Journal of Al Azhar University Engineering Sector

Vol. 12, No. 45, October, 2017, 1579-1590

طرح منهجى تجريبى لأستخدام الواجهات "الذكية" ذاتية الحركة فى رفع كفاءة الفراغ الداخلى والإدراك البصرى

زكريا أحمد عبد الفتاح عمارو محمد رضا عبدالله-و هشام سامح حسين
قسم العمارة، كلية الهندسة جامعة القاهرة

ABSTRACT

The design process describes the building which fulfill a specific number of design requirements, as it achieves a number of design aims as the building envelope is the element which separates the outdoor environment and the indoor one. The building envelope has a great effect on the natural light, shading, and temperature according to the aims of which the kinetic envelope is designed for. The traditional kinetic architecture face a lot of problems such as the high cost of the project implementation, and the high – tech which can't be implemented in the developing countries. Most of these projects aim at creating architectural icon, so we turned to self – movement architecture which is affected by external natural effects and it affects the indoor climate and temperature without using mechanical elements which reduces the total cost of the building. In this regard, a design can be turned from a standard that can be measured in all departments to the inclusion of information related to digital assessment and simulations related to the development of forms and architectural solutions. To reach this aim, a number of parameters and models are proposed to describe the possible variations. Also, the algorithms can be presented as a mean of elaborating the relation between the form and performance especially in the early stage of design. In this regard, the proposed design process doesn't aim at finding the best solutions; instead, it aims at exploring the design which can be implemented on a larger scale. Thus, the designer can change the design process as well as extracting the data out from the reached solutions.

الملخص:

عملية التصميم وممارسة الحركة تولد وتصف الكائن الذي يرضي مجموعة معينة من متطلبات التصميم كما أنها تحقق 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 المصصمة من أجله الغلاف الحركى على الفراغ الداخلى و العمارة الحركية التقليدية تعانى من مشاكل كثيرة منها التكلفة العالية الازمة للتنفيذ والتكنولوجيا الحركية ذو التقنيات العالية التى يصعب تنفذها فى الدول النامية ومعظم هذه المشايع تخلق لعمل أيكونة معمارية لذلك كان لابد من التوجة الى العمارة الحركية ذاتية الحركة لما لها من القدرة على ألاستجابة للمؤثرات الطبعية الخارجية والتأثير على البيئية الداخلية للفراغات 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 للمعايير القابلة للقياس التي تغطي مختلف التخصصات في مرحلة مبكرة من التصميم إلى إدخال معلومات وأداء المحاكاة المقترنة مع تطوير الأشكال والحلول المعمارية.

وتحقيقا لهذه الغاية، يقترح مجموعة من البارامترات و النمذجة لوصف النموذج والاختلافات الممكنة كوسيلة من وسائل الإستكشاف الارتباط بين الشكل والأداء. وبخاصة في المرحلة المبكرة من التصميم، وفي هذا الصدد، العملية التصميمية المقترحة لا تهدف إلى تحديد الحلول المثلى البحتة. ولكن تهدف لدعم إستكشاف التصميم

المقصود تنفيذة على نطاق أوسع وفيها يمكن للمصمم التدخل لمعالجة عملية التصميم و إستخراج المعرفة من الحلول التي تم إنشاؤها.
كلمات البحث: المواد الذكية، ، التكيف ، الاستجابة ، الحركية

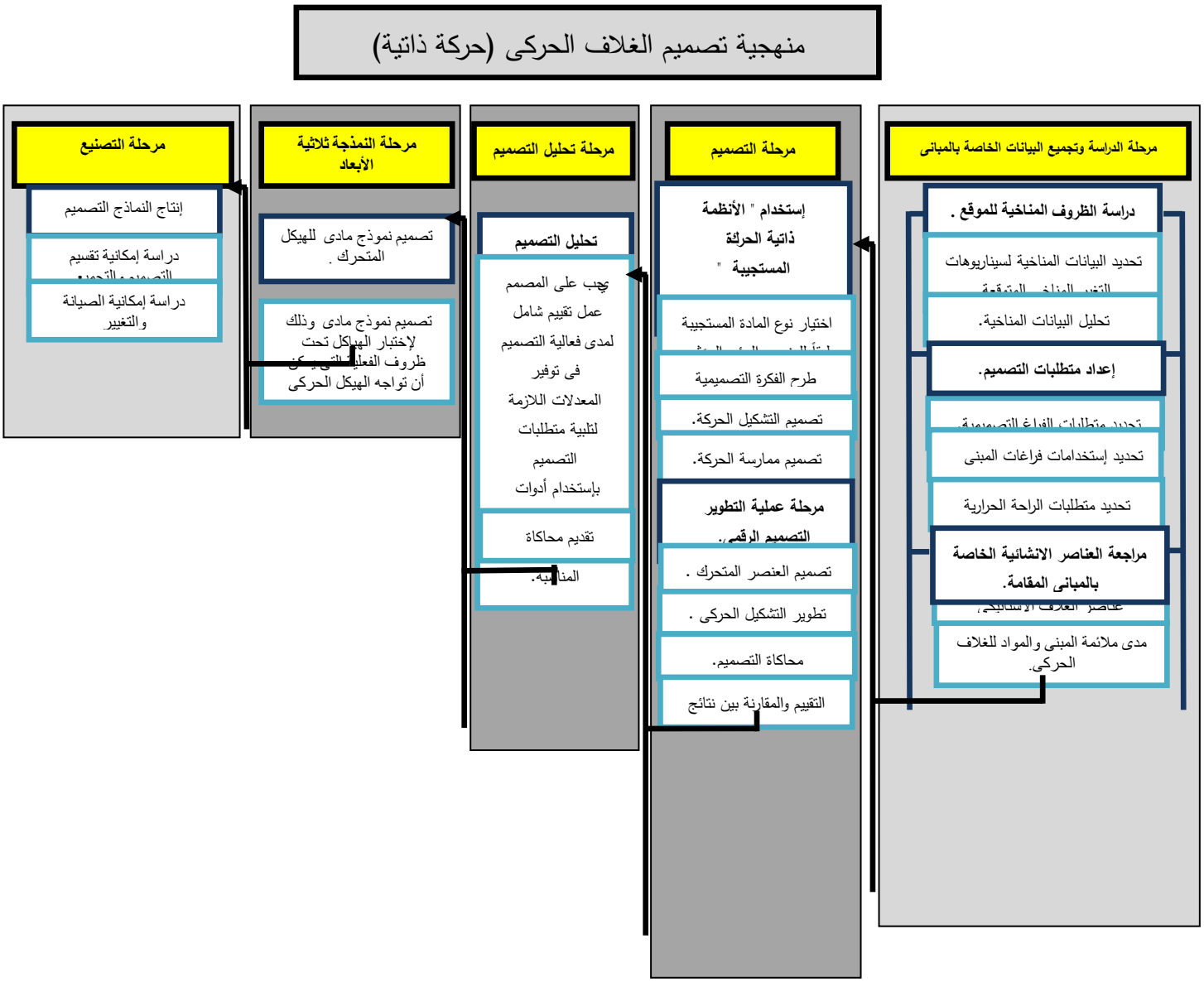
1-تمهيد:

عند تصميم غلاف ذاتى الحركة فيجب دراسة الأنظمة الديناميكية الممارسة للحركة الذاتية للإستجابة للمتغيرات المناخية داخل وخارج المبنى .وللتأكد على أن التصميم العام يحقق الأهداف التصميمية المطلوبة وأن الغلاف الحركى يستجيب لجميع ظرف التشغيل المتوقعة فى ظل هذه الظروف المتنوعة يجب على المصمم عمل نموذج تجريبى إفتراضى بواسطة الحاسب الالى للمحاكاة بحيث يتم الربط بين ممارسة الحركة وعناصر الغلاف و الاضاءة والتهوية سواء كانت طبعية أو ميكانيكية وعناصر الطاقة والتفاعلات الحرارية للتأكد من تكامل ممارسة الحركة مع جميع عناصر المؤثرة على المبنى وهذا يتطلب درجة من التكامل التصميمى الشامل لبرامج المحاكاة وذلك لمحاكاة جميع الجوانب المعقدة فى الأغلفة الحركية وتشمل عملية المحاكاة هذه جميع عناصر البيئية المؤثرة على المبنى والتصميم بمساعدة الحاسوب تسمح للمعماريين المحاكاة للعديد 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 هذه 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 الحاسوبية والمحاكاة مع تقنيات التصنيع السريعة للنماذج الأولية فى عملية التصميم فإنها تساعد المعماريين على توليد مجموعة من خيارات التصميم المتعددة وتوجية قرارات التصميم و هذا النهج الجديد للأنظمة التكنولوجية الذكية، يحتاج الى إسلوب منهجي مختلف ويحتاج إلى إدخال أنظمة جديدة فى التجارب قادرة على الحد من الفجوة الحالية بين الممارسة والأبحاث وعلى هذا الأساس يمكن صياغة المنهجية لتصميم الغلاف الحركى (حركة ذاتية) على النحو التالى .[1]

2- 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 وبرامح المحاكاة حتى يمكن الإستعانه بها فى مرحلة الصنايع الرقمى Digital Fabrication
- وضع تصور مبدئى لكيفية الدراسة التصميم المقترح والتأكيد على أن التصميم الفيزيائى المقترح يغطى معظم المتطلبات الأداء التصميمية.

3-وقد تم صياغة المنهجية لتصميم غلاف حركى ذاتى الحركة على النحو التالى.



الشكل (1) يوضح منهجية تصميم غلاف حركى (ذاتى الحركة)- المصدر: الباحث

4-الحالة التطبيقية

تم أختيار برج الجنوبى للبنك الاهلى المصرى لتطبيق المنهجية التصميمية للحركة الذاتية.

5-أسس إختيار المبنى .

- مبنى إدارى شاهق بمدينة القاهرة بأرتفاع 135م .

تم بناء فرع البنك الاهلى المصرى بـالقاهرة 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 420م2 تقريباً ويتكون من بدروم وأرضى و36دور متكرر وإجمالى مسطحاته 73000م2 تقريباً المبنى.[2]

6-الأدوات التحليل المستخدمة فى تحليل الدراسة التطبيقية.

Rhinoceros هو واحد من البرامج الأكثر شهرة لإنشاء نماذج ثلاثة الأبعاد على أساس النمذجة المعقدة للهندسة وهو تمثيل رياضى التي يمكن أن يحدد بدقة أي شكل أو خط أو السطح. هذا البرنامج لديه القدرة على تحليل نموذج والصادر البيانات وقد تم إستخدام البرمجيات Rhinoceros وبأضافة إلى أثنين من (plug-in)

- Grasshopper plug-in (geometry design)
- DIVA plug-in (daylight analysis)

6-1-*Grasshopper plug-in (GH) .*

ويعملGrasshopper 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 في بيئة مناسبة للمهندسين المعماريين لتوليد نماذج الثلاثيةِ الأبعاد بطريقة مرنة، للتحكم في عملية التصميم و التطوير بدون أي معرفة بالبرمجة.

-2-6 *DIVA Plug-in* .

The DIVA plug-in وهو احد المكونات برنامج التصميمية Rhinoceros ، لتقيم 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 (Climate-Based Daylight Metric (CBDM ويعمل على التنبؤ الإنارة والجودة البصرية، وتقييم الإضاءة الجديدة وتقنيات ضوء النهار كما أن DIVA يعمل على تحليل و محاكاة الحمل الحرارى و الطاقة الزائد ويحتوي على خرائط الإشعاع، 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. [3]

7-مرحلة الدراسة وتجميع البيانات الخاصة بالمبانى.

هى المرحلة الاولى فى عملية التصميم والتى تنقسم إلى مجموعة من عناصر فرعية.

7-1-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 تتيح للمصمم إختيار المعالجات المعمارية المناسبة والتى تمكن المبنى من التكييف مع محيطة البيئي و التغيرات المناخية المتوقعة مستقبلا ،

7-2- 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 500 لوكس لمزاولة النشاط الإدارى بكفائة كما أن الراحة الحرارية تقع مابين 22-25° 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 .

7-3- 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 (DIVA plug-in) لتحسين السلوك الواجهات وتحديد نظام تكنولوجي ذكي وتكيفى ليتم تطبيقها على المباني. ويهدف العمل التجريبى الأولى في تحسين أداء الطاقة في واجهة المبنى وبعد تحديد المرجعية للظروف الجوية وهندسة للمبنى سوف يتم عمل التحليل البيئي باستخدام البرمجيات قادرة على تحسين سلوك الواجهات وتقرر إستخدام ديناميكية للواجهة المزدوجة وكخطوة أولى و تم تعريف النمط الهندسي للواجهات الخارجية من خلال اندماجة مع المكونات المبنى. في الخطوة الثانية تم تحليل الواجهات من جهة النظر البيئية على 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 استبدال الملف الطقس في مرحلة الإدخال للبرنامج.

ويهدف العمل التجريبى فى المرحلة الثانية إلى تحديد نظام تكنولوجي ذكي ليتم تطبيقه على المبني وقادرة على ضمان إستجابة مثلى للمدخلات القادمة من البيئة الخارجية ويتم تقييم النتائج باستخدام برنامج (DIVA plug-in).

7-4-إختيار الماد المستجيبة.

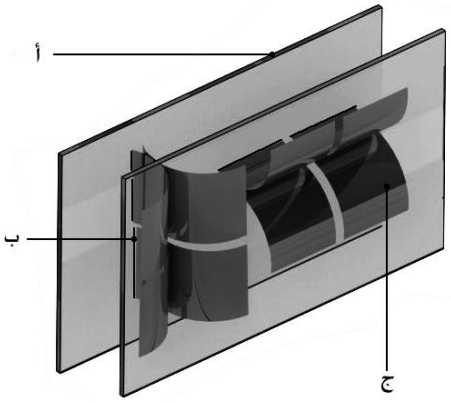
تم أختيار مادة Thermobimetals (TBM) أو اشرطة المعدنين لما لها من قدرة على التفاعل مع الاشعاع الشمسى وتعتمد هذة المادة على الاستشعار الحرارى ويمكن للمادة أن تستجيب لأقل التغيرات الحرارية والمادة عبارة عن شررائح معدنية معالجة حيث يمكن للمادة الاستجابة الى التغيرات الحرارية لتغير الشكل الخاص بها وتوضح الاشكال كيفية عمل المادة المتعلقة بنظام الشريط المعدنين أو Thermobimetals هو مركب يتكون من إثنين من المعادن، خليط الصلب والنحاس مع مختلف معاملات التمدد الحراري لكل منهما التي عند تسخينها أو تبريدها الخضوع لقدر معين من التشوه هذا التشوه يعتمد على أنواع المعادن المستخدمة بينما عند تسخينها يكون الانحناءات من الجانب السفلي من المعدن أوطبقة السلبية، عندما تبرد تحت درجة حرارة الأولية يكون الانحناءات في الطريق المعاكس نحو الطبقة النشطة كما يمكن أن يكون سبب الاختلاف في درجة الحرارة عن طريق الإشعاع وإمدادات الكهرباء أو التعرض البسيط لأشعة الشمس.

الجزء الأولى من هذا التطبيق تعمل مكونات الواجهة التي تم تحديدها وتصنيفها إلى:

أ - **الجزء الثابت:** الهيكل الأساسي يتكون من لوحان من الزجاج سمك 12 مم أو من الالواح البلاستكية الشفافة الذى يكون ضمن نظام الحوائط الستائرية. التى يمكن تركبها على المبانى الادارية العالية والسكنية وغيرها .

ب - **الجزء الخاص بتثبيت المادة** . وهى المادة المسؤلة عن تثبت الشرائح على الهيكل الأساسى الزجاج أو البلاستك وهى عبارة عن شريحة من المطاط يتم زرع الشرائح بداخلها وتثبيتها على الهيكل الأساسى.

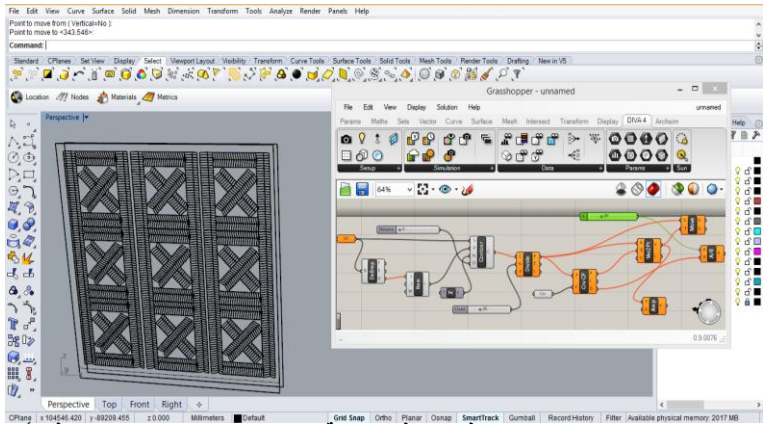
الجزاء المتحرك :ويختص بمادة Thermobimetals (TBM) والشكل (2) يوضح التصميم الذى تم اقتراحة وهو عبارة عن شكل هندسى يمكن للمادة عند تفاعلها أغلاق نسبة كبيرة من الواجهة لتظليل الفراغ الداخلى وبالتالى تقليل الحمل الحرارى.



الشكل (2) يوضح مكونات الاساسية للتصميم النموذج لمادة Thermobimetals (TBM) المقترحة للتصميم البرج الجنوبى لمبنى البنك الاهلى المصرى - المصدر: الباحث

5-7- التشكيل الهندسى.

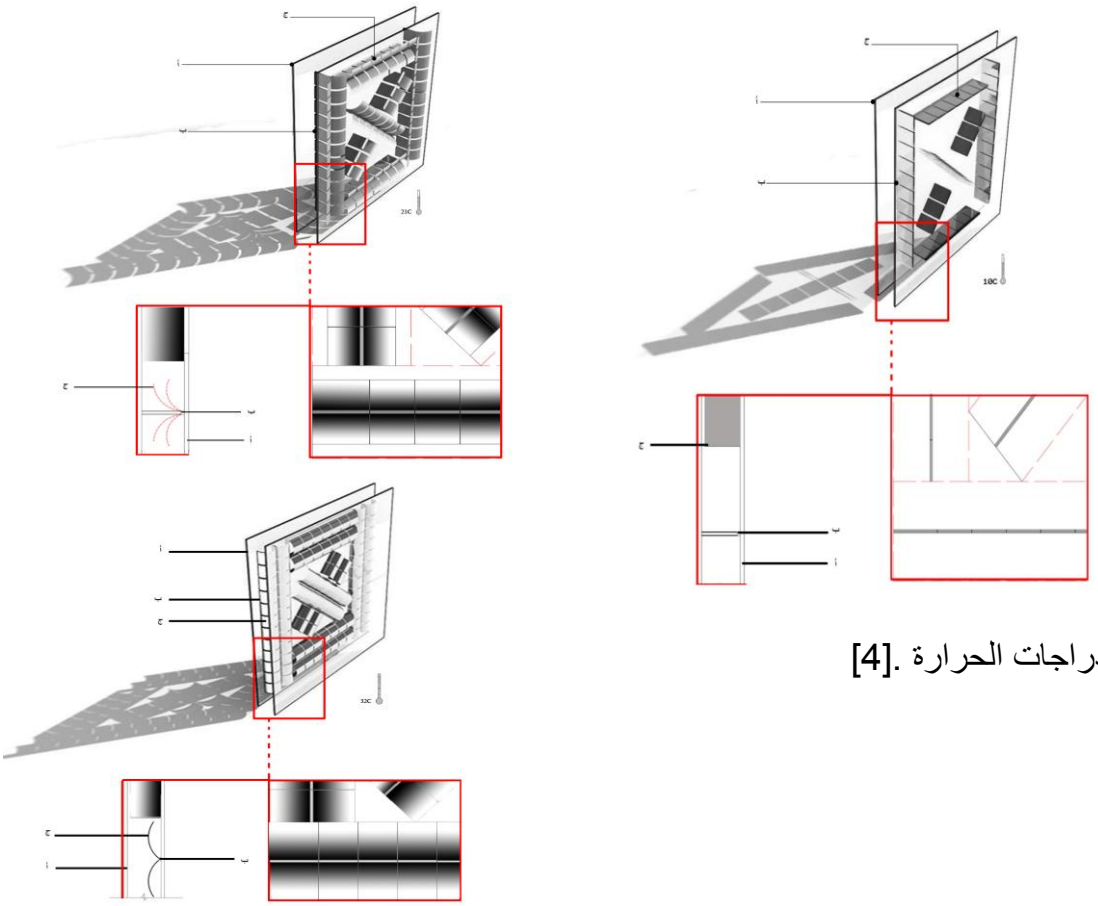
التصميم الهندسى المقترح هو تصميم مأخوذ من تشكيل المشربية العربية وحيت يتكون التشكيل من وحدات متكرره طول الوحدة الواحدة 1.25م والعرض 1.25م بين لوحين من الزجاج سمك 12مم لحماية مادة Thermobimetals (TBM) من العوامل الجوية بحيث يمكن تكررها هذه الوحدة على واجهة المبنى الإدارى و الوحدة الواحدة تتكون من شرائح فردية من مادة Thermobimetals بعرض 3 سنتيمتر وبطول 9 سنتيمتر وتم توزيعها فى الاتجاهات الأفقى والرأسى والمائل بزاوية 45 درجة ليعطى إيحاء بالمشربية العربية 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.



الشكل (3) يوضح توصيل مكونات توليد النموذج معا في واجهة (Grasshopper) للتحكم في أبعاد النماذج ثلاثية الأبعاد(Rhino)–المصدر: الباحث

على هذا النحو، قد تظل درجة الحرارة الداخلية للمبنى أكثر ملائمة لمستخدمى الفراغ مما يقلل من الحاجة إلى التبريد الفني للمبنى وما يصاحب ذلك من إستهلاك الطاقة لتبريد المبنى حيث النتائج التى تم التوصل إليها لأستجابة المادة لدرجة الحرارة فالشرائح عند درجة حرارة 10درجات مئوية أو أقل تكون الشرائح أفقية تماما يسمح بدخول كامل الضوء داخل الفراغ وعند درجة حرارة 21 درجة مئوية تكون زاوية ميل

45 thermobimetals درجة وهذه الدرجة تعمل على تظليل الفراغ الداخلى وكأنها كاسرات شمس متحركة وعند درجة حرارة 32 مئوية أو أكثر تغلق الشرائح الفراغات وتعمل على عدم دخول الضوء الغير والمرغوب فيه داخل الفراغ بتتثناء أشعة الضوء الغير مباشر نتيجة للفراغات المصممة بين الشرائح داخل الفراغ و الشكل (4) يوضح محاكاة لتوضيح حركة طبقاً

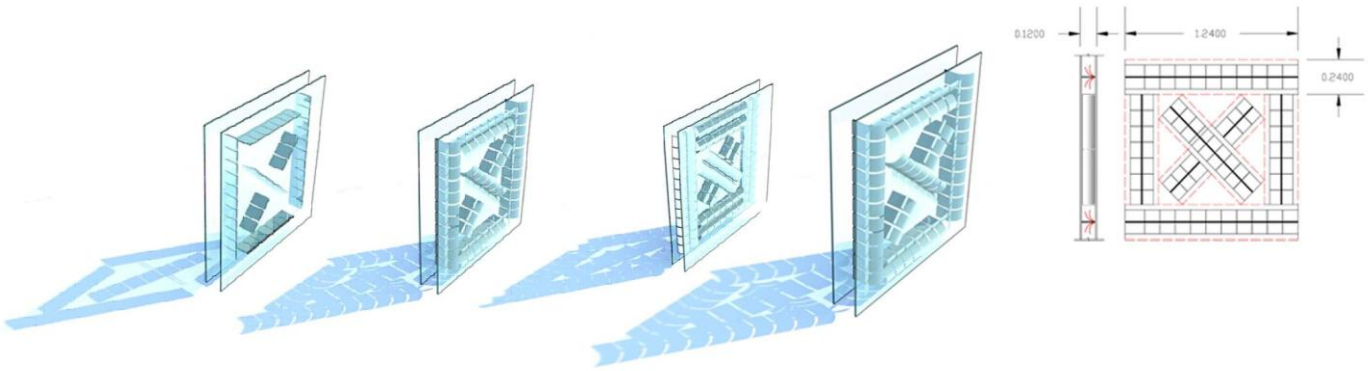


لدراجات الحرارة .[4]

7-6- نمط التشكيل .

نمط التشكيل هو نمط الطى Fold والشكل (5) يوضح تسلسل حركة ال مادة المقترحة لتصميم واجهة المبنى .

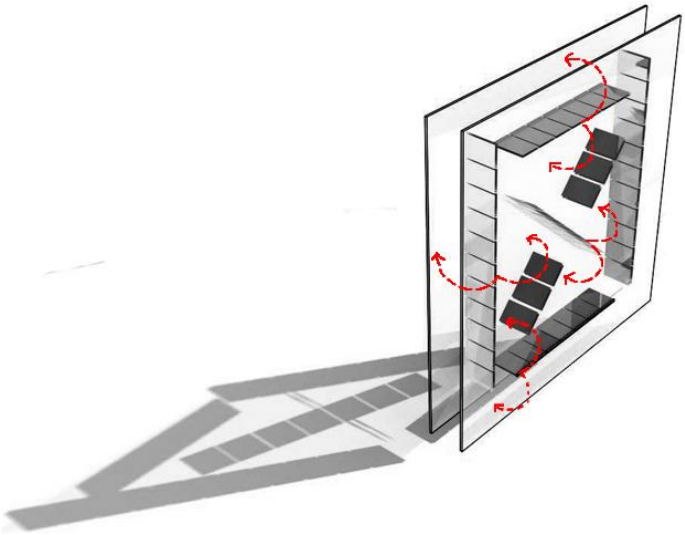
الشكل (5) يوضح تسلسل حركة الهادة المقترحة لتصميم واجهة المبنى –المصدر الباحث



7-7- 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 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.



الشكل (6) يوضح إتجاه حركة الهادة المقترحة لتصميم واجهة المبنى –المصدر الباحث

7-8- محاكاة التصميم.

لعمل المحاكاة على المبنى تم إختيار و تحديد قاعة بعرض 8متر وطول 16متر بأرتفاع 2.80 متر فى الواجهة الجنوبية من البرج الجنوبى وهى قاعة عمل أدارى .وتم إستخدام ملف الطقس الخاص بالموقع الخطوة التالية تحديد خواص المواد الخاصة بالفراغ محل الدراسة وهى كالتالى.

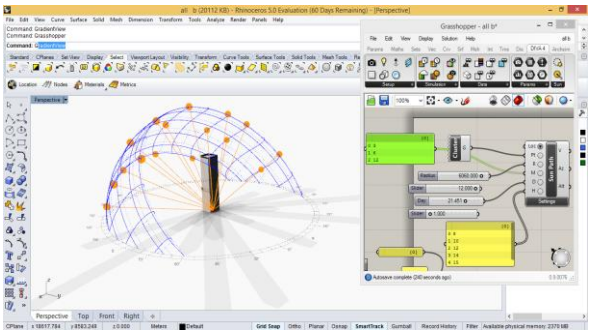
السطح	خواص المواد الإنعكاس (R) /النفاذية البصرية(VT)
السقف	R/%60
الحوائط	R/%35
الارضية	R/%20
الزجاج	VT/%80
الشرائحThermobimetals	VT/%5

جدول(1) يوضح خواص المواد الإنعكاس (R) /النفاذية البصرية(VT)-المصدر-الباحث

وتم تحديد وإختيار ثلاث أيام فى ثلاث أشهر خلال السنة لعمل المحاكاة وهما كالتالى

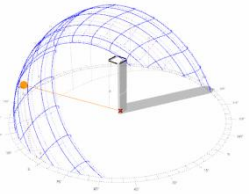
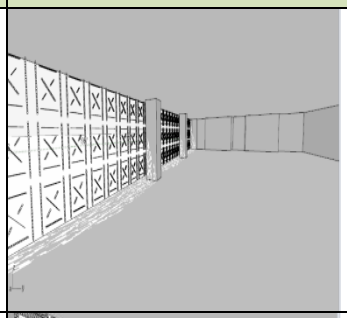
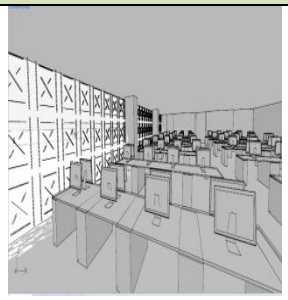
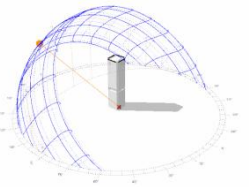
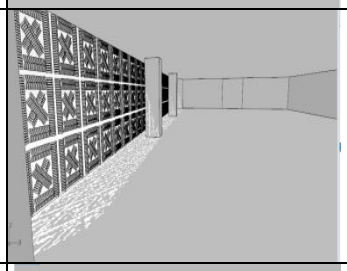
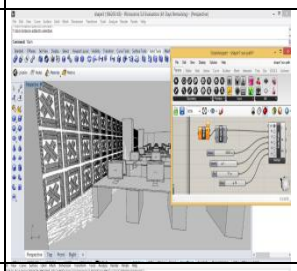
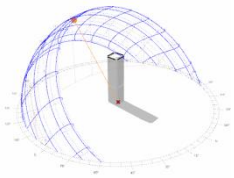
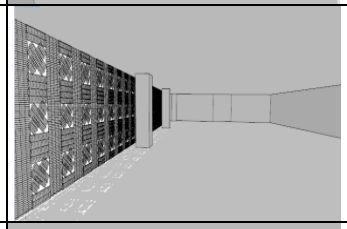
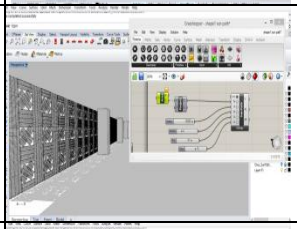
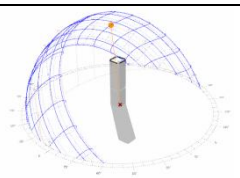
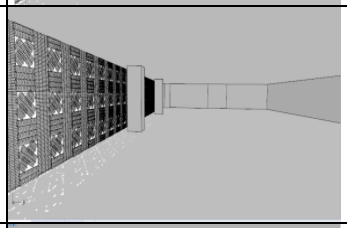
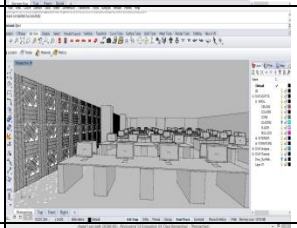
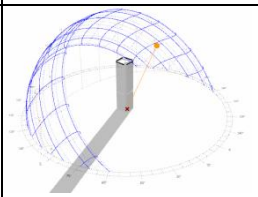
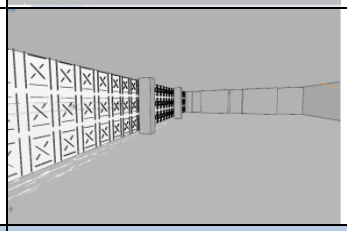
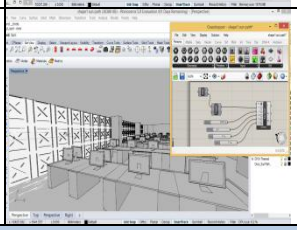
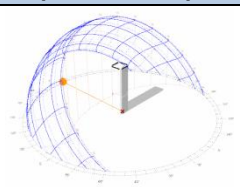
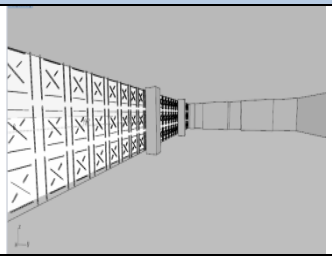
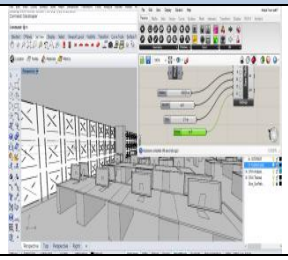
- 21 يونيو أطول نهار فى السنة .
- 22 ديسمبر أقصر نهار فى السنة .
- 21 مارس تساوى فترة النهار و الليل.

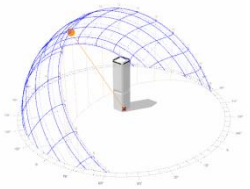
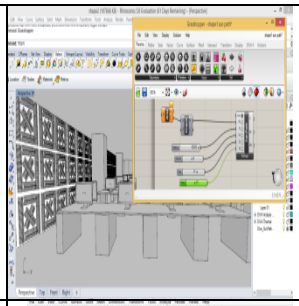
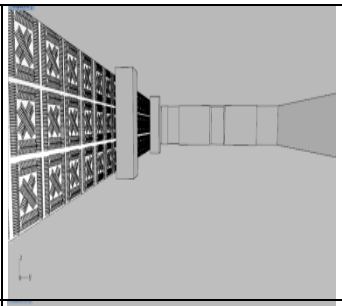
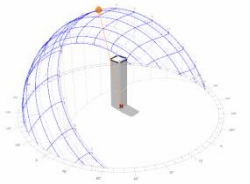
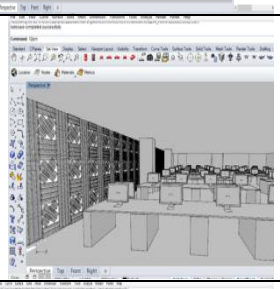
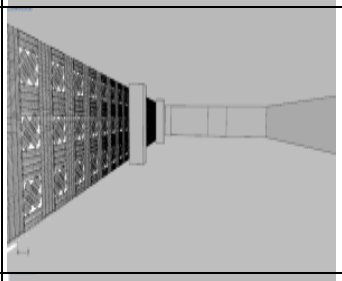
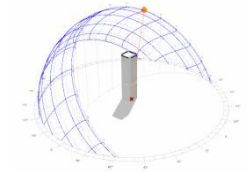
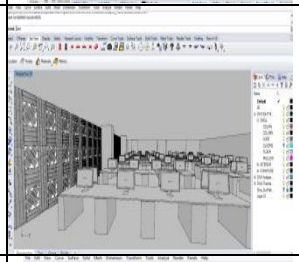
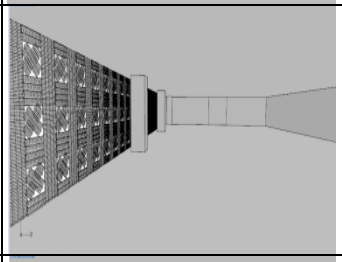
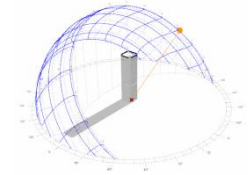
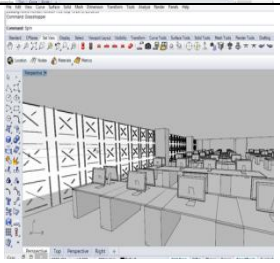
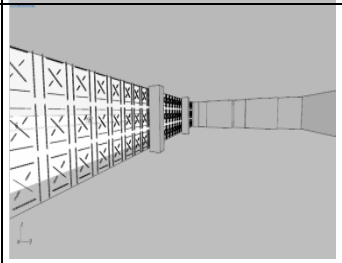
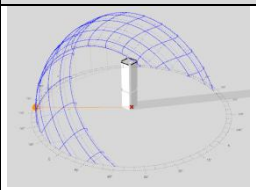
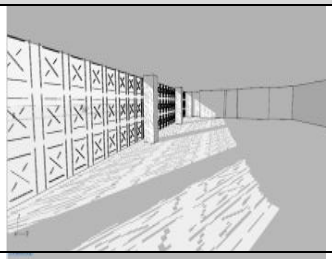
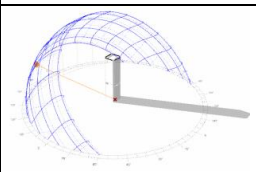
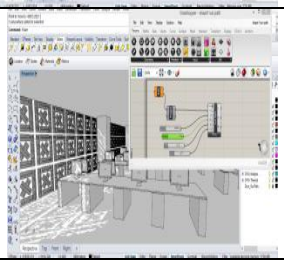
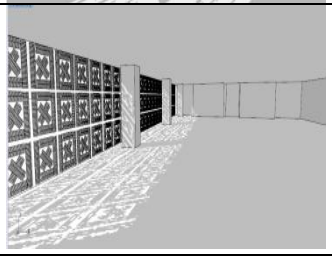
وتم تحديد ساعات العمل خلال اليوم وهى كالتالى الساعة الثامنة والعشرة و الثانية عشر والرابعة عشروالسادسة عشر والشكل (7) يوضح شهور وساعات سقوط اشعة الشمس على البرج الجنوبى محل الدراسة .

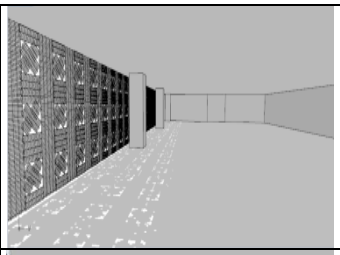
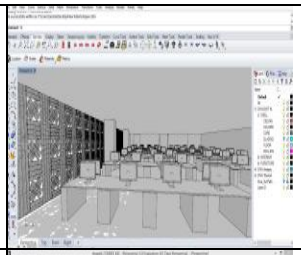
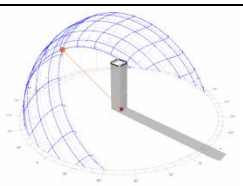
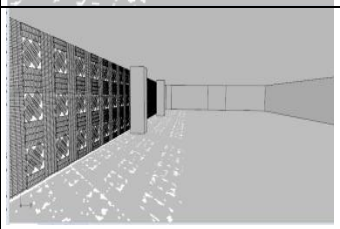
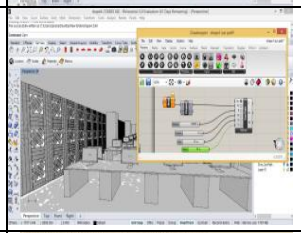
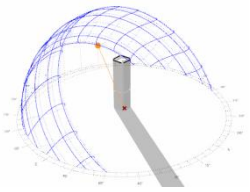
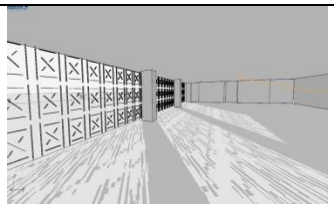
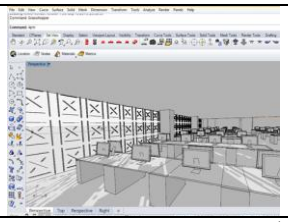
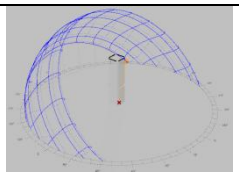


الشكل (7) يوضح شهور وساعات سقوط أشعة الشمس المقترحة على البرج الجنوبى محل الدراسة (*DIVA Plug-in*)- المصدر-الباحث

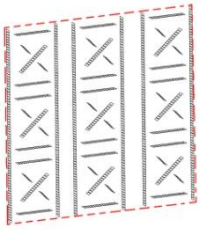
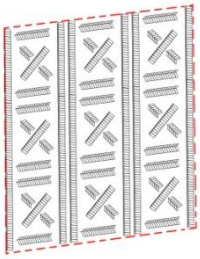
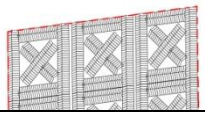
جدول (2) يوضح تحليل ضوء النهار داخل الفراغ التصميمى طبقا لشهور وساعات سقوط أشعة الشمس المقترحة على البرج الجنوبى محل الدراسة (DIVA Plug-in)- المصدر- الباحث

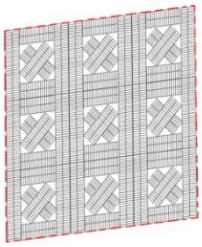
الساعة / الشهر	المسار الشمسى خلال ساعات المحاكاة(21مارس) (Sun Path)	الأشعة الساقطة داخل الفراغ (21مارس)		زاوية ميل شرائح Thermo bimetals
الساعة 8:00صباحاً				صفر
الساعة 10:00 صباحاً				°60
الساعة 12.00مساءاً				°90
الساعة 2:00مساءاً				°90
الساعة 4:00مساءاً				°30
الساعة / الشهر	المسار الشمسى خلال ساعات المحاكاة(21يونيو) (Sun Path)	الأشعة الساقطة داخل الفراغ (21يونيو)		زاوية ميل شرائح Thermo bimetals
الساعة 8:00 صباحاً				صفر

الساعة 10:00 صباحاً				°60
الساعة 12.00مساءاً				°90
الساعة 2:00مساءاً				°90
الساعة 4:00مساءاً				°30
الشهر / الساعة	**المسار الشمسى خلال ساعات المحاكاة(22ديسمبر) (Sun Path)**	**الأشعة الساقطة داخل الفراغ (22ديسمبر)**		**زاوية ميل شرائح Thermo bimetals**
الساعة 8:00صباحاً				صفر
الساعة 10:00 صباحاً				°60

°90				الساعة 12.00مساءاً
°90				الساعة 2:00مساءاً
°30				الساعة 4:00مساءاً

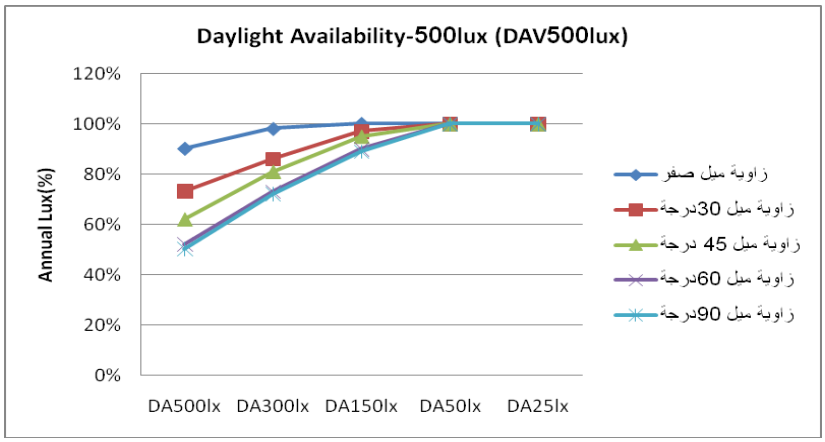
جدول(3)يوضح ضوء النهار Daylight Availability-500lux (DAv500lux)

الشكل التوضيحى	زاوية ميل الشرائح	ضوء النهار Daylight Availability-500lux				
	زاوية ميل الشرائح صفر	100	100	100	98	90
		DAv25lx	DAv50lx	DAv150lx	DAv300lx	DAv500lx
	زاوية ميل الشرائح °30	100	100	97	86	73
		DAv25lx	DAv50lx	DAv150lx	DAv300lx	DAv500lx
	زاوية ميل الشرائح °45	100	100	95	81	62
		DAv25lx	DAv50lx	DAv150lx	DAv300lx	DAv500lx
	زاوية ميل الشرائح	100	100	90	73	52

	°60	DAv25lx	DAv50lx	DAv150lx	DAv300lx	DAv500lx
	زاوية ميل الشرائح °90	100	100	89	72	50
		DAv25lx	DAv50lx	DAv150lx	DAv300lx	DAv500lx

7-9- تحليل ضوء النهار(DAv500lux) Daylight Availability-500lux .

ومن خلال المحاكاه لضوء النهار من خلال زوايا ميل الشرائح على DAV500luxفي هذا القسم باستخدام توافر ضوء النهار. يمكن أن يرى في جدول (3)، ونسبة DAV500lux لجميع الإسقاط على زوايا ميل الشرائح (صفر-30°-45°-60°-90°) يزيد إلى أكثر من 90٪. ولكن كما هو مبين في عدد المرات التي تقل فيها قيم الإنارة أقل من 150 لوكس، فإن أكثر من 11٪ من المناطق أقل من ضوء النهار المقبول وعندما تكون زوايا ميل الشرائح صفر-30° الموجودة على نظام الواجهات. حققت 73٪ ألى 90٪ فى الفراغ التصميمى من 25 إلى 500 لوكس من ضوء النهار، وعندما تكون زوايا ميل الشرائح 45°الموجودة على نظام الواجهات فيما يتعلق بإحتمال وجود وهج لتحليل DAV500lux ،فأن ضوء الشمس المباشر القادمة داخل المبنى من الجنوب، عند زوايا ميل الشرائح (صفر-30°-45°) يقع على الواجهة ومستويات ضوء النهار داخل نسبة DAV500lux. وبالتالي، فأن زوايا ميل الشرائح عند صفر-30° ليست مناسبة لراحة النهار في هذه الحالة الدراسة. وبالنظر إلى هذه النتائج، يعتبر أن توقعات زوايا ميل الشرائح (-60°-90°) هي الأنسب لتوفير مستويات راحة مناسبة في ضوء النهار و شكل(8)يوضح ضوء النهار المتاح خلال زوايا ميل الشرائح.



الشكل (8) يوضح ضوء النهار(DAv500lux) Daylight Availability-500lux -(*DIVA Plug-in*)- المصدر- الباحث

7-10-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 أثناء العمل والشكل (9) يوضح الشكل النهائى للمقترح التصميمي للبرج الجنوبى لمبنى البنك الاهلى المصرى .

شكل (5-24) يوضح الشكل النهائى للمقترح التصميمي للبرج الجنوبى لمبنى البنك الاهلى المصرى قبل وبعد التصميم-المصدر الباحث

الإستنتاجات:

- الإستجابة في الأنظمة الحركية المستجيبة هي الإستجابة للمتغيرات المناخية للبيئة المحيطة عن طريق سلوكيات مادية واضحة لمكونات المبنى ، حيث تتكامل الأنظمة الحركية مع الأنظمة المعمارية المختلفة لتستجيب وتتكيف مع التغيرات البيئية المحيطه لتحسين أداء المبنى .
- إقترح البحث مقدمة عملية جديدة وطرح منهجى تجريبى لتطوير نوع جديد من الواجه ات الديناميكية للمبنى. 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. وإذا كان الشعار في فجر الإستجابة الحركة الحديثة (الشكل يتبع الوظيفة ولكن اليوم و بفضل التكنولوجيا الرقمية المتقدمة فمن الممكن أن نتحدث بأمان عن شكل يتبع تدفقات الطاقة). 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 وإمكانيتها.

التوصيات:

- 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.
- أهمية تحليل أداء المحاكاة لهذا النوع من الدراسة.
- البحث فى المواد الذكية التى يظهر عليها خصائص الحركة الذاتية بوضوح.
- البحث في مجال التطبيقات التفاعلية وأدوات التكنولوجية في تصميم واجهة التشغيل الآلي للمبانى لتسهيل نشرها على نطاق واسع.

المراجع:

1-M. Addington,2009 "Contingent Behaviours", AD Energies: new material boundaries, May/June, Vol 79.

2- http://drgreiche.net/project/national-bank[Accessed 04 Jun2017]

3-Michael J. Holmes , Jacob N. Hacker , 2007, Climate change, thermal comfort and energy, Arup, London W1T4BQ, UK

4- https://redshift.autodesk.com/thermobimetal-architecture/ Accessed 9February2017]