# ترشيد كفاءة إستهلاك الطاقة في المباني الإدارية بإستخدام التصميم البارامتري

# Energy Efficiency Rationalization in Administrative Buildings Using Parametric Design

م/ هاجر أحمد محمد أحمد موسي
طالبة دراسات عليا (ماجيستير)
قسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة – جامعة حلوان

أ.د / شريف عبد الرؤوف البنانى
أستاذ العمارة والبيئة بقسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة بالمطرية
جامعة حلوان

أ.م.د/ عماد كامل فهيم
أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة بالمطرية
جامعة حلوان

HajarD01230@m-eng.helwan.edu.eg

**الملخـص:**

يهدف البحث إلى تقليل إستهلاك الطاقة خلال تشغيل المبنى وزيادة كفاءتها، من خلال دراسة إمكانيات التصميم البارامتري في هذا المجال، ولاسيما بسبب ارتفاع تكاليف إستخراجها.

كما يهدف البحث للوصول إلى طريقة لتطبيق التكنولوجيا الحديثة للتصميم البارامتري في المباني بطريقة إبداعية وعملية للحصول على مزايا مواد البناء للمغلفات الخارجية، والحفاظ على نظم الطاقة للحد من الهدر، وزيادة كفاءتها من خلال دمج تطبيقات الطاقة الطبيعية والمتجددة، فيمكن تطبيق هذه المنهجية على المباني خلال مرحلة التصميم المعماري لتحقيق ترشيد الطاقة.

عن طريق إستخدام المصممين الأساليب البارامترية ويتضمن إستكشاف حلول متعددة لمحاكاة وحل مفاهيم التصميم المعماري المتنوعة بإستخدام نماذج بارامترية ثم تحديد هذه النماذج بواسطة برامج المحاكاة عن طريق برنامج Parametric لإنشاء هذه النماذج.

هدف هذه الرساله تكوين منهج تفصيلى للمهام المتعلقة بهذا التخصص الجديد وتطوير مجموعة من الإعتبارات التي ينبغي إتخاذها عند القيام بها ويقدم المصمم الممارسة المعمارية فرص جديدة في عملية التصميم وهذه الرسالة تهدف إلى التطرق إليها.

ومن أهداف البحث دراسة مدي تأثير التصميم البارامتري على الأغلفة الخارجية والأداء التصميمي لها كأحد الإتجاهات لتخفيض التكلفة خلال فترة التشغيل وإطالة العمر الإفتراضي وتقليل من صيانة المبنى وتوفير الطاقة ويختص البحث بإستخدام الأساليب البارامترية بتطبيقها على الأغلفة الخارجية ومدي الربط بالمواد المعالجة وتأثير خواصها المختلفة على المواد المستخدمة في الأغلفة الخارجية للمبانى وإستخدامها في الهندسة المعمارية.

وللوصول الى هدف البحث تم تقسيم الدراسة الي جزئيين: الأول هو الدراسة النظرية لمعرفة مفهوم ترشيد إستهلاك الطاقة في المباني وأهم متطلباتها، ودراسة مفاهيم التصميم البارامتري وخصائصه واستراتيجياته وتقنياته، والجزء الثانى هو الدراسة التحليلية والتي من خلالها يتم دراسة أهم المشاريع العالمية التي أثر إستخدام التصميم البارامتري فيها على تصميم الغلاف الخارجي بها، وحقق كفاءة إستخدام الطاقة فيها.

**الكلمات المفتاحية:** ترشيد إستهلاك الطاقة، المبانى الإدارية، التصميم البارامتري.

## 1- المقـــدمة:

إن مصـــــادر الطاقة تعتبر من أهم التحديات التي تواجه العالم في هذا القرن، حيث ينتج معظمها من مصادر غير متجددة، ويعتبر قطاع البناء من أكثر القطاعات إستهلاكاً للطاقة، واستنزافاً لمواردها الطبيعية، وارتفاع تكاليف إستخراجها، الذي يؤثر بشكل كبير على الإقتصاد الوطني، لذا فإن التحدي الأساسي الذي يواجه القطاعات العمرانية اليوم هو إنتاج مباني ذات كفاءة في إستهلاك الطاقة.

تعتبر المباني الإدارية أكثر مبانى إســـتهلاكا لمصـــــادر الطاقة لذا إهتم البحث على تلك المباني ليكون ذات تصميم بارامتري وطرق تصميمها، وشرح تفصيلى لكيفية تطبيق أدوات التصميم البارامتري ورفع جودة وكفاءة الأغلفه الخارجية، وتحســـين الأداء الحراري عن طريق إعادة تشـــكيل الأغلفه الخارجية من أجل تكوين مبنى يتفاعل مع التكنولوجيا والبيئة ويتكيف بها، و تفترض الأبحاث منهجية لتطبيق التكنولوجيا الحديثة في المباني للحصـــول على مزايا مواد البناء للمغلفات الخارجية، والحفاظ على نظم الطاقة للحد من الهدر، وزيادة كفاءتها من خلال دمج تطبيقات الطاقة الطبيعية والمتجددة، فيمكن تطبيق هذه المنهجية على المباني خلال مرحلة التصميم المعماري لتحقيق ترشيد الطاقة.

### 1-1 إشكالية البحث:

- إرتفاع معدل الإستهلاك للطاقة بقطاع المباني خلال مراحله المختلفة.
- التأثير السلبي لإستهلاك الطاقة بالمبنى على البيئة بمكوناتها المختلفة.
- إتباع الأســاليب والنظم التقليدية، وإســتخدام المواد المتعارف عليها دون البحث في البدائل المتاحة من منظور إستهلاك الطاقة.
- عدم إســـتخدام البرامج الرقمية في التصـــميم يحد من آفاق الإبداع المعماري، ويحد من القدرة على تصميم الغلاف الخارجي للمبني يتناسب مع قدرات العصر الرقمي.
- عدم معرفة المعماري بقدرات التصـــنيع الرقمي يحد من قدراته على الإبداع في تصـــميم الغلاف الخارجي للمبني.

### 2-1 هـــدف البحث:

الهـدف الرئيسي:

الوصـــول لمنهجية عمل متطورة تمكن المهندس المعماري من الإبداع في تصـــميم الغلاف الخارجي للمبنى، وإيجاد الحلول المعمارية في إعادة تشـــكيل أغلفتها الخارجية، من خلال دمج معرفته بنظم وإستراتيجيات التصميم البارامتري بأساليب وطرق ترشيد الطاقة في المباني، مما يحقق تصميمات فريدة تعمل على رفع الكفاءة في إستخدام الطاقة، وتحسين البيئة الداخلية للمباني.

### 3-1 منهجية البحث:

وتنقسم الدراسة إلى جزأين رئيسين، وهما الدراسة النظرية والدراسة التحليلية:

#### أولا: الدراسة النظرية:

تتناول الدراســة التعرف على مفاهيم الأســاســية لترشــيد إســتهلاك الطاقة، والتعرف على أنواع المباني الإدارية والعوامل المؤثرة على إستهلاك الطاقة في المباني خلال دورة حياة المبنى وكيفية التقليل منها.

ثانياً: الدراسة التحليلية:

تهدف الدراسة التحليلية إلى دراسة بعض الأمثلة العالمية الناجحة وتحليلها بهدف تقليل إستهلاك الطاقة خلال تشغيل المبنى وزيادة كفاءتها، من خلال دراسة إمكانيات التصميم البارامتري في هذا المجال، و يهدف للوصول إلى طريقة لتطبيق التكنولوجيا الحديثة للتصميم البارامتري في المباني بطريقة إبداعية وعملية للحصول على مزايا مواد البناء للمغلفات الخارجية، والحفاظ على نظم الطاقة للحد من الهدر، وزيادة كفاءتها من خلال دمج تطبيقات الطاقة الطبيعية والمتجددة، فيمكن تطبيق هذه المنهجية على المباني خلال مرحلة التصميم المعماري لتحقيق ترشيد الطاقة.

## 2- الدراسة النظرية:

2-1 مفهوم الطاقة:

الطاقة في الفيزياء هي القدرة على القيام بالعمل فقد توجد في أشكال كامنة أو حركية أو حرارية أو كهربائية أو كيميائية أو نووية أو أشكال أخرى مختلفة، فالطاقة في عملية الانتقال من جسم إلى آخر يتم نقلها ويتم تعيينها دائما وفقا لطبيعتها وبالتالي قد تتحول الحرارة المنتقلة إلى طاقة حرارية في حين أن الشغل المبذول قد يظهر في شكل طاقة ميكانيكية، وترتبط جميع أشكال الطاقة بالحركة مثل : أي جسم لديه طاقة حركية إذا كان في حالة حركة وإن كان في وضع السكون ينطوي على إمكانية إحداث حركة ويحتوي على طاقة كامنة بسبب تكوينه وبالمثل فإن الطاقة النووية هي طاقة الوضع لأنها تنتج من تكوين الجسيمات دون الذرية في نواة الذرة.
وتتنوع التعريفات الخاصة بالطاقة، فالطاقة ككلمة ترجع لأصل يوناني (Energos) فهي القوة الدافعة للكون والحياة البشرية، ويمكن أن تعرفها فيزيائياً على أنها القدرة على بذل شغل والتغلب على مقاومة القوى الكامنة والقدرة الملازمة (InherentPower) والقدرة على الفعل للقيام بعمل ما.

2-2 كفاءة إستهلاك الطاقة:

تعرف كفاءة إستهلاك الطاقة بأنها القدرة على تقديم أفضل النتائج دون إنفاق لاحاجة لنا به من المصادر المتاحة دون الإخلال بالوظيفة ويمكن توضيح ذلك في ثلاث نقاط هي:
- المجهود البشري المتاح من مخططين ومفكرين وعمالة.
- الخامات المتاحة في الطبيعة المحيطة.
- رأس المال المتاح دون الحاجة إلى الاقتراض من الدول الأخرى.
وبناء على ما سبق يمكن صياغة كفاءة إستهلاك الطاقة في المعادلة التالية:

Minimum Input Energy + Minimum Waste Energy = Energy Efficiency

2-3 أهمية ترشيد إستهلاك الطاقة:

من الممكن معرفة أهمية ترشيد إستهلاك الطاقة بوضوح بانه الحل الأمثل في الوقت الحالي بتحسين كفاءة إستخدام الطاقة الحالية وخفض الهدر منها، وعلى المدى البعيد توازي العمليات السابقة مع عمليات البحث عن بديل مريح للطاقة والتي تسمح بالتخلص من المشكلة بإيجاد البديل المناسب.
فالترشيد لا يتعلق فقط بالطاقة والبيئة إذ أن تخفيض كمية الطاقة اللازمة لوحدة النشاط الاقتصادي مع الحفاظ على المستوى الفني للخدمات يؤدي إلى زيادة في المردود الاقتصادي والمساهمة في التنمية المستدامة وتخفيض الانعكاسات البيئية.

ويصبح إختيار تحسين كفاءة إستخدام الطاقة وترشيد إستهلاكها هو الإختيار الأهم في المدى المنظور إذ ينظر إليه كبديل عن الإنتاج الجديد لأن ترشيد إستهلاك الطاقة في معظم الحالات إن لم يكن في معظمها أقل كلفة على الاقتصاد من إقامة منشآت جديدة لإنتاج الطاقة.

2-4 محاور وطرق ترشيد إستهلاك الطاقة في المباني:

يشكل إستهلاك الطاقة في المبانى نسبة لا بأس بها من مجموع الإستهلاك الكلى للطاقة حيث إتجهت الانظار إلى هذا القطاع الواسع واعدت الدراسات التي تساعد على ترشيد إستهلاك الطاقة، ويعتمد ترشيد إستهلاك الطاقة وتحسين كفاءة إستخدامها في قطاع الابنية على الاجراءات والتصرفات التي يقوم بها مستخدمين هذه الابنية وعلى إدارة الطاقة فيها والتي يمكن تصنيفها وفق ثلاثة محاور وهي[1]:

المحور الأول: ترشيد إستهلاك الطاقة بما يرتبط بالمبنى نفسه.

المحورالثاني: ترشيد إستهلاك الطاقة بما يتعلق بالأجهزة والنظم والمعدات المستخدمة في المبني.

المحور الثالث: ترشيد إستهلاك الطاقة بما يرتبط بمستخدمين المبنى.

وفيما يلي توضيح مبسط لكل محور من المحاور السابقة لبيان مدى جدوى إستخدامه بالمبني.

أ- ترشيد إستهلاك الطاقة بما يرتبط بالمبنى نفسه: تعتبر عملية ترشيد الطاقة وإستغلالها بشكل جيد من أهم العوامل والأمور التي يسعى المهندس المعماري الى توفيرها في المبنى والفراغ المعمارى ويتم ذلك عن طريق ما يلي:

1- تصميم المبنى وفق أساليب التصميم المعمارى البيئي حيث يراعى في ذلك مواءمة المبنى للظروف البيئية والطبوغرفية والمناخية المحيطة ومتغيرات الطاقة الشمسية بما يرفع من كفاءته الحرارية.

2- تنفيذ المبنى وخاصة غلافة الخارجي وما يتطلبه من تخفيض الحمل الحراري اللازم له وذلك باستخدام مواد العزل الحراري فيه وإستخدام المواد المناسبة في جدرانه وسقفه وأبوابه ونوافذه بما فيها إستخدام الزجاج المضاعف ومراعاة الدقة في التنفيذ.

ب- ترشيد إستهلاك الطاقة بما يتعلق بالأجهزة المستخدمة في المبنى.

هناك العديد من الطرق والوسائل العديدة التي يمكن بواسطتها ترشيد إستهلاك الطاقة خاصة عند إختيار الاجهزة والمعدات ذات الكفاءة العالية من حيث إستهلاك الطاقة عند اشتغالها دون التأثير على مستوى الخدمات المطلوب توفيرها في المبنى ويمكن تقسيم هذا الجانب الى المجالات التالية:

1- الاستعمال الجيد للأجهزة الخدمية في المبنى: مثل أجهزة تسخين الماء وأجهزة التكييف المركزية) تدفئة وتبريد) واجهزة الطبخ المختلفة واجهزة التدفئة ومع تعدد انواع واشكال و مصادر هذه الاجهزة يجب مراعاة اختيار قدرة الجهاز الملائمة لتزويد كمية الطاقة المطلوبة وتركيب الجهاز فى المكان الملائم وعدم وضع مثل هذه الاجهزة قرب مصادر التهوية و الاعتناء بنظافة اجزاء الجهاز وتبديل القطع التى تستهلك فى اوقاتها المحددة للحصول على كفاءة تشغيل عالية ومن المهم جدا عزل انابيب

[1] Mohamed Baradab, "Energy Efficiency and Efficiency Improvement in Building Sector in ESCWA Countries", UN Committee,"The Third Scientific Symposium of the 22nd Arab Engineering Conference for Energy and its Sources in the Arab World and Sustainable Development", Damascus, 2000.

الماء ومجارى الهواء البارد والساخن بواسطة عازل حراري جيد مقاوم للظروف الجوية ووضع خزانات الماء الساخن المعزولة جيدا اقرب ما يمكن إلى نقاط الاستعمال وذلك لتقليل الفاقد الحرارى.

2- السيطرة الذاتية على الاجهزة في المباني:

يعتبر من عوامل ترشيد استهلاك الطاقة عند انتاج الاجهزة الخدمية والكهربائية المختلفة في الوقت الحاضر هو استعمال أجهزة السيطرة الذاتية الميكانيكية او الكهربائية بشكل أساسي في تصميم هذه الاجهزة لتنظيم عملها بكفاءة عالية تؤدى الى قلة استهلاك الطاقة الخدمية.

جـ - ترشيد إستهلاك الطاقة بما يرتبط بمستخدمين المبنى.

ويتم ذلك من خلال الاجراءات الواجب إتباعها من قبل مستخدمن الأبنية وتحديد السبل والوسائل المناسبة لتعميم مفاهيم الترشيد وتسهيل تحقيقها وذلك تجنبا للإسراف في إستهلاك الطاقة في الابنية واهمها:

1- اعتماد التدابير والتعليمات والنصائح اللازمة من اجل ادارة أفضل للطاقة في الابنية.
2- وضع برامج توعية موجهة إلى جميع فئات المستهلكين من خلال جميع وسائل الاعلام.
3- رفع مستوى تأهيل الفنيين ومتخذى القرار فى مجال ترشيد إستهلاك الطاقة وتحسين كفاءة إستخدامها في قطاع الابنية من خلال اجراء الدوريات التدريبية المناسبة لكل مستوى فني.
4- إعتماد التمويل اللازم لتطبيق برامج التوعية لتوصيل التدابير والتعليمات الى المستهلكين واقناعهم بها واعتبار انا ذلك هو استثمار فى مجال الطاقة وأكثر أهمية من الاستثمار في مجالات أخرى.
5- إصدار التشريعات المناسبة سواء القانونية منها من قبل المؤسسات الحكومية المعنية أو المالية من قبل صناديق التمويل والبنوك للتمكين من تنفيذ اجراءات الترشيد وتحسين كفاءة الطاقة.

## 2-5 مفهوم المباني الإدارية:

المباني الإدارية هي من بين أهم أنواع المباني وأكثرها انتشارا لأنها تشمل جميع الخدمات الإدارية للكثير من التجاري والصناعي والقطاع الحكومي وحتى القطاع التعليمي والفني وبالتالي اكتسبت المباني الإدارية أهميتها لأنها المباني الأكثر إستخداماً بعد المباني السكنية وتم إختيار وتحديد مباني المكاتب في البحث لأن الإنسان يقضي جزءا كبيرا من يومه في العمل، حيث يقضي الشخص في مكان ثابت حوالي 8 ساعات يوميا، وبما أن الهدف الرئيسي للعمارة هو تحقيق إحتياجات الإنسان وتوفير الراحة والأمن له، فإن البحث يهتم بتصميم المساحات المعمارية التي يقضي فيها الشخص ثلث يومه بشكل منتظم ومستمر والتأثير على الناس في المكاتب لتحسين بيئتهم الداخلية في العمل، مما يزيد من تركيزهم ونشاطهم في العمل مما يؤدي إلى زيادة الإنتاج[1].

### 2-5-1 الأداء الوظيفي:

فإن ترتيب أماكن العمل بحيث يمكن إنجاز العمل بأكثر الطرق كفاءة "يتضمن تصميم المكتب كلا من هندسة بيئة العمل وتدفق العمل، مما يفحص الطريقة التي يؤدى بها العمل من أجل تحسين التصميم، وتصميم المكتب هو عامل مهم في الإشباع الوظيفي وهي تؤثر على الطريقة التي يعمل بها الموظفون، وقد نفذت العديد من

[1] Mohsen, Abdulkarim Hassan Khalil, Open and close design for arch. Plan and their effects on the social dimension in administrative buildings, the Islamic University Journal (Series of Natural studies and Engineering), Vol. 16, No.1, p.156.

المنظمات مكاتب ذات خطط مفتوحة لتشجيع العمل الجماعي وإرضاء الموظفين، والمفهوم الواسع لتصميم المكاتب يشمل أيضا سير العمل ويتم تحديد العمل في البداية ويتم تحديد كيفية إنجازه ثم يتم إعداد الإطار العام للمكتب وفقًا لهذا التدفق وهذا يضمن سير العمل بسلاسة في المكتب دون انقطاع.

2-5-2 المساحات الداخلية المعمارية:

العناصر الهندسية: النقطة والخط والمستوى والحجم، يمكن ترتيبها لتفصيل وتحديد الفراغ في الهندسة المعمارية تصبح هذه العناصر الأساسية أعمدة وعوارض خطية وجدران مستوية وأرضيات وسقوف.
يتم تنظيم هذه العناصر لإعطاء شكل مسيء والتمييز بين الداخل والخارج وتحديد حدود الفضاء الداخلي[1].

3-5-2 الاعتبارات التي يجب مراعاتها خلال عملية تصميم المبنى الإداري:

1- توجيه المبنى بما يتناسب مع الظروف المناخية للمنطقة التي يتم تصميم المبنى الإداري فيها.
2- توفير أكبر قدر من الإضاءة النهارية مع تجنب الوهج والسطوع في الفراغ من خلال دراسة وتحليل زوايا السقوط الشمسية.
3- إستخدام وسائل لتظليل الفراغات الداخلية والواجهات وتشتيت أشعة الشمس المباشرة.
4- مراعاة إستخدام مواد بناء تحتفظ بالحرارة شتاءً وتمنع نفاذها للفراغات الداخلية صيفاً.
5- تحديد نوع النشاطات داخل الفراغ ودراسة إحتياجاته التصميمية.
6- عدد الموظفين شاغلى المبنى وتحديد المعدات والأثاث الذي يحتاجونه وآليات التوزيع في الفراغ.
7- إمكانية تعديل الفراغات الداخلية وفقاً للإحتياجات والمتطلبات المستقبلية.
8- دراسة مسارات الحركة داخل الفراغات وبينها.
9- إستخدام عناصر الحركة الرأسية المناسبة في الفراغ ووجود عدد كاف من المصاعد في المبنى.
10- تصميم المبنى بحيث يراعي متطلبات وشروط الأمن والسلامة من حيث الحرائق والزلازل.

2-6 التصميم البارامتري:

2-6-1 مفهوم التصميم البارامتري:

يمكن تعريف مبدا التصميم البارمتري على انه تصميم رياضي متغير حيث تظهر العلاقة بين عناصر التصميم كبارامترات قابلة لإعادة صياغتها لإنشاء أشكال هندسية معقدة يمكن تعديلها وتطويرها، حيث أنة نهج جديد للتصميم المعماري يقوم على مفهوم المعلومات، ويستخدم المعلومات لضبط العلاقات بين عناصر التصميم من أجل تحديد مجموعة من البدائل الرسمية، وهو منهجية لتغيير الطريقة التي يتم بها التصميم الحسابي، ويستخدم التصميم البارامترى مع الهندسة ومجموعة من الخوارزميات لإنشاء سلسلة من متغيرات التصميم التي تحدد شكل التصميم، لاستخدام الخوارزميات واستخراج الأفكار الهندسية وتوليد كمية كبيرة من عوامل التصميم[2].

[1] Eltaweel, Ahmad, (2017). Parametric Design and Daylighting: A Literature Review, Renewable and Sustainable Energy Reviews. Volume 73.
[2] Wang, J., Li, J., and Chen, X., "Parametric design based on building information modeling for sustainable buildings". Presented at the IEEE 2010 International Conference on Challenges in Environmental Science and Computer Engineering, PP. 236-239, 2010

## 2-6-2 أساسيات التصميم البارامتري:

ما زال يعتمد التصـــميم المعمارى على برامج الحاســوب التى تســتعمل للهندســة ويعرف التصــميم البارامترى بأنه الطراز الحديث والمهم في كافة المجالات بدءاً من العمارة ووصـولاً إلى التصـميمات الحضرية الضخمة، كما يعتنى بإيجاد مقاس ملائم وحلول مختلفة للواجهات الخارجية للمبانى.

- التصميم الخوارزمي Algorithmic Design
- أدوات البرمجة Tools Scripting
- التصميم الترابطي Associative Design
- التصميم الحاسوبي Computational Design

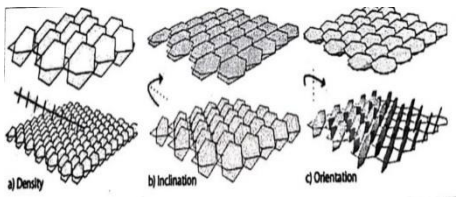
تعتبر مجموعة من الكميات كدلائل صريحة لعدد من المتغيرات المستقلة والمعروفة باسم "العوامل التجريبية". ذكر التصميم الحدودي (البارامترى) على أنه قليل جدا ولكن لم يتم إعتباره كطريقة يمكن تعريف نمط التصميم المعماري على أنه تصميم وبناء تقنيات محددة لنوع من الواجهات التي تخلق أشكالا فريدة من نوعها.

## 2-6-3 تعريف مصطلح البارامتري Parametric

" Parametric"هو مصطلح مشتق من كلمة " Parameter"و الذي يعود لأصل المقطع اليوناني " Para"و التي تعني" Subsidiary" أو" Beside" أي بجاني أو إضـافي بالإضـافة إلى مصـطلح" Metron" و الذي يعني قياس و يتم تعريف مصـــطلح" Parameter" في الرياضـــيات على أنها (كمية ثابتة في الحالة التي يتم النظر فيها و لكنها متغيرة فى حالات مختلفة.

## 2-6-4 النموذج البارامترى (Parametric Model):

نموذج قادر على تنسيق خصـائص ذات هدف من خلال الثوابت و يستخدم لوصـف قدرة البعد على تغيير شكل هندسـة النموذج بمجرد تعديل قيمة البعد بين معدلات التصـميم ويعالج التصـميم الموجه نحو الأداء المطبق على الهندســـة التكيفية من أجل تلبية متطلبات الأداء لتغيير الظروف ، يتم تعريف مجال العمارة التكيفية بالتركيز على البنية النشطة للنموذج ، والتي تحدث فيها التغييرات الهندسية كوسـيلة للتكيف أثناء اسـتخدام المبنى من خلال تقديم نهج تصـميم بارامترى وأدوات حســـابية ذات صـــلة قادرة على دعم المرحلة المفاهيمية المبكرة لعملية التصـميم، ومن ثم يتم عرض مثال ليحدد الخصـــائص الهندســـية ذات المغزى كوســـيلة للتكيف، وتكوينات مختلفة ضمن خصـائص هندسية محددة مسبقا وأنظمة قابلة لإعادة التشكيل[1].




شكل1/ متغيرات النموذج الحدودي والأمثله ذات الصلة من الحالات

[1] Turrin, M., Buelow, P.V., Kilian, A., and Stouffs, R., "Parametric modeling and optimization for adaptive architecture", 2011.accessed (10 april,2019).

### 2-6-5 تطوير وإستكشاف التصميمات البارامترية

توفر تقنيات التصميم البارامترية مزايا واضحة لعمليات الهندسة والآن يبرز المهندسون المعماريون لتطبيق هذه الأساليب في تصميمهم الذي يشير إلى حلول في مرحلة سابقة من العملية التصميمه من خلال دمج التصميم المعماري بأساليب النمذجة البارامترية تقدم تلك التصميمات أساليب جديدة تعزز مساهمة المهندسين المعماريين في بناء العمليات القائمة على إنشاء التصميم البارامترى، وهذا يساعد المصممين في قراراتهم لإيجاد حلول فريدة من نوعها تعمل على إختلاف في التفكير وخلق رؤية جديدة في الواقع.

نظرا للتطورات التكنولوجية الحديثة ذات الصلة بالتصميم تخضع نظريات وعمليات التصميم لإعادة الصياغة والتحول المعرفي، كما أثرت أدوات وممارسات التصميم الحدودي على أشكال جديدة من التفكيرالتصميمي البارامترى (Parametric Design Thinking-PDT)، و يحدد العمل أشكال الآليات المعرفية في التصميم الحدودي وأنواع التدفق المنطقي للمعلومات التي يمكن تطبيقها في العمليات الرقمية للتصميم القائم على الأداء، والتصميم التوليدي لإيجاد الشكل كما يستكشف تأثير النماذج والأدوات البارامترية على أنماط التفكير في التصميم من الفكر إلى الإنتاج.

### 2-6-6 تطور الكتلة التشكيلية لفراغات المعمارية

| | |
|---|---|
| 1- المرونة التصميمة كمحرك أساسي للمرونة الشكلية | - يعد مبدأ المرونة هو أساس التصميم البارامتري الذي يتم تحقيقة في الفراغات العمارية البارامتري إما بشكل إنشائي عن طريق إنشاء عناصر تصميمة تتحقق بها المرونة، وذلك عن طريق التعامل الجيد مع الأسس التصميمية.<br>- يتحقق مبدأ المرونة في الفرغات من خلال التعامل مع التقنيات البارامترية وبرامج النمذجة في مختلف مراحل التصميم. |
| 2- تعبير الشكل عن فلسفة التصميم | - إن الحلول التصميمة الأنهائية التي يوفرها تقنيات التصميم البارامتري قد كان لها أثر عظيم على فلسفة التصميم الداخلي في الأونة الأخيرة، حيث أنها غيرت من طبيعة تفكير المصمم ومفهوم الإبداع التصميمي لديه يتسم بالتشكيلات الغنية المبتكرة ً مما أدى أيضا إلى ظهور إتجاهات تصميمة.<br>- أهتم المصممين بما يعرف ب "الحيز الطوبولوجي Topological وفيه يكون الحيز الداخلى متغير الخواص Heterogeneous بدلاً من الفراغ المتجانس Homogeneous المعتمد على الهندسة الإقليديسية.<br>- لم يعد الفراغ الداخلي الصندوق المغلق أو المفتوح للخارج والمنتظم ذو المقاييس الثابتة المتكررة والزوايا القائمة، بل أصبح فراغا غامضاً مثيراً للفضول لا يمكن إدراك حدودة بسهولة وهو ما مثل تجربة مكانية جديدة. |
| 3- ظهور أنماط جديدة لتخطيط الفراغات الداخلية | 1 - الفراغات الداخلية الضمنية أو المقنعة:<br>- هي تلك الحيزات الداخلية الجديدة التي يصبح فيها الحيزات ألصلية و هيكلها المعماري عبارة عن مجرد غلاف يتم إهماله و العمل على تمويهه و ذلك من خلال قيام المصمم بعمل تصميم جديد يمثل بطانة لتغليف ألسطح الداخلية الأصلية بالكامل مما ينتج عنه فراغا داخليا جديدا مختلفا بشكل كل عن الحيز الأصلى. |

| | |
|---|---|
| 2- الفراغات الداخلية المجمعة:<br>- هي عبارة عن حيزات داخلية تحتوي على مجموعة من العناصـــر التي عادة ما تكون متصلة ببعضها البعض اتصالاً مباشرا بدون أي قواطع.<br>3- الفراغات الداخلية الديناميكية: هي فراغات تحقق مبدأ الإســـتمرارية النهائية إنشائياً بشكل تدريجي تصاعاديا أو تنازليا مع الناحية التشكيلية. [1] | |

## 3- الدراسة التحليلية:

اختصـــت الدراســـة التحليلية بعمل تحليل لعدد من النماذج العربية والعالمية التي اســـتخدمت التصـــميميات البارامترية المختلفة في تصـاميميها، وذلك لتوضـيح أثر التصـميم البارامتري على هذه المباني، وتقييم أداء هذه المباني وتحليل درجة تفاعلها مع الوســـط المحيط وترشـــيد إســـتهلاك الطاقة ســـواء من خلال شـــكل المغلف الخارجي المكون لها، أو المواد، أوالتقنيات الحديثة المســـتخدمة فيها، وذلك من خلال تحليل مباني اشـــتهرت بتصاميمها البارامترية ذات الأنماط المختلفة سواء (التغطية، التبليط، كسوري طبيعي، التعبئة، التقسيم) وتحليل مدى نجاحها في توفير الطاقة المستهلكة فيها.

### 3-1 معايير اختيار الحالات الدراسية:

1- مبانى تحتوي على التصميمات البارامترية.
2- مبانى مطبق فيها مواد العزل، ومقاومة للحريق.
3- مبانى ذات وحدات بارامترية متفاعلة ومتكيفة مع الطبيعة.
4- مباني ذات طبيعة تصميمية متميزة وذات أهمية معمارية.
5- تم اختيار الحالات الدراســـية على أنها مبانى حديثة لها تأثيرعلى العمارة، وتأثرت بالأســـاليب البارامترية فأثرت على الشـكل الخارجي للأغلفة الخارجية والفراغات الداخلية، كما أنها مباني ذات تشكيلات غير تقليدية وتم اختيارها لتكون فى فترة زمنية متقاربة.
6- تقييم المشاريع طبقا للمقاييس التي تم منقاشتها من خلال تقييم المباني المطبقة لأساليب البارامترية.

### 3-2 منهجية تحليل الأغلفة البارامترية تحاكي لكائنات حية وطبيعية في المشاريع المختارة:

أولا: معايير الدراسة والتحليل:

١- الوصف المعماري للمبني.
٢- الفكرة التصميمية للمبنى.
٣- دراسة توجية المبنى.
٤- دراسة الأنماط البارامترية المستخدمة.
٥- تحليل المواد المستخدمة في المبنى.
٦- عرض نتائج التحليل.

---

([1]) Turrin, M., Buelow, P.V., Kilian, A., and Stouffs, R., "Parametric modeling and optimization for adaptive architecture", 2011.accessed (10 april,2019).

ثانيا: نقاط التقييم:

نقاط تقييم خاصـــه بالأســـاليب البارامترية ودمج كل منهم لوضـــع مســـطرة التباين لتحليل المشـــاريع التي تم إختيارها، ويوضـــح الجدول نقاط تقييم وتحليل الحالات الدراســية من ناحية تأثر الأغلفة الخارجية بالأســاليب البارامترية.

| رقم المشروع | منهج التصميم | | | | وظيفة المبنى | الحالة | | المقاييس | | | | | | إعتبارات أداء المبنى | | | المعايير الإقتصادية | | | | الموقع | | أدوات المحاكاة | | | | مقياس أداء الغلاف الخارجي | النسبة % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | محاكاة | بارامترك | (تصميم الغلاف) الأمثل | | | حقيقى | إفتراضى | تصميم النوافذ | تقنية التظليل | أجهزة التظليل | شاشة المحاكاة | تقنية المواد | إتجاه الغلاف | نوفير الطاقة | تقليل الصيانة | التنظيف الذاتى | ذات تاثير | ذات التحفيز | الراحه البصرية | الأداء الحرارى | الإضاءة النهارية | المدينة | إتجاه المبنى | النمذجة البارمترية | خوارزمية التحسين | التحسين التطورى | تحليل المحاكاة | | |
| عدد المعايير 23 معيار | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

3-3 الحالة الدراسية: مركز أبو ظبي المالى:

## Abu Dhabi Financial Center-Goettsch Partners[1]:

| | |
|---|---|
| نوع المبنى | مبنى إداري |
| الموقع | أبو ظبي، الإمارات |
| المهندس المعماري | شركاء جويتش |
| المساحة البناء | 5294000 م2 |
| العميل | مبادلة للعقارات والبنية التحتية |
| نوع DSF | تجويف التهوية المبكانيكية |
| التاريخ | 2012 |
| حصول المبنى على | شهادة LEED-CSالذهبية |

شكل2 / لقطة منظورية لمركز أبو ظبي

Ref: http://www.archdaily.mx/mx/02-313933/sowwah-square-goettsch-partners

1- الوصف المعماري للمشروع

يعد مركز أبو ظبي المالي أحد التطورات التجارية الرئيسية الجديدة جزيرة الماريه بأبو ظبي، يحيط المشروع المكاتب الإدارية من أربع واجهات، كما تحيط به أيضاً أربعة أبراج إدارية، أول مشروع متعدد الإستخدامات في أبو ظبي يحصل

[1] Ref: http://www.archdaily.mx/mx/02-313933/sowwah-square-goettsch-partners

على شهادة LEED-CS Gold بناء على مبادرات مستدامة[1].

2- الفكرة التصميمة

يتكون الموقع من عدة أبراج إدارية تحاكي الطبيعة بخطوط رأسية هندسية ذات تشكيلات بارامترية، وتتكون تلك الواجهات من عوارض راسية وشرائح أفقية تتجانس مع البيئة المحيطة، وتعتبر شفافية المبنى ميزة لإنعكاس الطبيعة حولها، ويصنف مركز أبو ظبي المالي علامة مميزة في المنطقة.

شكل3 / الفكرة التصميمية للمشروع

Ref: http://www.archdaily.mx/mx/02-313933/sowwah-square-goettsch-partners

شكل4/ لقطات منظورية تشير بفخامة المبنى وتوضح عملية التشكيل

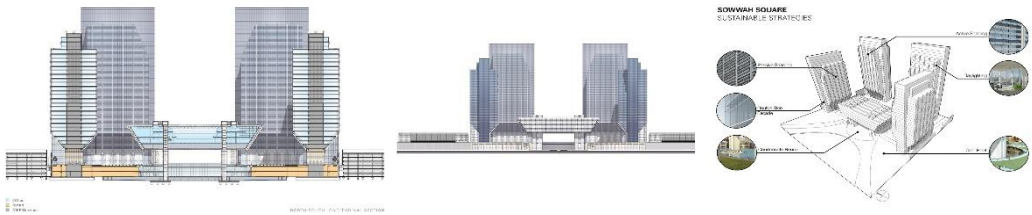
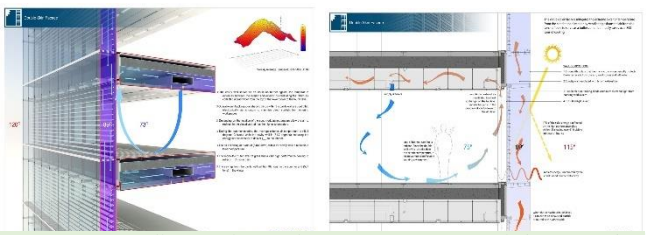
Ref: http://www.archdaily.mx/mx/02-313933/sowwah-square-goettsch-partners

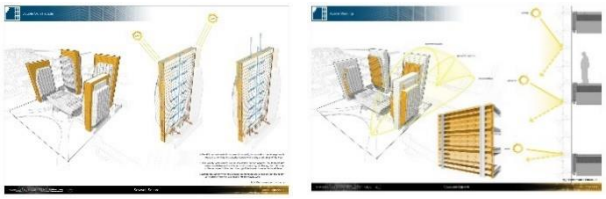
توجية المبنى

شكل5/ توجية المبنى ناحية المنطقة البحرية

Ref: http://www.archdaily.mx/mx/02-313933/sowwah-square-goettsch-partners

[1] http://www.archdaily.mx/mx/02-313933/sowwah-square-goettsch-partners.

| | |
|---|---|
| دراسة الغلاف البارامتري المستخدم |  <br>شكل6/ يوضح التقنيات التكنولوجية والإستراتيجيات المستدامة في المبنى وتحليل للغلاف البارامتري المتكيف والمتفاعل مع الطبيعة ودراسة القطاعات التفصيلة الموضحة لأسلوب البارامتري ومدي تاثيرة على المبنى<br>Ref: http://www.archdaily.mx/mx/02-313933/sowwah-square-goettsch-partners |
| تحليل المواد المستخدمة وتكوينات الغلاف الخارجي | - يستخدم نظام نسيج مستجيب للبيئة يعمل على تجويف التهوية الميكانيكية ونظام غلاف مزدوج.<br>- تعمل هذه العناصـــر على تخفيف الفروق في درجات الحرارة داخلية وخارجية بمقدار ٤ درجات مئوية وتحمي المستخدمين من العواصف الرملية والضباب المتآكل المستمر على ساحل الخليج المجاور (1).<br>- **الغلاف الخارجي:** تتميز الطبقة الخارجية المكونة من الزجاج بطلاء النانو عالي الأداء وبالتالي تحصـــل على الطاقة الشـمسـية مع معامل تظليل مرتفع جدًا بقدر ٧٦% لتقليل كمية الطاقة الشـمسـية التي تخترق الطبقة الخارجية لنظام الغلاف المزدوج.<br>- **الطبقة الوسطى:** تعمل الطبقة الوسطى كحاجز عازل ضد درجات الحرارة القصوى بين الداخل والخارج عن طريق تهوية المبنى بالهواء العائد المتجمع في كل طابق من أعلى البرج إلى المستوى الرابع.<br>- **الطبقة الداخلية:** عبارة عن جدار ستائرى مع ألواح زجاجية مزدوجة، مع تجويف تعبئة الأرجون. |
| |  <br>شكل7/ تفاصيل لقطاعات توضح طبقات الغلاف المزدوج للمبنى<br>Ref: http://www.archdaily.mx/mx/02-313933/sowwah-square-goettsch-partners |
| | - يعمل التظليل الشمسي النشط واختيار الزجاج على منع الثغرات من زيادة درجة حرارة الإشعاع الداخلي، ثم تم منع الطاقة المتبقية من الوصول إلى الغلاف الداخلى بواسطة التظليل النشط.<br>- تعمل المســتشــعرات داخل الثغرات على تعديل الصــمام المنظم الموجود في الجزء العلوي من المبنى، وتوجيه الهواء إلى المناطق المثلى اعتمادًا على الوقت من اليوم وضبط درجات الحرارة الخارجية.<br>- يسمح الصمام الإضافي المنظم للهواء الخارجي بالدخول مباشرة إلى الثغرات أثناء فترات الشتاء، عندما يكون الهواء الخارجي أكثر برودة من هواء العادم المجمع. |
| | تعمل التجاويف المزدوجة للغلاف بلا انقطاع على الارتفاع الكامل للأبراج الإدارية الأربعة، بدءًا من الطابق الرابع وحتى الأرضيات الميكانيكية داخل هذه التجاويف، وبالإضافة إلى ذلك تتعقب ظلال الشمس النشطة باستمرار وتضبط زاوية الشمس لتوفير التظليل الأمثل داخل المبنى. |

| | |
|---|---|
| | - يتم إعادة استخدام هواء العادم المكيف الذي يهدر عادة في الغلاف الجوي لتهوية تجويف الجدار المزدوج الخارجي في جميع أوقات السنة خلال فصل الشتاء عندما تكون درجة حرارة الهواء الخارجي أكثر برودة من الهواء العائد، يتم توفير الهواء النقي الخارجي في جدار التجويف. |
| |  <br>شكل8/ يوضح تفاصيل الشرائح والألواح المستخدمة على الغلاف الخارجي لتكوين واجهة مزدوجة الغلاف تتفاعل مع الصيف والشتاء، وتكوين واجهة مزدوجه الغلاف خلال الصيف والشتاء.<br>Ref: http://www.archdaily.mx/mx/02-313933/sowwah-square-goettsch-partners |
| | <br>شكل9/يوضح تفاعل المبنى مع البيئة الداخلية والخارجية للمبنى. |
| توفير الطاقة | سيحقق النظام ذو الغلاف المزدوج المصمم توفيرا قدره ٧٢٠٠ كيلو وات في الساعة من الكهرباء يوميا عبر جميع الأبراج الأربعة ما يقرب من ١٢٪ من إجمالي استخدام الطاقة على مدار عام، وبالإضافي إلى ذلك يوفر بيئة حرارية أكثر راحة بالقرب من الجدار المحيط، وبالتالي ينتج كل ذلك الحماية نفسها من العناصر الخارجية القاسية. |
| الأداء | تم تصميم تجويف الجلد المزدوج بحيث يتم الحفاظ عليه عند متوسط درجة حرارة ٣٢ درجة مئوية عندما تصل درجة الحرارة الخارجية إلى 46 درجة مئوية، وبالتالي سيسمح هذا الشرط للقيمة العالية U للزجاج الداخلي المعزول بمنع طاقة إشعاع تجويف الهواء بسهولة أكبر.<br> <br>شكل10/ تحليل التصور الشمسي لمنطقة أبو ظبي المالية باستخدام Sun Cast |

| نتائج التحليل | **الفكرة المستلهمة** | **الطرق البارامترية المستخدمة** |
|---|---|---|
| | مديول الغلاف الخارجي | واحدات بارامترية منتظمة (شرائح راسية وافقية) |
| | نظام ذات نسيج مستجيب للبيئة | محاكاة الطبيعة" Biomimicry" |
| | فكرة إستكشاف غلاف متفاعل ومتكيف | الخوارزميات التوليدية |
| | غلاف مزدوج | تكوين مورفولوجي |

## 4-3 مشروع منطقة "Twofour54 " أبو ظبي، الإمارات العربية المتحدة، ٢٠٠٩
## "Twofour54° Zone, Abu Dhabi, UAE, 2009"

| | |
|---|---|
| نوع المبنى | مجمع اســتوديوهات مع مبانى التـدريـب الإعلامي والفنــادق والمكاتب |
| الموقع | أبو ظبي، الإمارات |
| الــمــهــنــدس المعماري | UNStudio |
| المساحة البناء | ٧١٦٩٥ م٢ |
| العميل | Twofour 54 |
| نوع DSF | تجويف التهوية المبكانيكية |
| التاريخ | 2014 |
| الــــغــــلاف الخارجي | غلاف مزدوج من الوحـدات البارامترية |

شكل11 / لقطة منظورية لمشروع منطقة TwoFour54

Ref:
https://www.unstudio.com/en/page/11995/twofour54

1- الوصف المعماري للمشروع

خلال مرحلـة تطوير التصــميم المشــروع " Twofour54 Media Zone طــورت UNStudio"، مع ( Buro Happold Facades Engineenne MEP, Phys)، استراتيجية كاملة لتصــميم الواجهـة الجنوبيـة ذات الغلاف المزدوج لأبراج المكاتب أدى وضــوح المفهوم والتفاصــيل والهندسة الذكية إلى هذا التصميم الرائد[1].

شكل12 / لقطة منظورية توضح إنسجام المبنى مع الطبيعة

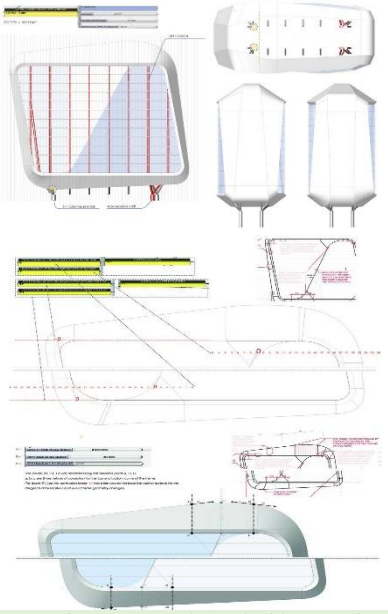
[1] https://www.unstudio.com/en/page/11995/twofour54

| | |
|---|---|
| 2- الفكرة التصميمة للمشروع:<br>قدم تصميم UNStudio لمنطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا تطويرا جزئياً للواجهة البحرية، استفاد من الموقع بالقرب من كورنيش المدينة للاحتفال بالروح الثقافية والمجتمعية التي تنمو حاليا في جميع أنحاء أبو ظبي ودعمها، وتم تصميم منطقة الوسائط التي تبلغ مساحتها ٦٠٠٠٠٠ متر مربع ذات بيئة رقمية متكاملة، مما يسمح للجمهور بالتفاعل وتجربة مجتمع إنشاء محتوى حقيقي وتوفير بيئة مصممة بإبداع. | <br>شكل 13/ لقطة منظورية مختلفة للمشروع |
| توجية المبنى<br>إستفادة المبنى من توجية الواجهات إلى المنطقة البحرية بالقرب من كورنيش المدينة. | |
| دراسة الأنظمة البارامترية المستخدمة<br>- تصل أبراج " Twofour54 Media" ذات الأغلفة المزدوجة إلى مستويات عالية الأداء (القائمة على الأداء).<br>- تعبر الوحدات البارامترية المحاكية للطبيعة عن مفاهيم لغوية تشير إلى تصميم تم توليدة من الواقع المحيط.<br>- نادرا ما يتم تحقيقها في مشروع بهذا الحجم وذو مكانة عالية في الشرق الأوسط.<br>- القيمة المضافة للصفات المختلفة للأغلفة المزدوجة هي أن التصميم يمكن أن يصبح دعوة لـــ Twofour54 Media ومنارة للاستدامة والابتكار المستدام حول العالم.[1] | <br>شكل 14/ تكوين الوحدات البارمترية المتغيرة في الشكل |

[1] https://www.unstudio.com/en/page/11995/twofour54

| | |
|---|---|
| تحليل المواد المستخدمة وتكوينات الغلاف الخارجي | تحليل تكوين الغلاف على ثلاث طبقات التالي:<br>الطبقة الخارجية:<br>يعطي طلاء frit على الزجاج الطبقة الأولية من الحماية من الإشعاع الشمسي ( approximately 0.3SHGC) كما أن أغلفة الزجاج أغلفة هيكلية.<br>- توفر الطبقة الثانية من الحماية ضد أشعة الشمس الإشعاع.<br>الطبقة الوسطى:<br>- يقع (التجويف) داخل مساحة "plenum" شبه المكيفة بين طبقتين من الزجاج، بسبب رغبة العملاء، واحدة من النقاط القوية للتجويف هي أن المصابيح تتطلب حد أقصى ٦٠ درجة مئوية وهو ما لم يكن ممكنا إذا كانت تتعرض أبو ظبي لأشعة شمس مباشرة وشديدة.<br>- تعتبر الشبكات ضرورية للوصول إلى الصيانة، ولكنها تعمل بعد ذلك كإضافي ١ متر مظلات شمس عميقة للمكاتب بالداخل هذه الطبقة الأكثر فعالية للحماية من أشعة الشمس، والسماح بالضغط المستمر للهواء القادم من المنصة أدناه.<br>الطبقة الداخلية: DSF عبارة عن جدار ستارة بسيط يحتوي زجاج الطبقة الداخلية على مستوى منخفض جدًا من الحماية من أشعة الشمس.<br>- يتم تهوية DSF ميكانيكيًا باستخدام نظام عادم الهواء من أنظمة HVAC.[1] |
| تحليل المواد المستخدمة وتكوينات الغلاف الخارجي | <br>شكل15/ تحليل المواد المستخدمة في المشروع<br>(تفاصيل مقطعية توضح الغلاف الخارجي المزدوج) |

[1] https://www.unstudio.com/en/page/11995/twofour54

| | |
|---|---|
| | من مرحلة المنافسة في مشروع " Twofour54 Media Zone "، كان للغلاف المزدوج (DSF) ميزة مهمة للتصميم، لقد مثل إمكانية تحقيق ثلاثة أهداف رئيسية<br>- سطح زجاجي مدروس بشكل استثنائي.<br>- تنفيذ الإضاءة الإعلامية.<br>- جودة بيئية عالية.<br>كل هذه العوامل لإعطاء قيمة للمشروع باعتباره معلما مهما في أبو ظبي والعالم الأكبر.<br>Double Skin Facades (DSF) عبارة عن جهاز تظليل خارجي مغلق يتم تهويته باستخدام هواء العادم المنسكب من أنظمة HVAC ويؤدي إلى مستوى عالى فيما يتعلق بالراحة وجودة وكمية الضوء، مما يوفر مكان عمل صحي ومنتج وعلاوة على ذلك، يستهلك ما بين (١٦:13%) طاقة أقل من نظام الجلد الفردي عالي الأداء، من السهل صيانتها من أجهزة التظليل المعرضة للعناصر، وهذه الحماية ستطيل عمرها أكثر من مرتين. ويمكن إجراء الصيانة الدورية واستبدال الطبقة الخارجية للغلاف دون تعطيل أنشطة المبنى بالإضافة إلى تكامل الإضاءة الإعلامية والحفاظ عليها في التجويف وتعتبر أكثر فائدة ومرونة من نظام - الجلد الفردي، كما أن التوازن بين انعكاس وشفافية الجلد الخارجي يحقق المستوى المطلوب من التعرض لأنشطة أبراج TwoFour54[1].<br> <br>  <br>شكل15/ تحليل المواد المستخدمة في المشروع (تفاصيل مقطعية توضح الغلاف الخارجي المزدوج) |
| توفير الطاقة | الطاقة تم حساب DSE لتوفير ما بين ١٣% و ١٦% من إجمالي استخدام الطاقة الإضافية. |
| الأداء | تصل أبراج Twofour54 Media ذات الغلاف المزدوج إلى تحسين مستويات عالية من الأداء الحراري، لذلك يتم تحقيقها في مشروع بهذا الحجم وذو مكانة عالية في الشرق الأوسط، إنه يؤدي إلى مستوى عالي فيما يتعلق بالراحة الحرارية ويوفر مكان عمل صحيا ومنتجا. |

[1] https://www.unstudio.com/en/page/11995/twofour54

| | |
|---|---|
| نتائج التحليل | - تحقيق مدخرات العميل الناتجة عن راحة الموظف وإنتاجيته، وراحة العمال بناءاً على درجة حرارة الزجاج الداخلية.<br>- يتتبع المشروع النسبة المئوية للأشخاص غير الراضين، ويتم احتسابه كخسارة في الإنتاجية عندما تزيد النسبة عن ١٥ %.<br>- أتاح DSF تقليل ساعات الإنتاجية المفقودة بنسبة ٤٥٪ مقارنة بالحائط الستائرى النموذجية. |

| الفكرة المستلهمة | الطرق البارامترية المستخدمة |
|---|---|
| مفردات الغلاف الخارجي | وحدات بارامترية متغيرة الشكل |
| نظام ذات نسيج مستجيب للبيئة | محاكاة الطبيعة "Biomimicry |
| فكرة إستكشاف غلاف متفاعل | الخوارزميات الجينية |
| غلاف مزدوج | تكوين مورفولوجي |

## 5-3 مشروع مركز مايك واوفيليا ازاريديس نانو الكم:
## Mike & Ophelia Lazaridis Quantum-Nano Centre / KPMB Architects[1]

يقع المبنى في جامعة واترلو (Waterloo) في الحرم الجامعي الرئيسي ويمثل المبنى علامة مميزة كمنصة متطورة للبحث والابتكار في كل الميادين، مركز مايك وأوفيليا آزاريديس نانو الكم (١).

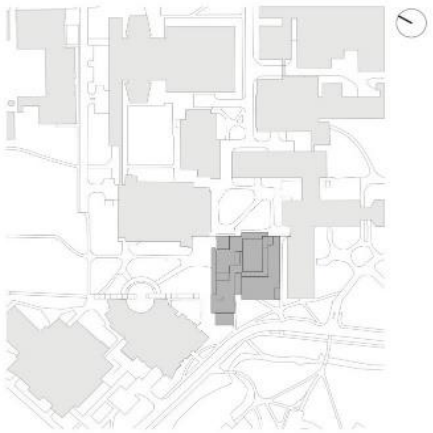
| | |
|---|---|
| نوع المبنى | مركز ابتكار |
| الموقع | جامعة واترلو، كندا |
| المهندس المعماري | ماريان ماكينا |
| المساحة البناء | ٢٦٥٠٠م٢ |
| الشركة المصنعة | هالسول وشركاه |
| الارتفاع | 24 م |
| تاريخ الإنشاء | 2012 |

1- الوصف المعماري للمشروع لمركز مايك وأوفيليا أزاريديس ناتو الكم

شكل16/ يوضح مركز مايك وأوفيليا أزاريديس نانو الكم

https://www.archdaily.com/452205/mike-and-ophelia-lazaridis-quantum-nano-centre-kpmb-architects

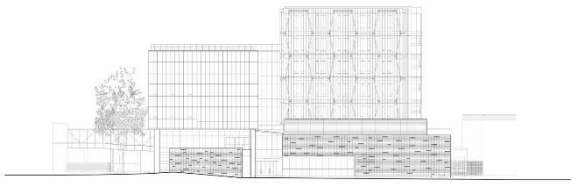
[1] https://www.archdaily.com/452205/mike-and-ophelia-lazaridis-quantum-nano-centre-kpmb-architects.

| | |
|---|---|
| ويجمع المبنى بين كتلتين إنضـــم إليهما المبنى المركزي المشترك مع مدخلين رئيسيين واحد على الطريق الدائري والآخر على جانب الحرم الجامعي، ويوفر المبنى أيضـــاً طريقاً للمشاة ومساحة تجمع.<br>* برنـامج المشـــروع: يتكون المبنى من ســـتة طوابق، ويحتوي على غرف الأبحاث التي تبلغ مساحتها (٢٩٢٩)، وقاعات للتدريس ومعامل مختبرات الأبحاث وصـــالة متعددة الأغراض، وقاعة المحاضـــرات وقاعات دراســية ومكاتب. |  <br>شكل17/ موقع المشروع<br>https://www.archdaily.com/452205/mike-and-ophelia-lazaridis-quantum-nano-centre-kpmb-architects |
| الفكرة التصـــميمة للمشـــروع: تعتمد فكرة المشـــروع على تكوين معماري ذات طابع خاص للإنســـجام مع المباني المجاورة بالجامعة، حيث أعتمد المبنى على التفاصـــيل بإســـتخدام أنابيب النانو كربون التي تشـــير إلى الوحدات البارامترية (وحدة مسدسة). | |

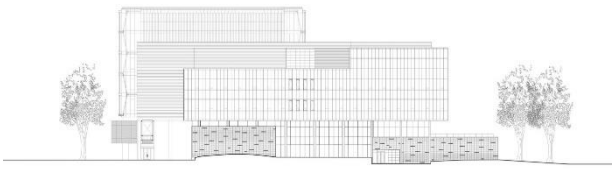
| | |
|---|---|
| توجية المبنى | إتخذ المبنى توجية واحد لمواجهة الظروف المناخية والتغلب عليها، من أجل تحقيق بيئة نظيفة، كما تم دراســـة التداخل الكهرومغناطيســـي المنخفض وتاثير الترددات في المعامل والمختبرات التي أثرت على التصـــاميم الهيكلية والميكانيكية والكهربائية المتطورة، حيث قم التخلص من هذه الآثار المؤثرة على المبنى عن طريق مواد تقنية النانو، كما أن المبنى يأخذ اتجاة الشمال، ويوضح الشكل اتجاة الرياح وهذا لتوجية الفراغات داخل المبنى. |
| دراسة الأنماط البارامترية | مكون الغلاف الخارجي للمبنى من الحوائط الســـتائرية الزجاجية المســـتخدم في تطبيقها التنظيف الذاتي ذات التحفيز الضـــوئي مما يعمل على تقليل الصـــيانة وبالتالي يعمل على توفير التكلفة، وقد تم استخدام أنابيب النانو كربون بشكلها المسدس على الواجهة الشمالية للمبنى لإعطاء المبنى تشـكيل مختلف ولصـــلابة المبنى من الناحية الإنشـــائية مما يزيد من العمر الإفتراضـــي للمبنى ، أما فى الواجهة الغربية مســـتخدم حوائط ســـتائرية من الزجاج عليها شـرائح راسـية من الواح الألومنيوم المقاوم للحريق مما يعمل على تقليل دخول اشـعة الشمس وبالتالي يحقق الراحة الحرارية للمستخدمين فى الفراغات الداخلية، ويوضـح شـكل الواجهة الشمالية والغربية لمركز مايك[1]. |

[1] https://www.archdaily.com/452205/mike-and-ophelia-lazaridis-quantum-nano-centre-kpmb-architects.

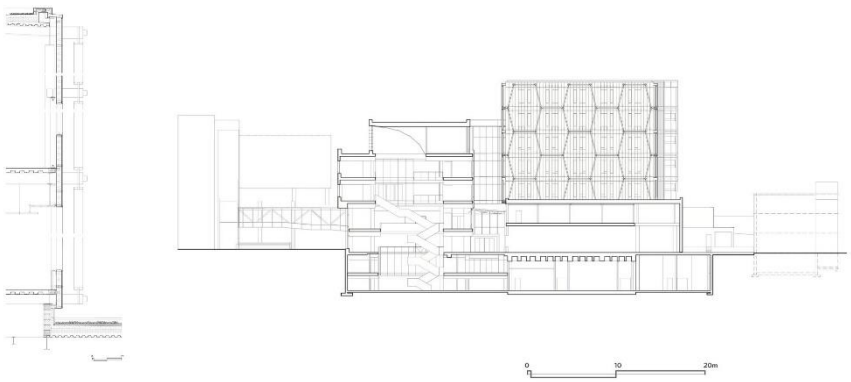
يحتوي الغلاف الخارجي للمبنى على الواح زجاجية لها دور كبير فى استخدام الطاقة الشمسية بالمبنى، وقد تم تظليل الواجهة الزجاجية باستخدام شراح من الألومنيوم القابل للانعكاس على الواجهة الغربية.



شكل18/ الواجهة الشمالية



شكل19/ الواجهة الغربية

| | | |
|---|---|---|
| دراسة الغلاف الخارجي والمواد المستخدم بالمنبى | يتكون المبني من بلاطات خرسانية مغطاة بأنابيب النانو كربون وبين كل منهم حوائط ستائرية من الزجاج المعالج بتقنية النانو ليتصل المبنى بنسيج الحرم الجامعي، والبناء في المقام الأول للجامعة واترلو، وتلعب الأغلفة الخارجية باستخدام مواد تقنية النانو دوراً مهماً في التشكيل المعماري | <br>شكل20/ تفاصيل المواد المستخدمة كالحوائط الستائرية وشرائح الألومنيوم وطرق تنفيذهما<br>https://www.canadianconsultingengineer.com/awards/pdfs/2013/A7_LazaridisQuantumNanoCtre.pdf |
| | حقق المهندس المعماري ماريان ماكينا تطبيق مواد تقنية النانو في المبنى، وتم الأخذ فى الاعتبار باختيار مواد اثرت في التشكيل المعماري للغلاف الخارجى باستخدام الزجاج المعالج بتقنية النانو - وأنابيب النانو كربون والوصول إلى حلول مبتكرة للتأكد من أن التصميم استجاب إلى التطور التكنولوجي ومتكيف مع الطبيعة. | |
| |  <br>شكل21/ تفاصيل مقطعية توضح تطبيقات البارمترية المستخدمة في الغلاف الخارجي للمبنى | |

<table>
<tr><td>توفير الطاقة</td><td colspan="2">
<ul>
<li>استخدم المبنى الحوائط الستائرية من الزجاج المعالج بتقنية النانو المنع دخول أشعة الشمس وبالتالي حقق المستوى المطلوب من الراحة الحرارية وأدى إلى توفير الطاقة بنسبة تصل إلى ٥٧%، وبالإضافة إلى ذلك تم تطبيق الزجاج فى الواجهه الجنوبية أدى إلى اكتساب الطاقة.</li>
<li>يقوم الزجاج المعالج بتقنية النانو باكتساب الطاقة من خلال تعرضة إلى أشعة الشمس.</li>
</ul>
</td></tr>
<tr><td>الأداء</td><td colspan="2">
<ul>
<li>يستخدم المبنى مواد تقنية النانو (أنابيب النانو كربون) وهي مادة تتميز بالقوة والمتانة وتعمل على إطالة العمر الافتراضي للمبنى وبالتالي تقلل من تكاليف المبنى لإعادة استخدامها مرة أخرى.</li>
<li>تطبيق الزجاج المعالج بتقنية النانو ذاتى التنظيف مما يقلل من الصيانة الدورية وبالتالي أدى إلى خفض التكاليف.</li>
</ul>
</td></tr>
<tr><td>نتائج التحليل</td><td colspan="2">
<ul>
<li>تطبيق الزجاج ذاتي التنظيف أدى إلى توفير الأيدي العاملة وتقليل الصيانة عند تشغيل المبنى.</li>
<li>تساعد أنابيب النانو كربون المكونة من وصلات على فكها وربطها بسهولة مما يسهل عملية الصيانة، كما أنها لا تحتاج إلى عمالة كثيرة.</li>
<li>حقق المبنى الكثير من الاحتياجات المتطلبة من (توفير الطاقة، وتقليل الصيانة، ورفع كفاءة وجودة المبنى إطالة العمر الافتراضي، وتحقيق المستوى المطلوب من الراحة الحرارية، وتشكيل الغلاف الخارجي بواحدات بارامترية، وتطبيق مواد النانو) للحصول على نسبة تصل إلى ٨٦%.</li>
</ul>
<table>
<tr><th>الفكرة المستلهمة</th><th>الطرق البارامترية المستخدمة</th></tr>
<tr><td>أنابيب النانو كربون</td><td>واحدات بارامترية مسدسة الشكل</td></tr>
<tr><td>دمج كتل ذات تكوين مستجيب للبيئة</td><td>تصميم توليدى</td></tr>
<tr><td>فكرة إستكشاف غلاف متفاعل ومتكيف</td><td>الخوارزميات التوليدية</td></tr>
<tr><td>غلاف مزدوج</td><td>Ammann tiling</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

## 4- النتائج :Conclusion

من خلال الدراسة النظرية والتحليلية للرسالة تم التوصل إلى النتائج التالية:

1- التصميم البارامترى هو نهج مبتكر ومثير للتصميم، يسمح للمهندسين المعماريين باستكشاف الفرص التي اعتقدوا سابقا أنها لا يمكن استكشافها وإستخدام نهج التصميم كطريقة لتحسين عملية تصميم الأغلفة الخارجية المزدوجة واستكشاف طرق أخرى للتفكير في تصميم العمارة، أدى إلى إنتاج تصميمات فريدة من نوعها.

2- يتعلق الأمر بإيجاد النموذج من خلال عملية توليدية بدلاً من تكوين النموذج من خلال عملية تركيبية وبالتالي يحل المتغير محل الثبات والتعددية "التكرارية" تحل محل التفرد.

3- لا يسمح التصميم التوليدى والخوارزمى باستكشاف الأفكار الجديدة فحسب، بل يسمح أيضا بتغيير النماذج والتصميمات عدة مرات من خلال المعلومات التي تتم معالجتها بواسطة نموذج الكمبيوتر للعثور على أفضل حل ممكن وبالتالي تزداد قدرة المصمم على حل المشكلات المعقدة ويتم تمكين ذلك من خلال الخوارزميات عند استخدام الخوارزميات في الحساب يجب كتابتها بلغة معينة ويشار إليها باسم البرمجة النصية أو الرمز حتى يفهمها برامج المحاكاة.

4- تعتمد النمذجة البارامترية على خوارزميات ذو عوامل محددة للوظائف والمتغيرات المستقلة.

5- مكنت النمذجة البارامترية المهندسين المعماريين من إنتاج عدد لا حصر له من حلول تصميم أغلفة المباني وتطبيق مواد متفاعلة ومتكيفة مع الطبيعة يتم إنشاء النماذج بمستوى عالي من التفاصيل ويمكن إجراء التعديلات من خلال الطبيعة الفعالة والدقيقة لمعالجة العوامل والقيود الخوارزمية.

6- ستؤثر الهندسة المعمارية التي نصممها الآن وفي المستقبل على تصميمنا للهندسة المعمارية الصديقة للبيئة ولكنها أيضا تعيد البيئة من خلال إنتاج الطاقة، هذا ممكن فقط من خلال التفكير الخوارزمي والنمذجة البارامترية لأنها تسمح بحساب وتحليل الأشكال المختلفة وكيفية تفاعلها مع الموقع.

7- يحسن الغلاف الخارجى الكفاءة والإنتاجية لمتطلبات المبنى بعد عملية التشغيل ولكنه يسمح بوضع نماذج أولية للحلول المختلفة لاختبار المواد بالإضافة إلى التفاعل مع العوامل الخارجية المتغيرة.

8- محاكاة ونمذجة الشكل الخارجي مما يعبر المصممون عن منطق توليدي داخلي والذي ينتج بعد ذلك بطريقة تلقائية مجموعة من الاحتمالات التي يمكن للمصمم من خلالها اختيار اقتراح رسمي مناسب لمزيد من التطوير والتحسين ورفع الكفاءة.

9- المناهج التركيبية للأساليب التوليدية والخوارزمية، يسمح بإمكانية التكوين والتنبؤ بالتصاميم للأغلفة الخارجية المزدوجة وتقليل التعقيدات، ولكن التوليد الخوارزمي يفتح مناطق جديدة من الاستكشافات مثل الاستكشافات الرسمية والمفاهيمية والحسابية. يوضح هذا مورفولوجيا بطرق واضحة تركز على الخصائص الناشئة والتكيفية للأغلفة الخارجية المتفاعلة مع المبنى لمحاكاة الطبيعة.

10- في القديم كان المهندسون المعماريون أيضاً البناء الرئيسيين لتصميماتهم مما أدى إلى تصميمات معمارية جيدة للأغلفة الخارجية نتج عنها إعادة الاتصال بين الماضي والحاضر والمستقبل، حيث كان المصمم قادرا على اتباع مجموعة من المبادئ التوجيهية والمعايير من أجل تحقيق حلول فريدة.

## 5- التوصيات Recommendations:

من خلال الدراسة النظرية والتحليلية للرسالة تم التوصل إلى التوصيات التالية:

1. يمكن استخدام النمذجة البارامترية لإنشاء بنية قائمة على الأداء من خلال تحليل ظروف الرياح والطاقة الشمسية وكيف يمكن لهذا التحليل أن يشكل عوامل للنماذج لتوليد الشكل الأمثل حيث استخدمت المشاريع التي تم بحثها تصميما بارامترياً بطرق فريدة أظهرت العدد اللامتناهي من الحلول الممكنة لربط الهندسة المعمارية بمستخدميها والبيئة.
2. ستمكن الأدوات مثل Grasshopper & Diva & Archsim" عند استخدامها أثناء عملية التصميم من مواجهة التحديات التي تتجاوز القدرة، وستسمح باقتراح الحلول التي سيتم حلها جيدا، والتعامل معها بالمعنى الشامل من إنشاء التصميم، ستكون هذه المنهجية المتمثلة في دمج التصميم والمحاكاه في كيان واحد، وبالتالي يسمح بإنتاج تصميم مبتكر من خلال توليد وتكامل واستراتيجيات الأفكار الإبداعية وعمليات التصميمات البارامترية للأغلفة التصميمية. وبالتالي، مفتاح هذا التطور هو الاهتمام بالمواد واستكشافها وكيف يمكن ربط نية التصميم أو التعبيرعنها من خلال توظيفهم.

من خلال ما تم عرضة وإستناداً إلى النتائج التي تم التوصل إليها من استخدام الأساليب البارامترية في الأغلفة الخارجية والداخلية لرفع كفاءتها وتصحيح علاقة المباني المعمارية بالبيئة المحيطة وعليه فإن الرسالة توصي بما يلي:

1- زيادة التوعية والإعلان عن الأساليب البارامترية على المستوى الإعلامي ودور النشر، من خلال النشر في المجلات العلمية والمعمارية المتخصصة والأبحاث والدراسات المعمارية وعقد مؤتمرات وندوات تناقش هذه الاطروحة.
2- تدخل الدولة نماذج مبانى بارامترية ضمن مشاريعها القومية ذات الميزانية الضخمة وتحت رعاية مؤسسات الدولة، بالمفهوم الصحيح والمتطور لها.
3- ضرورة تشجيع المستثمرين ورجال الأعمال للمشاركة في الأنفاق على أبحاث بفتح مجال التطور العلمى والعملى للمفاهيم البارامترية المتنوعة وإختيار أفضل المواد لتطبيقها على الأغلفة الخارجية والداخلية لرفع الكفاءة، كما يتم تخصيص جزء من الموارد المالية للقيام بالأبحاث العلمية المعمارية المطلوب الحصول على نتائج مميزة.
4- ضرورة اهتمام المصمم المعماري باختيار النمط البارامترى المناسب وأيضاً المواد المستخدمة في الأغلفة الخارجية والداخلية وأماكن تطبيقها لإعطاء تشكيلات مميزة وفريدة.
5- يجب عمل نوعية على مستوى المعماريين بالتقنيات الحديثة بشكل عام وبشكل خاص.
6- تشكيل فريق بحثي متكامل يغطي كافة التخصصات المتعلقة بنطاق البحث في العمارة للقيام بسلسلة من الأبحاث والدراسات المتخصصة، ودراسات متكاملة النواحى الدينية والاقتصادية والصيانة والتشغيل.
7- قيام المعاهد المتخصصة في بحوث وعلوم البناء بإعداد كود متخصص للأصال البارامترية.
8- على الجهات البحثية الاهتمام بالأبحاث في المجال البارامترى لاستنتاج مواد جديدة تساهم في حل مشاكل المبانى من حيث التكلفة واستهلاك الطاقة.

## 6- المراجع Refrances:


اولاً: المراجع العربية:

1- راشد أحمد يحيي التصميم البارامتري كمدخل لاستلهام الطبيعة في تصميم المنتجات، مجلة العمارة والفنون كليه الهندسة الجامعة البريطانية العدد الرابع عشر.

2- التميمي أسـامة عبد المنعم خريبط مجيد محمد رضـا شـاكر، مجيد أنس حميد (٢٠١٥) نمذجة المعلومات البنائية (BIM) وتكامل العملية التصميمية

Building Information Modeling (BIM) and the Integration of the Design Process. International Journal for Sciences and Technology. 143(3101), 1-13.

3- احمد، احمد فتحي، صـالح، أحمد محمد، على، محمد حجازي، إمكانات التصـميم الحسـابي في الارتقاء بالعمارة العربية المحلية، (٢٠١٦).

Or, Computational Design Potentials Promoting Regional Arab Architecture. Architecture, Arts and Humanistic Science Magazine, Vol. 29, No. 60, pp. 1-17, 2016

3- أبـا الخيـل، إبـراهيم عبـد الله " العمـارة البارامتريـة "، بحـث منشـور، ٢٨ نـوفمبر ٢٠١٧، مجلـة البناء المعمارية، العدد ٣٢٥.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

1- Alvarado, R. G., and Munoz, J. J., "The control of shape: origins of parametric design in architecture in Xenakis", Gehry and Grimshaw. METU JFA, Vol. 1, pp. 107, 2012.

2- Mohamed Baradab, "Energy Efficiency and Efficiency Improvement in Building Sector in ESCWA Countries", UN Committee,"The Third Scientific Symposium of the 22nd Arab Engineering Conference for Energy and its Sources in the Arab World and Sustainable Development", Damascus, 2000.

3- Mohsen, Abdulkarim Hassan Khalil, Open and close design for arch. Plan and their effects on the social dimension in administrative buildings, the Islamic University Journal (Series of Natural studies and Engineering), Vol. 16, No.1, p.156.

4- Architectural Design.PETERS, Terri (guest ed.). Nr. 214. San Francisco: Wiley, 1930-ISSN 0003-8504. Article: AISH, Robert. Designing at T + n. p. 21, Nov/Dec 2011.

5- Turrin, M., Buelow, P.V., Kilian, A., and Stouffs, R., "Parametric modeling and optimization for adaptive architecture", 2011.accessed (10 april,2019).

6- Park, K. and Holt, N. "Parametric Design Process of a Complex Building In Practice Using Programmed Code As Master Model", IJAC-International Journal of Architectural Computing, Vol. 8, No. 3, pp. 359-376, 2010.
7- Ladybug: A Parametric Environmental Plugin for Grasshopper to help designers create an environmentally-conscious design", (Pg nos. 3128, 3130) Mostapha Sadeghipour Roudsari, Michelle Pak Adrian Smith + Gordon Gill
8- Aish, R., and Woodbury, R.,"Multi-level interaction in parametric design". In International symposium on smart graphics, pp. 151-162, 2005, August. Springer, Berlin, Heidelberg.
9- Eltaweel, Ahmad, (2017). Parametric Design and Daylighting: A Literature Review, Renewable and Sustainable Energy Reviews. Volume 73.
10- Turrin, M., Buelow, P.V., Kilian, A., and Stouffs, R., "Parametric modeling and optimization for adaptive architecture", 2011.accessed (10 april,2019).
11- Ref: http://www.archdaily.mx/mx/02-313933/sowwah-square-goettsch-partners.