The Royal Melbourne Institute Of Technology New Design Hub.	✓	☒
3	Simons center for Eometry And Physics	✓	✓
4	Pola Ginza Building.	✓	✓
5	high court of justice and supreme court.	✓	✓
6	One Ocean	✓	✓
7	Aldar Contral Market.	✓	✓
8	Singapore National Stadium	✓	✓

جدول (8) توضيح الغرض من الديناميكية في تطبيقات محل الدراسة
المصدر:الباحثة

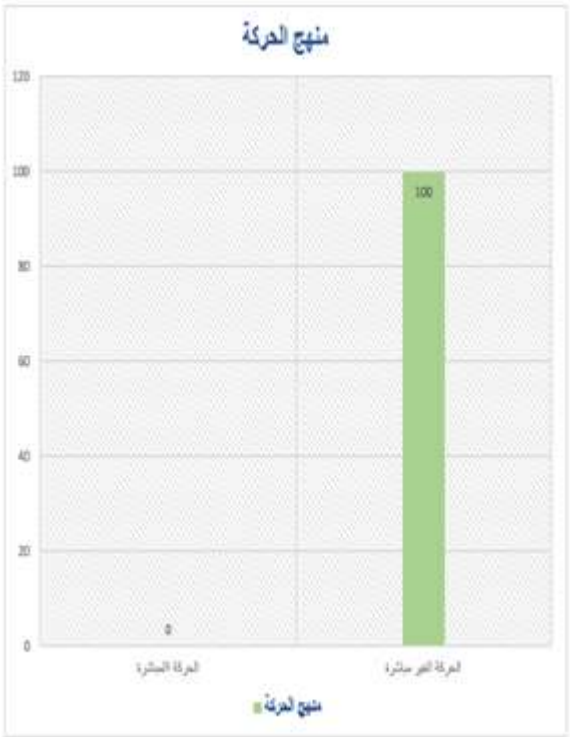


شكل(24) يوضح نسب الغرض من الحركة
المصدر:الباحثة

6. منهج الحركة

م	إسم المبني	منهج الحركة	
		مباشر	غير مباشر
1	Al Bahr Towers..	☒	✓
2	The Royal Melbourne Institute Of Technology New Design Hub.	☒	✓
3	Simons center for eometry And Physics	☒	✓
4	Pola Ginza Building.	☒	✓
5	high court of justice and supreme court.	☒	✓
6	One Ocean	☒	✓
7	Aldar Contral Market.	☒	✓
8	Singapore National Stadium	☒	✓

جدول (9) منهج الحركة المتبع بالنسبة لتطبيقات محل الدراسة
المصدر:الباحثة

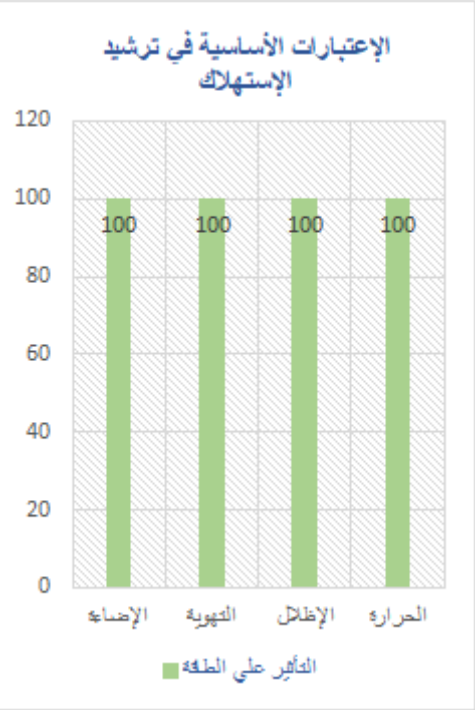


شكل(25)نسبة منهج الحركة المتبع لتطبيقات حل الدراسة
المصدر:الباحثة

7. تحقيق الإعتبارات الأساسية في الترشيد

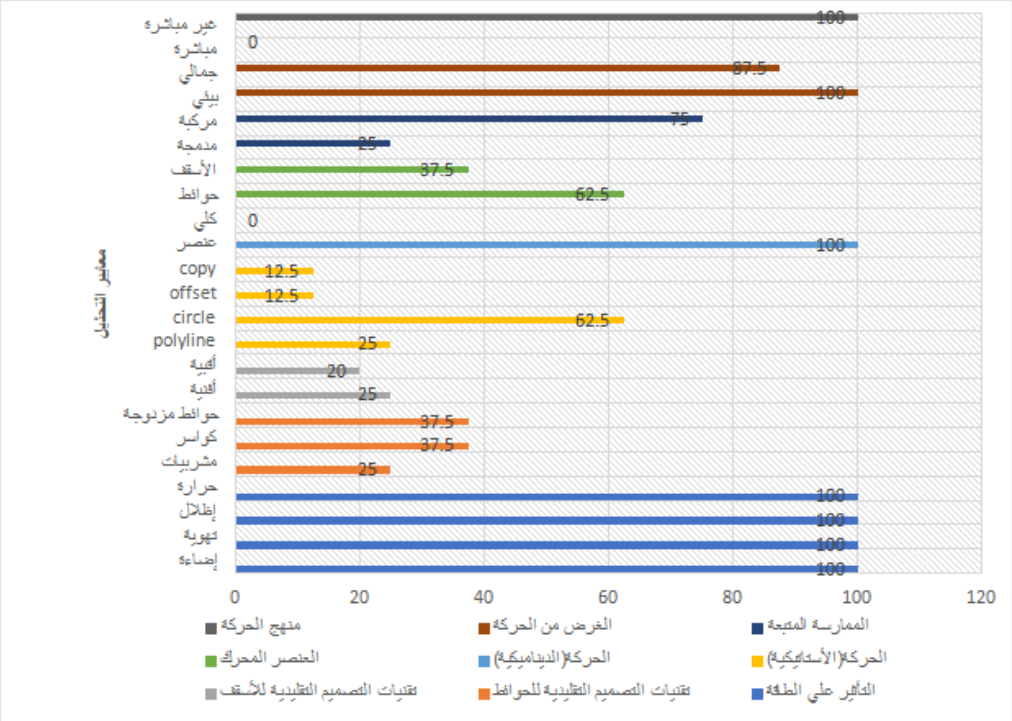
م	إسم المبني	الإعتبارات الأساسية في الترشيد			
		الإضاءة	التهوية	الإظلال	الحرارة
1	Al Bahr Towers.	✓	✓	✓	✓
2	The Royal Melbourne Institute Of Technology New Design Hub.	✓	✓	✓	✓
3	Simons center for eometry And Physics	✓	✓	✓	✓
4	Pola Ginza Building	✓	✓	✓	✓
5	high court of justice and supreme court.	✓	✓	✓	✓
6	One Ocean	✓	✓	✓	✓
7	Aldar Contral Market.	✓	✓	✓	✓
8	Singapore National Stadium	✓	✓	✓	✓

جدول (10) تحقيق الاعتبارات الاساسية في ترشيد استهلاك الطاقة
المصدر:الباحثة



شكل(26)نسب تحقيق المعايير الاساسية في الترشيد
المصدر:الباحثة

8. *نتائج جميع معايير تحليل الدراسة:*



شكل(27)نسب جميع المعايير التحليلية لتطبيقات محل الدراسة
المصدر:الباحثة

- النتائج:

- إستخدام المباني الديناميكية كوسيلة لحل أزمة الطاقة وإن لم تكن وليدة اللحظة بل لها عدة مراحل من بداية ظهورالعمارة الديناميكية في عصر النهضة وصولا اليها في العصور المعاصرة.
- اثبت البحث كفاءة المباني الديناميكية في ترشيد استهلاك الطاقة.

1-6 نتائج الدراسة التحليلية:

- أكثر التقنيات القديمة المتبعة والمطبقة حديثا علي الحوائط(الواجهات) بنسبة 62.5% وأقلهم إستخداما الأقبية (الأسقف) 37.5%.
- الحركة الدائرية هي من أكثر أنواع الحركة الإستاتيكية المستخدمة وذلك تبعا لتطبيقات محل الدراسة بنسبة 62,5% كما في شكل (27).
- حركة عنصر فقط من المبني هي الحركة الشائعة بالنسبة لتطبيقات محل الدراسة وبالأخص المطبقة علي الحوائط(الواجهات) بنسبة 62.5%.
- الحركة المركبة هي أكثر الممارسات المتبعة قد تصل نسبتها الي 75% والمدمجة بنسبة 25%.
- الهدف من الحركة في المباني قد يكون بيئي وجمالي معا بنسبة كبيرة.
- منهج الحركة الغير مباشرة هو المنهج المتبع بالنسبة لتطبيقات محل الدراسة.
- نجاح العمارة الديناميكية في التأثير علي معايير الترشيد (الإضاءة-التهوية-الإظلال-الحرارة) وبالتالي التوفير في ترشيد الإستهلاك.

7- التوصيات:

1-7 توصيات عامة:

- التوعية الثقافية لإستخدام مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة للحد من التلوث البيئي.
- التوعية الثقافية بضرورة التوجه الي فكر المباني الديناميكية في جميع الأوساط و ليست المعمارية فقط بعمل مشاريع سواء إقليمية أو تقليدية فيؤدي ذلك إلي تأقلم المواطن العادي علي تواجد مثل هذه المباني.
- إستغلال التكنولوجيا والأتمتة وعلم الرقميات وتطويعها لخدمة العمارة الديناميكية.
- تشجيع المستثمرين علي خوض تجربة العمارة الديناميكية فهي تجربة مثمرة إقتصاديا.
- وضع قوانين من الدولة المصرية تختص بالدراسة الديناميكية بما يتلائم مع طبيعة بيئتنا.
- يجب علي المهتمين بالعمارة مواكبة كل ما هو جديد من التكنولوجيا.

2-7 توصيات الدراسات الأكاديمية:

- تعديل المناهج الدراسية ووضع أساليب ونظم الإنشاء الجديدة وكذلك التوجهات المعمارية الحديثة حتي يتمكن الطالب من معرفة مبادئ التصميم الحديث .
- يجب زيادة الأبحاث التي تهتم بدراسة المباني الحديثة و التقنيات الجديدة المختلفة في المباني لمواكبة العصر.
- عمل أبحاث في ممارسات الحركة الديناميكية الكلية للمبني.
- مواد البناء الذكية التي تظهر من خلالها ممارسات واضحة للحركة .
- عمليات التصميم الرقمية المتطورة.
- يجب اللجوء الي الكود المصري لتحسين كفاءة الطاقة وكود إستدامة المدن الذكية التي وضعتها وزارة الإسكان في الدراسات المستقبلية .
- عمل برامج تصميمية تخدم النظم الحركية يسهل من خلالها تطابق جميع الرسومات و النماذج المعمارية والإنشائية والكهربية والميكانيكية.

8- الراجع:

الرسائل العلمية

[1] .أمل كمال شمس الدين. (2003). ترشيد إستهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبني. صفحة9. جمهورية مصر العربية: جامعة عين شمس كلية الهندسة قسم الهندسة المعمارية ماجستير العلوم في الهندسةالمعمارية.

[2] .لمياء محمد. (2020). العمارة الديناميكية وتطبيقها علي البيئة المصرية. جمهورية مصر العربية: جامعة الفيوم.كلية الهندسة.قسم الهندسة المعمارية.ماجستير العلوم في الهندسة المعمارية.

[3] .محمد أحمد محمد سويدان. (2014). توفير الطاقة في العمارة الديناميكية . كوسيلة لوضع دليل علمي محدد للمعايير التصميمية للمباني الديناميكية. جمهورية مصر العربية: جامعة القاهرة كلية الهندسة قسم الهندسة المعمارية.

[4] .نهلة مصطفي. (2014). دراسة تأثير الأنظة الحركيةفي الغلاف الخارجي للمبني علي درجة حرارة الهواء الداخلي للمبني. جامعة القاهرة رسالة الدكتوره في قسم الهندسة المعمارية.

[5] .ياسمين منير. (2014). العمارة الحركية كأداه لتحقيق الإستدامة. كلية الفنون الجميلة.رسالة ماجستير.

[6] .خالد جلال زغلول. (2004). النظم التكنولوجية ومنهجيات الحفاظ علي الطاقة في المباني الجديدة والقائمة. جامعة عين شمس كلية الهندسة

الكتب:

[7] .حسن أحمد شحاته. (2009). التلوث البيئي ومخاطر الطاقة. الدار العربية للكتب.
[8] وزارة الإسكان والمرافق والتنمية العمرانية. (2009). الكود المصري لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في المباني.الجزء الثاني. (اللجنة الدائمة لإعداد الكود المصري، المحرر) جمهورية مصر العربية: المركز القومي لبحوث اللإسكان والبناء.

[9] .الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء جهاز تنمية مرافق الكهرباء وحماية المستهلك الإدارة العامة لمركز المعلومات والتوثيق. (التقرير السنوي2016/2015). مؤشرات إستهلاك الطاقة الكهربية في الأنشطة الإقتصادية.

[10] .محمود طه. (2007). ترشيد الطاقة وإدارة الطلب عليها.

المراجع الأجنبية:

[11] obai, S., & Study, C. (2018, May 3). The Design Hub, Royal Melbourne Institute of Technology.
[12] Ethan, & Abd ulmajid. (2015, 3). innovations in dynamic architecture The AL-Bahr Towers Design and delivery of complex facades. 178. paper ,journal of Façade Design and Engineering.
[13] .Hyoungsub, k., & Wei, M. (2015). Parametric BIM-based Energy Simulation for Buildings with Complex Kinetic Facades. paper ,BIM Applies, 1

دوريات ومجلات

[14] هشام عثمان، و محمد أحمد. (2015). التقنيات المعمارية في العمارة التقليديةوكيفية الإستفادة منها في خفض إستهلاك الطاقةفي المباني. صفحة 2.
[15] ريهام أيوب، و إيهاب عقبة. (2015). عمارة الأبنية الذكيةمن منظور محقق لراحة المستعمل. صفحة عدد1 .صفحة8.

المصالح الحكومية والجهات الرسمية:

[16] 1.الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء جهاز تنمية مرافق الكهرباء وحماية المستهلك الإدارة العامة لمركز المعلومات والتوثيق. (التقرير السنوي2016/2015). مؤشرات إستهلاك الطاقة الكهربية في الأنشطة الإقتصادية.

المواقع الإلكترونية

[17] https://hrv.architecturaldesignschool.com/al-bahar-towers-responsive-facade-74349
[18] https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/electricity.html
[19] http://achikhanmpc.blogspot.com
[20] /https://ara.architecturaldesignschool.com
[21] https://www.designboom.com/architecture/aedas-al-bahar-towers
[22] https://www.arch2o.com/high-court-justice-supreme-court-city-justice-foster-partners
] [23/https://www.fosterandpartners.com