Al-Nahrain Journal for Engineering Sciences **NJES** 25(3)A012-A026, 2022
http://doi.org/10.29194/NJES.2503A012

Simulation of The Application of an Adaptive Smart Envelope to an Existing Building in Rhinoceros Grasshopper

Lina Qassim Rasheed[1]* , Khalid Abdul Wahhab[2]

Authors affiliations:
1) Department of Architecture, College of Engineering, Al-Nahrain University, Baghdad, Iraq.
*: lina_rawie77@yahoo.com

2) Asst. Prof. Dr, Department of Architecture, College of Engineering, Al-Nahrain University, Baghdad, Iraq.

Paper History:

Received: 21th Jul. 2022

Revised: 4th Sep. 2022

Accepted: 14th Sep. 2022

Abstract

In recent decades, many factors have emerged in the building design field, as the technology development after the industrial revolution has left many environmental problems affecting building environments and turning them into unhealthy ones. Also, the issues of consuming natural resources required innovative and modern solutions to address, which needed the guidance and focus of researchers, engineers, and many other relevant disciplines to find the best treatments to solve them. One of the essential treatments was using advanced smart technology to solve the environmental problems of buildings, such as providing thermal comfort and reducing energy consumption.

The concept of adaptive smart envelopes is one of this manifestation of advanced technology in the field of building design characterized by interaction and adaptation to the surrounding environment through the application of many technologies which it works to improve its environmental efficiency. The research aim was to simulate the changes in the building environment, which is treated by covering the building with an adaptive smart envelope by using the Rhinoceros Grasshopper programme.

Keywords: Adaptation, Smart Adaptive Envelopes, Environmental Efficiency, Energy Efficiency, Thermal Comfort.

محاكاة تطبيق غلاف ذكي تكيفي على مبنى قائم في برنامج Rhinoceros Grasshopper

لينه قاسم رشيد ، خالد عبد الوهاب

الخلاصة:

ظهرت في العقود الأخيرة العديد من العوامل المؤثرة في مجال تصميم المباني، اذ نجد التطور الحاصل في مجال التكنولوجيا بعد الثورة الصناعية قد خلفت الكثير من المشاكل البيئية إضافة الى النمو السكاني ومشاكل النزوح من الأرياف الى المدينة وانحسار المناطق الخضراء اثرت جميعها سلباً في بيئات المباني فحولتها الى بيئة غير مريحة ومستهلكة للموارد الطبيعية، بالتالي تطلب هذا الامر الى ايجاد حلول مبتكرة وعصرية لمعالجة تلك المشاكل، مما توجب توجيه وتركيز الباحثين والمهندسين فضلا عن العديد من الاختصاصات الاخرى ذات الصلة لايجاد افضل المعالجات لحلها. من احدى اهم تلك المعالجات كانت من خلال استخدام التكنولوجيا الذكية المتقدمة لحل المشاكل البيئية للمباني مثل توفير الراحة الحرارية والتقليل من استهلاك الطاقة.

ان مفهوم الاغلفة الذكية التكيفية هي احد مظاهر التكنولوجيا المتقدمة في مجال تصميم المباني تميز بالتفاعل والتكيف مع البيئة المحيطة كمعالجة بيئية فعالة من خلال تطبيق العديد من التقنيات والتي تعمل على تحسين البيئة الداخلية للمبنى ورفع كفاءته. تهدف هذه الورقة إلى تقديم نموذج افتراضي لغلاف ذكي تكيفي يتم تطبيقه على مبنى قائم في مدينة بغداد – العراق لمعالجته بيئياً والرفع من كفائته، ومحاكاة التأثيرات التي تطرأ على البيئة الداخلية للمبنى في برنامج (Rhinoceros Grasshopper) قبل وبعد اضافة تلك المعالجة.

الكلمات المفتاحية: التكيف، الاغلفة التكيفية الذكية، الكفاءة البيئية، الكفاءة الطاقوية، الراحة الحرارية.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

المقدمة:

في الفترات الاخيرة، تعدد اسلوب تصميم المباني ذات الكفاءة البيئية والطاقوية العالية، اذ ركزت على اسلوبين رئيسيين هما: الاول يعتمد على استخام التقنيات النشطة الذي تهدف في تعزيز مستوى الاستدامة للبيئة المبنية من خلال دمج الاجهزة التقنية المبتكرة والتي تعمل على توليد الطاقة المتجددة وتوفيرها بشكل لا مركزي، او تعمل على تحويل الموارد بكفاءة اعلى. اما الاتجاه الثاني فيعتمد على استراتيجيات التصميم السلبي في المباني والتي يلعب تصميم المبنى وشكله دوراً رئيسياً في استغلال وخزن الطاقة المتجددة كالرياح والطاقة الشمسية وغيرها بدلاً من تسخير خدماته. ولتحقيق الاهداف المستدامة للمبنى يتم اعادة النظر في تصميم غلافه كونه يعد احد اهم المؤثرات في تلك الاهداف المنشودة. وجد بان معظم اغلفة المباني التقليدية صممت من اجل توفير المأوى والحماية والتي غالباً ما تنجز من خلال جعل البيئته الداخلية للمبنى غير حساسة لمحيطها الخارجي، فكانت النتيجة غير مريحة مما جعلها معزولة تعتمد على نظاماً ميكانيكية وكهربائية ضخمة لتعمل على تكييف المبنى بيئياً من خلال التبريد صيفاً والتدفئة شتاءاً اضافة الى الاضاءة الاصطناعية لتحقيق متطلبات الراحة لشاغليها والتي كانت حساب استهلاك الطاقة واستنزاف الموارد الطبيعية الغير متجددة كالوقود الاحفوري على سبيل المثال. تعتبر اغلفة المباني الحد الفاصل للمبنى بين محيطه الداخلي والخارجي، التي بدورها تخضع لعوامل وظروف بيئية متغيرة وفقاً للارصاد الجوية على مدار اليوم والسنة. وبالنظر الى عدم امتلاك الاغلفة التقليدية على القدرة في التصرف والاستجابة للتغيرات البيئية ظهرت الضرورة الى ابتكار اغلفة متكيفة مناخياً قادرة على التصرف والتفاعل مع البيئة المحيطة لتجعل البيئة الداخلية للمبنى من مصنعة بيئياً الى عالية الكفاءة بصورة طبيعية من خلال دمج التكنولوجيا النشطة مع الجوانب التصميمية التكميلية للتصميم السلبي.

الهدف من هذه الدراسة البحث في اهم التقنيات المتضمنة في الاغلفة الذكية التكيفية والتي تعزز عملها البيئي، للتوصل الى تصميم غلاف نموذجي مبتكر لتغليف مبنى قائم يعاني من مشاكل بيئية وطاقوية كمبنى وزارة الاعمار والاسكان والاشغال العامة في منطقة العلاوي – بغداد في العراق، بحيث يكون غلاف ذكي متكيف ومستجيب للعوامل البيئية المحيطة للمبنى يتضمن المكونات البنائية كالواجهات الخارجية والسقف وانظمة تسقيف للاروقة المحيطة؛ بهدف السيطرة على تأثير العوامل البيئية على بيئة المبنى الداخلية، ومن ثم محاكاة تلك العوامل البيئية قبل وبعد تطبيق نموذج الغلاف على المبنى، لمعرفة مدى نجاح المعالجة التكنولوجية البيئية، توصلاً الى اهم النتائج الرئيسية والتوصيات التي توصل اليها البحث.

الدراسات السابقة:

اشارت دراسة العقيلي. وائل، (٢٠٠٨) الى ان تفعيل استجابة غلاف المبنى للمتغيرات البيئية الخارجية بجعله ذكياً حيث يرفع من الأداء التكاملي للتقنيات المستعملة فيه. وخلصت الى تطبيق منظومة غلاف المبنى الذكي في مشاريع معمارية بحجوم كبيرة يمكن إن يحقق توفير ملحوظ في استهلاك الطاقة وبالتالي توفيراً في التكلفة، كما استخدم البحث ثلاثة حلول ذكية مقترحة وهي (نظام السقف المتحرك - نظام السقف الحوضي - النوافذ الذكية) للتقليل من حمل التبريد للمبنى المقترح من قبل الباحث. اما دراسة المتيم (٢٠١٠) فقد اشارت الى اهم النظريات التي تناولت اهم التقنيات التي طورت العمارة الذكية من خلال دراسة احدث النظم و المواد في المباني الذكية خاصة تقنيات المعلومات واهمية ربطها بالمباني لجعلها اكثر ذكاءاً. وركزت دراسة أمير حسين واخرون، (٢٠١٢) على اهمية استخدام نماذج الطاقة ومحاكاتها، حيث يجب إجراؤها خلال المرحلة المبكرة من عملية تصميم المباني لضمان التطبيق العملي والفعالية. كما أوصت بأن تصبح الواجهات الذكية مكونًا أساسيًا للمباني الخضراء للتطوير المستقبلي في المباني منخفضة الطاقة. **نلاحظ بالرغم من ذكر هذه الدراسة للعديد من انواع الواجهات الذكية الا انها لم تاخذ بنظر الاعتبار مكونات غلاف المبنى بإطار اكبر كونه يمكن ان يتضمن سقف وواجهات وانظمة تسقيف خارجية تحيط بالمبنى فضلا عن امكانية ادخال الحركة لهذه الاغلفة مما يزيد من تكيفها مع المحيط الخارجي.** وقدمت دراسة لونين واخرون،(٢٠١٩) استعراض الى مشاريع متنوعة تبين بان التطبيق الواسع النطاق للـ(CABS) والتي تعني (اغلفة المباني المتكيفة مناخياً) يبشر بأن يصبح مساهماً عميقاً في تحقيق الاهداف المتزايدة في أداء الطاقة. ولذلك، اوصى الى الحاجة الى البحوث المستقبلة لايجاد الحلول للتحديات المستقبلية الأخرى في هذا المجال. **بذلك يمكن للبحث اقتراح نموذج مبتكر لغلاف ذكي تكيفي يتضمن اهم واحدث التقنيات الذكية ومحاكاته في برامج هندسية بيئية متخصصة للتوصل الى الاهداف المرجوة كتحسين اداء البيئة والطاقة.**

كما اشارت دراسة حسن. مريم (٢٠٢١) الى الدور التكنولوجي للتنمية المستدامة في تشكيل المدن الذكية المستدامة وخلصت الى اهمية دراسة اهم نظريات التحول للمدن المعاصرة والتي تعتمد بالدرجة الاساس الى معرفة انظمة التحول الذكي للمناطق الحضرية عن طريق التحول الذكي للمباني على المستوى الفردي من خلال استخدام التقنيات الذكية المتنوعة. **من هنا يمكن التوصل الى ان اول خطوة في جعل مدننا تواكب التطور التكنولوجي وتحويلها الى مدن ذكية ومستدامة عن طريق دمج التقنيات الذكية في ابنيتها لتحويلها الى انظمة ذكية تتفاعل مع البيئة الخارجية والداخلية لتكون اكثر تكيفية وحساسة لها مما يرفع من كفائتها البيئية والطاقوية وتحقيق الاهداف المستدامة بصورة صحيحة.**

مشكلة البحث:

(القصور المعرفي على المستوى المحلي في تطبيق الاغلفة الذكية التكيفية لتغليف المشاريع المعمارية القائمة وتأثيرها في تحسين الكفاءة البيئية).

اهداف البحث:

١. دراسة احدث التقنيات الذكية والمعززة لعمل الاغلفة التكيفية الذكية التي تتكيف وتتفاعل مع العوامل البيئية المحيطة بالمبنى.
٢. التوصل إلى تصميم منظومة تظليل ذكية لتغليف مبنى قائم بحيث ترفع كفاءته البيئية والاقتصادية.
٣. محاكاة النتائج في برنامج (Rhinoceros Grasshopper) قبل وبعد تطبيق الغلاف الذكي التكيفي على المبنى المنتقى من قبل البحث.
٤. التوصل الى اهم الاستنتاجات والتوصيات التي تدعم الجانب التكنولوجي لمعالجة الابنية بيئياً واقتصادياً وتحويلها الى ابنية ذكية متفاعلة مع البيئة المحيطة ورفع كفائتها البيئية والاقتصادية.

١. مفهوم التكيف:

التكيف كمصطلح لغوي يشير الى عملية التغيير للشيء لتناسب غرضاً أو موقفاً ما ليصبح متلائماً مع محيطه. والتكيف كمصطلح علمي مستعار من علم البيولوجيا يعني أن الكائنات الحية تحاول أن تواجه العوامل الطبيعية التي

تحيط بها لتقوى على متابعة الحياة والحيلولة دون فنائها بحيث تنشأ لديها خصائص تجعلها أكثر استعداداً للتلائم مع شروط البيئة المحيطة، اما مفهوم تكيف النظام فيكون من خلال قدرته على الموائمة مع الظروف البيئية بواسطة تضمينه العديد من التقانات المستوحاة من النظم الطبيعية الحية ودراسة وتطبيق الآليات التي جعلتها ناجحة ومتكيفة مع بيئتها المحيطة (Chairiyah, R., Et al, 2018. P.45).

٢. الاغلفة الذكية التكيفية CABS (Climate Adaptive Building Shells):

بالاستناد إلى المعلومات الواردة من اغلب الدول المتقدمة في العالم، نجد إن المباني السكنية والتجارية والادارية مسؤولة عن حوالي ٤١% من إجمالي استهلاك الطاقة و٧٢% من استهلاك الكهرباء سنوياً. كما يتأثر ٢٠ - ٦٠٪ من مجموع الطاقة المستخدمة في المباني من تصميم وبناء اغلفتها، لذلك من المهم تركيز النظر في اتباع استراتيجيات مستدامة لكفاءة الطاقة في تصميم وانشاء اغلفة هذه المباني. كما نجد خصائص اغلفة المباني الساكنة التقليدية ذات الاداء الضعيف في الاكتساب الحراري والمؤثرة بشكل كبير على أداء الطاقة تمتلك معدل عالي في انتقال الحرارة (حركة/ إشعاع/ الحمل الحراري) مما يسبب ارتفاع معدل دخول ضوء النهار وارتفاع معدل انتقال الرطوبة. كما نلاحظ بان هنالك عدة حلول يمكن اتخاذها بهدف تحسين ضوء النهار والأداء البصري لواجهة ثابتة (تقليدية) عن طريق تقليل تأثير الوهج الحراري الغير مريح للنوافذ او الفتحات، وتقليل الطلب على الطاقة العالية للإضاءة الاصطناعية، اضافة الى تحسين مستويات الاضاءة النهارية الداخلية. وللتغلب على القيود المفروضة على الواجهات التقليدية القائمة، تم اقتراح فكرة وجود غلاف نشط كمنشأ مكيف بشكل منهجي، يستغل الفوائد المحتملة للتقانات المتقدمة في تصميم نظام اغلفة متعددة الوظائف. حيث يمكن للغلاف النشط إدارة البيئات الداخلية من خلال تعديل خصائصه بشكل ديناميكي ويكون مستجيب للعوامل البيئية الخارجية. ويمكن تعديل خصائص غلاف المبنى عن طريق استخدام نظام التحكم في المبنى، والذي يسمح لغلاف المبنى ان متحكماً في مستوى الاضاءة وإدارته وضبطه، وتأثير عدم الراحة التي يسببها الوهج الحراري، وكفاءة الطاقة في الإضاءة، وقيمة المقاومة الحرارية، والكفاءة المشتركة في كسب الحرارة الشمسية، وكفاءة الطاقة الحرارية، والاستجابة للأنماط الشمسية، ومستوى الراحة للشاغلين، والتهوية السلبية. وقد أظهرت الدراسات أن هذه التعديلات يمكن أن تحسن أداء الواجهة النشطة بنسبة ٤٠-٦٥٪ بالمقارنة مع الاغلفة الساكنة، (Matin, et al, 2017, P. 25).

في عام ١٩٦٩ ، اقترحت نظرية التصميم السيبرانية من قبل (جوردون باسك) من أجل تطبيق المفهوم الإلكتروني في الهندسة المعمارية. بالإضافة إلى ذلك، اقترحت النظرية الوظيفية تصميم العمارة الديناميكية بدلاً من التصاميم الستاتيكية من خلال استخدام المنشآت الديناميكية في مكونات المبنى لتحقق التفاعلات الثرية بين البشر وبيئتهم. في الوقت نفسه، تم تشكيل مفهوم العمارة التكيفية كاستجابة معتمدة على أساس نظرية التفاعل (نظرية المحادثة) ونظرية التكيف، والتي تعرف المبنى (كنظام ذاتي الضبط يتم تشغيله من قبل ردود الفعل الناتجة من تأثير محيطه وشاغليه). (Romano, et al. 2018, P.66) و (Matin, et al, 2017, P. 24). من هنا، بدأ نظام الاغلفة المتحركة التكيفية المتجاوبة كاستجابة مستدامة للمحفزات البيئية بحيث يتم تزويد شاغلي المبنى بالراحة الحرارية والبصرية بصورة آنية ومستمرة تواكب التغيرات البيئية المحيطة بها.

اما (بانهام) فقد وضع ثلاثة انماط تقليدية يمكن ان تتصف بها اغلفة المبنى لتكون فعالة وناجحة بصورة عامة وهي (المحافظة والانتقائية والتجدد)، وفي العقود الاخيرة ظهر الاهتمام بموضوع ادارة الطاقة، اذ ظهر جيل جديد من الاغلفة التي تتسم بالتكييف والتفاعلية التي تهدف إلى خفض صافي استهلاك الطاقة للمباني مما يجعلها ذات معدل استهلاك الطاقة قد يصل الى الصفر بهدف تحسين الراحة والاستدامة في الابنية والمدن (Romano, et al. 2018, P.65). من هنا برز نمط جديد رابع لاغلفة المبنى هو (التكيف). اذ تمتلك هذه الاغلفة التكيفية القدرة على التحكم بنشاط في تدفق الطاقة بين الأماكن المغلقة والهواء الطلق. وعلاوة على ذلك، فإنها يمكنها تكييف مكوناتها لتحقيق أقصى قدر من الراحة في الأماكن المغلقة والحد من استهلاك الطاقة. إذ تم بالفعل تطوير عدة أنواع مختلفة من مفاهيم الاغلفة التكيفية. مما يمكنها أن تضمن التحسينات في بناء كفاءة الطاقة والاقتصاد، من خلال قدرتها على تغيير أدائها وسلوكها في الوقت الاني وفقا للعوامل الداخلية للبيئة، عن طريق المواد والمكونات والنظم التكنولوجية. وبالتالي، يمكن أن تسهم اغلفة هذه الابنية بشكل كبير وقابل للتطبيق في تحقيق أهداف الاستدامة في تحسين البيئات الداخلية لها (Romano, et al. 2018, P.66) ، **لذا يجب أن تكون الاغلفة التكيفية قادرة على توفير العزل القابل للتحكم بالكتلة الحرارية، والتبادل الحراري المشع، والتهوية، وادارة الطاقة، وإنارة الشمس، والتظليل الشمسي، والتحكم في الرطوبة. ووفقًا لذلك، لا يعزل الغلاف المبنى عن محيطه الخارجي إلا عند الضرورة، كما يمكنه انتاج الطاقة، ويظلل أو يهوى عندما تتطلب الراحة الداخلية ذلك وبهذا تصبح اغلفة المباني التكيفية تعمل كمشرف بيئي للمبنى. كما يمكن تمييز الاغلفة الذكية التكيفية التي بنيت في السنوات الأخيرة في العديد من الدول المتطورة، بكونها اغلفة تتميز باحتوائها على التكنولوجيا المتقدمة؛ من خلال امتلاكها لأنظمة تحكم ومراقبة تجعلها عنصراً أساسياً في نظام البناء والمباني الذكية المتقدمة التي تحقق السيطرة على بيئتها الداخلية وتحسينها وتوفير الراحة لمستخدميها.**

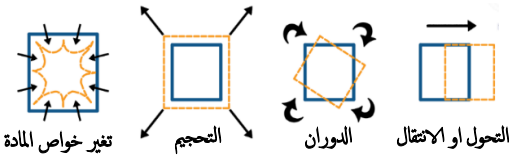
١,٢ تقانات الاغلفة الذكية التكيفية:

بسبب الكثير من العوامل التي نتجت عن التغيرات الثورية في الثقافة العامة والاقتصاد والتكنولوجيا والاثر الذي تركته على العمارة، ظهرت فكرة اغلفة المباني الذكية التكيفية النشطة. إذ اتاحت هذه العوامل الى التطورات التكنولوجية في نظم التحكم الكهربائي، هندسة الحاسوب، تكنولوجيا المعلومات، الذكاء الاصطناعي، العلم الإلكتروني وعلم المواد، التي بدورها وفرت فرصاً لاستخدام الانظمة البنائية الحركية الحيوية في مجال الهندسة المعمارية ومكوناتها، وشيئاً فشيئاً .. تطورت اغلفة المباني التكيفية وتعددت تقاناتها الى ان اصبحت تحمل العديد من المسميات كالاغلفة النشطة، والتفاعلية، والمتقدمة، والحيوية، والمستجابة، والقابلة للتبديل. كما وجد بان جميعها حملت سمة التكيف وفقاً للمؤثرات التي تطرأ عليها بصورة خاصة وعلى المبنى ككل بصورة أشمل، اذ استخدمت مع اغلفة المباني العديد من التكنولوجيات التي تطورت خلال التقدم التاريخي المصاحب في تكوينها، فيمكن من خلال معرفة هذه التكنولوجيات وفهم تفاصيلها التوصل الى كيفية تحول هذه الاغلفة من صفة الذكاء الاساسي او الاولي الى الذكاء المستجيب والمتفاعل والحيوي والمتكيف وغيرها من المسميات، ومن اهم هذه التكنولوجيات هي كالاتي:

١,١,٢ تكنولوجيا الحركة والديناميكية:

تعرف اغلفة المباني الخارجية المتحركة بانها تلك الواجهات والسقوف واحياناً انظمة التسقيف الخارجية التي تغلف المبنى او الفضاءات المحيطة به والتي تتميز بقدرتها على التحرك من خلال تزويدها بتقانات معينة تمكن عناصرها البنائية من الحركة مما تجعلها قادرة على الاستجابة للظروف المحيطة بها سواء كانت بيئية او سياقية او وفقاً لاحتياجات شاغلي المبنى، بهذا اكتسبت صفة التكيف مع الظروق الخارجية (Elmokadem et al, 2018. P.757).

ان مفهوم الاغلفة المتحركة يدور حول قدرتها على التغيير الهندسي لإنشاء حركة أو تحرك في الفضاء. حيث تؤثر هذه الحركة على الهيكل الفيزياوي أو الخصائص المادية لها دون الإضرار بها. وهناك الكثير من التصنيفات لحركة الاغلفة المتحركة ونجد الأكثرها شيوعاً تلك التي تعتمد على تحول او تغيير هيئة الغلاف، إذ يمكن تحريك عناصر الاغلفة المتحركة في الفضاء بأربعة اساليب هندسية هي التحول او الانتقال، الدوران، التحجيم وتغير خواص المادة، وكما هو مبين في الشكل رقم (١) (IBRAHIM. et al, 2019. P.3):



شكل رقم (١): أساليب حركات عناصر ومكونات الواجهات الحركية، المصدر: الباحثين.

تقسم تقنيات التحريك الى نظامين الاول النظام الميكانيكي، الذي يتضمن عناصر ميكانيكية مترابطة مثل البكرات والعجلات والمفاصل والعجلات والكابلات والتروس. اذ اعتبرت هذه الاجزاء والمنظومات الميكانيكية المعقدة والضخمة والغريبة الإرث كنتاجات من الثورة الصناعية، والتي استخدمت القوى الخارجية لخلق الحركات الانتقالية أو التناوبية أو المشتركة في اغلفة المباني (Matin, et al, 2017, P.6). ومن الأمثلة الحديثة على تنفيذ التكنولوجيا الحركية الميكانيكية في تصميم الاغلفة التكيفية المتجاوبة نظام Penumbra من قبل تايلر شورت عام ٢٠١٤، الشكل رقم (٢). حيث تم عرض محاكاته الحاسوبية في نظام Penumbra وهي آلية تعمل يدوياً يتم تشغيلها بواسطة نظامين متكافلين متكونة من التروس وعناصر ميكانيكية اخرى من أجل تحويل التكوين العمودي لعناصر الغلاف إلى أفقي للتحكم في تأثير اضاءة الشمس وحرارتها، ويمكن الملاحظة بان كل هذه التقانات الميكانيكية يتم تشغيلها يدويا. (Matin, et al, 2017, P.7).

شكل رقم (٢): مبنى Penumbra ٢٠١٤م، المصدر: (Matin, et al, 2017, P.7)

اما النظام الثاني لتكنولوجيا الحركة هو النظام الكهربائي الميكانيكي (الكهروميكانيكي) التي تستخدم العناصر الميكانيكية نفسها وتشغيلها عن طريق الانظمة الكهربائية، ومن امثلتها الحديثة كانت في عام ٢٠١٢، حيث نفذ ويلكينسون آير تقنية الكابلات لتفعيل مظلات شراعية قابلة للسحب لنظام غلاف الحديقة النباتية الجديدة في سنغافورة (Garden by the Bay)، الشكل رقم (٣). في هذا النظام ، تم تحويل الحركات الخطية للكابلات إلى حركات دورانية لقنوات التهوية، والتي تحمل المظلات المنحنية والملفوفة، باستخدام القوى الخارجية للمحركات. يستخدم النظام مظلات الشراع التي تتدحرج في الجزء السفلي من أقواس الهيكل ويتم التحكم فيها بشكل فردي بواسطة خوارزمية ذكية قابلة للتعلم الذاتي. (Matin, et al, 2017, P.9,11,12).

ومن الجدير بالذكر بانه اصبحت بعد عام ٢٠٠١م، المحركات الكهروميكانيكية مثل المحركات الهوائية والمحركات الهيدروليكية من الانظمة الشائعة كمكونات للاغلفة التكيفية المستجيبة للظروف المناخية كما في مبنى ابراج البحر فد استخدمت أنظمة تحكم مركزية مبرمجة استنادًا إلى بيانات الطقس الإقليمية والبيانات يتم استقبالها من أجهزة الاستشعار، كتلك التي تستشعر باللمس و درجات الحرارة والضوء.

شكل رقم (٣): مشروع الحديقة الجديدة في سنغافورة (Garden by the Bay) عام ٢٠١٢م، المصدر: (Matin, et al, 2017, P.12)

٢,١,٢ التكنولوجيا السلبية في الاغلفة الذكية التكيفية:

كانت بداية ظهور التقانات البديلة لاغلفة المباني الذكية حينما استخدم النهج السلبي في تكوينها. وبناء على هذا النهج التصميمي، تم التخلص من اعتماد الواجهة على الطاقة الكهربائية واليدوية، واستخدمت الموارد الطبيعية مثل الرياح والمياه وأشعة الشمس كمصادر للطاقة. وتتألف هذه التكنولوجيا من عدة تقانات، تتلخص بالابنية الكهروضوئية المتكاملة والاغلفة المزدوجة الطبقة، اضافة للاغلفة التي تتضمن تراكيب بنائية تتحرك نتيجة لاستجابتها للمؤثرات البيئية المحيطة كحركة الرياح مثلاً. اذ حققت هذه التكنولوجيا الراحة الحرارية للمبنى فضلاً عن التهوية الملائمة لفضاءاته، (Attia. et al, 2020. P. 3262). ومن الامثلة على هذه التقانة احدى مشاريع المصمم نيد كان، بالتعاون مع كونينغ إيزنبرغ، والممثل بواجهة متحف الأطفال، في بيتسبرغ عام ٢٠٠٤م، الشكل رقم (٤).

شكل رقم (٤): مبنى متحف بيتسبرغ للأطفال ٢٠٠٤م، المصدر: https://www.arch-products.com

تألف غلاف المبنى من آلاف المربعات البلاستيكية الشفافة التي تحركها الرياح لتغيير مستويات الجودة البصرية للمساحات الداخلية. كذلك مشروع اخر لنفس المصمم بالتعاون مع موشيه سافدي لـ "أربور الرياح" في فندق مارينا باي ساندز في سنغافورة ٢٠١١م، الشكل رقم (٥). حيث تمت تغطية الإطار الزجاجي بـ ٢٦٠,٠٠٠ لوحة مفصلية متصلة بهيكل شبكة الكابل. تقوم هذه اللوحات بالتمايل عند هبوب الرياح فضلاً عن قدرتها في حجب ٥٠٪ من أشعة الشمس والحرارة، (Matin, et al, 2017, P.14,15). تتمثل مزايا اغلفة المباني التكيفية السلبية المستجيبة في استقلالها عن قوى الميكاترونيك اي انها لا تعتمد على القوى الميكانيكية والالكترونية اذ تعمل بصورة مباشرة مع قوى الطبيعة كالرياح، بالاضافة الى تميزها بالعديد من التعبيرات الجمالية التي توفرها المتغيرات البيئية مما يساعد الواجهة على القيام بالعروض الفنية المبسطة التي يظهرها غلاف المبنى بحركته استجابةً للتغيرات البيئية.

شكل رقم (٥): مبنى فندق مارينا باي ٢٠١١م، المصدر : http://www.primestructures.com

٣,١,٢ تكنولوجيا انظمة التحكم والمستشعرات في الاغلفة الذكية التكيفية:

يتألف نظام التحكم من جهاز أو مجموعة من الأجهزة تعمل على ادارة سلوك حركة العناصر البنائية أو انظمة المبنى، فيأمرها أو يوجهها و ينظم حركتها (Elkhayat, Y.O., 2014. P.824). ويعتبر التحكم في نظام الابنية المتحركة لجعلها متجاوبة ومتفاعلة مع المؤثرات المحيطة بها من الاساسيات التي يتم التركيز عليها خلال مرحلة التصميم والتنفيذ، اذ يتكون نظام التحكم من عنصرين:

اولاً. المدخلات: ويتم تمثيلها بأجهزة استشعار وطرق إدخال مختلفة التي تعطي معلومات مختلفة عن البيئة المحيطة. وهناك خمسة اساليب للادخال هي:

١. **الإدخال يدوي:** هو إعطاء الأوامر مباشرة من قبل المشغل الفردي دون الحاجة إلى طرق تحكم اخرى مختلفة مثل الضغط على مفتاح للتشغيل أو الاغلاق.

٢. **أجهزة استشعار وأجهزة كشف:** تستخدم لجمع المعلومات والبيانات بجميع أشكالها وأنواعها تدعم نظام التشغيل. حيث تتضمن أجهزة كشف وتجميع للمعلومات سواء داخل المبنى أو خارجه، ومن بينها استكشاف الإشعاع الشمسي ومراقبة الأمن والتلوث والضوضاء وأجهزة استشعار للاغلفة الخارجية فضلاًعن تحسس التهوية والطاقة والإضاءة عن طريق مجسات داخلية خاصة تستخدم في تحقيق أهداف العمارة التكيفية الذكية.

٣. **المعلومات المدخلة سابقاً:** يستعين نظام التحكم للمبنى بمعلومات النظام التي تم ادخالها سابقاً، اذ يمكن العودة إلى تلك البيانات المسجلة لاتخاذ القرار اللازم دون الحاجة إلى أجهزة استشعار، مثل القرارات المتعلقة بالوقت وليست بالبيئة المحيطة.

٤. **البرمجة يدوية:** تستخدم حسب ظروف تشغيل المبنى، اذ يُعدل نظام تحكم المبنى من قبل مسؤولين المبنى وفقاً لراحتهم او راحة الشاغلين بحيث يتوافق مع جميع الظروف المختلفة.

٥. **شبكة الإنترنت:** يمكن توصيل نظام التحكم بشبكة الانترنت للحصول على معلومات إضافية مثل المناخ وغيرها بالاضافة الى التحديثات المتعلقة بنظام التحكم المستخدم في المبنى من قبل الشركة المصنعة.

ثانياً. المتحكمات: تتمثل بجاهز الحاسوب (الكومبيوتر)، فهو المسؤول عن قرار التحرك وبالتالي تلقي المعلومات من أنظمة الإدخال والمخزن المؤقت واعطاء الايعازات للمشغلات التي تحرك عناصر المبنى المختلفة، ويمكن تصنيف انظمة التحكم للعناصر البنائية المتحركة إلى:

١. **التحكم الداخلي Internal Control:** يقسم نظام التحكم هذا الى أنظمة تحكم اصغر تعطي لانظمة العناصر البنائية الاولوية في اتخاذ القرارات فتمكنها من الحركة داخل هيكل المبنى، اذ تمتلك مادة قادرة على تغيير شكلها نتيجة للتغيير المتزايد في حجمها وقابليتها على التحول. ويمتاز هذا النظام بانه لا يحتوي على أجهزة تحكم مباشرة معتمدة على الأنظمة الميكانيكية للحركة بالاضافة الى كونها قليلة التكلفة. كالسقوف ذاتية الطي بدون تحكم خارجي (Fox, M.A. et al, B.P., 2000. P.96) ، (Elkhayat, Y.O., 2014. P.824).

٢. **التحكم الخارجي External Control:** عندما يكون نظام العناصر البنائية لديه القدرة على اتخاذ القرارات سواء من تلقاء نفسه أو من مصدر آخر يمتلك قوة، مثل العناصر التي تتحرك عن طريق التحكم اليدوي (Elkhayat, Y.O., 2014. P.824).

٣. **نظام التحكم المعقد Complex Control:** وهو عبارة عن مزيج بين نظامين له القدرة على اتخاذ القرار إما بنفسه أو باستخدام المدخلات، ويصنف إلى أربعة أنواع (Elkhayat, Y.O., 2014. P.824):

أ. **التحكم المباشر Direct Control:** تتم فيه الحركة بصورة مباشرة عن طريق أحد الأنظمة الحركية التي تحصل على الطاقة من مصادر طاقة متعددة، سواء كانت كهربائية، أو يدوية بواسطة الإنسان، أو يحصل له تغيراً ميكانيكياً حيوياً وفقاً لمتغيرات البيئة الخارجية (Abdul

Elkhayat, Y.O.,) و (Wahhab. et al, 2020. P.8272 .(2014. P.824

ب. **التحكم غير المباشر In-Direct Control:** تكون الحركة فيها ناتجة بشكل غير مباشر من خلال ردود فعل المستشعرات نتيجة للمعلومات الخارجية التي تصل إليها، ومن ثم ترسل المستشعرات رسالة على شكل بيانات إلى نظام التحكم لإصدار أوامر بفتح أو إيقاف تشغيل مصادر الطاقة التي تشغل أجهزة الحركة أو المحركات لتنتج رد الفعل المطلوب بتحريك العناصر البنائية. (Abdul Wahhab. et al, 2020. P.8272) (Elmokadem et al, 2018. P.753).

ج. **التحكم غير المباشر المستجيب Responsive In-Direct Control:** يشبه هذا النظام النوع السابق، الا أن أجهزة التحكم بمقدورها ان تتخذ القرارات لفتح أو إغلاق مصادر الطاقة المحركة للعناصر البنائية بناءاً على مدخلات المعلومات من أجهزة استشعار مختلفة ومتعددة مزروعة في اجزاء المبنى (Abdul Wahhab. et al, 2020. P.8272) (Elmokadem et al, 2018. P.753).

د. **التحكم غير المباشر الذكي والارشادي Heuristic, Responsive In-Direct Control:**

تعتمد الحركة في هذا النوع على مستشعرات ذات استجابة فردية، ويمتلك هذا النظام القدرة على التعلم داخل النظام الميكانيكي من خلال الاستجابة التجريبية الناجحة له مما يؤدي الى اكتساب الخبرة في الاستجابة للمتغيرات البيئية الخارجية المختلفة، بذلك سوف يُدخل النظام عامل الزمن ضمن حساباته حيث يخزن البيانات القديمة ونتائجها الحركية حسب الظروف التي حصلت ومدى نجاح هذه النتائج، فتصبح كقاعدة بيانات يستفاد منها نظام التحكم بالحركة للتعلم والتنبؤ للظروف المؤثرة المستقبلية ولأستقراء ردة الفعل على هذه الظروف والتحكم بصورة صحيحة في تحريك تلك العناصر البنائية. مما يؤدي الى جعل اجزاء المبنى الحركي او كله يكسب صفة التكيف مع الظروف المؤثرة عليه وهذا اعلى مستويات الذكاء للعمارة الذكية والحركية في الوقت الحالي. (Abdul Wahhab. et al, 2020.) و (Elmokadem et al, 2018.).

نستنتج بوجود طرق متعددة للتحكم بالعناصر البنائية للاغلفة الذكية التكيفية، فمنها الذاتية من خلال المواد الذكية المتغيرة تلقائياً، ومنها الخارجية عن طريق محركات خاصة او تحكم بشري يدوي ومنها المعقدة بكونها مباشرة والتي تحتوي على مستشعرات حساسة ذكية والمنتشرة او الموزعة على المبنى ومنها غير مباشرة عن طريق المستشعرات المتعددة والمختلفة، فعند تطبيق الانظمة المتحكمة على غلاف المبنى سوف تعمل على السيطرة على عملها وحركتها لجعلها مستجيبة للمتغيرات البيئية والبشرية، ومن خلال جعل هذه الانظمة المتحكمة ذات تحكم غير مباشر استكشافي التي تعطي للنظام البنائي قابلية التعلم والخبرة عبر ادخال العامل الزمني لها بالاستفادة من البيانات المتراكمة والتجربة التي تجعلها ترتقي لدرجة أكبر من الذكاء مما تحول المبنى واجزاءه من مستجيب الى متكيف، وتعتبر هذه التقانات اخر التطورات التقنية للتحكم بحركة المبنى.

٤,١,٢ تكنولوجيا المعلومات في الاغلفة الذكية التكيفية:

لقد غيرت تكنولوجيا المعلومات طريقة تنفيذ نظام التحكم في الأنظمة الكهروميكانيكية. فكانت طفرة في تعزيز مبدأ الاغلفة التكيفية والقدرة على اضافة الخبرة الى المبنى، إذ تم استخدام فكرة نظام التحكم الموزع في الاغلفة سريعة الاستجابة للتحكم في اللوحات المترابطة بواسطة وحدات التحكم الدقيقة كما ذكر سابقاً. حيث توفر المستشعرات المحلية البيانات إلى وحدات التحكم الدقيقة للمعالجة والترميز لعمليات التنفيذ بواسطة المشغلات. تمثل مزايا التحكم اللامركزي في الاستجابات المنفصلة للظروف البيئية المحلية، والاستبدال السهل بين اللوحات متعددة التوصيل، وحساب الوقت الفعال للبيانات البيئية في كل لوحة، ومكونات الغلاف منخفضة التكلفة، والحرية الوظيفية والتركيبية. ومع ذلك ، نظراً لأن هذه الأنظمة تعتمد على أجهزة الكمبيوتر، فإن عملياتها تكون عرضة لفشل الكمبيوتر ومخاطر الأمن السيبراني. ومن الامثلة التي طبقت هذه التكنولوجيا مبنى ICT-Media ، كما هو موضح في الشكل رقم (10) ، عام ٢٠١١ بواسطة Enric Ruiz Geli ، وهو أول غلاف يعمل بنظام تحكم لامركزي. يتكون نظام التحكم الخاص بها من متحكمات دقيقة ووسائد هوائية. وتتلخص تقنيتها بوسائد مصنوعة من رباعي فلورو الإيثيلين (ETFE) مزودة بأجهزة استشعار للحرارة وضوء الشمس. تُظهر المستشعرات الاستجابة من خلال التضخم والانكماش وزيادة كثافة النيتروجين المملوء بالوسائد. هذه العوامل تؤثر على مظهر الغلاف وتغير من شكله استجابةً للتغيرات التي تطرأ عليها.

٥,١,٢ تكنولوجيا المواد الذكية في الاغلفة الذكية التكيفية:

أتاحت التطورات في علم المواد فرصاً لمداخل أخرى لتصميم الاغلفة التكيفية ذات الاستجابات المتقدمة، حيث توفر عمليات التشغيل القائمة على المواد فرصاً لاستخدام المادة نفسها لتحل محل المكونات الميكانيكية أو الكهروميكانيكية. ونلاحظ بان هذه التقانات هي ليست داخلية أو خارجية للمبنى بل تكون مدمجة مباشرة مع مواده البنائية. فتعمل المحركات القائمة على المواد باعتمادها على التغيرات الجزيئية لهياكل المواد عند تحفيزها بواسطة إشارات خارجية مثل فوتونات الضوء وتغيرات درجة الحرارة والمواد الكيميائية وقوى المجال المغناطيسي- وتدفقات الكهرباء. ويتم تولد حركات المواد عن طريق التغيرات في الحجم والشكل واللون والسيولة والتيارات الكهربائية. هنالك العديد من المواد الذكية، مثل السبائك والبوليمرات التي تمتلك ذاكرة للشكل، والبوليمرات النشطة كهربائياً، ومواد متغيرة الخواص، فتعمل تلك المواد كمحركات وكأجهزة استشعار في بنية تلك الاغلفة سريعة الاستجابة. (Attia. et al, 2020. P. 3261) و(Matin, et al, 2017, P.17). وبالنظر لدمج المستشعرات والمشغلات وأنظمة التحكم في جسم المادة المستخدمة في اغلفة المبنى، فإن التكنولوجيا القائمة على المواد لا تتطلب أي أجهزة استشعار ومشغلات وموارد طاقة خارجية. حيث ان استجابات المواد الذكية للمتغيرات البيئية ثابتة ومحدودة وغير قابلة للبرمجة. ويمكن تصنيف المواد الذكية حسب وظيفتها او تقنية عملها الى :

- **مواد ذكية متغيرة الخواص:** تمتلك القدرة على تغيير البعض من خواصها مثل اللون وتكون (متلونة حرارياً او ميكانيكياً او كيميائياً او كهربائياً) اوتغير من انسيابيتها على سبيل المثال (المواد النانوية و الكهربائية)، او تلك المواد التي تغير من حالتها مثل (البلورات السائلة او المواد ذات الجزيئات المعلقة).
- **مواد ذكية عاكسة للطاقة:** وهي المواد التي لها القابلية على عكس الطاقة، اذ تاخذ الطاقة من مصادرها الطبيعية او الصناعية ومن ثم تعكسها وتخزنها على شكل طاقة كهربائية مثل المواد (الكهروضوئية، والكهروحرارية، والمتبادلة حرارياً). (Ahmed, W. et al. 2019.P4)

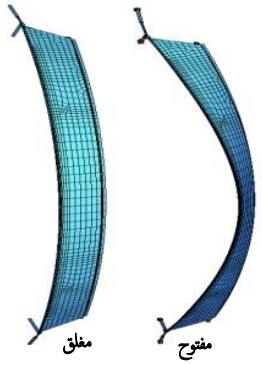
- **مواد ذكية محولة للطاقة:** وتكون مواد بالانواع التالية (محولة ضوئية، محولة حرارية، محولة كهروضئية، محولة ادارة، محولة كهربائياً او مغناطيسياً). (سراج الدين. ٢٠١٨، ص١٥)

واستناداً إلى التطور التاريخي لتقانات الاستشعار والتشغيل والتحكم المستخدمة في أنظمة الاغلفة التكيفية المذكور سابقاً، نجد المكونات الميكانيكية والكهربائية الميكانيكية قد وفرت لنظام الاغلفة نهجاً فعالاً مستداماً نحو التصميم. ومع ذلك، تم استبدال هذا النهج النشط الأساسي بنهج فني سلبي بسبب عيوب الأنظمة الميكانيكية أو الكهربائية والميكانيكية كحاجتها الى الصيانة بالاضافة الى استخدام تقانات المعلومات المتطورة وباستخدام اجهزة الاستشعار الحساسة فضلا على المواد الذكية ومدى التطور الذي قدمته في قابلية التكيف والاستجابة لاغلفة المباني تبعاً لتأثرها بالمتغيرات البيئية المحيطة دون الاعتماد على المكونات الميكانيكية والكهربائية.

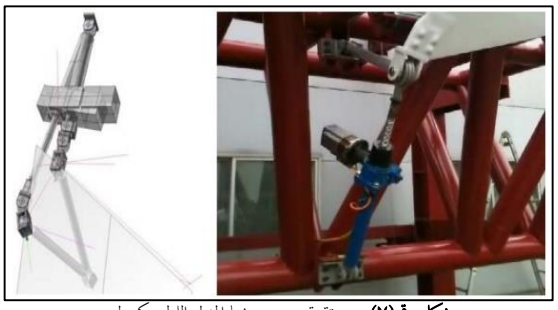
٣. صفات نموذج الغلاف الذكي التكيفي المصمم لتغليف الحالة الدراسية:

بعد التوصل الى احدث التقنيات الذكية المبتكرة المذكورة سابقاً، سيتم اقتراح نموذج مبتكر لغلاف يعمل كقشرة متكيفة مع العوامل البيئية المحيطة تتضمن احدث التقنيات المتطورة التي تم التوصل اليها في مجال هندسة العمارة والمجالات ذات الصلة، ويمكن وصف تصميم هذا الغلاف بالنقاط التالية:

١. يتصف بالديناميكية والحركة، عن طريق احتوائه على نظام كهرومكانيكي له القدرة على تحريك عناصر الغلاف البنائية، اذ صمم النموذج على شكل اشرطة مرنة قابلة للطي تربط بالمحركات الكهروميكانيكية من الاعلى والاسفل، ويتم تحريك الفتحات بواسطة مشغلات كهروميكانيكية تقع على كل من الحافة العلوية والسفلية، مما يحفز قوى الضغط لإنشاء تشوه مرن ومعقد. مما تقلل المسافة بين المساند وبهذه الطريقة تحفز الانحناء الذي يؤدي إلى دوران جانبي للاشرطة (Knippers, J. et al, 2012, p. 3) ، من الجدير بالذكر بان الغلاف يثبت على الارض بالتالي يكون حامل لنفسه ولا يسبب اي احمال اضافية على المبنى وكما موضح بالشكل رقم (٦) و (٧).



شكل رقم (٦): الشكل النهائي للاشرطة المرنة القابلة للطي، المصدر: (Knippers, J. et al, 2012, p. 6)



شكل رقم (٧): يبين تقنية يستخدم فيها المغزل اللولبي كمحرك، المصدر: (Knippers, J. et al, 2012, p. 4)

٢. يتضمن النموذج التكنولوجيا السلبية، فعندما اختار البحث حالة دراسية لمبنى قائم الذي يحتوي مسبقاً على واجهات وسقف بالاساس، مما ادى الى جعل الغلاف النموذجي الجديد المصمم يعمل كطبقة غلاف اضافية حيث يحول غلاف المبنى الى غلاف مزدوج الطبقة والذي يعتبر من احد اصناف الاغلفة ذات النظام السلبي والتي بدورها تمتع بمزايا بيئية مختلفة، كالتقليل من الاشعاع الشمسي- المباشر الساقط على المبنى فضلاً عن تعزيز حركة الهواء بين طبقتي الغلاف المتكامل الجديد.

٣. احتواء الغلاف النوذجي المقترح على نظام تحكم من نوع (الغير مباشر الذكي والارشادي Heuristic, Responsive In-Direct Control) المذكورة تفاصيله سابقاً، الذي يحول الغلاف اولاً والمبنى ثانياً الى مبنى متعلم ذاتياً يعمل نظامه كمرشد بيئي ذكي.

٤. سيتم ربط النموذج المقترح بالشبكة الدولية للانترنت، والتي بدورها تمد انظمة المبنى بالمعلومات والبيانات من المصادر الخاصة بالبيئة والارصاد الجوية حسب الرقعة الجغرافية للحالة الدراسية. بالتالي تعمل كمدخلات رقمية يتم ادخالها بصورة مستمرة الى انظمة المبنى ليسهل عليه التحكم بحركة وعمل عناصر النموذج البنائية بصورة صحيحة ومرتبطة مباشرة بالتغيرات المستمرة لتلك البيانات المدخلة.

٥. استخدام المواد الذكية في انشاء النموذج المبتكر، من خلال استخدام احدى المواد المتقدمة تكنولوجياً وهي مادة (البوليمرات المقواة بالألياف الزجاجية (GFRP))، وهي من المواد الذكية المتغيرة الخواص التي تتصف بالصفات التالية:

- تعتبر من المواد طويلة العمر.
- عازلة للحرارة.
- خفيفة الوزن.
- سهلة التركيب في الموقع.
- مادة مرنه ومطواعة وقابلة للطي.
- لا تحتاج الى الادامة او الصيانة المستمرة او الدورية، مما يجعلها اكثر اقتصادية اذا ما ادخلنا العامل الزمني في التكلفة.

٦. يتضمن الغلاف الذكي التكيفي النموذجي جميع عناصر اغلفة المباني اي (الجدران الخارجية للمبنى، وسقف المبنى العلوي) اضافة الى تصميم الغلاف بحيث يحتوي على منظومة تظليل ذكية تكيفية تغطي الرواق المحيط بالمبنى مما يقلل من حرارة الهواء المحيط بالمبنى عند تلك الاروقة.

٤. الحالة الدراسية (مبنى وزارة الاعمار والاسكان والاشغال والبلديات):

يقع المبنى في منطقة الكرخ من مدينة بغداد تحديداً في منطقة العلاوي، التي تقع في المحلة ٢١٦، وجانب من جنوب محلة ٢١٤ عند كراج العلاوي الشمالي، وجانب قليل من شمال محلة ٢٢٠ عند (جامع بُنيّة) وكراج العلاوي الجنوبي. وتعد منطقة علاوي الحلة مَحلّة سكنية قديمة وسوق بغدادي شعبي عريق مزدحم، ar.wikipedia.org/wiki. لاحظ الشكل رقم (٨). صمم المبنى عام ٢٠٠٦ من قبل المركز الوطني للاستشارات الهندسية التابع لوزارة الاعمار والاسكان، وتم تنفيذه وافتتاحه عام ٢٠١٢ من قبل شركة المنصور العامة للمقاولات الانشائية باشراف هيئة المباني التابعين لنفس الوزارة. http://burathanews.com .

شكل رقم (٨): موقع مبنى وزارة الاعمار والاسكان والبلديات والاشغال العامة في منطقة العلاوي، بغداد - العراق، المصدر: www.google.com/maps/place

يعد المبنى من الابنية الادارية العالية نسبة الى مباني مدينة بغداد؛ اذ يبلغ ارتفاعه (44.7 م) بواقع عشرة طوابق اضافة الى طابق السرداب. يحتوي السرداب على مخازن وموقف لسيارات الوزير، اما الطابق الارضي فيتكون من الاستقبال ومركز النظم والمعلومات اضافة الخدمات وممرات ومحاور الحركة الافقية والعمودية الموجودة في كل طابق، كما يتصل المبنى من الخلف من جهة الواجهة الشمالية الشرقية بقاعة للمؤتمرات مع خدماتها بواقع طابق واحد، ويحتوي الطابق الاول على مكاتب ادارية وهندسية، اما الطابق الثاني فيتضمن على بقية مكاتب القسم الاداري اضافة الى مركز التدريب والمعرفة، والطابق الثالث يتكون من القسم المالي وبعض المكاتب التابع للقسم الاداري، ويحتوي الطابق الرابع على قسم الشؤون القانونية ودائرة المشاريع الممولة خارجياً. اما الطابق الخامس فيحتوي على قسم الرقابة والتدقيق، والسادس يتضمن دائرة التخطيط والمتابعة، في الطابق السابع توجد دائرة العقود ومكتب السيد الوكيل الاداري. كما يحتوي الطابق الثامن على مكاتب كل من السيد وكيل الوزير الفني ومستشار الوزير القانوني ومستشار الوزير الفني. وينتهي المبنى في الطابق التاسع بمكتب الوزير اضافة الى قاعات الاجتماعات والاستقبال وخدماتها. واخيراً في الطابق العلوي الاخير يحتوي على البيتونة والسطح. كما غلفت واجهات المبنى الاربعة باغلفة من مادة الزجاج الاعتيادي الغير عاكس للحرارة، كما تتميز واجهات المبنى الاربعة بكونها منفتحة الى الخارج وغير ملاصقة لاي منشأ اخر، مما ادى الى تعرضها لكميات كبيرة من الاشعاع الشمسي خصوصاً في الواجهتين الجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية اضافة الى السطح الذي يعتبر اكبر مساحة سطحية في المبنى تعرضاً لحرارة الاشعاع الشمسي والحمل الحراري، لاحظ الاشكال (٩) و(١٠).

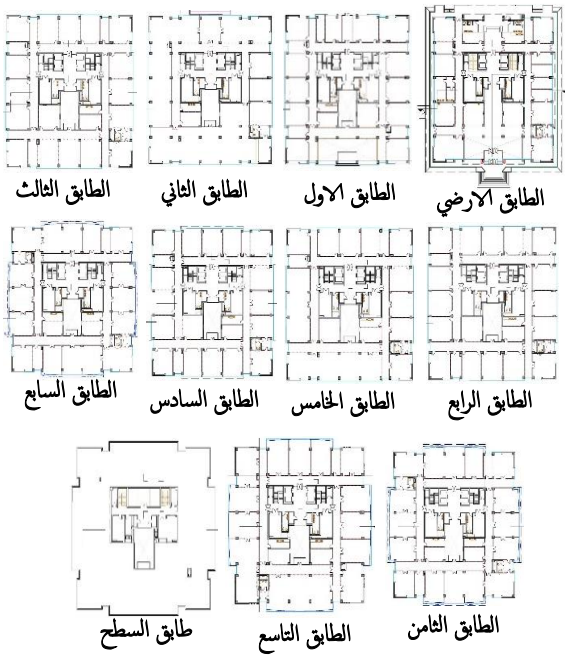
هنالك مجموعة من الاسباب التي ادت الى اختيار مبنى وزارة الاعمار والاسكان كعينة للبحث وتطبيق الغلاف الذكي التكيفي عليه فكان اهمها وفقاً لما يأتي:

١. لجعل المبنى الخطوة الاولى في ترسيخ مبادئ العمارة الذكية وتطبيقها على المباني القائمة من خلال استخدام الغلاف الذكي التكيفي لتحسين كفاءته البيئية.
٢. ضرورة نشر وتعليم مفهوم واساسيات العمارة الذكية والتصميم البيئي المستدام لتثقيف المصممين والمهندسين العاملين في وزارة الاعمار والاسكان وتشكيلاتها؛ كونهم من الفئات المهمة ضمن الاختصاصات الهندسية والتصميمية ليرتقي البلد بابنية مستقبلية كفوءة بيئياً، اضافة الى تثقيفهم بكيفية معالجة الابنية القائمة بيئياً.
٣. يعتبر قطاع المباني الادارية من اكثر القطاعات استهلاكاً للطاقة في العديد من البلدان.
٤. للتقليل قدرالامكان من الاثار البيئية السلبية التي يخلفها المبنى القائم، وتحسين كفاءته.
٥. لجعل المبنى كنموذج يحتذى به في تصميم او اعادة تصميم المباني الاخرى الحديثة والقائمة.
٦. لتميز المبنى بالوظيفة الادارية التي تحتاج الى بيئة عمل للموظفين (المستخدمين) بحيث تكون مريحة بيئياً، والتي بدورها تؤثر بصورة مباشرة على انتاجية المستخدمين.
٧. تقتصر ساعات اشتغال المبنى في الفترة النهارية مابين (٨:٠٠ قبل الظهر – ٣:٠٠ بعد الظهر) والتي تعتبر من اكثر الفترات الزمنية المصاحبة لارتفاع درجات الحرارة وشدة الاشعاع الشمسي الساقط مباشرة على واجهات المبنى.
٨. تعتبر من المباني العالية والمتعددة الطوابق مما يجعلها اكثر عرضة للاشعاع الشمسي المباشر لكبر المساحات السطحية لواجهاتها المنفتحة للخارج خصوصاً كونها مغلفة بمادة الزجاج من النوع الاعتيادي.

شكل رقم (٩): مبنى وزارة الاعمار والاسكان والبلديات والاشغال، بغداد - العراق، المصدر: www.google.com/maps/place

شكل رقم (١٠): مبنى ICT-Media ٢٠١١م، المصدر:
https://www.alamy.com

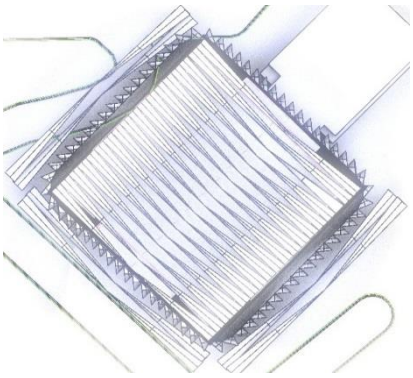
٩. من خلال تغليف المبنى بالغلاف الذكي التكيفي والذي يعتبر الجزء الظاهر للمتلقي، اذا ما قورن ببقية اجزاءه الاخرى، يمكن عكس التطور التكنولوجي والقيم الجمالية بالاضافة الى التعبير عن التطور في العمارة للبلاد.



شكل رقم (١٠): مخططات التفصيلية مبنى وزارة الاعمار والاسكان والبلديات والاشغال، بغداد - العراق، المصدر: عمل الباحثة في برنامج (Autocad)

٥. تصميم النموذج المبتكر للغلاف الذكي التكيفي لتغليف الحالة الدراسية:

صُمِم نموذج الغلاف الذكي التكيفي باحتوائه على شرائط رأسية ممتدة على طول الواجهات الاربعة التي تبلغ ارتفاعها نحو (٤٥ متر) مقسمة الى ستة اجزاء مترابطة بمفاصل حاملة، ويبلغ طول الجزء الواحد نحو (7.90متر)، تستند من الخلف بهيكل معدني خاص يحتوي على حاملات ومحركات كهروميكانيكية عند كل مفصل، اما السقف فيتكون من ١٨ شريط افقي يبلغ طوله نحو (47.5 متر) ومقسم ايضاً الى اربعة اجزاء يقدر الجزء الواحد (9.5-10 متر)، كذلك تستند الاشرطة على هيكل معدني مزود بمفاصل تحتوي على حاملات ومحركات كهروميكانيكية لحملها والتحكم بحركتها، وكما موضح في الاشكال (١١) و(١٢).



شكل رقم (١١): مسقط افقي للنموذج المبتكر للغلاف البيئي الذي يغطي الحالة الدراسية، المصدر: عمل الباحثة في برامج ٣D Grasshopper

واجهة لوحدة التظليل المتحركة العمودية التي تغطي الواجهات الجانبية

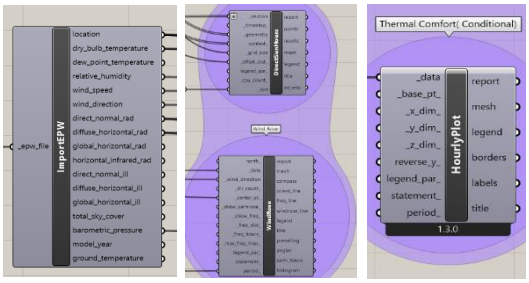
شكل رقم (١٢): واجهة النموذج المبتكر للغلاف البيئي الذي يغطي الحالة الدراسية، المصدر: عمل الباحثة في برامج ٣D Grasshopper

٦. برنامج (٣D Grasshopper):

يعتبر برنامج (٣D Grasshopper) أداة توليد شكل بارامتري رسومي يعمل على استخراج العديد من المؤشرات اهمها الحمل الحراري للمبنى، والبرنامج مدمج مع تطبيق (3D Rhinoceros)، مما سمح للمهندسين المعماريين والمصممين بإنشاء أشكال بارامترية معقدة، كما ويمتلك البرنامج قابلية الربط مع تطبيق بارامتري إضافي يسمى "Ladybug" لدعم المزيد من التحليل البيئي الدقيق داخل واجهة Rhinoceros / Grasshopper. اذ يستورد تطبيق Ladybug ملفات "Energy Plus Weather" القياسية (.EPW) الى برنامج الـ (٣D Grasshopper) ، كما يجلب معه مجموعة واسعة من الرسومات التفاعلية ثنائية وثلاثية الابعاد لإجراء دراسات بيئية دقيقة للمبنى المراد تحليله، مما يبسط عملية المحاكاة والتحليل وأتمتة الحسابات، اضافة الى توفير تصورات رسومية سهلة الفهم في واجهة النمذجة الثلاثية الابعاد لبرنامج Grasshopper. كما يسمح للمستخدمين بالعمل مع كل من العوامل البيئية كدرجات الحرارة اليومية، والرطوبة النسبية،وسرعة الرياح، والاشعاع الشمسي الساقط، والإضاءة النهارية، والطاقة ويتم التأكد من صحة هذه المعلومات بشكل دقيق من مواقع عديدة مثل "EnergyPlus" و "Radiance" و "Daysim"، مما يسمح للمهندس المعماري الى اتخاذ خيارات تصميم أفضل وبشكل دقيق وفعال. بالتالي يحصل المصمم المعماري على نتائج دقيقة لدرجات الحرارة المحيطة ومن ثم الحمل الحراري الخاص بالمبنى قبل وبعد تطبيق الغلاف الذكي. يعمل البرنامج على تقسيم واجهات المبنى الى نقاط يقيس فيها درجات الحرارة والاشعاع الشمسي الساقط عليها قبل وبعد المعالجة البيئية من خلال الاغلفة الذكية.

٧. تحليل سيناريو البحث العملي: تم العمل بالخطوات التالية:

١. بعد اختيار مبنى الحالة الدراسية للبحث سيتم ادخال المعلومات المناخية والموقعية لمنطقة الحالة الدراسية للبحث مثل (مقدار الاشعاع الشمسي والحمل الحراري، وساعات سقوط اشعة الشمس المباشرة، وخوارزمية السماء، ومسار الشمس، والرطوبة النسبية، ووردة الرياح، واوقات الراحة الحرارية للمنطقة) وكما ذكر سابقاً، اذ كانت اقرب منطقة موجودة في البرنامج هي منطقة المطار، وادخلت المعلومات في تطبيق الـ (Ladybug) على شكل فايل (.EPW) وكما موضح في الشكل (١٣).

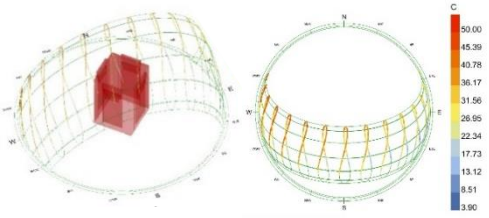


شكل رقم (١٣): المدخلات المناخية والموقعية لمنطقة الحالة الدراسية في البرنامج، المصدر: الباحثين

٢. قام البحث بتحديد الفترة الزمنية للمحاكاة وهي من يوم ٣/١ عند الساعة صفر (٠:٠٠) الى يوم ١٠/٣١ عند نهاية الساعة ٢٣:٠٠ صباحاً. اذ تم ادخال جميع المعلومات المناخية ضمن هذه الفترة الزمنية.

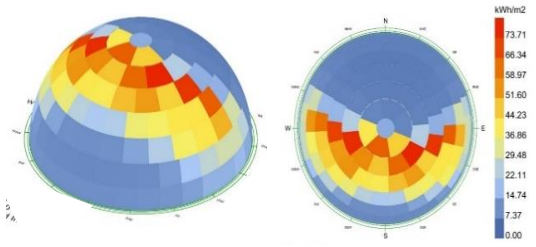
٣. بدءاً بربط المبنى قبل اضافة الغلاف الذكي التكيفي، نجد بأن القراءات حسب ما هو معتمد من المدخلات (.EPW) والماخوذة من برنامج (EnergyPlus) بانها كانت كالتالي:

أ. كان مسار حركة الشمس او ما يسمى درجة الحرارة الجافة (Dry Temperature Bulb) باتجاه الواجهتين الجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية اضافة الى السقف العلوي للمبنى، ونلاحظ بان اقصى درجات الحرارة وهي مابين ٤٠-٥٠ درجة مئوية ضمن قوس مسار الشمس مابين الاتجاهين الشرق (E) وشرق شمالي شرقي (ENE) والغرب (W) وغرب شمالي غربي (WNW)، اما الواجهتين الشمالية الشرقية والشمالية الغربية فتكون في منطقة خارج مسار حركة الشمس، وكما هو موضح في الشكل رقم (١٤).



شكل رقم (١٤): مخطط درجة الحرارة الجافة (Dry Bulb Temperature) ومسار الشمس ، المصدر: ISD-TMYx من برنامج (EnergyPlus).

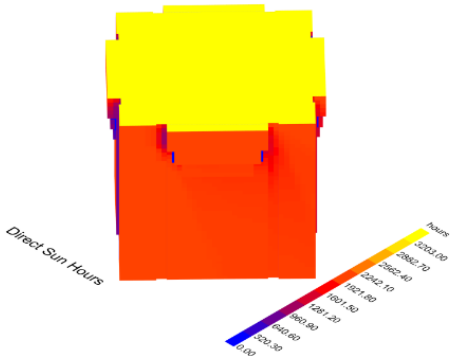
ب. في مخطط الاشعاع الشمسي للمنطقة ضمن فترة المحاكاة وجد البحث بان اقصى قيمة له تقدر مابين (٧٣,٧١-٥١,٦) m2/kWh ضمن قوس مسار حركة الشمس، وكما موضح في الشكل رقم (١٥).



شكل رقم (١٥): مخطط مقدار الاشعاع الشمسي الكلي، المصدر: ISD-TMYx من برنامج (EnergyPlus).

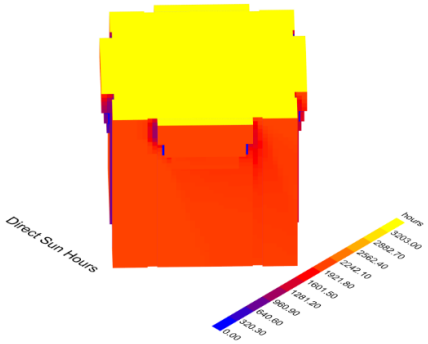
ج. اما ساعات سقوط اشعة الشمس المباشرة على المبنى قبل المعالجة البيئية فكانت حسب اتجاه واجهات المبنى وهي كالتالي:

١. عند الواجهة الجنوبية الشرقية (SE) كانت ساعات سقوط الاشعاع الشمسي المباشر (١٩٢١,٨٠) ساعة ضمن فترة المحاكاة للبحث، اما عند السطح العلوي للمبنى فقد سجلت اعلى ساعات لسقوط الاشعاع الشمسي المباشر وهو (٣٢٠٣) ساعة ضمن نفس فترة المحاكاة، لاحظ الشكل رقم (١٦).



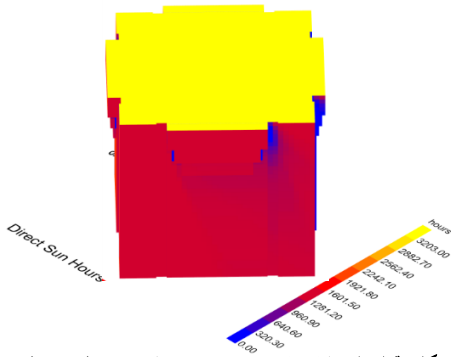
شكل رقم (١٦): يوضح ساعات سقوط الاشعاع الشمسي المباشر للواجهة الجنوبية الشرقية (SE) والسطح العلوي للمبنى، المصدر: ISD-TMYx من برنامج (EnergyPlus).

٢. عند الواجهة الجنوبية الغربية (SW) كانت ساعات سقوط الاشعاع الشمسي المباشر (١٩٢١,٨٠) ساعة ضمن فترة المحاكاة للبحث، لاحظ الشكل (١٧).



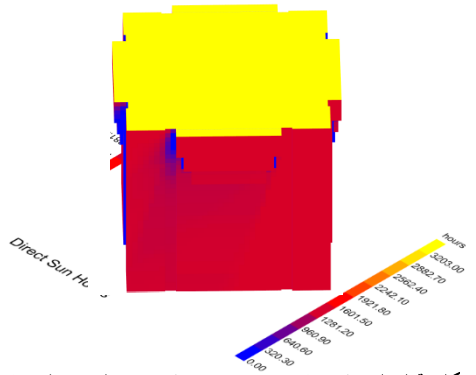
شكل رقم (١٧): يوضح ساعات سقوط الاشعاع الشمسي المباشر للواجهة الجنوبية الغربية (SW) للمبنى، المصدر: ISD-TMYx من برنامج (EnergyPlus).

٣. عند الواجهة الشمالية الشرقية (NE) كانت ساعات سقوط الاشعاع الشمسي المباشر (١٢٨١,٢٠) ساعة ضمن فترة المحاكاة للبحث، لاحظ الشكل (١٨).



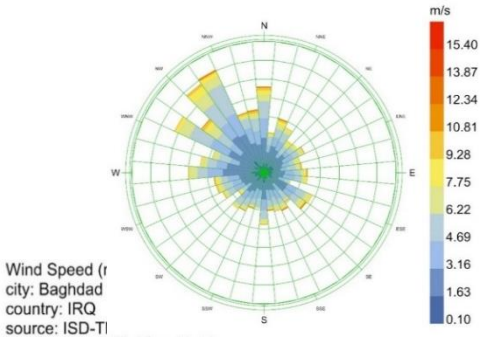
شكل رقم (١٨) مخطط يوضح مقدار ساعات سقوط الاشعاع الشمسي المباشر للواجهة الشمالية الشرقية (NE) للمبنى، المصدر: ISD-TMYx من برنامج (EnergyPlus).

٤. عند الواجهة الشمالية الغربية (NW) كانت ساعات سقوط الاشعاع الشمسي المباشر (١٢٨١,٢٠) ساعة ضمن فترة المحاكاة للبحث، لاحظ الشكل (١٩).



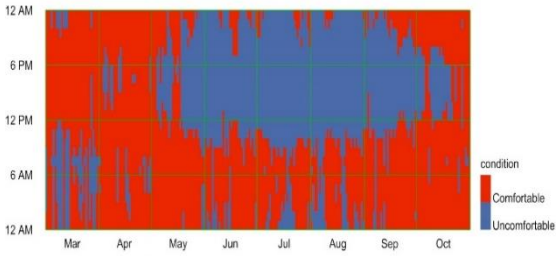
شكل رقم (١٩): مخطط يوضح مقدار ساعات سقوط الاشعاع الشمسي المباشر للواجهة الشمالية الغربية (NW) للمبنى، المصدر: ISD-TMYx من برنامج (EnergyPlus).

د. بالنسبة لقراءات وردة الرياح لمنطقة البحث وحسب مدخلات البرنامج المعتمد ضمن الفترة الزمنية المحددة للمحاكاة، كان اتجاه الرياح السائدة هي شمالية غربية وتقدر بسرعة (١٥,٤٠ – ١,٦٣) متر/ثانية. لاحظ الشكل (٢٠).



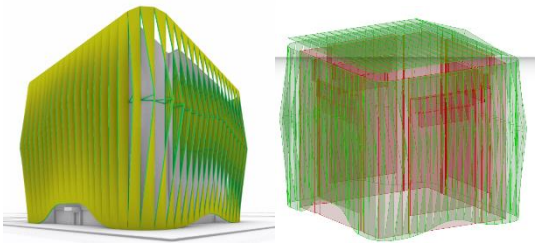
شكل رقم (٢٠): مخطط يوضح مقدار سرعة واتجاه الرياح السائدة في منطقة البحث ضمن الفترة الزمنية للمحاكاة في البرنامج، المصدر: ISD-TMYx من برنامج (EnergyPlus).

هـ. كذلك اعطى فايل العوامل المناخية للمنطقة مخطط بياني عن طريق البرنامج يوضح فيه ساعات الراحة الحرارية لكل يوم من الفترة الزمنية المحتسبة في المحاكاة للبحث، حيث كانت تشير الى انه اقوى ساعات غير مريحة هي في اشهر الصيف مابين شهر آيار الى نهاية شهر تشرين الاول وتنحصر هذه الساعات ما بين الساعة ٦:٠٠ صباحاً الى الساعة ١٢:٠٠ صباحاً اي تمتد الى ١٨ ساعة في اليوم، ولوحظ تضمن هذه الفترة ساعات العمل اي الدوام الرسمي في مبنى الحالة الدراسية مما فرضت الحاجة الى المعالجة البيئية للمبنى بصورة ضرورية، وكما موضح في الشكل رقم (٢١).



شكل رقم (٢١): مخطط يوضح الساعات المريحة وغير المريحة للراحة الحرارية الكلية في منطقة البحث ضمن الفترة الزمنية للمحاكاة في البرنامج، المصدر: ISD-TMYx من برنامج

و. تم اعداد الخوارزميات في البرنامج لمحاكاة المبنى قبل وضع الغلاف الذكي التكيفي لتغليف المبنى في البرنامج، ومن ثم تصميم ورسم الغلاف الذكي التكيفي المقترح من قبل البحث والمذكورة تفاصيله مسبقاً، فينتج غلاف ذو عناصر تظليل على شكل اشرطة ذات حركة متموجة يتم من خلالها التحكم في غلق وفتح فتحات المبنى لتنظيم عملية اختراق الحرارة والحمل الحراري الى داخل المبنى بغية التخفيف من شدة الاشعاع الشمسي على البيئة الداخلية للمبنى؛ للرفع من مستوى الكفاءة البيئية له، فضلاً عن اضفاء عناصر التظليل هذه صفة التقنية المتقدمة والعصرية للمبنى اضافة الى صفة جمالية جاذبة للنظر. وبعد اتخاذ البحث قرار تصميم الغلاف الذكي لعلاج الحالة الدراسية له تم رسم مجسم الغلاف حول المبنى المرسوم داخل البرنامج وكما موضح بالشكل (٢٢).



شكل رقم (٢٢): الغلاف الذكي التكيفي المقترح لتغليف الحالة الدراسية للبحث ومعالجتها بيئياً، المصدر: الباحثين

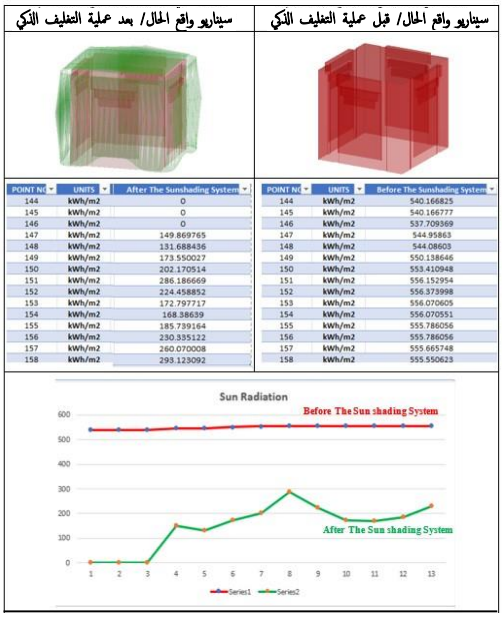
٨. تحليل نتائج الحالة الدراسية:

يمكن بيان نتائج المحاكاة لبرنامج (3D Grasshopper) للمبنى قبل وبعد اضافة الغلاف الذكي التكيفي، حيث قسم البرنامج الواجهات الاربعة للمبنى اضافة الى السطح العلوي الى عدد كبير من النقاط تبدأ من النقطة (٠) وتنتهي بالنقطة (١١٨٦٠)، ليكون مجموع نقاط سطوح المبنى (١١٨٦١) نقطة، ليتسنى للبرنامج عند المحاكاة قياس الحمل الحراري باقصى دقة للمبنى قبل وبعد المعالجة البيئية من خلال تغليف المبنى بغلاف تكيفي ذكي متحرك، كما لاحظ البحث حصول تغير واضح في تلك القراءات الرقمية قبل عملية المعالجة البيئية الذكية للمبنى وبعدها. (ملاحظة: يمكن مراجعة الباحثة على

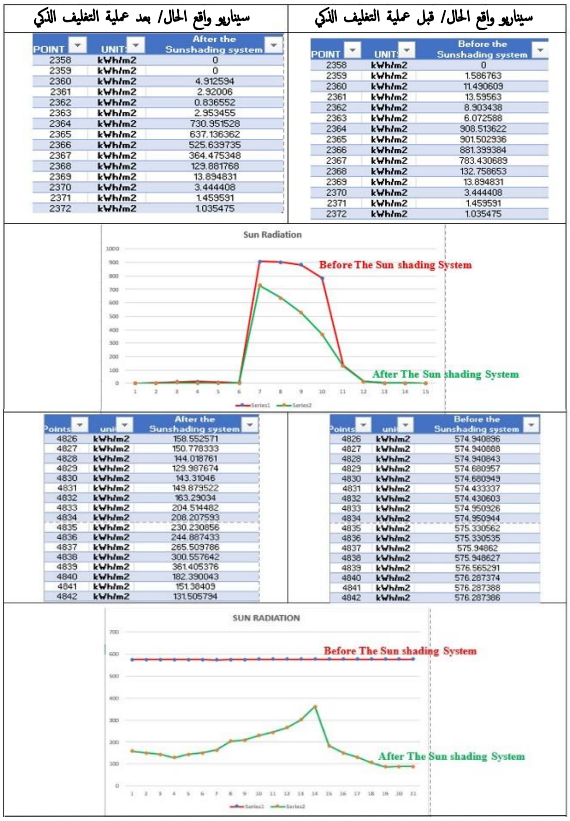
الايميل المذكور في البحث لمعرفة التفاصيل دقيقة أكثر عن قيم النقاط وقراءات البرنامج)

١,٨ المخرجات الرقمية للحمل الحراري في الحالة الدراسية قبل وبعد عملية التغليف:

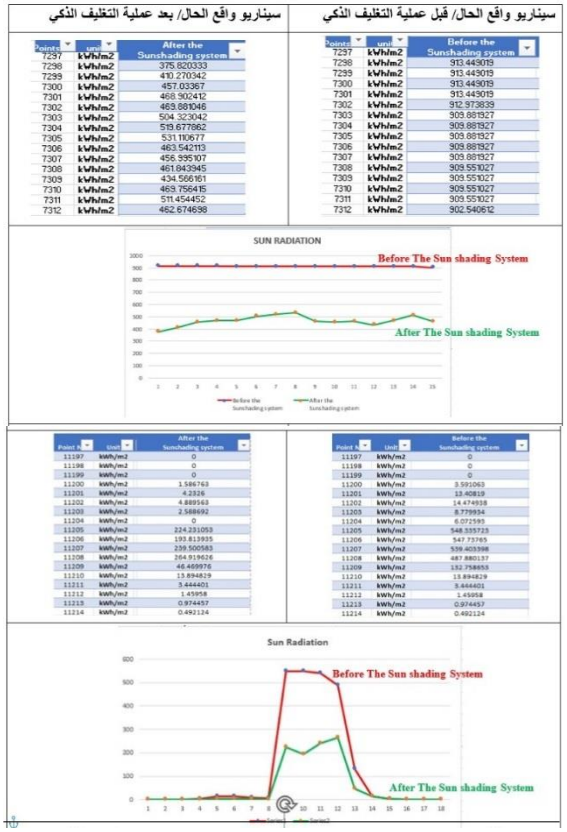
تم اختيار نقاط محددة على كل سطح من السطوح الخارجية الخمسة للحالة الدراسية (الواجهات الاربعة مع السطح العلوي)؛ بسبب عددها الكبير لكي يتسنى للبحث اعطاء مخططات بيانية للنتائج المستخرجة من برنامج المحاكاة فكانت النتائج كالتالي، لاحظ الاشكال (٢٣)، و(٢٤)، و(٢٥)، و(٢٦):



شكل رقم (٢٣): المخرجات الرقمية والبيانية (١) للحالة الدراسية للبحث المستخرجة من برنامج (3D Grasshopper) وبرنامج (Excel)، المصدر: الباحثين ،
*يمكن مراجعة الباحثة على الايميل المذكور في البحث لمعرفة التفاصيل الدقيقة عن قيم النقاط



شكل رقم (٢٤): المخرجات الرقمية والبيانية (٢) للحالة الدراسية للبحث المستخرجة من برنامج (3D Grasshopper) وبرنامج (Excel)، المصدر: عمل الباحثة، *يمكن مراجعة الباحثة على الايميل المذكور في البحث لمعرفة التفاصيل الدقيقة عن قيم النقاط

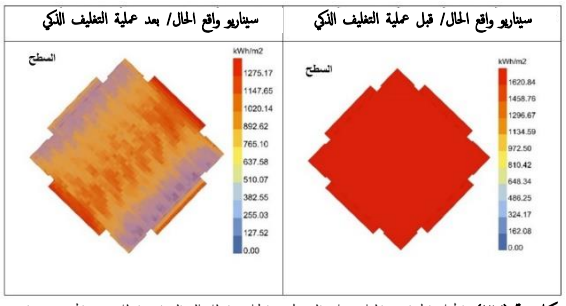


شكل رقم (٢٥): المخرجات الرقمية والبيانية (٣) للحالة الدراسية للبحث المستخرجة من برنامج (3D Grasshopper) وبرنامج (Excel)، المصدر: الباحثين ، *يمكن مراجعة الباحثة على الايميل المذكور في البحث لمعرفة التفاصيل الدقيقة عن قيم النقاط

سيناريو واقع الحال/ قبل عملية التغليف الذكي	سيناريو واقع الحال/ بعد عملية التغليف الذكي
معدل الحمل الكلي قبل التغليف الذكي لجميع النقاط = (٦٣٤,٣٣) kWh/m2	معدل الحمل الكلي بعد التغليف الذكي لجميع النقاط = (٢٨٠,٨٠) kWh/m2
نسبة انخفاض معدل الحمل الكلي للحالة الدراسية بعد اضافة الغلاف التكيفي الذكي لها = ٤٤,٢٧%	

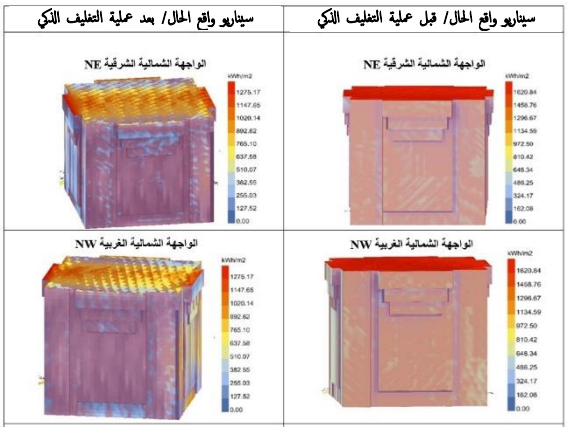
شكل رقم (٢٦): المخرجات الرقمية (٤) للحالة الدراسية للبحث المستخرجة من برنامج (3D Grasshopper) وبرنامج (Excel)، المصدر: الباحثين

نلاحظ من الاشكال (٢٣)، و(٢٤)، و(٢٥)، و(٢٦) الانخفاض الواضح في قيم الحمل الحراري للحالة الدراسية بعد المعالجة البيئية لها بواسطة الغلاف التكيفي الذكي، اذ نشاهد المخططات البيانية الناتجة من مقارنه القيم الرقمية للحمل الحراري على النقاط الافتراضية للبرنامج في الواجهات الاربعة مع السطح العلوي للمبنى عند الحالتين قبل وبعد التغليف الذكي له، فنجد في كل مخطط بياني مسارين الاول المسار الاحمر الذي يمثل قراءات الحمل الحراري قبل التغليف والذي كان يسجل دائماً قيم رقمية عالية، بينما نجد المسار الثاني الاخضر الذي يمثل قراءات الحمل الحراري بعد التغليف قد سجل قيم رقمية اقل بكثير من المسار الاحمر. كما لاحظ البحث انحسار معدل الحمل الكلي للحالة الدراسية بعد التغليف الذكي لها من (٦٣٤,٣٣) kWh/m2 الى (٢٨٠,٨٠) kWh/m2. فكانت نسبة انخفاض معدل الحمل الكلي للحالة الدراسية بعد اضافة الغلاف التكيفي الذكي لها تقدر بـ (٤٤,٢٧%).

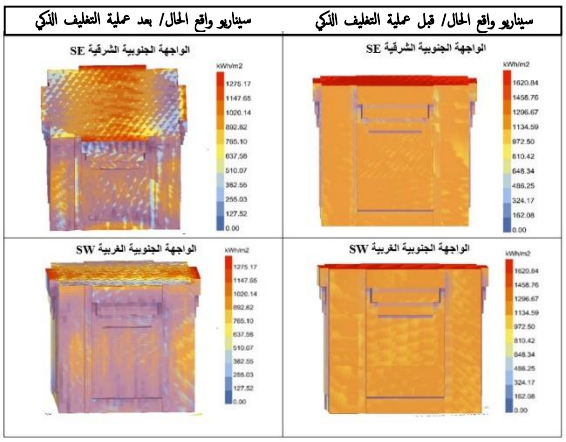


شكل رقم (٢٧): الحمل الحراري المباشرعلى السطوح الخارجية للحالة الدراسية للبحث المستخرجة من برنامج (3D Grasshopper)، المصدر: الباحثين

كما لوحظت المقارنة بصورة واضحة في مقدار الحمل الحراري المباشر على واجهات وسطح المبنى قبل وبعد عملية التغليف الذكية له، لاحظ الاشكال (٢٧)، و(٢٨)، و(٢٩):



شكل رقم (٢٨): الحمل الحراري المباشرعلى السطوح الخارجية للحالة الدراسية للبحث المستخرجة من برنامج (3D Grasshopper)، المصدر: الباحثين



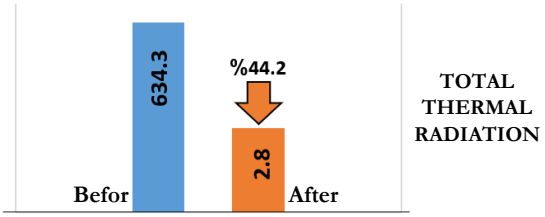
شكل رقم (٢٩): الحمل الحراري المباشرعلى السطوح الخارجية للحالة الدراسية للبحث المستخرجة من برنامج (3D Grasshopper)، المصدر: الباحثين

نلاحظ من الاشكال (٢٧)، و(٢٨)، و(٢٩)، تغير قيمة الحمل الحراري على كل واجهة من واجهات الحالة الدراسية اضافة الى سطح المبنى، اذ كان السطح قبل معالجة المبنى بالتغليف الذكي اكبر منفذ للحمل الحراري حيث تصل الى (١٦٢٠,٨٤) kWh/m2، بينما كانت قراءات نفس المنطقة بعد تغليف المبنى (٣٨٠-١٠٢٠) kWh/m2. اما الواجهة الشمالية الشرقية (NE) فكانت قبل (٩٧٠-٦٤٠)kWh/m2 ، واصبحت بعد التغليف (٤٠٠-٠) kWh/m2. ونلاحظ هذه القراءات تشابه قراءات

الواجهة الشمالية الغربية (NW). كذلك الواجهتين الجنوبية الشرقية (SE) والجنوبية الغربية (SW) تتشابه في القراءات للحمل الحراري المباشر على المبنى اذ سجلت قبل التغليف (١٣٠٠-١٠٠٠) kWh/m2 وبعده (٧٠٠-٢٥٠)، وهذا بحد ذاته يعتبر انجاز جيد كمعالجة بيئية للحالة الدراسية.

٢,٨ استنتاجات محاكاة الحالة الدراسية:

نستنتج ان قيم المخرجات الرقمية للحمل الحراري المباشر على المبنى قلت بصورة واضحة وكبيرة، بعدما قام البحث بمحاكاة المبنى من خلال برنامج (3D Grasshopper)، قبل وبعد معالجته بيئياً من خلال تغليف واجهات وسطح المبنى (السقف العلوي) اضافة الى عناصر التظليل المحيطة بالحالة الدراسية بغلاف تكيفي ذكي، حيث سجلت انخفاض واضح للحمل الحراري المباشر بنسبة تتجاوز الـ (٤٤,٢%)، مما يؤدي الى انخفاض درجات حرارة الهواء المحيط بالمبنى وبالتالي انخفاضها في البيئة الداخلية للمبنى وتحقيق الراحة الحرارية الداخلية له، وبهذا تحقق الهدف المنشود من استخدام الاغلفة التكيفية الذكية؛ لتسحينها من البيئة الداخلية للمبنى التي تغلفه، كما تؤدي الى تقليل الطاقة المصروفة لتكييف المبنى (تبريده صيفاً وتدفئته شتاءاً)، كذلك تقلل من التلوث الناجم من انبعاث الغازات مثل ثنائي اوكسيد الكاربون وغيرها من الملوثات الناتجة عن الطاقة المستهلكة في تكييف المبنى صيفاً وشتاءاً، ومن ثم تحافظ على صحة شاغلي المبنى وتحقق راحتهم بهذا تحقق تحسين كفاءة البيئية للحالة الدراسية في البحث، لاحظ الشكل (30).



شكل رقم (٣٠): مخطط بياني يوضح المقارنة بين معدل الحمل الحراري الكلي على الحالة الدراسية للبحث قبل وبعد التغليف الذكي، المصدر: الباحثين

الاستنتاجات النهائية:

١. اختيار البحث لمبنى وزارة الاعمار والاسكان كحالة دراسية لكونها من الابنية المعاصرة التي لم يؤخذ بنظر الاعتبار في تصميمها الظروف البيئية المناخية المحيطة التي تؤثر بصورة مباشرة في الكفاءة البيئية للمبنى.

٢. يمكن محاكاة اي مبنى باستخدام برنامج (3D Grasshopper) والمدمج مع تطبيق (3D Rhinoceros)، اضافة الى الاستعانة بتطبيق (Ladybug)، والذي يعتبر من البرامج الكفوءة والدقيقة لحساب الاحمال الحرارية المسلطة على العينة البحثية لغرض دراستها قبل وبعد عملية المعالجة البيئية عن طريق تغليف المبنى بغلاف تكيفي ذكي متحرك، والذي يؤدي الى التقليل من المشاكل المستقبلية عند تنفيذه واستخدامه.

٣. يفضل اختيار المواد الذكية لانشاء اغلفة المبنى؛ لما لها من فعالية كبيرة في تحسين كفاءة المبنى بصورة عامة خصوصاً البيئية.

٤. كشفت نتائج برنامج (3D Grasshopper) في تحليل العينة البحثية الى ان قيمة معدل الحمل الحراري الكلي المسلط على المبنى قد حققت انخفاض كبير يصل الى اكثر من ٤٤%، من خلال تغليف الواجهات الخارجية للمبنى اضافة الى السقف العلوي والاروقة المحيطة بغلاف تكيفي ذكي متحرك، اذ حققت هذه المنظومة من مكونات عناصر التظليل الثلاثة المذكورة انفاً في المعالجة البيئية الذكية المقترحة من قبل البحث انخفاض في درجة حرارة الهواء المحيط للمبنى، بالتالي يؤدي الى التقليل من الكسب الحراري للمبنى، مما يرفع من الكفاءة البيئية للمبنى وتحقيق الراحة الحرارية لشاغليه.

٥. تضمين غلاف المبنى عناصر متعددة من المكونات البنائية له، كالسقف والواجهات الخارجية، بالاضافة الى دمجها بمنظومة تسقيف الاروقة المحيطة بالمبنى، مما اعطى نتائج جيدة وناجحة في معالجة المبنى بيئياً اكثر مما لو اخترنا تغليف عنصر او مكون واحد من الاجزاء الخارجية للمبنى.

٦. ضرورة معالجة الابنية القائمة والجديدة بيئياً، لأعتبارها اول خطوات في تحقيق بيئة صحية واقتصادية للمباني بصورة خاصة وللمدينة والبلد بصورة اعم واشمل، مما يعزز من صحة وراحة المستخدمين وتحسين اقتصاد البلد.

٧. تعتبر زيادة الوعي بين ذوي الاختصاصات الهندسية في مجال التقنيات الذكية لمعالجة بيئات المشاريع امر مهم جداً لما تخلفه تلك المعرفة من ارتقاء في مستوى كفاءة الابنية.

٨. استنتج بانه كلما احتوى غلاف المبنى الذكي التكيفي على اكبر عدد من التقانات الاساسية له (الحركة، التحكم، الاستشعار،المواد الذكية، المعلوماتية، الميكانيكية والكهربائية الميكانيكية) كلما اعطى نتائج احسن في رفع كفاءة المبنى بيئياً.

التوصيات:

١. ضرورة نشر الوعي بأهمية تقنيات العمارة الذكية في وقتنا المعاصر، ومدى فاعليتها في تلبية متطلبات شاغلين المباني وتحقيق راحتهم.

٢. القيام بالبحوث والدراسات المستفيضة والمختصة في كل الجوانب الايجابية التي تحققها تقنيات العمارة الذكية، خصوصاً الجوانب البيئية والاقتصادية.

٣. ضرورة امتلاك المصممين والمهندسين للوعي التام في اهمية المعالجات البيئية للمباني المنشأة حديثاً والقائمة، ومن اهمها الحلول الذكية لما تحققه من تطور تكنولوجي وبيئي للعمارة، مما يجعل لها الاولوية في دمجها مع المباني بصورة اساسية في التصميم.

٤. اهمية مواكبة التطور العالمي الذي يجري في مجال التقانات والمعالجات الذكية وما تنتجه من مميزات عديدة للعمارة تدعم الجانب البيئي والاقتصادي والاجتماعي، وبالتالي تدعم الجانب المستدام.

٥. ضرورة نشر الوعي على الادوات الرقمية للمحاكاة الحاسوبية البيئية ودورها المهم في الوصول الى محاكاة مثالية واقعية وافتراضية تحقق حلول سريعة ودقيقة مما يقلل من الجهد ويوفر الوقت والكلفة الكلية لاي مشروع اذا ما قيس على طول عمر المبنى.

٦. امكانية الاستفادة من النموذج المقترح من قبل البحث لمنظومة التغليف التكيفية الذكية والذ يجمع بين الاليات والتقنيات الذكية وبين الالمام باهم عناصر المبنى التي تتضمن الغلاف في المشاريع البنائية المستقبلية اضافة الى امكانية استخدام النموذج في معالجة الابنية القائمة التي تعاني من عدم الكفاءة البيئية للارتقاء بها.

٧. انشاء مراكز بحثية متخصصة في المجال التكنولوجي البيئي العمراني تركز اهتمامها في استثمار اليات وتقنيات العمارة الذكية،

بالاضافة الى خلق مراكز تدريبية للمختصين في نظم الخدمات البيئية الهندسية والحاسوبية وزيادة وعيهم باهمية ربط عملهم بالعمارة الذكية، وتطوير فرق عمل تتبنى نشر الوعي وتشجيع المواطنين على اهمية المعالجة البيئية الذكية في المباني.

المصادر:

[1]Ahmed, W. S., & Fagal, K. S. (2019). A resource-based study that contributes to the use of smart materials to achieve sustainability within the context of contemporary architecture. Journal of Advanced Engineering Trends, 38(2), 1-19.

[2]Al-Yousif, I. J. (2008). Reduction Cooling Load Using Intelligent Envelope System. *Iraqi Journal of Architecture & Planning*, *7*(14-15).

[3]AmirHosein, G., Berardi, U., Ali, G. and Nastaran, M., 2012. Intelligent facades in low-energy buildings. British Journal of Environment and Climate Change, 2(4), pp.437-464.

[4]Attia, S., Lioure, R. and Declaude, Q., 2020. Future trends and main concepts of adaptive facade systems. Energy Science & Engineering, 8(9), pp.3255-3272.

[5]Chairiyah, R., Sarwadi, A., & Marcilia, S. (2018). Application of Adaptive Structure based on Natural Inspiration on Biomimicry Architecture. Journal of Architectural Design and Urbanism, 1(1), 40-48.

[6]Elmokadem, A., Ekram, M., Waseef, A. and Nashaat, B., 2018. Kinetic Architecture: Concepts, History and Applications. International Journal of Science and Research (IJSR), 7(4).

[7]Elkhayat, Y.O., 2014. Interactive movement in kinetic architecture. JES. Journal of Engineering Sciences, 42(3), pp.816-845.

[8]Fox, M.A. and Yeh, B.P., 2000. Intelligent kinetic systems in architecture. In Managing interactions in smart environments (pp. 91-103). Springer, London.

[9]Ibrahim, J.A. And Alibaba, H.Z.,2019. Kinetic Façade as a Tool for Energy Efficiency.

[10]Khalid Abdul Wahhab and Nawfal Joseph Rizko, 2020. The Impact of Kinetic Principles of Traditional Architecture in Producing Modern Kinetic Buildings. Journal of Green Engineering (JGE), pp. 8259-8283.

[11]Knippers, J., Scheible, F., Oppe, M., & Jungjohann, H. (2012, July). Bio-inspired Kinetic GFRP-façade for the Thematic Pavilion of the EXPO 2012 in Yeosu. In International Symposium of Shell and Spatial Structures (IASS 2012) (Vol. 90, No. 6, pp. 341-347).

[12]Loonen, R.C., Trčka, M., Cóstola, D. and Hensen, J.L., 2013. Climate adaptive building shells: State-of-the-art and future challenges. Renewable and sustainable energy reviews, 25, pp.483-493.

[13]Matin, N.H., Eydgahi, A. and Shyu, S., 2017, June. Comparative analysis of technologies used in responsive building facades. In Proceedings of the 2017 ASEE Annual Conference Exposition, Washington, DC, USA (pp. 24-28).

[14]Matin, N.H., Eydgahi, A. and Shyu, S., 2017, June. Comparative analysis of technologies used in responsive building facades. In Proceedings of the 2017 ASEE Annual Conference Exposition, Washington, DC, USA (pp. 24-28).

[15]Romano, R., Aelenei, L., Aelenei, D. and Mazzucchelli, E.S., 2018. What is an adaptive façade? Analysis of Recent Terms and definitions from an international perspective. Journal of Facade Design and Engineering, 6(3), pp.65-76.

[16]الطائي. مريم، دور البعد التكنولوجي للتنمية المستدامة في تشكيل المدن المعاصرة، ٢٠٢١.

[17]المتيم. سيف الدين فاروق، كفاءة تطبيق تقنية المعلومات في العمارة ودورها في المباني الذكية، ٢٠١٠.

[18]أ.د / سامي بدر الدين سراج الدين، آليات تطبيق متطلبات الاستدامة علي منظومة التشغيل والصيانة للمبانى الذكية، ٢٠١٨. المؤتمر الدولى السادس عشر للتشغيل و الصيانة بالدول العربية.

مصادر من روابط الكترونية:

١. https://www.arch-products.com
٢. http://www.primestructures.com
٣. https://www.alamy.com
٤. www.uomus.edu.iq
٥. ar.wikipedia.org/wiki
٦. http://burathanews.com
٧. www.google.com/maps/place
٨. ISD-TMYx