



Journal of University Studies for inclusive Research (USRIJ)
مجلة الدراسات الجامعية للبحوث الشاملة

Journal of University Studies for Inclusive Research

Vol.7, Issue 9 (2022), 7808 - 7837

USRIJ Pvt. Ltd.,

التأثير المتبادل بين التحول الذكي للمباني واستدامة البيئة العمرانية

د. فرج محمد زكي عبد النبي

أستاذ مساعد بقسم العمارة - كلية الهندسة بالمطرية - جامعة حلوان

faragzaki2002@yahoo.com

أستاذ مشارك بقسم العمارة الإسلامية - كلية الهندسة والعمارة الإسلامية - جامعة أم القرى

fmabdelnaby@uqu.edu.sa

المخلص

تصدرت المملكة العربية السعودية المركز الثالث عشر عالمياً من حيث استهلاك الطاقة، ذلك طبقاً لتصنيف وكالة الاستخبارات المركزية 2017 (CIA)، مما أثار سلباً على المستوى الاقتصادي وأهداف رؤية 2030 لتحقيق استدامة العمران (البيئية، الاجتماعية، الاقتصادية)، ونظراً لأهمية دور استخدام التكنولوجيا الحديثة والتقنيات الذكية في تحقيق الاستدامة وجودة البيئة الداخلية عن طريق استخدام التطبيقات الذكية بالواجهات واسطح المباني العامة لتصبح ذكية مستدامة، تتمثل إشكالية البحث في عدم استخدام الواجهات الذكية بالمباني العامة والتأثير السلبي للعوامل والمتغيرات المناخية بزيادة استهلاك الطاقة، مما أدى لضعف جودة البيئة الداخلية وتدني الكفاءة التشغيلية للمباني العامة بمدينة مكة المكرمة، ويفترض البحث ان استخدام التطبيقات والمواد والنظم الذكية بالواجهات واسطح المباني العامة يؤدي لتحقيق الاستدامة من خلال تحسين جودة البيئة الداخلية ورفع كفاءة الطاقة التشغيلية، مع الحفاظ علي الهوية المعمارية والتوافق مع الطابع المميز لمنطقة الدراسة، لذلك يهدف البحث الي رصد وتحليل وقياس مدى تحقيق استدامة المباني العامة والحد من زيادة استهلاك الطاقة والاستفادة من الطاقة المتجددة وذلك من خلال تصميم منهجية مقترحة مستنبطة من الدراسات السابقة في مجال الواجهات الذكية واستدامة المباني العامة وبعض أنظمة تقييم الاستدامة، وعن طريق القياس باستخدام برنامج المحاكاة الرقمية (Ecotect) والتقييم من خلال تطبيق المنهجية المقترحة علي عينات مختارة لمنطقة الدراسة، ولتحقيق ذلك اعتمدت البحث على المنهج الوصفي الاستقرائي بالدراسة النظرية، بالإضافة لاستخدام المنهج الوصفي التحليلي الاستنباطي بالدراسة التحليلية لبعض التجارب العالمية والإقليمية والمحلية، ثم المنهج التحليلي المقارن بالدراسة التطبيقية، ومن ثم رصد وتحليل وتقديم النتائج في صورة مقارنات بيانية، توضح مدى تحقيق استدامة المباني والحفاظ علي الهوية المعمارية عن طريق تطبيق وتقييم وقياس مدي نجاح المنهجية المقترحة، وصولاً لأثبات صحة الفرضية بتحقيق هدف البحث وتقديم النتائج والتوصيات.

الكلمات الدالة: الواجهات الذكية ، الهوية



Abstract

The Kingdom of Saudi Arabia ranked thirteenth in the world in terms of energy consumption, according to the Central Intelligence Agency (CIA) classification 2017, which negatively affected the economic level and the goals of Vision 2030 to achieve urban sustainability (environmental, social, economic), and given the importance of the role of using modern technology. And smart technologies to achieve sustainability and the quality of the internal environment through the use of smart applications in the facades and roofs of public buildings to become smart and sustainable, The problem of research is the non-use of smart facades in public buildings and the negative impact of climate factors and variables by increasing energy consumption, which led to poor internal environment quality and low operational efficiency of buildings, The research assumes that the use of smart applications, materials and systems in the façades and roofs of public buildings leads to achieving sustainability by improving the quality of the internal environment and raising the efficiency of operational energy, while preserving the architectural identity and compatibility with the distinctive character of the study area, so the research aims to monitor, analyze and measure The extent of achieving the sustainability of public buildings and reducing the increase in consumption Energy and utilization of renewable energy by designing a proposed methodology derived from previous studies in the field of smart facades, the sustainability of public buildings and some sustainability assessment systems, and by measurement using the digital simulation program (Ecotect) and evaluation by applying the proposed methodology to selected samples of the study area, and to achieve Therefore, the research relied on the descriptive inductive approach of theoretical study, in addition to using the descriptive analytical deductive approach in the analytical study of some global, regional and local experiences, then the comparative analytical approach with the applied study, and then monitoring, analyzing and presenting the results in the form of graphic comparisons, showing the extent of achieving the sustainability of buildings and preserving the identity Architectural study by applying, evaluating and measuring the success of the proposed methodology, in order to prove the validity of the hypothesis by achieving the goal of the research and presenting results and recommendations.

Key words: *Smart Facades, Urban and Architectural Identity, Energy Efficiency, Digital Simulation.*

مقدمة

ينعكس تقدم الدول على تطور العمارة والعمران، حيث تمثل الواجهات الغلاف الخارجي لحماية وجودة البيئة والفراغات الداخلية وتحقيق الراحة الحرارية، كما تعتبر أهم مفردات التشكيل والهوية المعمارية والعمرانية التي تميز المدن والمناطق التراثية ذات الطابع كمدينة مكة المكرمة، حيث تحولت الواجهات الخارجية وأصبحت واجهات ذكية، من خلال استخدام التكنولوجيا المتطورة بأشكالها المختلفة والتقنيات الذكية التي تساعد بمعالجة المتغيرات المناخية المختلفة لتوفير الراحة للمستخدمين لهذه المباني وتحقيق الاستدامة بها من خلال التطبيقات الذكية المستخدمة بها، يتم دراسة التأثير المتبادل للمباني العامة من حيث استخدام الواجهات الذكية لتحقيق الاستدامة للمبنى، بالإضافة لمبادئ وأسس تصميم الواجهات الذكية، والتطبيقات المستخدمة بها، مع دراسة عوامل تحقيق الاستدامة للمباني العامة، وأهم منظمات تقييم الاستدامة لاستنباط الأسس والمعايير والمبادئ التي يتم استخدامها في عناصر ومفردات المنهجية المقترحة، مع تصميم جدول (النموذج التحليلي) كأداة لقياس مدى تحقيق الاستدامة من خلال تطبيق التحول الذكي للواجهات بالمباني العامة، وذلك بالدراسة التحليلية والتطبيقية لإثبات صحة الفرضية وتحقيق هدف الدراسة.

(1) دور الواجهات الذكية في تحقيق استدامة المباني العامة: شهد عصرنا الحالي الكثير من المتغيرات والتطورات في الابتكارات التكنولوجية التي أثرت في حياتنا اليومية وأساليب العيش، وانعكست تلك التطورات والتقدم التكنولوجي بدوره على المباني والبيئة المبنية، حيث إن المباني التقليدية لم تعد قادرة على استيعاب التأثير الناجم عن هذه التقدّمات، فأصبح التوجه نحو تطوير المباني



لتصبح مباني ذكية مستدامة وديناميكية مزودة بتقنيات وقدرات توفر راحة واحتياجات المستخدمين كالتحكم الذاتي بالإضاءة والحرارة والامان للمبنى، وقد تم تعريف المبنى الذكي وفقاً للموسوعة البريطانية على أنه هو المبنى الذي لديه القدرة على التوافق بكفاءة مع المحيط

والمتغيرات المختلفة وذلك باستخدام أنظمة إلكترونية خاصة في تشغيل بعض أجزاء هذا المبنى بشكل ذاتي، وذلك اما بتغيير البيئة المحيطة أو البحث عن بيئة جديدة أكثر توافقاً كما هو موضح في صورة

(1) لمبنى ون أو شن بكوريا الجنوبية ذو الواجهة المتكيفة، حيث يقوم المبنى بالحفاظ على الطاقة والحد من استنزافها والحفاظ على الموارد الطبيعية والبيئة المحيطة به للأجيال القادمة، وتوالت تطورات فكرة المبنى الذكي على ثلاث مراحل ابتداءً بالمباني المؤتمتة خلال الفترة 1981م حتى 1985م التي ركزت في على ادخال التقنيات التكنولوجية المبتكرة في تصميم وتشغيل المبنى، وتطورت الفكرة لتصبح مباني مستجيبة للفترة الزمنية 1986م حتى 1991م حيث تم تحسينها لتصبح قادرة على الاستجابة للمتغيرات نسبةً لاحتياجات المستخدمين، وتطورت بالمرحلة الأخيرة لتصبح مباني فعالة بالفترة الزمنية 1992م حتى 2020م لتشمل وتركز بشكل أكبر على احتياجات المستخدمين مع الترشيح في استهلاك الطاقة والاستفادة قدر الامكان من الطاقة المتجددة (ريهام، 2018)، يتميز المبنى الذكي بدرأيته بما يحدث بداخله وخارجه من خلال الأنظمة المزود بها، واستجابته لاحتياجات المستخدمين باتخاذ القرار المناسب لتوفير بيئة مناسبة وذات كفاءة عالية للمستخدمين للمبنى (سيف الدين 2010)، هناك اليات للتحويل الذكي (Anwar, 2016):

- 1 – **المواد الذكية:** وهي المواد ذات القدرة على معالجة المتغيرات لتوفير بيئة ذات كفاءة عالية.
- 2 – **الأنظمة الذكية:** تقوم هذه الأنظمة بادارة المبنى واتخاذ ردود الفعل المناسبة بالوقت المناسب.
- 3 – **استخدام الواجهات الذكية:** وتمثل حلقة الربط بين البيئة الخارجية وبين الفراغات الداخلية.

(1/1) **مفهوم الواجهات الذكية بالمباني العامة:** تعرف الواجهات الخارجية للمبنى بأنها عبارة عن مواد وتقنيات بناء تعمل على تغطية الفراغات الداخلية للمبنى، وهي العنصر الذي يغلف حياة الانسان

داخل هذا المبنى، وتمثل الواجهات نسبة 15 : 45% من



صورة (2) الألواح المتحركة بمبنى كيفر بالانمسا (19)

إجمالي تكلفة تشييد المبنى، هي العامل الاساسي في الحصول على بيئة داخلية مناسبة، ونظراً للتقدم التكنولوجي الذي شهده العالم وتأثيره على المباني، تأثرت بشكل كبير واجهات المباني لتتطور وتصبح

واجهات ذكية، وهو مفهوم يهتم بتطوير واجهات المبنى

من الحوائط والأسطح، وعرفت الواجهات الذكية للمبنى بأنها ذات القابلية للتعديل والتحكم بالمناخ، والواجهات ذات القدرة على التوافق ذاتياً مع البيئة الخارجية وذات الاستجابة المثالية للمتغيرات الخارجية، صورة (2) وفقاً لأشعة الشمس لعزل هذه الأشعة وقت الحاجة مع توفير الاضاءة المناسبة

والاتصال البصري مع الخارج، تتكون الواجهة من الحوائط المختلفة كالطوب والزجاج، والفتحات والتشطيبات، وعند تحويلها الى واجهات ذكية فان المواد المستخدمة ستختلف بشكل كبير حيث سيتم استخدام مواد ذكية تعمل بدورها على التكيف والاستفادة من البيئة المحيطة وتتلاءم معها صورة (3) لأحد الواجهات المصممة لشركة (ETH-Zurich) الألمانية التي تستفيد من أشعة الشمس لتحويلها لطاقة متجددة، تكون مواد انشائية ذكية كالخرسانة الذكية بألياف الكربون، الخرسانة المنفذة للضوء، مواد تشطيب كالدهانات الذكية العاكسة أو شرائح الألمنيوم القابلة للتشكيل (آلاء، 2017).

(1/1/1) خصائص الواجهات الذكية بالمباني العامة: تنتم الواجهات الذكية بعدة خصائص فيزيائية وحيوية تهدف لتحقيق استدامة المبنى، وتتعدد خصائص الواجهات الذكية كالتالي:

- 1 – خواص فيزيائية وحرارية متغيرة وفقاً للظروف الخارجية لتوفر بيئة داخلية ذات كفاءة عالية.
- 2 – القدرة على تغيير لونها ولمسها وشفافيتها لمعالجة المتغيرات والرجوع الى حالتها ذاتياً.
- 3 – عزلها الصوتي والحراري العالي لتحسين كفاءة الفراغات الداخلية وتوفير الراحة للمستخدمين.



صورة (3) ألواح الطاقة الشمسية المتحركة ذاتياً (20)



صورة (4) واجهة مكتبة الملك فهد الوطنية بالرياض (21)

4 – ترشيد استهلاك الطاقة والاستفادة من الطاقة المتجددة المختلفة والحد من التلوث البيئي.

5 – تقليل التكاليف التشغيلية للمبنى والاعتماد بشكل أكبر على مصادر الطاقة المتجددة.

(2/1/1) العلاقة بين الواجهات الذكية والهوية المعمارية: تعتبر الواجهات الذكية الغلاف الخارجي للمبنى والعنصر الظاهر للعامة في البيئة العمرانية والكتلة المعمارية وتظهر هذه الواجهات ثقافة المجتمع القيمة التاريخية للمكان الخاص به، على

سبيل المثال توضح صورة (4) لمبنى مكتبة الملك فهد الوطنية بالرياض واستخدام التغطية الشراعية من البلاستيك المعالج على الواجهات الخارجية لحماية المبنى من وهج الشمس واشعتها الساقطة بشكل مباشر على الواجهة الزجاجية، مع اظهار عنصر الخيمة العربية المتعارف عليه بالمملكة العربية السعودية والعالم العربي، لذلك أي زائر لهذا المكان عند مشاهدته لهذا المبنى يأخذ انطباع العالم العربي بشكل عام، فان هذه الواجهات هي اول ما يقابل كل شخص عابر للمكان او

زائر لهذا المبنى وهي تطبع في ذهنه ما تمثله هذه الواجهة من رسالة بصرية ذات معاني نابغة من قيم وتراث محلي وثقافي لهذا المكان والمجتمع بما تحويه هذه الواجهات من مفردات معمارية متميزة وفريدة تعطي للمتلقي والمشاهد انطباع وتمييز لهذا المكان بطابعه الفريد والمميز (عبير، 2009).

(3/1/1) أهداف ومبادئ تصميم الواجهات الذكية بالمباني العامة: تهدف الواجهات الذكية عند

تصميمها بكفاءة تحقيق استدامة المبنى والبيئة والمبادئ التصميمية للواجهات الذكية (Anwar, 2016):

1- تحسين كفاءة المبنى: وذلك بتوفير وترشيد استهلاك الطاقة لتشغيل المبنى والاستفادة من أنواع

الطاقة المتجددة، حيث يساهم التحسين في تقليل أحمال التبريد والتدفئة والاضاءة الصناعية للمبنى.

2- تحسين تفاعل المبنى: حيث يتفاعل المبنى مع المستخدمين له والمتغيرات الخارجية، بحيث يتفاعل

مع المستخدمين بتلبية احتياجاتهم المختلفة، ومع المتغيرات الخارجية بمعالجته لها ذاتياً.

واثبتت الدراسات أن 50% من الأمراض التي تصيب الانسان من ملوثات البيئة الداخلية، وأن الانسان

يقضي داخل المباني من وقته بما يقدر 87%، ذلك هنالك عدة مبادئ وهي كالآتي (Kjeld, 2015):

1 – الاستفادة من التهوية الطبيعية وتحسين جودة الهواء لتقليل الاعتماد على التكييف الصناعي.

2 – الاستفادة من الاضاءة الطبيعية المناسبة بشكل أكبر وتقليل الاعتماد على الاضاءة الصناعية.

3 – تقليل الأثر السلبي على البيئة المحيطة من استهلاك من مواد وانبعاثات كربونية تضر بالبيئة.

4 – تحسين مقاومة الحرارة وتنظيم تدفقها للداخل باستخدام طرق العزل المناسبة من تصميم مواد.

5 – تصفية الاشعاعات المباشر والضارة الساقطة على الواجهات والحماية من وهج الشمس.

6 – تجميع الطاقة المتجددة المختلفة واعادة استخدامها بما يخدم تحسين الراحة الحرارية للمبنى.

7 – معالجة المتغيرات الخارجية والظروف المحيطة عبر تغيير الواجهة وتغيير خواصها وشكلها.

(2/1) التطبيقات الذكية المستخدمة بواجهات المباني العامة: لتطبيق مفهوم الذكاء بالواجهات هنالك

عدة نقاط سيترج الباحث لذكرها وتفصيلها لمعرفة كيفية عمل هذه الواجهات الذكية شكل (1).

تطبيق مفهوم الذكاء في الواجهات الخارجية

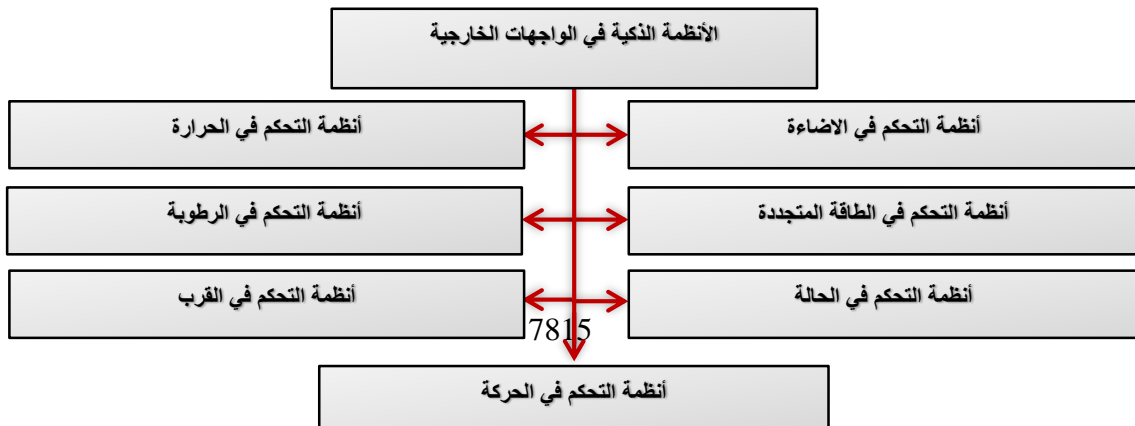


(1/2/1) **المواد الذكية المستخدمة بواجهات المباني العامة:** عرفت المواد الذكية بأنها هي المواد والمنتجات التي تمتلك صفات متغيرة وقدرة على التغير الانعكاسي في الشكل او اللون كاستجابة للتأثيرات الكيميائية او الفيزيائية وبشكل متكرر واحياناً توصف بانها مواد متكيفة، وتتسم هذه المواد بعدة خصائص كما أن لها عدة أنواع واماكن يتم استخدامها فيها، وأصبح استخدام المواد الذكية في المبنى بشكل عام وفي الواجهة بشكل خاص من أحد أهم الاسباب لتطور المبنى حتى يطلق عليه مبنى ذكي، ويوضح جدول (1) المواد الذكية وأماكن استخدامها وخصائصها وأنواعها (الاء،2017).
جدول (1) المواد الذكية في الواجهات الخارجية (المصدر - بتصريف الباحث)

| المواد الذكية في الواجهات الخارجية | | | |
|------------------------------------|------------------------------|--|--------------------|
| الأنواع | الخصائص | أماكن الاستخدام | |
| كمتغيرة اللون | الفورية Immediacy | الأسطح كالخرسانات الذكية البلاطات كالتوبو الذكي | النظام الانشائي |
| كمتغيرة الانسيابية | التزامنية Transiency | | |
| كالتحويل الضوئي | ذاتية التشغيل Self-Actuation | كالتزجاج الذكي العاكس كاسرات شرائح الألمنيوم كالتكيسات الفلينية الذكية | التشطيبات الخارجية |
| كالتحويل الحراري | الانتقائية Selectivity | | |
| كالتحويل الكهرومغناطيسي | المباشرة Directness | | |


(2/2/1) **الأنظمة الذكية المستخدمة بواجهات المباني العامة:** من اهم ركائز تكامل الذكاء في الواجهات حيث يمكن عمل كل نظام بشكل ذاتي ومعالجة المتغيرات الطارئة بأي وقت، وفيما يلي ذكر بعض الأنظمة المستخدمة بالواجهات الخارجية الذكية الموضحة بشكل (2) (Anwar,2016):

شكل (2) أنواع أنظمة التحكم في الواجهات (المصدر - بتصريف الباحث)



(3/2/1) أنواع الواجهات الذكية المستخدمة بالمباني العامة: تتعدد أنواع الواجهات الذكية الى ستة أنواع رئيسية ظهرت مع التطورات الزمنية والاحتياجات لكل منطقة وظروفها ومناخها والمواد المتوفرة بها، ويبين جدول رقم (2) هذه الواجهات الذكية مع شرح مبسط لكل واجهة ومميزاتها ومثال لها.

| أنواع الواجهات الذكية | | | |
|-----------------------|--|---|---|
| النوع | الوصف | المميزات | صورة |
| الواجهة المزدوجة | طبقتين من الزجاج يفصل بينهما فراغ، إما فراغ بيني أو ممر فاصل | <ul style="list-style-type: none"> الكفاءة في ترشيد الطاقة العزل الصوتي العالي. تحسين الراحة الحرارية. |  |
| الواجهة التفاعلية | واجهات تتفاعل مع المحيط بتغير شكلها عبر اضاءتها او لونها او خصائصها | <ul style="list-style-type: none"> توفير اتصال بصري مع الخارج. ذات سمات جمالية وحركية. تتفاعل مع المجتمع بشكل مباشر |  |
| الواجهة المتحركة | تتحرك وفقاً للمستخدم عبر اعطائها الأوامر لفعل ذلك | <ul style="list-style-type: none"> الكفاءة في ترشيد الطاقة. قابلة للتحرك والتفاعل. تحسين الراحة الحرارية. |  |
| واجهة الطاقة المتجددة | تستفيد من الطاقة الطبيعية بأنواعها كالشمس والرياح عبر تخزينها واعادة استخدامها بأشكال أخرى | <ul style="list-style-type: none"> الكفاءة في ترشيد الطاقة. تساعد في أحمال الطاقة الكهربائية. توفير اتصال بصري مع الخارج. |  |
| الواجهة التلفزيونية | عبارة عن شاشات تلفزيونية عملاقة متراكبة مع الواجهة الخارجية لربث العروض والدعايات | <ul style="list-style-type: none"> توفر اتصال بصري مع الخارج. استغلالها لتحقيق دخل للمنشأة. يمكن استخدامها للتوعية المجتمعية. تتفاعل بشكل مباشر مع المجتمع. |  |

| | | | |
|---|--|---|-----------------------------|
|  | <p>– الكفاءة في ترشيد الطاقة. – القابلية للتحرك بشكل الي وذاتي. – التفاعل بشكل الي مع المتغيرات. – توفير اتصال بصري مع الخارج.</p> | <p>تتحرك بشكل ذاتي والي لتعالج المتغيرات المناخية بأخذ رد الفعل المناسب بأي وقت</p> | <p>الواجهة المتكيفة</p> |
|---|--|---|-----------------------------|

(2) العلاقة بين الواجهات الذكية وتحقيق جوانب الاستدامة بالمباني العامة: يعتمد التصميم الذكي للمباني على فكرة الاستدامة، لذلك مرحلة التصميم والبناء للمبنى لها دور هام في تحقيق الاستدامة، حيث ان المبنى وعملية انشاءه يستهلك 60% من مواد مستخرجة من الأرض، وان الاستدامة تشمل تحسين جودة الحياه والراحة والاحساس بالأمان والصحة والحالة النفسية، حيث تمثل القواعد جوانب الاستدامة (الاقتصادي والبيئي والاجتماعي والتكنولوجي)، واذا حصل خلل في احد هذه القواعد سيتسبب ذلك في حصول خلل في التوازن وحالة عدم استقرار (Farah,2012).

(1/2) معايير تصميم المباني العامة المستدامة: المباني العامة هي المباني ذات الاستخدام والارتياح للعامة ككل او كجزء منها كالمستشفيات والمساجد والدوائر الحكومية ، وعرفت المباني المستدامة



صورة (5) صالة القراءة بمعهد العالم العربي بفرنسا

بأنها هي عملية الإنشاء والإدارة لبيئة صحية بالمبنى على أساس الكفاءة في استخدام الموارد الطبيعية والصناعية ومبدأ الحفاظ على البيئة المحيطة والاستفادة من مصادرها الطبيعية كالإضاءة (Farah,2012) صورة (5)، وفقاً لوكالة حماية البيئة بالولايات الامريكية المتحدة إن المباني العامة المستدامة هي "عملية إنشاء

المباني واستخدام العمليات التي تهتم بالبيئة وتكون مسؤولة عنها وكفاءة استخدام الموارد والمواد خلال دورة حياة المبنى من البدء في عملية التصميم الى البناء والتشغيل الى الصيانة الى التجديد والترميم الى هدم المبنى" (Arijit,2013).

(1/1/2) أهداف تصميم المباني العامة المستدامة: تهدف الاستدامة بشكل عام للحفاظ على المواد والموارد الطبيعية للأجيال القادمة، كما أن لها عدة أهداف أخرى منها ما يلي (هديل،2014):

- 1 – حماية الطبيعة والحفاظ عليها وعلى مواردها والحفاظ عليها للأجيال القادمة.
- 2 – إيجاد نظام كفي لإدارة الطاقة بالمبنى والاستفادة من المناخ المحيط والطاقة المتجددة.
- 3 – البناء باستخدام مواد قابلة لإعادة التدوير لإعادة استخدامها عند هدم المبنى.

- 5 – البناء باستخدام المواد المتوفرة محلياً وتكون صديقة للبيئة ولا تحتاج الى جهد عالي للتصنيع.
- 6 – تقليل النفايات وإعادة تدويرها والاعتماد بشكل أكبر على المواد الطبيعية المحلية.
- (2/1/2) مبادئ تصميم المباني العامة المستدامة:** للوصول الى مفهوم المباني العامة المستدامة وتحقيق أهدافها هنالك مبادئ وهي كالتالي (Fernando,2013):
- 1 – كفاءة تشغيل طاقة المبنى وإدارتها بالشكل الأمثل والاستفادة من الطاقة المتجددة.
 - 2 – تقليل تكاليف التشغيل مع التحسين من كفاءة التشغيل في الوقت نفسه.
 - 3 – تحسين الكفاءة التشغيلية للمبنى مما يزيد من العمر الافتراضي للمبنى.
 - 4 – تقليل التلوث البيئي والحفاظ على البيئة المحيطة والتفاعل معها بالشكل الأمثل.
 - 5 – التكامل والتناغم بين المبنى ومناخ وتضاريس وطبوغرافية المكان.
 - 6 – استخدام مواد صديقة للبيئة بحيث تكون قابلة لإعادة التدوير وتكون محلية.
- (3/1/2) اليات تصميم المباني العامة المستدامة:** ولتحقيق مفهوم الاستدامة بالمباني وضعت اسس واليات لعملية التصميم والتشييد والتشغيل للمبنى حتى يصبح مستدام وهي كالتالي (Farah,2012):
- 1 – اختيار الموقع والأرض بشكل مناسب وتوجيه المبنى الأمثل وفقاً للعوامل المناخية للموقع.
 - 2 – ادارة الطاقة والمياه واستخدام الطاقة المتجددة والاعتماد عليها بشكل أكبر.
 - 3 – البناء باستخدام المواد المحلية المتوفرة واعادة تدوير المخلفات والمواد.
 - 4 – تحسين الجودة الداخلية في المبنى للمستخدمين بأنماطهم المختلفة
- (2/2) مقارنة أنظمة تقييم تحقيق استدامة المباني العامة باستخدام الواجهات الذكية:** يوجد منظمات أصدرت تقييمها الخاص للمباني المستدامة وسيتم دراسة كل منظمة "BREEAM"، "LEED"، ومنظمات عربية كمنظمة "MOSTADAM"، "ESTIDAMA"، "GPRS"، ليتم دراسة معايير تقييم الطاقة والمواد لكل منظمة من المنظمات الخمس، ويوضح جدول (3) معايير تقييم استدامة المبنى من حيث الطاقة والمواد لمنظمة BREEAM البريطانية (BREEAM,2016).

| عناصر تقييم الطاقة والمواد لمنظمة BREEAM | | |
|--|---------------|---------------|
| النقاط | عناصر التقييم | عناصر التقييم |
| | | |

| النقاط | عناصر التقييم | النقاط | عناصر التقييم |
|--------|-------------------------------------|--------|-------------------------------------|
| 2 | كفاءة الطاقة من حيث المعدات المركبة | 15 | استهلاك الطاقة وانبعاثات الكربون |
| 1 | مساحة كافية للمعدات | 4 | مراقبة الطاقة |
| 6 | تأثير المواد على عمر المبنى | 1 | التحكم بإضاءة الفراغات الخارجية |
| 4 | منتجات بناء ذات مصادر موثوقة | 3 | تصميم يحد من انبعاثات الكربون |
| 1 | تصميم مئین ومرن | 3 | كفاءة الطاقة من حيث التحكم بالتبريد |
| 1 | كفاءة المواد | 3 | كفاءة الطاقة من حيث أنظمة التنقل |
| | | 5 | كفاءة الطاقة من حيث إدارة الاداء |

ويوضح جدول (4) معايير تقييم استدامة المبنى لمنظمة LEED الأمريكية (LEED,2019).

جدول (4) عناصر تقييم الطاقة والمواد لمنظمة LEED (المصدر - بتصرف الباحث)

| عناصر تقييم الطاقة والمواد لمنظمة LEED | | | |
|--|---|--------|-------------------------------|
| النقاط | عناصر التقييم | النقاط | عناصر التقييم |
| 1 | تحسين ادارة التبريد والتدفئة | اجباري | التجربة والتحقق من التكاليف |
| 2 | الاستفادة من الطاقة الخضراء وتقليل انبعاثات الكربون | اجباري | اقل حد لأداء الطاقة |
| اجباري | جمع وتخزين المواد القابلة لإعادة التدوير | اجباري | قياس الطاقة على مستوى المبنى |
| اجباري | إدارة نفايات أعمال الإنشاء والهدم | اجباري | إدارة تكاليف التبريد والتدفئة |
| 5 | الحد من تأثير المواد على عمر المبنى | 6 | تحسين التشغيل التجريبي |
| 2 | الإفصاح عن المواد الصديقة للبيئة | 18 | تحسين أداء الطاقة |
| 2 | مصادر المواد الخام | 1 | قياس الطاقة بطرق متقدمة |
| 2 | مكونات المواد | 2 | استجابة للطلبات |
| 2 | إدارة نفايات أعمال الإنشاء والهدم | 3 | انتاج الطاقة المتجددة |

ويوضح جدول (5) معايير تقييم الاستدامة من حيث الطاقة والمواد MOSTADAM السعودية (12).

جدول (5) عناصر تقييم الطاقة والمواد لمنظمة MOSTADAM (المصدر - بتصرف الباحث)

| عناصر تقييم الطاقة والمواد لمنظمة MOSTADAM | | | |
|--|----------------------------|--------|--|
| النقاط | عناصر التقييم | النقاط | عناصر التقييم |
| 7 | الطاقة المتجددة | 15 | أداء الطاقة (5 نقاط إجبارية من أصل 15) |
| 1 | التأثير على طبقة الأوزون | 1 | التشغيل التجريبي للأنظمة (اجباري) |
| 1 | إدارة نفايات أعمال الإنشاء | 1 | التشغيل التجريبي لغلاف المبنى |
| 1 | مواد عزل غير ملوثة | 1 | قياس الطاقة |
| 2 | المواد المعاد تدويرها | 1 | الأجهزة الموفرة للطاقة |

ويوضح جدول (6) معايير تقييم الاستدامة من حيث الطاقة والمواد ESTIDAMA الإماراتية (9).

جدول (6) عناصر تقييم الطاقة والمواد لمنظمة ESTIDAMA (المصدر - بتصرف الباحث)

| عناصر تقييم الطاقة والمواد لمنظمة ESTIDAMA | | | |
|--|--|--------|---------------------------------------|
| النقاط | عناصر التقييم | النقاط | عناصر التقييم |
| اجباري | استخدام مواد ذات عمر طويل | اجباري | إدارة الإضاءة |
| اجباري | اختساب معتمدة، نانوية وإعادة استخدامها | اجباري | مراقبة الطاقة واعداد التقارير اللازمة |
| 1 | ادارة التخلص من نفايات عملية الإنشاء | 1 | تقنيات الطاقة المتجددة |
| 1 | ادارة النفايات العضوية | 1 | بشأن تقنيات الطاقة المستخدمة |

| | | | | |
|---|-----------------------------------|--------|--------------------------------|--------|
| 1 | استخدام مواد محلية | اجباري | التخلص من المواد الخطرة | المواد |
| 1 | استخدام مواد قابلة لإعادة التدوير | اجباري | إدارة نفايات عملية الإنشاء | |
| 1 | تطوير إعادة استخدام الأخشاب | اجباري | إدارة نفايات عملية التشغيل | |
| | | اجباري | إدارة نفايات الفراغات الخارجية | |

ويوضح جدول (7) معايير تقييم الاستدامة من حيث الطاقة والمواد GPRS المصرية (GPRS,2011).

جدول (7) عناصر تقييم الطاقة والمواد لمنظمة GPRS (المصدر - بتصرف الباحث)

| عناصر تقييم الطاقة والمواد لمنظمة GPRS | | | | |
|--|----------------------------------|--------|-----------------------------------|--------|
| النقاط | عناصر التقييم | النقاط | عناصر التقييم | |
| 2 | اختبارات الطاقة والتلوث الكربوني | 10 | تحسين كفاءة الطاقة | الطاقة |
| 3 | استخدام مواد محلية | 7 | الحد من اكتساب الحرارة من الخارج | |
| 1 | مواد مصنعة في الموقع | 3 | الأجهزة الموفرة للطاقة | |
| 3 | استخدام المواد المتجددة | 3 | أنظمة التنقل العامودي (المصاعد) | |
| 4 | استخدام مواد معاد تدويرها | 6 | الحد من أحمال الطاقة القصوى | |
| 3 | استخدام مواد مستخدمة سابقا | 12 | مصادر للطاقة المتجددة | |
| 1 | استخدام مواد خفيفة | 4 | التأثير البيئي | |
| 1 | استخدام مواد ذات مرونة عالية | 1 | الصيانة والتشغيل | |
| 3 | استخدام عناصر مسبقة الصنع | 4 | التوازن الأمثل بين الأداء والطاقة | |

(3/2) استنباط عناصر المنهجية المقترحة لتقييم مدى تحقيق استدامة المباني العامة باستخدام الواجهات الذكية: من خلال دراسة المنظمات السابقة وبالنظر إلى اختصاص هذا البحث في الواجهات الذكية، فقد تم تحديد (8) العناصر المعايير البنود المستنبطة من عناصر الطاقة والمواد (التي تتناوب وتتماثل) مع الواجهات الذكية في المباني، ويوضح جدول (8) هذه البنود المستنبطة ومن ثم مقارنتها بالمنظمات من حيث وجودها بالمنظمة من عدمها وعدد نقاطها بكل منظمة.

| مقارنة كلا من عناصر وبنود الطاقة والمادة المستنبطة مع المنظمات | | | | | | | |
|--|----------|-----------|------------|------|-------|----------------------------------|--------|
| المجموع | المنظمات | | | | | العنصر/البند | م |
| | GPRS | ESTIDAM A | MOSTAD AMI | LEED | BREEM | | |
| %22.56 | %25 | 8.96 % | %27 | %32 | %20 | كفاءة الطاقة | أولاً |
| 48 | 10 | - | 15 | 18 | 5 | تحسين كفاءة وأداء الطاقة | 1 |
| 7 | 7 | - | - | - | - | الحد من اكتساب الحرارة من الخارج | 2 |
| 23 | 12 | 1 | 7 | 3 | - | مصادر وتقنيات الطاقة المتجددة | 2 |
| 6 | 3 | - | 1 | - | 2 | المعدات المركبة | 3 |
| %12.78 | %10 | 23.9 % | %4 | %13 | %13 | المواد ومصادرهما | ثانياً |

| | | | | | | | |
|----|----|---|----|----|---|--|---|
| 1 | - | - | - | - | 1 | تصميم متين ومرن | 1 |
| 5 | 3 | - | - | 2 | - | مواد صديقة للبيئة | 2 |
| 4 | 3 | 1 | - | - | - | استخدام مواد محلية | 3 |
| 4 | 1 | 1 | 2 | - | - | استخدام مواد قابلة لإعادة التدوير | 4 |
| 1 | 1 | - | - | - | - | استخدام مواد ذات مرونة عالية | 5 |
| 99 | 40 | 3 | 25 | 23 | 8 | مجموع النقاط المستخدمة من قبل المنظمات | |

(3) الدراسة التحليلية: قياس مدى تحقيق استدامة المباني العامة باستخدام الواجهات الذكية: يتم اختيار حالات الدراسة المحلية والإقليمية والعالمية جدول (9)، ومقارنة كل مشروع مع جدول النموذج التحليلي المستنبط من الدراسة النظرية والذي يمثل المنهجية المقترحة.

(1/3) صياغة المنهجية المقترحة (تصميم النموذج التحليلي): من خلال الدراسة النظرية فيما يخص تطبيقات الواجهات الذكية، واستدامة المباني العامة وأنظمة تقييم استدامة المباني منها المحلية والإقليمية والعالمية، تم صياغة المهيجة المقترحة في صورة جدول يمثل النموذج التحليلي كأداة لقياس مدى نجاح المنهجية وتقييم تحقيق استدامة المبنى من خلال استخدام التطبيقات الذكية بالواجهات، حيث يتألف الجدول من أربع أجزاء، جزء وصفي لعناصر الواجهة الذكية بالمبنى من نوع الواجهة الذكية وأماكن استخدام ونوع المواد الذكية، والجزء التقييمي تحت قائمة بنود التقييم ويتكون من 22 نقطة تقييم بأصل 100% موزعة على جوانب الاستدامة المختلفة، وجزء تحليلي لعرض نتائج التقييم في شكل أعمدة، والجزء الأخير لمقارنة المبنى مع أنظمة تقييم الاستدامة التي تم دراستها (BREEAM, LEED, MOSTADAM, ESTIDAMA, GPRS)، ثم نتائج التقييم.

جدول (9) المشاريع التحليلية التي سيتم دراستها (المصدر الباحث)

| الأمثلة التحليلية المختارة | | | | | |
|----------------------------|---|--------------------------------------|---------------------------------------|--|---|
| المشروع | م | اسم المبنى | الموقع | نوع الواجهة الذكية | صورة للمبنى |
| محلي | 1 | جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية | المملكة العربية السعودية جدة | واجهة تفاعلية واجهة متحركة واجهة طاقة متجددة |  |
| إقليمي | 2 | أبراج البحر | الإمارات العربية المتحدة ابو ظبي | واجهة متحركة واجهة طاقة متجددة واجهة متكيفة |  |
| دولي | 3 | Ames Research Center | الولايات المتحدة الأمريكية كاليفورنيا | واجهة مرمرات هوائية واجهة متحركة واجهة طاقة متجددة |  |

(1/2/3) المشروع الأول: جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية -السعودية: مقارنة جامعة الملك عبد


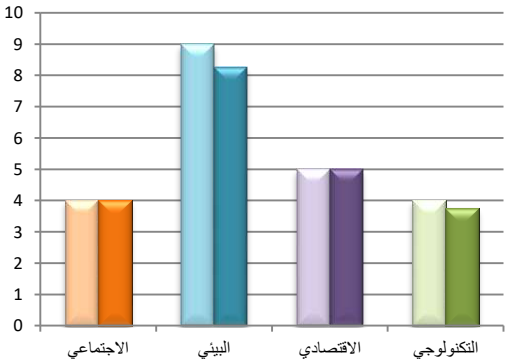
الله بجدول (10) لرؤية مدى تحقق الاستدامة للمبنى من خلال التطبيقات الذكية بالواجهات.

جدول (10) تطبيق جدول النموذج التحليلي لتقييم مبنى جامعة الملك عبد الله (المصدر الباحث)

| تقييم مدى تحقيق الواجهات الذكية لاستدامة مبنى جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية | | | | | | | | | | |
|---|-------------|---|--|---|---|---|--|--|--|---|
| وصف المبنى | | | | | | | | | | |
| صور المبنى | | | | | جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية | | | الاسم | | |
|   | | | | | المملكة العربية السعودية - جدة | | | المدينة | | |
| | | | | | HOK Co. | | | المصمم | | |
| | | | | | وصف للواجهة: يغطي واجهة بعض المباني شرائح أفقية تتحرك يدويا لعزل وكسر اشعة الشمس الساقطة بشكل مباشر على الواجهة، والزجاج المعالج الذي يعمل بدوره ايضا على زيادة عزل حرارة والرطوبة، مع وجود فتحات بالأسقف وأعلى الحوائط لتحسين جود حركة الهواء بداخل المبنى، وكما تم تركيب الواح الطاقة الشمسية على الأسقف للاستفادة من مصادر الطاقة المتجددة. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> واجهة تلفزيونية <input checked="" type="checkbox"/> واجهة متكيفة | | <input checked="" type="checkbox"/> واجهة متحركة <input checked="" type="checkbox"/> واجهة طاقة متجددة | | <input type="checkbox"/> واجهة صندوقية <input checked="" type="checkbox"/> واجهة تفاعلية | | <input type="checkbox"/> واجهة ثنائية الطبقة <input type="checkbox"/> واجهة ذات ممرات هوائية | | نوع الواجهة الذكية | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> مواد متغيرة الخواص <input checked="" type="checkbox"/> مواد محولة للطاقة | | | نوع المواد الذكية المستخدمة بالواجهات | | | <input checked="" type="checkbox"/> النظام الإنشائي <input checked="" type="checkbox"/> التشطيبات الخارجية | | امكان استخدام المواد الذكية بالواجهات | | |
| المواد الذكية بالواجهات | | الانظمة الذكية بالواجهات | | | | | قائمة بنود التقييم | | | |
| الاضاءة | الحرارة | الطاقة المتجددة | الرطوبة | حالة المناخ | القرب | الحركة | رياح | الرياح متغيرة | قشرة قماشية | 1 - توفير الراحة بأنواعها للمستخدمين. |
| | | | | | | | | | | 2 - تحسين الاتصال البصري مع الخارج. |
| الاقتصاد | التكنولوجيا | الاجتماعي | البيئي | الاجتماعي | البيئي | الاقتصادي | التكنولوجي | الاجتماعي | البيئي | 3 - رفع كفاءة البيئة الداخلية للمبنى. |
| | | | | | | | | | | 4 - توفير الامن والسلامة للمستخدمين |
| الاجتماعي | البيئي | الاقتصادي | التكنولوجي | الاجتماعي | البيئي | الاقتصادي | التكنولوجي | الاجتماعي | البيئي | 5 - التكامل والتناغم بين المبنى والمحيط. |
| | | | | | | | | | | 6 - الاستفادة من التهوية الطبيعية. |
| الاقتصاد | التكنولوجيا | الاجتماعي | البيئي | الاجتماعي | البيئي | الاقتصادي | التكنولوجي | الاجتماعي | البيئي | 7 - الاستفادة من الاضاءة الطبيعية. |
| | | | | | | | | | | 8 - استخدام مواد ذات مرونة عالية. |
| الاجتماعي | البيئي | الاقتصادي | التكنولوجي | الاجتماعي | البيئي | الاقتصادي | التكنولوجي | الاجتماعي | البيئي | 9 - حماية الطبيعة والحفاظ عليها. |
| | | | | | | | | | | 10 - خلق بيئة مشيدة تحتفظ بحق الاجيال القادمة. |
| الاقتصاد | التكنولوجيا | الاجتماعي | البيئي | الاجتماعي | البيئي | الاقتصادي | التكنولوجي | الاجتماعي | البيئي | 11 - البناء بمواد قابلة لإعادة التدوير. |
| | | | | | | | | | | 12 - البناء بمواد محلية. |
| الاجتماعي | البيئي | الاقتصادي | التكنولوجي | الاجتماعي | البيئي | الاقتصادي | التكنولوجي | الاجتماعي | البيئي | 13 - تقليل التلوث البيئي والحفاظ على البيئة. |
| | | | | | | | | | | 14 - تحسين كفاءة المبنى والعمر الافتراضي. |
| الاقتصاد | التكنولوجيا | الاجتماعي | البيئي | الاجتماعي | البيئي | الاقتصادي | التكنولوجي | الاجتماعي | البيئي | 15 - كفاءة النظام لإدارة الطاقة بالمبنى. |
| | | | | | | | | | | 16 - تقليل التكاليف التشغيلية للمبنى. |
| الاجتماعي | البيئي | الاقتصادي | التكنولوجي | الاجتماعي | البيئي | الاقتصادي | التكنولوجي | الاجتماعي | البيئي | 17 - مرونة وقوة المبنى لاستيعاب المتغيرات. |
| | | | | | | | | | | 18 - تجميع الطاقة المتجددة والاستفادة منها |
| الاقتصاد | التكنولوجيا | الاجتماعي | البيئي | الاجتماعي | البيئي | الاقتصادي | التكنولوجي | الاجتماعي | البيئي | 19 - التدوير والإدارة الفعالة للمخلفات بأنواعها. |
| | | | | | | | | | | 20 - المعدات المركبة على الواجهة المحققة للاستدامة. |
| الاجتماعي | البيئي | الاقتصادي | التكنولوجي | الاجتماعي | البيئي | الاقتصادي | التكنولوجي | الاجتماعي | البيئي | 21 - الحد من الأكتساب الحراري من الخارج. |
| | | | | | | | | | | 22 - مصادر وتقنيات الطاقة المتجددة. |
| قائمة المفاتيح: 1 = ● 0.75 = ● 0.50 = ⊙ 0.25 = ○ 0 = ⊗ | | | | | | | | | | |
| الخلاصة: تم تحقيق 21 نقطة من أصل 22، أي ما يعادل نسبة 95.45% من مدى تحقيق الاستدامة للمبنى من خلال واجهات الخارجية الذكية. | | | | | 21 | | نقاط التقييم | | 22 | |
| | | | | | LEED <input checked="" type="checkbox"/> | | BREEAM <input checked="" type="checkbox"/> | | أنظمة التقييم المتوافقة | |
| | | | | | GPRS <input checked="" type="checkbox"/> | | Estidama <input checked="" type="checkbox"/> | | Mostadam <input checked="" type="checkbox"/> | |

(2/2/3) المشروع الثاني: أبراج البحر – الإمارات العربية المتحدة: يتم في جدول (11) مقارنة أبراج البحر بأبو ظبي بالجدول النموذج التحليلي لمعرفة مدى تحقق الاستدامة بالواجهات الذكية.


جدول (11) تطبيق جدول النموذج التحليلي لتقييم مبنى أبراج البحر (المصدر الباحث)

| تقييم مدى تحقيق الواجهات الذكية لاستدامة مبنى أبراج البحر | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|--|-------------------------------------|---|--|--|---|--|--|------------------|
| وصف المبنى | | | | | | | | | | | | |
| صور المبنى | | | | | | أبراج البحر | | | الاسم | | | |
|  | | | | | | الإمارات العربية المتحدة – أبو ظبي | | | المدينة | | | |
| | | | | | | Aedas Studio Co. والمصمم عبد المجيد كرونه | | | المصمم | | | |
| وصف الواجهة: وهي عبارة عن برجين عملاقة ذات واجهات مغطاة بشكل كبير من قشرة متحركة صممت على شكل مشربيات وتمثال حركة الازهار بالمنطقة، وتعمل هذه القشرة على عزل المبنى من حرارة المنطقة واشعة الشمس المباشرة، مع توفير الاضاءة الطبيعية للفراغات الداخلية، وتم تزويد المبنى على الأسطح بالواح الطاقة الشمسية التي تعمل بدورها على تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة متجددة للاستفادة منها. | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> واجهة تلفزيونية <input type="checkbox"/> واجهة متكيفة | | | <input checked="" type="checkbox"/> واجهة متحركة <input checked="" type="checkbox"/> واجهة طاقة متجددة | | | <input type="checkbox"/> واجهة صندوقية <input type="checkbox"/> واجهة تفاعلية | | | <input checked="" type="checkbox"/> واجهة ثنائية الطبقة <input type="checkbox"/> واجهة ذات مرمرات هوائية | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> مواد متغيرة الخواص <input checked="" type="checkbox"/> مواد محولة للطاقة | | | نوع المواد الذكية المستخدمة بالواجهات | | | <input checked="" type="checkbox"/> النظام الإنشائي <input checked="" type="checkbox"/> التشطيبات الخارجية | | | امكان استخدام المواد الذكية بالواجهات | | | |
| المواد الذكية بالواجهات | | | | الانظمة الذكية بالواجهات | | | | قائمة بنود التقييم | | | | |
| القدرة على مقاومة الرياح <input checked="" type="checkbox"/> | مقاومة الزجاج <input checked="" type="checkbox"/> | الحركة <input checked="" type="checkbox"/> | القرب <input checked="" type="checkbox"/> | حالة المناخ <input checked="" type="checkbox"/> | الرطوبة <input type="checkbox"/> | النظافة <input checked="" type="checkbox"/> | الحرارة <input checked="" type="checkbox"/> | الاضاءة <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> توفير الراحة بأنواعها للمستخدمين. | | | الاجتماعي |
| | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> تحسين الاتصال البصري مع الخارج. | | | |
| تحليل النتائج | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> رفع كفاءة البيئة الداخلية للمبنى. | | | البيئي |
|  | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> توفير الامن والسلامة للمستخدمين | | | |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> التكامل والتناغم بين المبنى والمحيط. | | | البيئي |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> الاستفادة من التهوية الطبيعية. | | | |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> الاستفادة من الاضاءة الطبيعية. | | | الاجتماعي |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> استخدام مواد ذات مرونة عالية. | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> حماية الطبيعة والحفاظ عليها. | | | البيئي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> خلق بيئة مشيدة تحتفظ بحق الاجيال القادمة. | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> البناء بمواد قابلة لإعادة التدوير. | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> استخدام مواد محلية. | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> تقليل التلوث البيئي والحفاظ على البيئة. | | | البيئي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> تحسين كفاءة المبنى والعمر الافتراضي. | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> كفاءة النظام لإدارة الطاقة بالمبنى. | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> تقليل التكاليف التشغيلية للمبنى. | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> مرونة وقوة المبنى لاستيعاب المتغيرات. | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> تجميع الطاقة المتجددة والاستفادة منها | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> التدوير والإدارة الفعالة للمخلفات بأنواعها. | | | البيئي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> المعدات المركبة على الواجهة المحققة للاستدامة. | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> الحد من الاكتساب الحراري من الخارج. | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> مصادر وتقنيات الطاقة المتجددة. | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| التكنولوجي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاجتماعي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| البيئي | | | | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | الاجتماعي |
| الاقتصادي | | | | | | | | | | | | |

(3/2/3) المشروع الثالث: Ames Research Center – الولايات المتحدة الأمريكية: يتم تقييم

مدى تحقيقه للاستدامة خلال جدول النموذج التحليلي كما هو موضح بجدول (12).

جدول (12) تطبيق جدول النموذج التحليلي لتقييم مبنى Ames Research Center (المصدر الباحث)

| تقييم مدى تحقيق الواجهات الذكية لاستدامة مبنى Ames Research Center | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|--|--|--|-------------------------------------|---|--|--|---|---|--|
| وصف المبنى | | | | | | | | | | | | | |
| صور المبنى | | | | | Ames Research Center | | | الاسم | | | | | |
|  | | | | | الولايات المتحدة الأمريكية – كاليفورنيا | | | المدينة | | | | | |
| | | | | | William McDonough و فريق مركز ابحاث ناسا | | | المصمم | | | | | |
| وصف للواجهة: حواظ زجاجية مغطاة بطبقة من الشرائح المعدنية المتحركة يدوياً وحسب الحاجة بأسدالها أو رفعها، وتعمل هذه الشرائح على كسر أشعة الشمس الساقطة على المبنى وخلق ممر هوائي بين الواجهة وبين هذه الكاسرات، مما يحسن ذلك ويرفع كفاءة البيئة الداخلية، كما تم خلق ممرات هوائية لجزء معين بين المباني بالتصميم الخاص، ويحتوي السطح على الواح تحويل الطاقة الشمسية للاستفادة من الطاقة المتجددة. | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> واجهة تلفزيونية <input checked="" type="checkbox"/> واجهة متكيفة | | <input checked="" type="checkbox"/> واجهة متحركة <input checked="" type="checkbox"/> واجهة طاقة متجددة | | <input type="checkbox"/> واجهة صندوقية <input type="checkbox"/> واجهة تفاعلية | | <input checked="" type="checkbox"/> واجهة ثانية الطبقة <input checked="" type="checkbox"/> واجهة ذات ممرات هوائية | | نوع الواجهة الذكية | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> مواد متغيرة الخواص <input checked="" type="checkbox"/> مواد محولة للطاقة | | | نوع المواد الذكية المستخدمة بالواجهات | | | <input checked="" type="checkbox"/> النظام الإنشائي <input checked="" type="checkbox"/> التشطيبات الخارجية | | امكان استخدام المواد الذكية بالواجهات | | | | | |
| المواد الذكية بالواجهات | | الانظمة الذكية بالواجهات | | | قائمة بنود التقييم | | | | | | | | |
| تقييم فئوي 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 الاجتماعي البيئي الاقتصادي التكنولوجي | قشرة قماشية <input type="checkbox"/> | واجهات معدنية <input checked="" type="checkbox"/> | زجاج <input checked="" type="checkbox"/> | الحركة <input type="checkbox"/> | القرب <input type="checkbox"/> | حالة المناخ <input checked="" type="checkbox"/> | الرطوبة <input type="checkbox"/> | الطاقة المتجددة <input checked="" type="checkbox"/> | الحرارة <input checked="" type="checkbox"/> | الاضاءة <input checked="" type="checkbox"/> | 1 – توفير الراحة بأنواعها للمستخدمين. | ● | الاجتماعي البيئي الاقتصادي التكنولوجي |
| | | | | | | | | | | | 2 – تحسين الاتصال البصري مع الخارج. | ● | |
| | | | | | | | | | | | 3 – رفع كفاءة البيئة الداخلية للمبنى. | ● | |
| | | | | | | | | | | | 4 – توفير الامن والسلامة للمستخدمين | ○ | |
| | | | | | | | | | | | 5 – التكامل والتناغم بين المبنى والمحيط. | ● | |
| | | | | | | | | | | | 6 – الاستفادة من التهوية الطبيعية. | ○ | |
| | | | | | | | | | | | 7 – الاستفادة من الاضاءة الطبيعية. | ● | |
| | | | | | | | | | | | 8 – استخدام مواد ذات مرونة عالية. | ● | |
| | | | | | | | | | | | 9 – حماية الطبيعة والحفاظ عليها. | ● | |
| | | | | | | | | | | | 10 – خلق بيئة مشيدة تحتفظ بحق الاجيال القادمة. | ● | |
| | | | | | | | | | | | 11 – البناء بمواد قابلة لإعادة التدوير. | ○ | |
| | | | | | | | | | | | 12 – البناء بمواد محلية. | ● | |
| | | | | | | | | | | | 13 – تقليل التلوث البيئي والحفاظ على البيئة. | ● | |
| | | | | | | | | | | | 14 – تحسين كفاءة المبنى والعمر الافتراضي. | ● | |
| | | | | | | | | | | | 15 – كفاءة النظام لإدارة الطاقة بالمبنى. | ● | |
| | | | | | | | | | | | 16 – تقليل التكاليف التشغيلية للمبنى. | ● | |
| | | | | | | | | | | | 17 – مرونة وقوة المبنى لاستيعاب المتغيرات. | ○ | |
| | | | | | | | | | | | 18 – تجميع الطاقة المتجددة والاستفادة منها | ● | |
| | | | | | | | | | | | 19 – التدوير والادارة الفعالة للمخلفات بأنواعها. | ○ | |
| | | | | | | | | | | | 20 – المعدات المركبة على الواجهة المحققة للاستدامة. | ● | |
| | | | | | | | | | | | 21 – الحد من الاكتساب الحراري من الخارج. | ● | |
| | | | | | | | | | | | 22 – مصادر وتقنيات الطاقة المتجددة. | ● | |
| قامة المفتاح: 1 = ● 0.75 = ○ 0.50 = ⊙ 0.25 = ⊖ = صفر | | | | | | | | | | | | | |
| نقاط التقييم | | 22 | | النقاط التي تم تحقيقها بالمبنى | | 20,75 | | LEED <input checked="" type="checkbox"/> BREEAM <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | |
| أنظمة التقييم المتوافقة | | | | | | | | | | | | | |

الخلاصة: تم تحقيق 20.75 نقطة من أصل 22، أي نسبة 94.32% من مدى تحقيق الاستدامة للمبنى من خلال واجهات الخارجية الذكية.

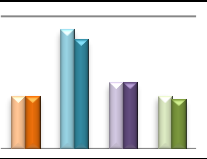



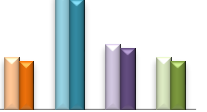

GPRS

Estidama

Mostadam

(3/3) تحليل نتائج الدراسات التحليلية: من خلال المقارنات السابقة للمشاريع المختارة مع جدول النموذج التحليلي، يوضح جدول (13) نتائج المقارنات بين الأمثلة والجدول وملخص وصفي للواجهة.

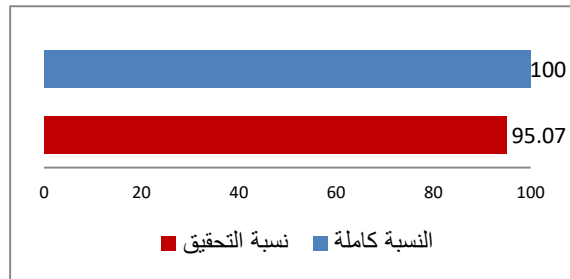
جدول (13) تقييم مدى تحقيق استدامة المشاريع المشابهة من خلال الواجهات الذكية (المصدر الباحث)

| تحليل المشاريع المشابهة | | |
|---|----------------------------|--|
| جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية – المملكة العربية السعودية – جدة – (HOK Co.) | | |
|  | 21 نقطة من 22 %95.45 |  يغطي واجهة بعض المباني قشرة معدنية عبارة عن شرائح أفقية تتحرك يدويا لعزل وكسر أشعة الشمس الساقطة بشكل مباشر على الواجهة، والزجاج المعالج الذي يعمل بدوره أيضا على زيادة عزل حرارة ورطوبة المنطقة، مع وجود فتحات بالأسقف وأعلى الحوائط لتحسين جود حركة الهواء بداخل المبنى، وكما تم تركيب ألواح الطاقة الشمسية على غالبية الأسقف للاستفادة من مصادر الطاقة المتجددة. |
| أبراج البحر – الإمارات العربية المتحدة – أبو ظبي – (Aedas Studio Co.) والمصمم عبدالمجيد كرونه | | |
|  | 21 نقطة من 22 %95.45 |  وهي عبارة عن برجين عملاقة ذات واجهات مغطاة بشكل كبير من قشرة متحركة صممت على شكل مشربيات وتمثل حركة الأزهار بالمنطقة، وتعمل هذه القشرة على عزل المبنى من حرارة المنطقة وأشعة الشمس المباشرة، مع توفير الإضاءة الطبيعية للقرارات الداخلية، وتم تزويد المبنى على الأسطح بألواح الطاقة الشمسية التي تعمل بدورها على تحويل الطاقة الشمسية الى متجددة للاستفادة منها. |
| Ames Research Center NASA – الولايات المتحدة الأمريكية – كاليفورنيا – (William McDonough) وفريق مركز أبحاث ناسا | | |
|  | 20.75 نقطة من 22 %94.32 |  حوائط زجاجية مغطاة بطبقة من الشرائح المعدنية المتحركة يدويا وحسب الحاجة بأسدالها أو رفعها، وتعمل هذه الشرائح على كسر أشعة الشمس الساقطة على المبنى وخلق ممر هوائي بين الواجهة وبين هذه الكاسرات، مما يحسن ذلك ويرفع كفاءة البيئة الداخلية، كما تم خلق ممرات هوائية لجزء معين بين المباني بالتصميم الخاص، ويحتوي السطح على ألواح تحويل الطاقة الشمسية. |

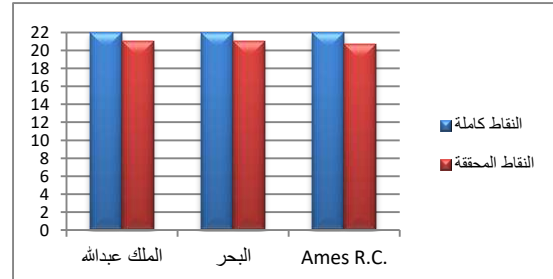
ويوضح جدول (14) نتائج التقييم لجدول النموذج التحليلي (تقييم الاستدامة) بالمباني العامة.

| مدى تحقيق المشاريع لجدول النموذج التحليلي | | | | |
|---|-----------------|-------------|----------------------|-------------------------------|
| متوسط التقييم | Ames Research C | ابراج البحر | جامعة الملك عبد الله | المقارنة |
| 20.92 | 20.75 | 21 | 21 | النقاط المحققة من أصل 22 نقطة |
| %95.07 | %94.32 | %95.45 | %95.45 | نسبة تحقيق كل مثال من 100% |

ويوضح شكل (3) الأعمدة البيانية لمقارنة نتائج تحقيق المشاريع للجدول، وشكل (4) نسبة تحقيق جدول النموذج التحليلي مما يثبت صحة الجدول في تقييم استدامة المباني من خلال الواجهات الذكية.



شكل (4) نسبة تحقيق الجدول (المصدر الباحث)



شكل (3) نسبة تحقيق المشاريع للجدول (المصدر الباحث)

(4) الدراسة التطبيقية: تقييم مدى تحقيق الواجهات الذكية لاستدامة المباني العامة بمكة المكرمة:
بعد اجراء الدراسات التحليلية على بعض المشاريع الرائدة واثبات صحة جدول النموذج التحليلي،
يتم دراسة منطقة مكة المكرمة وذلك لإثبات فرضيات وهدف الدراسة بتحقيق استدامة المباني والهوية
المعمارية والعمرانية خلال استخدام التطبيقات الذكية بالواجهات لتحقيق الاستدامة بالمباني العامة.

(1/4) منهجية الدراسة التطبيقية: التعريف بمنطقة الدراسة (مكة المكرمة) ومناخها وهويتها
المعمارية والعمرانية، والتعريف بالأدوات والبرامج المستخدمة مع ذكر مميزات وعوامل اختيار
برنامج اختبارات المحاكاة (Eco Tect)، وماهي معايير اختيار مشروعات الدراسة واليات تطوير
واجهاتها.

(2/4) تحليل وتقييم عينات الدراسة التطبيقية: تم اختيار مشاريع الدراسة بمنطقة مكة المكرمة،
ويوضح جدول (15) اشكاليات المشاريع المختارة ومدى توافرها مع جوانب الاستدامة المختلفة.

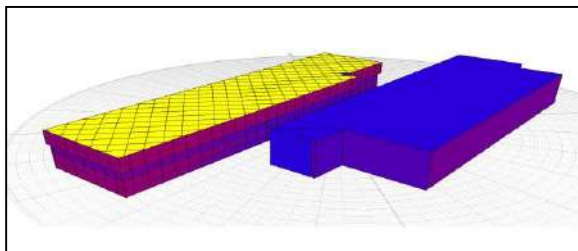
| المشاريع التطبيقية المختارة لتطبيق الدراسة عليها واسباب اختيارها | | | |
|--|-----------------------------------|---|--|
| م | معايير الاختيار | مجمع الجروشي التجاري | فندق الزائر رويال |
| 1 | المبني قائم | نعم | نعم |
| 2 | المبني داخل نطاق منطقة الدراسة | نعم | نعم |
| 3 | وظيفة المبني | تجاري/إداري | فندق |
| 4 | اتجاه الواجهة | أفقي | رأسي |
| 5 | إشكاليات المبني | 1 - واجهة زجاجية بالكامل متعرضة لأشعة الشمس بشكل مباشر. 2 - تصميم غير متوافق مع بيئة المنطقة. 3 - عدم الاستغلال والاستفادة والتوافق من الظروف المناخية بالمنطقة. 4 - عدم استخدام مواد ذكية بالواجهات لمعالجة المتغيرات المناخية. 5- عدم تحقيق الهوية والطابع المعماري لمنطقة مكة المكرمة. | 1 - واجهة زجاجية بالكامل ذات مساحة شاسعة متعرضة لأشعة الشمس مباشرة. 2 - تصميم غير متوافق مع بيئة المنطقة. 3 - عدم الاستغلال والاستفادة والتوافق من الظروف المناخية بالمنطقة. 4 - عدم استخدام مواد ذكية بالواجهات لمعالجة المتغيرات المناخية. 5 - عدم تحقيق الهوية والطابع المعماري لمنطقة مكة المكرمة. |
| 6 | توافق المبني مع الجانب الاجتماعي | توفير اتصال بصري + شاشة تفاعلية | توفير اتصال بصري |
| 7 | توافق المبني مع الجانب البيئي | لا يوجد | لا يوجد |
| 8 | توافق المبني مع الجانب الاقتصادي | دخول اضافة من الشاشة | لا يوجد |
| 9 | توافق المبني مع الجانب التكنولوجي | شاشة عرض | لا يوجد |
| 10 | حفاظه على الهوية المعمارية للمكان | لم يتم احياؤها او الحفاظ عليها | لم يتم احياؤها او الحفاظ عليها |

(1/2/4) المشروع الأول: مجمع الجروشي التجاري الاداري (الرصيفة - مكة المكرمة): يقع مجمع الجروشي التجاري جنوب غرب الحرم المكي الشريف، ويبعد عنه ما يقارب 4.5 كم، وهو مبنى مستطيل الشكل بأبعاد 40 متر عرضاً و170 متر طولاً، ويوضح جدول (16) مشروع مجمع الجروشي التجاري.

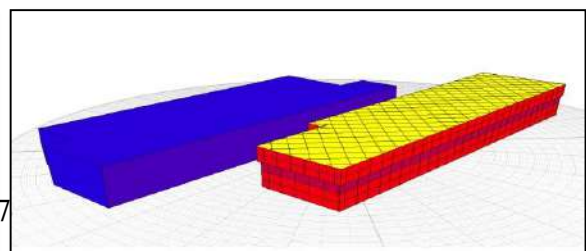
جدول (16) بيانات ووصف تحليلي لمجمع الجروشي التجاري الاداري (المصدر الباحث)

| الوصف التحليلي لمبنى مجمع الجروشي التجاري الاداري | | | |
|---|--|-----------------------|--|
| المدينة | مكة المكرمة | الحي | حي الرصيفة |
| مساحة المبنى | 20,706 متر مربع | عدد الطوابق | 3 طوابق |
| الموقع |  | حركة الشمس على المبنى |  |
| حدود المبنى | | | |
| الشمال | أرض فضاء / مواقف المبنى | الجنوب | ارض فضاء |
| الشرق | شارع عرض 30 متر | الغرب | ارض فضاء / مبنى تجاري |
| وصف لواجهة المبنى | صور واجهة المبنى | | |
| وصف لواجهة المبنى | واجهة زجاجية بارتفاع 14 متر يعلوها واجهة تلفزيونية عبارة عن شاشة عرض تحيط بالمبنى من ثلاث جهات ويبلغ ارتفاعها 7 متر، وبعض الأعمدة المزينة بالواح الالمنيوم | | |
| المواد المستخدمة بالواجهة | 1 - زجاج مزدوج. 2 - شاشة عرض. | | |

(1/1/2/4) المرحلة الأولى للمشروع (تقييم الحالة بالتصميم القائم): بعد تصميم ورفع مجسم المبنى بشكل كامل ومن خلال اختبارات المحاكاة التي تم اجراؤها على المجسم، توضح صورة (6) (7) مدى تأثير الواجهات المختلفة من حوائط وأسطح بأشعة الشمس.



صورة (7) التأثير على الواجهات الغربية والشمالية (المصدر الباحث)



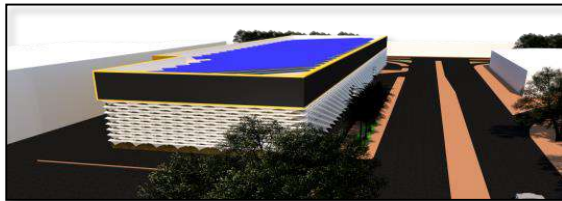
صورة (6) التأثير على الواجهات الشرقية والجنوبية (المصدر الباحث)

وبعد إجراء اختبارات المحاكاة لاستنتاج كمية الطاقة المستهلكة سنوياً، فإن جدول (17) يوضح نتائج كمية الطاقة المستهلكة بشكل سنوي للمبنى بمرحلته الأولى (الوضع القائم) حيث إن استهلاك الطاقة بشكل سنوي لتكثيف المبنى كان 5,402,032,128 واط في السنة.

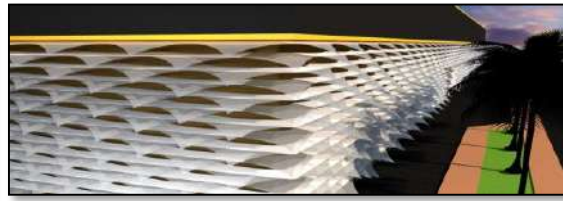
جدول (17) ملخص النتائج للمرحلة الأولى لمجمع الجروشي التجاري الإداري (المصدر الباحث)

| ملخص نتائج المحاكاة للمبنى بالمرحلة الأولى | | |
|--|---|-------------------|
| 1 | مجموع استهلاك الطاقة لعملية التبريد للمبنى سنوياً | 5.354.712.064 واط |
| 2 | مجموع استهلاك الطاقة لعملية التدفئة للمبنى سنوياً | 47.319.848 واط |
| 3 | مجموع الطاقة المستهلكة للمبنى سنوياً | 5.402.032.128 واط |

(2/1/2/4) تطوير الواجهات باستخدام التطبيقات الذكية: من خلال الدراسات التحليلية واختبارات المحاكاة للمبنى القائم واستنتاج مدى تأثير الواجهات الخارجية ومدى تحقيق المبنى لمستويات الاستدامة المختلفة، فإنه بناءً على ذلك ووفقاً لآليات تطوير الواجهات، صورة (8) الشكل التصوري للواجهات الذكية المقترحة بعد استخدام الأشعة من البلاستيك المعالج (PTFE) وخلايا الطاقة الشمسية على السطح.



صورة (9) الأشعة الواح الطاقة الشمسية على السطح (المصدر)



صورة (8) الأشعة المعالجة كدرع للحماية من الشمس (المصدر)

(3/1/2/4) المرحلة الثانية للمشروع (تقييم الحالة بالتصميم المقترح): من خلال اختبارات المحاكاة

التي تم إجراءها على المجسم في مرحلته الثانية (التصور المقترح) يوضح جدول (19) نتائج اختبارات المحاكاة لكمية الطاقة المستهلكة والطاقة المتجددة المجمعة بشكل سنوي.


جدول (19) ملخص النتائج للمرحلة الثانية لمجمع الجروشي التجاري الإداري (المصدر الباحث)

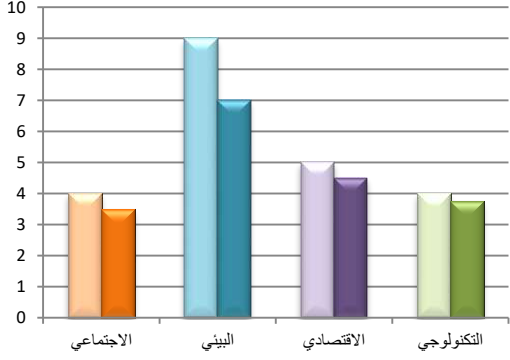
| ملخص نتائج المحاكاة للمبنى بالمرحلة الثانية | | |
|---|---|-------------------|
| 1 | مجموع استهلاك الطاقة لعملية التبريد للمبنى سنوياً | 4.656.544.256 واط |
| 2 | مجموع استهلاك الطاقة لعملية التدفئة للمبنى سنوياً | صفر |
| 3 | مجموع الطاقة المستهلكة للمبنى سنوياً | 4.656.544.256 واط |
| 4 | كمية الطاقة المتجددة المجمعة سنوياً | 1.603.841.664 واط |

(4/1/2/4) تقييم مدى تحقيق الاستدامة باستخدام التطبيقات الذكية بالواجهات: ويوضح جدول (20)

مقارنة مبنى الجروشي التجاري بمرحلته الثانية (الوضع المقترح).

جدول (20) مقارنة التصميم المقترح للواجهة الذكية لمجمع الجروشي التجاري الإداري مع جدول النموذج التحليلي (المصدر الباحث)

| تقييم مدى تحقيق الواجهات الذكية لاستدامة مبنى الجروشي التجاري الإداري (التصميم المقترح) | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--------------------------|--|--|---------------------------------------|--|--|--|--|--|
| الوصف التحليلي للمبنى | | | | | | | | | | | |
| اسم المدينة | | | اسم المصمم | | | الاسم | | | صور المبنى | | |
| المملكة العربية السعودية - مكة | | | الباحث | | | | | |  | | |
| وصف للواجهة: تركيب اضاءات تفاعلية على الواجهة للتفاعل مع المحيط وزوار المكان مع تركيب أشعة بلاستيكية معالجة خاصة بتصميم خيامي وذلك لمعالجة اشعة الشمس الساقطة عليها واحياء للهوية المعمارية للمنطقة، كما يتم تدعيم السطح بالأواح خلايا الطاقة الشمسية وذلك للاستفادة من أشعة الشمس الساقطة عليها بشكل كبير واعطاء الظلال للأرضيات. | | | | | | | | | | | |
| نوع الواجهة الذكية بالمبنى | | | واجهة ثنائية الطبقة | | | واجهة متحركة | | | واجهة تلفزيونية | | |
| امكان استخدام المواد الذكية بالواجهات | | | التشطيبات الخارجية | | | نوع المواد الذكية المستخدمة بالواجهات | | | مواد متغيرة الخواص | | |
| قائمة بنود التقييم | | | الانظمة الذكية بالواجهات | | | المواد الذكية بالواجهات | | | | | |
| 1 - توفير الراحة بأنواعها للمستخدمين. | | | الاضاءة | | | الحرارة | | | الطاقة المتجددة | | |
| 2 - تحسين الاتصال البصري مع الخارج. | | | الحرارة | | | الطاقة المتجددة | | | الحرارة | | |
| 3 - رفع كفاءة البيئة الداخلية للمبنى. | | | الحرارة | | | الطاقة المتجددة | | | الحرارة | | |
| 4 - توفير الامن والسلامة للمستخدمين | | | الحرارة | | | الطاقة المتجددة | | | الحرارة | | |
| 5 - التكامل والتناغم بين المبنى والمحيط. | | | الحرارة | | | الطاقة المتجددة | | | الحرارة | | |
| 6 - الاستفادة من التهوية الطبيعية. | | | الحرارة | | | الطاقة المتجددة | | | الحرارة | | |
| 7 - الاستفادة من الاضاءة الطبيعية. | | | الحرارة | | | الطاقة المتجددة | | | الحرارة | | |
| 8 - استخدام مواد ذات مرونة عالية. | | | الحرارة | | | الطاقة المتجددة | | | الحرارة | | |
| 9 - حماية الطبيعة والحفاظ عليها. | | | الحرارة | | | الطاقة المتجددة | | | الحرارة | | |
| 10 - خلق بيئة مشيدة تحتفظ بحق الاجيال القادمة. | | | الحرارة | | | الطاقة المتجددة | | | الحرارة | | |
| 11 - البناء بمواد قابلة لإعادة التدوير. | | | الحرارة | | | الطاقة المتجددة | | | الحرارة | | |
| 12 - البناء بمواد محلية. | | | الحرارة | | | الطاقة المتجددة | | | الحرارة | | |
| 13 - تقليل التلوث البيئي والحفاظ على البيئة. | | | الحرارة | | | الطاقة المتجددة | | | الحرارة | | |
| 14 - تحسين كفاءة المبنى والعمر الافتراضي. | | | الحرارة | | | الطاقة المتجددة | | | الحرارة | | |
| 15 - كفاءة النظام لإدارة الطاقة بالمبنى. | | | الحرارة | | | الطاقة المتجددة | | | الحرارة | | |
| 16 - تقليل التكاليف التشغيلية للمبنى. | | | الحرارة | | | الطاقة المتجددة | | | الحرارة | | |
| 17 - مرونة وقوة المبنى لاستيعاب المتغيرات. | | | الحرارة | | | الطاقة المتجددة | | | الحرارة | | |
| 18 - تجميع الطاقة المتجددة والاستفادة منها | | | الحرارة | | | الطاقة المتجددة | | | الحرارة | | |
| تحليل النتائج | | | | | | | | | | | |

| | | |
|--|---|--------------------------------|
|  <p>الاجتماعي البيئي الاقتصادي التكنولوجي</p> | <p>19 – التدوير والادارة الفعالة للمخلفات بأنواعها.</p> <p>20 – المعدات المركبة على الواجهة المحققة للاستدامة.</p> | التكديري |
| | <p>21 – الحد من الاكتساب الحراري من الخارج.</p> <p>22 – مصادر وتقنيات الطاقة المتجددة.</p> | |
| <p>قائمة المفاتيح:</p> <p>صفر = ⊗ 0.25 = ⊙ 0.50 = ⊕ 0.75 = ● 1 = ●</p> | <p>18,75</p> <p>النقاط التي تم تحقيقها بالمبنى</p> | <p>22</p> <p>نقاط التقييم</p> |
| <p>الخلاصة:</p> <p>تم تحقيق 18.75 نقطة من أصل 22 أي ما يعادل نسبة 85.23% من مدى تحقيق الاستدامة للمبنى من خلال واجهات الخارجية الذكية.</p> | <p>LEED <input checked="" type="checkbox"/> BREEAM <input type="checkbox"/></p> <p>GPRS <input checked="" type="checkbox"/> Estidama <input checked="" type="checkbox"/> Mostadam <input checked="" type="checkbox"/></p> | <p>أنظمة التقييم المتوافقة</p> |

(2/2/4) المشروع الثاني: برج الزائر رويال الفندقية- (كدي-مكة المكرمة): هو برج فندقي 20

طابق، يقع على أحد أهم الطرق الرئيسية (الطريق الدائري الثالث)، ويوضح جدول (21).

جدول (21) بيانات ووصف تحليلي لبرج الزائر رويال الفندقية (المصدر الباحث)

| الوصف التحليلي لمبنى فندق الزائر رويال الفندقية | | | |
|---|---|---|---------------------------|
| زهرة كدي | الحي | مكة المكرمة | المدينة |
| 20 طابق | عدد الطوابق | 37,914 متر مربع | مساحة المبنى |
|  |  |  | الموقع |
| حدود المبنى | | | |
| شارع عرض 60م | الجنوب | ارض فضاء | الشمال |
| ارض فضاء | الغرب | ارض فضاء | الشرق |
| صور واجهة المبنى | | الواجهة عبارة عن زجاج يغطي كامل الواجهة مع اطارات من سرائح الالمنيوم التي تحيط بالزجاج بارتفاع المبنى المكون من 20 طابق | وصف لواجهة المبنى |
|  |  | | المواد المستخدمة بالواجهة |
| | | 1 – زجاج مزدوج | |
| | | 2 – الواح المنيوم. | |

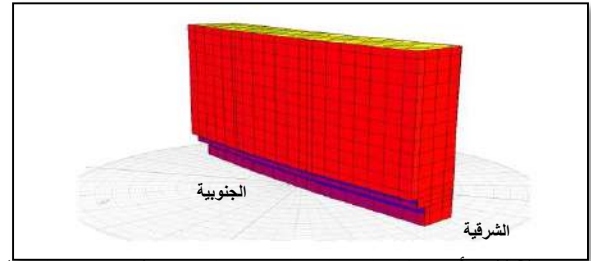
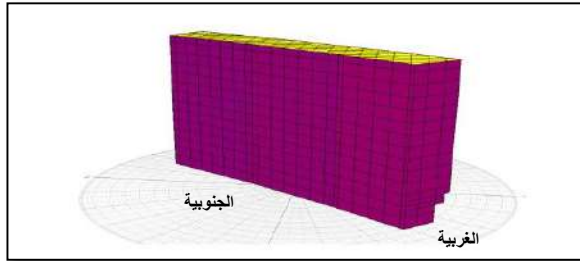
(1/2/2/4) المرحلة الأولى للمشروع (تقييم الحالة بالتصميم القائم): بعد تصميم المبنى بشكل كامل

ومن خلال اختبارات المحاكاة، توضح صورة (10) (11) مدى تأثير الواجهات بأشعة الشمس.

ويوضح جدول (22) نتائج كمية الطاقة المستهلكة بشكل سنوي للمشروع بمراحلته الأولى (الوضع القائم)، يستهلك المبنى لعملية تبريد وتدفئة المبنى بشكل سنوي 10,606,138,368 واط في السنة.

جدول (22) ملخص النتائج للمرحلة الأولى لبرج الزائر رويال الفندقي (المصدر الباحث)

| ملخص نتائج المحاكاة للمبنى بالمرحلة الأولى | | |
|--|---|--------------------|
| 1 | مجموع استهلاك الطاقة لعملية التبريد للمبنى سنوياً | 10.472.950.784 واط |
| 2 | مجموع استهلاك الطاقة لعملية التدفئة للمبنى سنوياً | 133.187.872 واط |
| 3 | مجموع الطاقة المستهلكة للمبنى سنوياً | 10.606.138.368 واط |



صورة (10) التأثير على الواجهات الشرقية والجنوبية (المصدر الباحث) صورة (11) التأثير على الواجهات الغربية والشمالية (المصدر الباحث)

(2/2/2/4) تطوير واستخدام التطبيقات الذكية بالواجهات: من خلال الدراسات التحليلية واختبارات المحاكاة للمبنى القائم وآليات تطوير الواجهات، توضح صور (12) (13) الواجهات الذكية المقترحة بعد استخدام الكاسرات المعدنية المتحركة من (Stainless Steel) والشاشات على الواجهات الجانبية.



صورة (12) الشاشة التفاعلية على الواجهة الشرقية (المصدر) صورة (13) لكاسرات المعدنية بأعلى الزجاج (المصدر الباحث)
(3/2/2/4) المرحلة الثانية للمشروع (تقييم الحالة بالتصميم المقترح): من خلال اختبارات المحاكاة

التي تم اجراءها على المجسم في مرحلته الثانية (التصور المقترح) يوضح جدول (23) نتائج اختبارات

المحاكاة لكمية الطاقة المستهلكة والطاقة المتجددة المجمعة بشكل سنوي.

جدول (23) ملخص النتائج للمرحلة الثانية لبرج الزائر رويال (المصدر الباحث)

ملخص نتائج المحاكاة للمبنى بالمرحلة الثانية

| | | | |
|---|---|---|---|
| القائمة المفتوح: 1 = ● 0.75 = ● 0.50 = ⊙ 0.25 = ⊙ 0 = ⊗ صفر | ● | 15 - كفاءة النظام لإدارة الطاقة بالمبنى. | نقاط التقييم 22 النقاط التي تم تحقيقها بالمبنى 19,50 |
| | ● | 16 - تقليل التكاليف التشغيلية للمبنى. | |
| | ● | 17 - مرونة وقوة المبنى لاستيعاب المتغيرات. | |
| | ● | 18 - تجميع الطاقة المتجددة والاستفادة منها | |
| | ○ | 19 - التدوير والادارة الفعالة للمخلفات بأنواعها. | |
| | ● | 20 - المعدات المركبة على الواجهة المحققة للاستدامة. | |
| | ● | 21 - الحد من الاكتساب الحراري من الخارج. | |
| | ● | 22 - مصادر وتقنيات الطاقة المتجددة. | |
| أنظمة التقييم المتوافقة LEED <input checked="" type="checkbox"/> BREEAM <input checked="" type="checkbox"/> GPRS <input type="checkbox"/> Estidama <input checked="" type="checkbox"/> Mostadam <input checked="" type="checkbox"/> | | الخلاصة: تم تحقيق 19.50 نقطة من أصل 22، أي ما يعادل نسبة 88.34% من مدى تحقيق الاستدامة للمبنى من خلال واجهات الخارجية الذكية. | |

(3/4) تحليل نتائج الدراسات التطبيقية: تقييم تحقيق الاستدامة بالمباني العامة باستخدام الواجهات الذكية: من خلال نتائج عمليات المحاكاة للمشاريع التطبيقية وتطوير الواجهات لتصبح ذكية ومقارنتها مع جدول النموذج التحليلي فإنه يمكن تلخيص النتائج كالتالي:

أولاً: مقارنة توضح مدى استخدام التطبيقات الذكية بالواجهات المقترحة: ويوضح جدول (25) نتائج المقارنة. جدول (25) مقارنة التطبيقات الذكية المستخدمة للواجهات المقترحة لحالات الدراسة التطبيقية (المصدر الباحث)

| الواجهات والمواد الذكية المختارة للمشاريع | | |
|---|----------------------------------|------------------------------|
| البند | مجمع الجروشي التجاري الاداري | فندق الزائر رويال الفندقي |
| الواجهة الذكية المقترحة | واجهات ثنائية الطبقة | واجهة تلفزيونية |
| | | واجهة ثنائية الطبقة - متكيفة |
| المواد الذكية بالواجهات المقترحة | بلاستيك البولي تترافلورو ايثيلين | شرايح Stainless Steel |
| | الزجاج منخفض الانعكاسية | الزجاج منخفض الانعكاسية |
| | خلايا الطاقة الشمسية | خلايا الطاقة الشمسية |

ثانياً: مقارنة نتائج الطاقة المستهلكة والطاقة المتجددة: ويوضح جدول (26) نتائج المقارنة. جدول (26) مقارنة كمية استهلاك الطاقة والطاقة المتجددة بين المشروعين (المصدر الباحث)

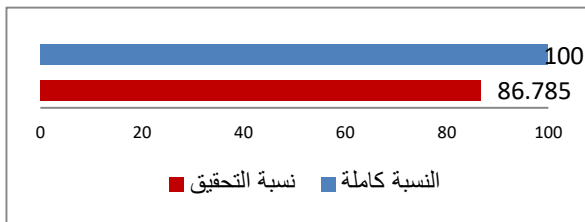
| مقارنة كمية استهلاك الطاقة والطاقة المتجددة المجمع للمشروعين | | | | | |
|--|---------------------------|---------------|---------|---------------------------|---------------|
| المقارنة | مجمع الجروشي التجاري | | الفرق % | فندق الزائر رويال | |
| | قبل | بعد | | قبل | بعد |
| معدل استهلاك الطاقة واطفي السنة | 5.402.032.128 | 4.656.544.256 | 13.80 | 10.606.138.368 | 8.427.363.840 |
| الطاقة المتجددة واطفي السنة | صفر | 1.603.841.664 | 34.44 | صفر | 811.766.848 |
| النتيجة | نسبة ترشيد استهلاك الطاقة | | 48.24 | نسبة ترشيد استهلاك الطاقة | |

ثالثاً: مقارنة نتائج مدى تحقيق النموذج التحليلي للدراسة التطبيقية، ويوضح جدول (27) نتائج المقارنة. جدول (27) نتائج مقارنة القياس والتحليل بتطبيق النموذج القياسي لمدى تحقيق الاستدامة باستخدام الواجهات الذكية (المصدر الباحث)

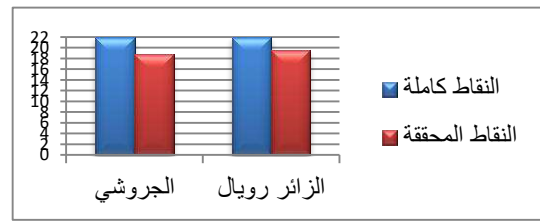
| |
|--|
| مقارنة مدى تحقيق الاستدامة للمشروعين عبر الواجهات بالمرحلة الثانية |
|--|

| التحقق %100 | المجموع نقطة 22 | التكنولوجي نقاط 4 | الاقتصادي نقاط 5 | البيئي نقاط 9 | الاجتماعي نقاط 4 | المبنى |
|-------------|-----------------|-------------------|------------------|---------------|------------------|---------------------|
| %85.23 | 18.75 | 3.75 | 4.5 | 7 | 3.5 | سوق الجروشي التجاري |
| %88.34 | 19.5 | 3.75 | 5 | 7 | 3.75 | فندق الزائر رويال |
| %86.79 | 22/19.13 | 4/3.75 | 5/4.75 | 9 /7 | 4/3.6 | متوسط التقييم |

ويوضح شكل (5) مقارنة نتائج تحقيق المشاريع للجدول، وشكل (6) نسبة تحقيق جدول النموذج التحليلي، مما يثبت صحة وفعالية الجدول في تقييم استدامة المباني من خلال الواجهات الذكية.



شكل (5) شكل (6) نسبة تحقيق الجدول (المصدر الباحث)



شكل (5) نسبة تحقيق المشاريع للجدول (المصدر الباحث)

(5) النتائج

- 1 - تشتمل تطبيقات العمارة الذكية بالواجهات الخارجية أنظمة ومواد كأحد العوامل الرئيسية في تحويل المبنى التقليدي لمبنى ذكي والذي يقوم بتوفير بيئة داخلية ذات كفاءة عالية ويحد من استهلاك الطاقة.
- 2 - تعتبر الواجهات الذكية هي أحد أهم العوامل الرئيسية في الاستفادة من الطاقات الطبيعية لتحويلها الى طاقة متجددة تحقق كفاءة ترشيد استهلاك الطاقة والتكلفة التشغيلية للمبنى وتوفير العوامل الاقتصادية.
- 3 - اختبارات المحاكاة على الواجهات الخارجية بالبرامج المختصة لها دور كبير في تحديد اشكالية الواجهات ومدى تأثيرها بالمناخ وحركة الشمس بالمنطقة حيث يسهم ذلك في التصميم بشكل أفضل وبأقل التكاليف.
- 4 - اثبتت عملية المحاكاة بالبرامج والأدوات المختصة (Ecotect) خلال عملية القياس لها دورها الكبير في إنجاح التصميم للمبنى بشكل عام واستخدام التطبيقات الذكية على الواجهات والاسطح.
- 5 - تم تصميم واستخدام تطبيقات العمارة الذكية على الواجهات الخارجية بمنطقة مكة المكرمة بما يتناسب مع الظروف المناخية مع الحفاظ على الهوية المعمارية والطابع الخاص بها وفق رؤية 2030م.
- 6 - تعمل تطبيقات العمارة الذكية بالواجهات الخارجية عند استخدامها بالشكل الصحيح والمناسب الذي يراعي ظروف المنطقة المناخية ومتطلبات المستخدمين في توفير بيئة داخلية ذات كفاءة عالية والترشيد في الطاقة.

7 – نجاح المنهجية المقترحة مع اثبات صحة وفاعلية جدول النموذج التحليلي المستنبط من دراسات تطبيقات الواجهات الذكية والاستدامة بالمباني العامة حيث تم اثبات فاعليته في الجزء التحليلي بنسبة 95.07%، ومن خلال استخدامه في الجزء التطبيقي فقد تم تحقيقه بنسبة 86.785% مما يؤكد إشكالية البحث وتحقيق الهدف.

(6) التوصيات

- 1 – تراعي عند تصميم واجهات المباني الخارجية استخدام برامج المحاكاة على الواجهات الأكثر تضرراً من الظروف المناخية ودراسة التوجيه الأمثل لتحقيق الاستدامة والكفاءة وجودة البيئة الداخلية.
- 2 – يجب مراعات عوامل عند تصميم واجهات المباني العامة لتحقيق استدامتها كمناخ المنطقة المراد التصميم بها على سبيل المثال حركة الشمس ومتوسط درجات الحرارة مع العوامل الاجتماعية والاقتصادية.
- 3 – مراعاة الوظيفة عند تصميم واجهات المباني، حيث إن التصميم المناسب لهذه الواجهات يساعد بشكل مباشر في زيادة إنتاجية المستخدمين لهذا المكان وتوفير بيئة ذات كفاءة عالية مما يحقق استدامة المبني.
- 4 – الاستفادة من الطاقات الجديدة والمتجددة لتحقيق استدامة المبني ولتقليل تكاليفه التشغيلية، والاستفادة من أشعة الشمس بتحويلها لطاقة متجددة لتعزيز الجوانب الاقتصادية لتحقيق دخل اضافي للمبني.
- 5 – ضرورة مراعاة الهوية والطابع المعماري بمكة المكرمة والحفاظ عليها من خلال تصميم واستخدام المفردات المحلية بالواجهات الذكية، نظراً لأهمية مدينة مكة المكرمة كمقصد لجميع دول العالم الاسلامي.

المراجع

- 1) احمد، عبد المنعم، (2012)، "رصد وتحليل دور المسنين ومعايير تصميمها وفقاً لراحة المقيمين باستخدام التقنيات الحديثة"، رسالة دكتوراه، جامعة القاهرة، الجيزة.

- 2) آلاء، مكي، (2017)، "اليات تطبيق متطلبات العمارة الذكية على المباني الإدارية"، رسالة ماجستير، الجامعة الإسلامية، غزة.
- 3) ريهام، عبد التواب، (2018)، "عمارة الأبنية الذكية من منظور محقق لراحة المستعمل"، رسالة ماجستير، مجلة كلية الهندسة، جامعة الفيوم، العدد 1، مجلد 1.
- 4) سيف الدين، المتيم، (2010)، "كفاءة تطبيق تقنية المعلومات في العمارة ودورها في المباني الذكية"، رسالة ماجستير، جامعة حلوان، مصر.
- 5) عبير، الصاعدي، (2009)، "التوصل الحضاري للطرز المعمارية الإسلامية على واجهات المباني التقليدية في منطقة مكة المكرمة والإفادة منها في تصميم واجهات المباني المعاصرة"، بحث علمي، جامعة أم القرى، المملكة العربية السعودية.
- 6) هديل، احمد، (2014)، "الاعتبارات البيئية في تصميم المباني واستثمار التكنولوجيا المعاصرة في تصميمها"، مؤتمر اربد الدولي الأول، جامعة العلوم والتكنولوجيا الأردنية، الاردن.
- 7) Addington, M., Schodek, D, (2005) "Smart materials and new technologies for the architecture and design professions" , Architectural Press , Oxford.
- 8) Anwar, Al Qaraghuli, (2016) "Intelligent facades in building facades of local office building", University of technology, Baghdad, MATEC web of conference.
- 9) Arijit, Sinha, (2013) Rakesh Gupta, Andreja Kutnar, "Sustainability development and green building" , Article in prune industrial , Oregon State University , Oregon .
- 10) BREEAM, (2016), International new Construction, version 2, Manual Book.
- 11) Farah, Habib, (2012), "Sustainability in building and construction : Revising definition and concept", International journal of engineering science, Vol. 2/4, Islamic Azad university , Article , Tehran.
- 12) Fernando, Pacheco, (2013), Marina Mistretta, Arturas Kaklauskas, Claes Granqvist, Luisa Cabeza, " Nearly zero energy building refurbishment", Springer London Heidelberg New York Dordrecht .
- 13) GPRS, (2011), Green Pyramid Rating System, Manual, First Edition, Public Review .
- 14) <https://c8.alamy.com/comp/2AB057E/king-fahad-national-library-riyadh-2AB057E.jpg>, accessed ,28/7/2020.
- 15) <https://i.pinimg.com/originals/ae/1c/8e/b6/9eca1a270f07c8d7.png>, accessed ,26/9/2020.



- 16) https://images.adsttc.com/media/images/55f8/01fb/d4f7/b7f6/6f00/00b6/large_jpg/kiefertechinc_4.jpg?1442316771, accessed ,15/8/2020.
- 17) https://www.sccer-feebsd.ch/wp-content/uploads/ASF-mounted-onto-HoNR-facade_copyright-AS-Group.jpg, accessed, 6/8/2020
- 18) Kjeld, Johnsen, (2015), Frederik V. Winther, "Dynamic facades: The smart way of meeting the energy requirement", 6th International building physics Conference, Aalborg university , Denmark.
- 19) LEED, (2019), V4 Manual for Building Design and Construction, .
- 20) Mostadam, (2019), Rating System, Commercial Building D+C Manual, Version .
- 21) Pearl, (2016), Rating System for Estidama, Public Realm Rating System Design & Construction , Version 1.