كلية الهندسة بشبرا
FACULTY OF ENGINEERING AT SHOUBRA
ERJ
ISSN:1687-1340

ENGINEERING RESEARCH JOURNAL (ERJ)
Volume (52),Issue (2)
April 2023, pp:206-222
https://erjsh.journals.ekb.eg

دراسة وتحليل أنظمة التقييم العالمية للاستدامة واستخلاص المعايير اللازمة لتقييم استدامة الواجهات وادائها الحراري بالمناطق الحارة الجافة: حاله دراسية تقييم واجهات أبراج مركز الملك عبد الله المالي بالرياض

أ.د. / ناصر بن عبدالرحمن الحمدي [1]؛ أ.د./ السيد محمد عبدالفتاح عامر [1]؛ م. / محمد بن سليمان الرويشد [1,*]
[1] قسم العمارة وعلوم البناء - كلية العمارة والتخطيط - جامعة الملك سعود - المملكة العربية السعودية.
Corresponding author

E-mail address: dr_n_hemiddi@yahoo.cam, eamer@ksu.edu.sa, engabdallahroshid@gmail.com

ملخص البحث: تعدّ واجهات الأبراج المكتبية المستدامة أحد الاتجاهات الحديثة والتي ظهرت نتيجة للاستهلاك الكبير والحاجة الملحة للحفاظ على الموارد الطبيعية المختلفة، وفق تقنيات وأساليب حديثة ومبتكرة تسهم في الحفاظ على موارد بيئتنا والمحافظة عليها وبتطبيق مبادئ الاستدامة في واجهات الأبراج المكتبية مثل: خفض استهلاك الطاقة، وتحسين جودة البيئة الداخلية، والتهوية الطبيعة وغيرها، أصبحت واجهات المباني والأبراج المكتبية أفضل من الناحية البيئية رغم التكاليف العالية، إلا أنها مع الاستخدام تحقق الأهداف المرجوة منها. فالتقنيات المستدامة (الخضراء) بواجهات الابراج المكتبية سواء التقليدية و عالية التقنية لها فوائدها الكبيرة، والتي تستخدم في واجهات المباني والابراج المكتبية وفق التصميم والأهداف المطلوبة والمتاحة ودمجها وتطويرها من قبل الخبراء والمختصين ، لذا لابد من تبادل الخبرات والاستفادة من التجارب بالدول التي سبقتنا بمجال تقنيات واجهات مباني الابراج المكتبية، وتحليلها واختيار ما يناسب بيئتنا الحارة الجافة، بحيث تتكامل مع البيئة المناخية المحيطة، والقيم الاقتصادية، والثقافية، لتحقيق حياة أفضل للمجتمع وللأجيال القادمة.

الكلمات الدالة: الاستدامة في واجهات الأبراج المكتبية، التحديات البيئية والتقنية، الاداء الحراري، المناطق الحارة الجافة، أهمية المعايير العالمية في التصميم.

1- المقدمة

تعدّ واجهات الأبراج المكتبية المستدامة أحد الاتجاهات الحديثة والتي ظهرت نتيجة للاستهلاك الكبير والحاجة الملحة للحفاظ على الموارد الطبيعية المختلفة، وفق تقنيات وأساليب حديثة ومبتكرة تسهم في الحفاظ على موارد بيئتنا والمحافظة عليها. وبتطبيق مبادئ الاستدامة في واجهات الأبراج المكتبية مثل: خفض استهلاك الطاقة، وتحسين جودة البيئة الداخلية، والتهوية الطبيعة وغيرها، أصبحت واجهات المباني والأبراج المكتبية أفضل من الناحية البيئية رغم التكاليف العالية، إلا أنها مع الاستخدام تحقق الأهداف المرجوة منها.
فالتقنيات المستدامة (الخضراء) بواجهات الابراج المكتبية سواء التقليدية وعالية التقنية لها فوائدها الكبيرة، والتي تستخدم في واجهات المباني والابراج المكتبية وفق التصميم والأهداف المطلوبة والمتاحة ودمجها وتطويرها من قبل الخبراء والمختصين ، لذا لابد من تبادل الخبرات والاستفادة من التجارب بالدول التي سبقتنا بمجال تقنيات واجهات مباني الابراج المكتبية، وتحليلها واختيار ما يناسب بيئتنا الحارة الجافة، بحيث تتكامل مع البيئة المناخية المحيطة، والقيم الاقتصادية، والثقافية، لتحقيق حياة أفضل للمجتمع وللأجيال القادمة.

1-1 ملخص البحث:

تسعى هذا الدراسة إلى دراسة وتحليل أنظمة التقييم العالمية للاستدامة، واستخلاص المعايير اللازمة لتقييم استدامة الواجهات وأدائها الحراري في المناطق الحارة الجافة، مع تطبيق هذه المعايير على واجهات أبراج مركز الملك عبد الله المالي بالرياض باستخدام مؤشرات الاستدامة وأنظمة التقييم؛ لغرض اقتراح بعض التوصيات والاستراتيجيات التي تساعد على تحقيق أهداف الاستدامة

2-1 المشكلة البحثية:

لا تزال الابراج المكتبية في بيئة المناطق الحارة الجافة في المملكة العربية السعودية (مثل: الأبراج المكتبية في مدينة الرياض-المملكة العربية السعودية) تصمم باستخدام تقنيات البناء الحديثة، وترخص من هيئة تطوير الرياض أو من أمانة الرياض، وتنفذ بعد ذلك دون وجود معايير لتقييم مدى استدامتها وفقا للمعايير العالمية ودون تقييم لأدائها الحراري والذي من شأنه خفض تكلفة التشغيل، وتحقيق الاستدامة بما يتوافق مع رؤية المملكة العربية السعودية 2030 [1].

3-1 هدف البحث:

الاستفادة من أنظمة التقييم العالمية في استخلاص واستنباط وتطوير معايير لتقييم استدامة واجهات-الابراج المكتبية وتقييم أدائها الحراري في المناطق الحارة الجافة، وتطبيقها على مدينة الرياض كحالة دراسية في المملكة العربية السعودية.
ولتحقيق هذا الهدف يترتب على الدراسة الاتي:

- تتبع الخصائص الانشائية والتشكيلية المميزة لكل مادة من مواد البناء وسلوك كل منها عند الاستخدام، وبيان أثرها في واجهات الابراج المستدامة.
- الربط بين تبادلية العلاقة بين التطور التقني لمواد البناء، وتطور اتجاهات تصميم الواجهات- وفقا لطبيعتها وحسن تطويعها من قبل المصمم المعماري.
- تحليل مدى الاختلاف بين كل مادة بناء وأخرى في إمكانية تحقيقها للتشكيل المعماري المستدام،وبيان أثرها في واجهات الابراج المستدامة.
- تتبع الخصائص الانشائية والتشكيلية المميزة لكل مادة من مواد البناء وسلوك كل منها عند الاستخدام، وبيان أثرها في واجهات الابراج المستدامة.

4-1 ينقسم البحث الى سته مراحل:

- المرحلة الأولى:

جمع الأدبيات ومراجعتها واستخلاص المعايير العالمية والإقليمية المؤثرة في تصميم الأبراج المكتبية في المناطق الحارة الجافة بما يعمل على تحسين الأداء الحراري استخدم الباحث المنهج الوصفي، الذي يعتمد على دراسة الظاهرة كما توجد في الواقع، ومن ثم وصفها وصفاً دقيقاً، ويعبر عنها تعبيراً كيفياً وكمياً، فالتعبير الكيفي يصف لنا الظاهرة ويوضح خصائصها وفق معايير أما التعبير الكمي فيعطينا وصفاً رقمياً يوضح مقدار الظاهرة حجمها ودرجات ارتباطها بالظواهر الاخرى [2] .

- المرحلة الثانية:

تطوير آلية لفرز المعايير وتصنيفها لإعداد قائمة أولية بالمعايير، بالإضافة الى جمع المعلومات والبيانات باستخدام والبيانات باستخدام المنهج التجريبي من خلال إجراء تجارب تطبيقية والقيام بالقياسات الخاصة باستخدام أجهزة علمية دقيقة للوصول إلى نتائج علمية وفق أسس البحث العلمي، ولا يكتفي هذا المنهج عند جمع المعلومات المتعلقة بالظاهرة من أجل استقصاء مظاهرها وعلاقاتها المختلفة بل يتعداه إلى منهجية البحث التحليلي والربط والتفسير والمقارنة للوصول إلى استنتاجات يبنى عليها التصور، والاعتماد على الاسلوب الميداني في جمع البيانات واستخدام الجداول والرسومات البيانية وتحليل الصور التوضيحية والاستفادة من المتخصصين والخبراء في مجال الدراسة للخروج بتوصيات تفيد كل من الباحثين والمهندسين المعماريين، لذا فإن الدراسة تقوم على أساس المزج بين المنهجيات والتكامل فيما بينها حيث يستخدم الباحث النظرية الاستنباطية الاستقرائية والطريقة الاستنتاجية الافتراضية بوصف الحالة الدراسية المختارة على المستوى الدولي والاقليمي والمحلي وعرض النتائج [3] .

- المرحلة الثالثة:

إجراء تشخيص معايير تقييم واجهات الأبراج المكتبية للتحكم في أدائها الحراري في المناطق الحارة الجافة باستخدام تقنيات البناء الحديثة لواجهات أبراج مركز الملك عبد الله المالي بمدينة الرياض من قبل عدد من الخبراء المتخصصين والأكاديميين لمعرفة صحة المعيار ومدى مناسبته للبيئة المحلية بمدينة الرياض وبالاستعانة بالمعايير العالمية (LEED.2016) ومعايير BREEAM وغيرها من المعايير العالمية المتخصصة بتصميم واجهات الابراج المكتبية [4].

- المرحلة الرابعة:

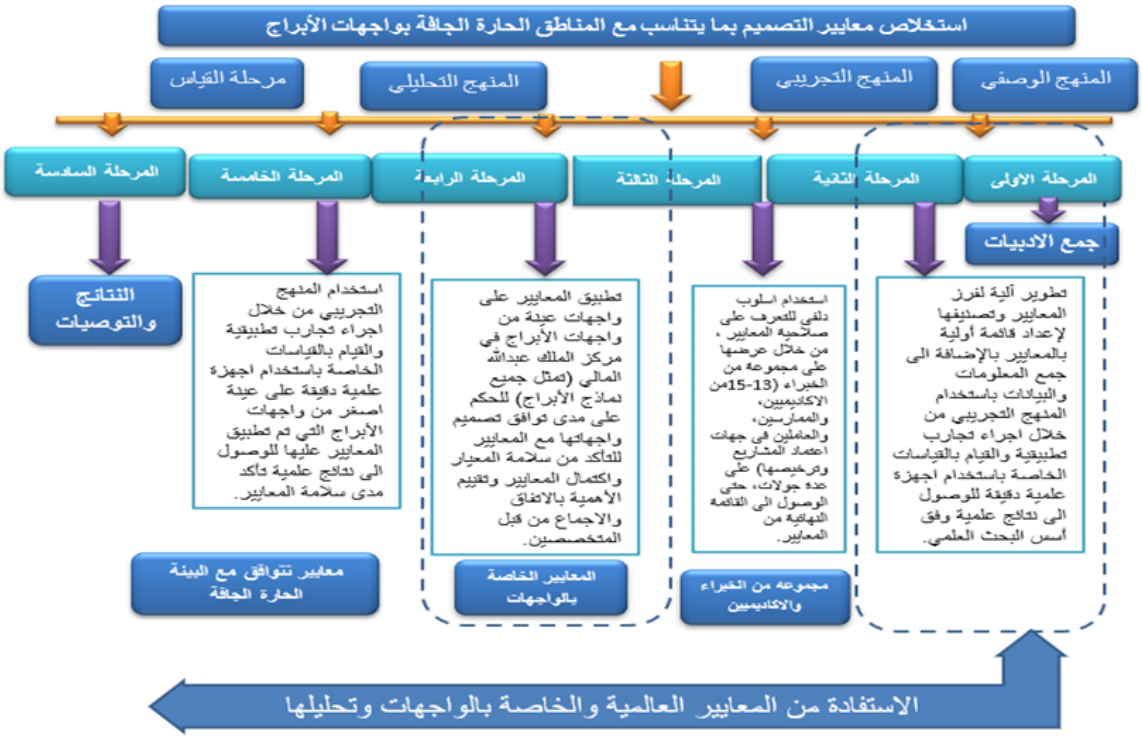
تطبيق المعايير على واجهات عينة من الأبراج في مركز الملك عبد الله المالي (تمثل جميع نماذج الأبراج) للحكم على مدى توافق تصميم واجهاتها مع المعايير للتأكد من سلامة المعيار واكتمال المعايير وتقييم الأهمية بالاتفاق والاجماع من قبل المتخصصين [5].

- المرحلة الخامسة:

استخدام المنهج التجريبي من خلال اجراء تجارب تطبيقية والقيام بالقياسات الخاصة باستخدام اجهزة علمية دقيقة على عينة أصغر من واجهات الأبراج التي تم تطبيق المعايير عليها للوصول الى نتائج علمية تأكد مدى سلامة المعايير واختبار معايير تقييم واجهات الأبراج المكتبية للتحكم في أدائها الحراري في المناطق الحارة الجافة باستخدام تقنيات البناء المعاصرة، حالة دراسية لواجهات أبراج مركز الملك عبد الله المالي بمدينة الرياض باختيار عينات قصدية او عشوائية لغرض التحقق من نتائج الاختبار [6].

- المرحلة السادسة:

تحليل البيانات، والنتائج والتوصيات



رسم توضيحي 1: وصف لمنهجية البحث (الباحث)

2- العوامل الاساسية اللازمة لتصميم الواجهات بالمناطق الحارة الجافة:

يجب أن نوضح العوامل الاساسية التي من خلال لها يتم وضع المعالجات الازمة للواجهات والتي بدورها تؤثر على تصميم وشكل الواجهات ويم توضيحها بالتالي

أ. حماية الواجهات الخارجية من أشعة الشمس: تعتبر من أهم الاسس التصميمية للمباني إذ يتحقق فيها حماية واجهاتها من أشعة الشمس المباشرة لكي يحقق نسبة معقولة من التظليل للواجهات بواسطة الوسائل التكنولوجية الحديثة مع استخدام التشجير والمساحات الخضراء لزيادة التظليل والتخفيف من الاشعاع الشمسي غير المباشر على واجهات المباني [7].

ب. استخدام مواد البناء المناسبة للواجهات: لا شك أن مواد البناء لها دور فعال في تخفيض الاشعاع والانتقال الحراري داخل المباني وذلك من تنوع وتعدد خامات وتشكيلات مواد البناء والتشطيبات بحيث تكون مناسبة للحماية من الحرارة التي يتم البناء فيها [7].

ت. تحقيق التهوية الطبيعية الجيدة داخل المباني: تعتبر التهوية الطبيعية أمر أساسيا في المناطق الحارة، والتهوية الجيدة امر ضروري لنقل الهواء البارد داخل المباني وخروج الهواء الساخن الناتج من ارتفاع درجات الحرارة داخل المباني وتعتبر معالجات الفتحات من اهم الوسائل للحصول على التهوية الطبيعية في تصميم المباني [8].

ولذلك يجب دراسة العوامل الاساسية (انتقال الحرارة- التهوية الطبيعية - أشعة الشمس) المؤثرة على تصميم الواجهات بمعالجاتها المتنوعة

والتي بدورها أثرت على تصميم وشكل الواجهات وفيما يلي دراسة للعوامل الاساسية السابقة وتأثيرها على تصميم الواجهات مع التركيز على بعض المعالجات اللازمة لذلك.

يتأثر تصميم الغلاف الخارجي للمبني من حوائط وأسقف وفتحات ومعالجات خاصة حسب البيئة التي ينشأ فيها المبنى وتعتبر البيئة الصحراوية من البيئات المميزة بمناخ مختلف عن بيئات أخرى تؤثر على تصميم وتنفيذ الواجهات الخارجية للمباني، حيث تعتبر الواجهات الخارجية هي العلامة المميزة للمبني وأصبحت وسيلة هامه في التوافق البيئي الاساسي للمبني الذي يؤثر بشكل ملحوظ في تحقيق الراحة الحرارية للساكنين لذا يجب أي تتميز بالاستجابة للمتطلبات البيئية بهدف الاستفادة القصوى من استخدام الطاقة والسيطرة علي استهلاك الطاقة ومناسبتها للبيئة الموجودة بها المبني لتحقيق الغرض المرجو منها لتحقيق أهداف عدة منها ما هو بيئي وما هو وظيفي وجمالي .ويؤثر المناخ بعناصره علي تصميم القشرة الخارجية للمبني و يقاس مدى نجاح المبني من عدمه من مواكبة المعالجات الخارجية للمبني و تحقيق مستوى الراحة الحرارية التي تؤثر علي السلوك العام لقاطني تلك المباني . وقد أثرت التكنولوجيا الحديثة على وجود معالجات متنوعة للواجهات تتماشي مع الظروف البيئية الصحراوية والتي أثرت على الشكل العام للمبني وهذا ما سيتطرق اليه البحث مع التوضيح بأمثلة لمباني في البيئة الصحراوية [8].

علاوة علي الدراسات السابقة هناك الكثير من أنظمة تقييم واجهات الأبراح المكتبية المستدامة، ومنها : معيار (BREEAM) في بريطانيا، ومعيار (LEED) في الولايات المتحدة الأمريكية، ومعيار (GB) في كندا ، ومعيار (CASBE) في اليابان، ومعيار (GREEN STAR) في استراليا ، ومعيار (GSBS) في ألمانيا ، هذه المعايير تهدف إلي إنتاج أبراج مشيدة بحيث يكون تأثيرها علي البيئة قليلا، من خلال منح واجهات الأبراج المكتبية نقاط تقييم في الجوانب المختلفة وتقييمها ووضع ما يناسب بيئتنا الحارة الجافة ، مثل كفاءه استخدام الطاقة والمياه والسلامة البيئية [4].

وتجدر الإشارة إلي عدم وجود معايير تقييم لمدى استدامة الواجهات تحكم تصميم واجهات الأبراج المكتبية للتحكم في الأداء الحراري في المناخ الحار الجاف في المملكة العربية السعودية علي الرغم من أهمية تلك المعايير، من اجل تحقيق الاستدامة في الأبراج المكتبية المستدامة فالاستعانة بالخبراء والمصممين والمقاولين والمختصين في واجهات الأبراج المكتبية وعمل تقييم ذاتي من قبل الباحث سيسهم بلا شك في الوصول الى نتائج وتوصيات تساعد المصممين والمنفذين في توطين ووضع معايير تقييم واجهات الأبراج المكتبية للتحكم في أدائها الحراري في المناطق الحارة الجافة باستخدام تقنيات البناء المعاصرة ويوضح ما هو الايجابي والسلبي

رسم توضيحي 2 :خريطة توضح المناطق الجغرافية لأنظمة معايير التقييم العالمية المستدامة والتي تم اختيار عدد منها للبحث(الباحث)

1-2 تحليل خمسة معايير دولية لاستخدام الواجهات

أ. معايير ريادة الطاقة والتصميم البيئي الأمريكي (LEED)

لنظـــام (LEED) Leadership in Energy and Environmental Design الريادة في تصميمات الطاقة والبيئة، طور هذا النظام المجلس الأمريكي للأبنية الخضراء عام 1998م، وهو نظام معترف به دوليا بأنه مقياس لقياس وتقييم (التصميم - والإنشاء - وتشغيل) مبانٍ مراعية للبيئة وعالية الأداء، ولا يقتصر نظام LEEDعلى تقييم الأبنية السكنية والتجارية ولكنة يهتم في الأساس بقياس وتقييم تأثيرات البناء في البيئة لذلك فهناك معايير لتقييم كل مرحلة من مراحل البناء والتركيز على معايير تقييم الأداء الحراري في واجهات الأبراج المكتبية وما يناسبنا في المناطق الحارة الجافة وتطبيقها على الحالة الدراسية لواجهات أبراج مركز الملك عبدالله المالي بالرياض. إن معايير (LEED) تهدف إلى إنتاج بيئة مشيدة أكثر خضرة، ومباني ذات أداء اقتصادي أفضل، وهذه المعايير التي يتم تزويد المعماريين والمهندسين والمطورين والمستثمرين بها تتكون من قائمة بسيطة من المعايير المستخدمة في الحكم على مدى التزام المبنى بالضوابط الخضراء، ووفقاً لهذه المعايير يتم منح نقاط للمبنى في جوانب مختلفة، وفي وجهة نظر البعض فإن العمارة الخضراء هي منظومة عالية الكفاءة تتوافق مع محيطها الحيوي بأقل أضرار جانبية وبالتالي فهي دعوة إلى التعامل مع البيئة بشكل أفضل والذي يتكامل مع محدداتها, وتسد أوجه نقصها أو تصلح عيبها أو تستفيد من ظواهر هذا المحيط البيئي ومصادره. ومن هنا جاء وصف هذه العمارة بأنها (خضراء) مثلها كالنبات الذي يحقق النجاح في مكانه حيث أنه يستفيد استفادة كاملة من المحيط المتواجد فيه للحصول على متطلباته الغذائية, فالنبات كلما ازداد عمراً ازداد طولا فهو لم يخلق مكتملا منذ بدايته حتى يصل إلى مرحلة الاستقرار ومن هذه الناحية بالذات اقترن اسم العمارة الخضراء بمرادف آخر وهو التصميم المســتدام، وتعد شهادة الريادة في مجال الطاقة والتصميم البيئي (LEED) المعنية بنظام تصنيف المباني الخضراء، بمثابة المعيار على الصعيد الوطني المعتمد بالنسبة للتصميم والبناء وتوظيف المباني الخضراء عالية الأداء، ومن هنا تمنح LEED أصحاب المباني والمشغلين الأدوات التي بصدد أن يحتاجوها كي يكون لهم تأثير فوري وقابل للقياس على أداء مبانيهم، حيث تُعزز (LEED) من منهجية المباني ككل حتى تصل إلى مفهوم الاستدامة [4] .

أعدت هذه المعايير عن طريق المجلس الأمريكي للبناء الأخضر (USGBC)، وبدأ تطبيقه في العام 2000م، والهدف من هذه المعايير انتاج بيئة مبنية أكثر استدامة وتقنية عالية الأداء، ويمكن تطبيق هذه المعايير على أي نوع من أنواع المباني، وفي أي مرحلة من مراحل المبنى، وعن طريق هذه المعايير يتم الحكم على مدى التزام المبنى بضوابط العمارة المستدامة من عدمه، ونشير إلى وجود سبعة معايير لـ(LEED) والتي تهتم بالجانب المعماري وهي كالآتي:

1- استدامة الموقع.
2- كفاءة استخدام المياه.
3- الطاقة والغلاف الجوي.
4- المواد والموارد.
5- جودة البيئة الداخلية.
6- الابتكار والإبداع في التصميم.
7- الأولية الإقليمية.

ووفقا لهذه المعايير يتم منح نقاط للمبنى في أي مرحلة من مراحل عمر المبنى، ولجميع معايير رئاسة الطاقة والتصميم البيئي (LEED)، ويختلف مقدار هذه النقاط لكل معيار باختلاف نوع المبنى، ومرحلة المبنى.

ب. معايير النظام البريطاني (BREEAM):

انطلق في العام 1990م بالمملكة المتحدة ويطبق على المباني المختلفة وسيتم الاستفادة منه من خلال معايير تقييم الأداء الحراري في واجهات الأبراج المكتبية وتطبيقها في المناطق الحارة الجافة في الحالة الدراسية لواجهات أبراج مركز الملك عبد الله المالي بمدينة الرياض [9].

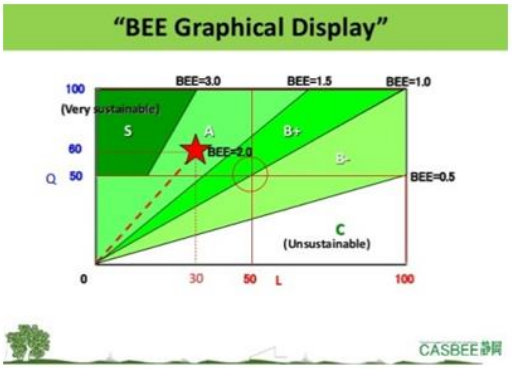
رسم توضيحي 3: توزيع معايير BREEAM [9]

جدول 1: توزيع درجات وتصنيف معايير BREEAM [9]

نسبة التقييم	درجة التقييم	تصنيف النجوم
اقل من 10	غير مصنف	
من 10 الي اقل من 25	مقبول	*
من 25 الي اقل من 40	تجاوز	**
من 40 الي اقل من 55	جيد	***
من 55 الي اقل من 70	جيد جدا	****
من 70 الي اقل من 85	ممتاز	*****
أكبر من 85	مرموق	******

ت. معايير النظام الياباني (CASBEE):

انطلق في العام 2004م باليابان وتم تصميم هذا النظام بناء على مراحل المبنى المختلفة ما قبل التصميم، مبنى جديد، مبنى منفذ، ترميم المبنى ويقدم معايير لتقييم المباني على بعدين الحمل البيئي والجودة والتصميم البيئي الافضل الذي يتماشى مع مفاهيم الاستدامة يقوم على التقييم فريق من الخبراء بمجال التصميم المستدام. تسجل على مقياس يتراوح بين 5 مستويات ويمثل المستوى 1 الحد الأدنى المطلوب تحقيقه وهو (المستوى الاقل) والمستوى 3 يمثل تحقيق المتطلبات والمستويات التقنية والاجتماعية اللازمة في تاريخ القيام بالتقييم ونهاية المستوى 5 وهو المستوى الأعلى [9] .



رسم توضيحي 4 : مستويات التقييم في نظامCASBEE [9]

جدول 1 : تصنيف معايير CASBEE [9]

Ranks	Valuation	BEE value, etc.	Indication
S	Excellent	BEE = 3.0 or more and Q = 50 or more	★★★★★
A	Very Good	BEE = 1.5-3.0 BEE = 3.0 or more and Q is less than 50	★★★★
B+	Good	BEE = 1.0-1.5	★★★
B-	Fairy Poor	BEE = 0.5-1.0	★★
C	Poor	BEE = less than 0.5	★

ث. معايير النظام الاسترالي (GREEN STAR):

انطلق في العام 2003م بأستراليا من قبل مجلس المباني الخضراء في استراليا ويتم التقييم لجميع مراحل عمر المبنى ويهدف الى التشجيع على البناء المستدام وأبرز الابتكارات في مجال البناء.

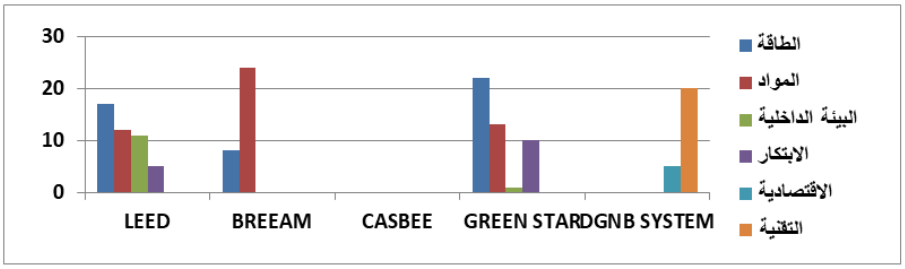
ج. معايير النظام الالماني (DGNB SYSTEM):

انطلق في العام 2011م بألمانيا من قبل مجلس المباني الخضراء في المانيا لتنظيم الممارسات والعمل على البناء المستدام للمباني والمكاتب وغيرها من المباني.

رسم توضيحي 5 : تصنيف معايير DGNB [9]

جدول 3 : مقارنة بين المعايير العالمية الخاصة بتقييم الواجهات (الباحث)

م	المعيار	البلد	العمر الزمني للمعيار وتجربته في السوق العالمي	معيار الطاقة والغلاف الجوي فيها بالواجهات/ انبعاث CO2	معايير المواد والموارد	معايير جوده البيئة الداخلية	معايير عملية الإبتكار + الإبداع والتصميم	معايير الجودة الاقتصادية	الجودة الثقنية	*
1	LEED	امريكا	1998 م	17	8	%	22	-	-	47
2	BREEAM	بريطانيا	1990 م	12	23	%	13	-	-	49
3	CASBEE	اليابان	2004 م	11	-	-	1	-	-	12
4	GREEN STAR	استراليا	2003 م	5	-	-	10	-	-	10
5	DGNB SYSTEM	المانيا	2011 م	-	-	-	-	5	20	5
المجموع النهائي				45	32	%	46	25	20	148



رسم توضيحي 1 : مقارنة بين المعايير المختلفة لكل نظام [9]

3- ابراج مركز الملك عبد الله المالي

مركز الملك عبد الله المالي في الرياض، المملكة العربية السعودية وهو عبارة عن مجمع عمارات متعددة الاستخدامات. يهدف هذا المجمع إلى استيفاء معايير الاستدامة العالية وتخفيض مؤثرات الاحتباس الحراري عن طريق استخدام المواد الصديقة للبيئة، الأنظمة الذاتية الخفيفة على الطاقة والميزات الإبداعية التي تحدد تصميم العمارات. تصميم وبناء الابراج يهدف إلى تحسين دخول الضوء الطبيعي وتوفير الظل والحرارة والابراج الموجودة في المركز هي:

- **هيئة سوق المال Capital Market Authority Tower (CMA)**

هو برج فاخر في الرياض، السعودية. يتكون من 10 طوابق ويعد من أشهر المباني الحديثة في المدينة. وتم بناؤه بهدف توفير مكان عصري ومتطور لإدارة وتنظيم السوق المالية في المملكة [10] .

أما واجهات البرج، فتتميز بأنها مصممة بطريقة تدعم الإطلالة الخلابة على المدينة وبشكل عام على الأجواء المحيطة. تضمنت التصميم الأخضر والأزهار لإضافة جمال إضافي للبرج وتحسين جو المدينة. كما تتميز بأنها مصممة بطريقة متينة وأنيقة، تؤكد على روح التطور والإبداع الذي يشهده البلد. وحاصل على شهادة LEED GOLD وقد تميزت الواجهة بالكاسرات الشمسية المبتكرة التي تمتد على كامل البرج المكتبي فهي تسمح بدخول الاضاءة الطبيعية داخل البرج مع توفير التظليل المناسب وتقليل متطلبات التكييف داخل البرج

- **مركز التجاري العالمي KAFD World Trade Center**

KAFD World Trade Center هو برج تجاري فائق الحجم في الرياض، المملكة العربية السعودية. يقع هذا البرج في منطقة الأعمال الرئيسية للمدينة وهو مصمم للاحتواء على العديد من المباني التجارية والمناطق الخدمية والترفيهية [11] .

وحصل KAFD World Trade Center على شهادة LEED Platinum، الذي يعني أنه حقق عددا من المعايير المهمة للأداء البيئي والإنشائي للبناء وتحسين الأداء البيئي والإنشائي للبناء وتحقيق الأهداف المستدامة.

تم عمل الواح كاسرات شمسية على الواجهات بسبب الظروف المناخية القاسية بمنطقة الرياض والفروق في درجات الحرارة بين الليل والنهار وكذلك الغبار والأتربة والرياح الموسمية وتغطي هذه الألواح أكثر من 40 ألف متر مربع انظر الى جدول 4

- **VILLAS IN THE SKY**

هو مشروع سكني فائق الجمال والروعة ذو موقع مثالي في الرياض وأثاث راقي. ويتميز المشروع بأنه يضم تصاميم سكنية خاصة وذات شكل عصري ومريح وتحدث عن عصر جديد في الحياة المنزلية.

وبالنسبة لواجهات البرج، فإنها يتم تصميمها بشكل عصري وذو تأثير عالي ويتم استخدام الزجاج الذي يدعم الضوء الطبيعي ويؤدي إلى تحسين عملية تبريد الهواء وذلك يؤدي إلى تحسين أداء الطاقة للبناء. ويتم استخدام أنظمة تحكم داخلية في الإنشاءات لتحسين أداء الطاقة الخضراء وتحقيق الأهداف المستدامة ولم يحصل حتى الان على شهادة LEED انظر الى جدول 4

- **CRYSTAL TOWERS**

هو عبارة عن برجين في الرياض المملكة العربية السعودية متعدد الاستخدامات باستخدام مواد خفيفة الوزن يهدف للحصول على شهادة LEED وتتميز الواجهات بوجود فتحات بلورية صغيره غير منتظمة الشكل تساعد في دخول الاضاءة المطلوبة للفراغات الداخلية وتحقيق متطلبات التبريد انظر الى جدول 4

جدول 4: مقارنه بين واجهات الأبراج (الباحث)

واجهات برج	هيئة سوق المال Capital Market Authority Tower (CMA)	مركز التجاري العالمي KAFD World Trade Center	VILLAS IN THE SKY	CRYSTAL TOWERS
الدولة	المملكة العربية السعودية	المملكة العربية السعودية	المملكة العربية السعودية	المملكة العربية السعودية
المدينة	الرياض	الرياض	الرياض	الرياض
وصف البرج	وقد LEED GOLDوحاصل على شهادة تميزت الواجهة بالكاسرات الشمسية المبتكرة التي تمتد على كامل البرج المكتبي	وهو عبارة عن برجين بارتفاع 304م في وسط المنطقة المالية مركز التجارة العالمي هو ثاني أطول مبنى في مركز الملك عبد الله المالي حاصل على شهادةLEED	تم تنفيذ البرج ليكون متعدد الاستخدامات المكون من 34 طابقا يأمل في الحصول على شهادة LEED من خلال توفير الطاقة واستخدام نظام الزجاج الذي يساعد في توفير الظل والضوء	هو عبارة عن برجين متعدد الاستخدامات باستخدام مواد خفيفة الوزن يهدف للحصول علىLEED شهادة
تطبيقات الواجهات المستدامة	كاسرات الشمسية المبتكرة على الواجهات التي تمتد على كامل البرج المكتبي فهي تسمح بدخول الاضاءة الطبيعية داخل البرج مع توفير التظليل المناسب وتقليل متطلبات التكييف داخل البرج	تم عمل الواح كاسرات شمسية على الواجهات بسبب الظروف المناخية القاسية بمنطقة الرياض والفروق في درجات الحرارة بين الليل والنهار وكذلك الغبار والأتربة والرياح الموسمية وتغطي هذه الألواح أكثر من 40 ألف متر مربع من اجمالي الواجهة الخارجية للبرجين	تصميم زجاج الواجهات من اعلى الى أسفل البرج ليعطي قدره أكبر على التحكم بالطاقة الشمسية حسب افاده مصممي البرج	تتميز الواجهات بوجود فتحات بلورية صغيره غير منتظمة الشكل تساعد في دخول الاضاءة المطلوبة للفراغات الداخلية وتحقيق متطلبات التبريد
المصمم	HOKالمصمم مكتب	Gensler	صمم من قبل المكتب الهندسي HENNING LARSEN ARCHITECTS	صمم من قبل المكتب الهندسي HENNING LARSEN ARCHITECTS
الارتفاع	385 متر	303 متر	160 متر	135 متر و95 متر
المساحة	213,300 متر2	140.000متر2	41000 متر2	55000 متر2
الأنشاء	2017/2010	2016	2016 – 2011	2018 – 2009

4- الاجهزة المستخدمة للقياسات الميدانية لواجهات ابراج مركز الملك عبد الله:

اجهزة القياس المستخدمة:

- جهاز Testo 875i لقياس درجة حرارة الواجهات المراد قياسها وتحليل البيانات بناء على القياس والجهاز مزودة بكاميرا حرارية تحول الصور الى عدد من الالوان لتحليلها بمعايير معملية.
- جهاز FLIR جهاز يساعد على قراءة درجات الحرارة على الاسطح بحساس يتم تثبيته على الواجهات وقياس مدى تأثير تقنيات البناء الحديثة في واجهات الأبراج المكتبية المستدامة على الأداء الحراري في فراغاتها الداخلية. وتعتبر شركة FLIR من أكبر الشركات المتخصصة في انتاج كاميرات التصوير الحرارية وقياس ادائها الفعلي ومقرها ولاية أوريغون بالولايات المتحدة الأمريكية تأسست بالعام 1978م وسيتم عمل مقارنة مع شركه Testo الألمانية لتحقيق الأرقام الدقيقة وعمل المقارنة للوصول للنتائج السلمية.
- ECOTECT وهو برنامج حاسوبي لتحليل التصميم المستدام هو أداة بناء لمفهوم التصميم من التصميم الشامل إلى التفاصيل المستدامة، يقدم تحليل ECOTECT مجموعة واسعة من المحاكاة وبناء وظائف تحليل الطاقة التي يمكن أن تحسن أداء المباني القائمة وتصاميم المباني الجديدة ويمتلك ECOTECT قدرات تحليل الطاقة ، والمياه، وانبعاثات الكربون بشكل متكامل مع الأدوات التي تمكنك من تصور ومحاكاة أداء الابراج المكتبية في إطار بيئته. ويساعد البرنامج في تسهيل عملية اختيار البدائل التصميمية للأبراج المكتبية ومدى حاجتها لإحداث بعض التغييرات في الواجهات او العناصر المطلوب اضافتها داخل او خارج الأبراج كذلك وجود خاصية عرض درجات الحرارة لمدن العالم الرئيسية على مدار العام ومن ضمنها مدينة الرياض، والاستفادة من البرنامج برسم واجهات الأبراج الحديثة من خلال المحاكاة للواقع وقياس تأثير تقنيات البناء الحديثة في واجهات الأبراج المكتبية المستدامة على الأداء الحراري في فراغاتها الداخلية في المناطق الصحراوية.

5- تقييم معايير الاستدامة لواجهات بعض الابراج

يمكن تقييم معايير الاستدامة لواجهات بعض الابراج في مركز الملك عبد الله المالي على أساس عدة عوامل مثل المواد المستخدمة وكفاءة الطاقة والأثر البيئي والاعتبارات التصميمية [12] .

يهدف تصميم وبناء الابراج إلى استيعاب متطلبات الاستدامة وتخفيض تأثير الكربون. على سبيل المثال، يتم تصميم الواجهات لتحسين الإضاءة الطبيعية وتقليل احتياج الإضاءة الصناعية وتوفير التظليل.

استخدام الأنظمة والمواد ذات أداء عالي الطاقة، مثل الزجاج ذات أداء عالي واللوحات الشمسية، أيضًا يساهم في استدامة الابراج كما هو موضح في جدول 5

جدول 5 : تقييم معايير الاستدامة لواجهات بعض أبراج مركز الملك عبد الله المالي (المصدر الباحث)

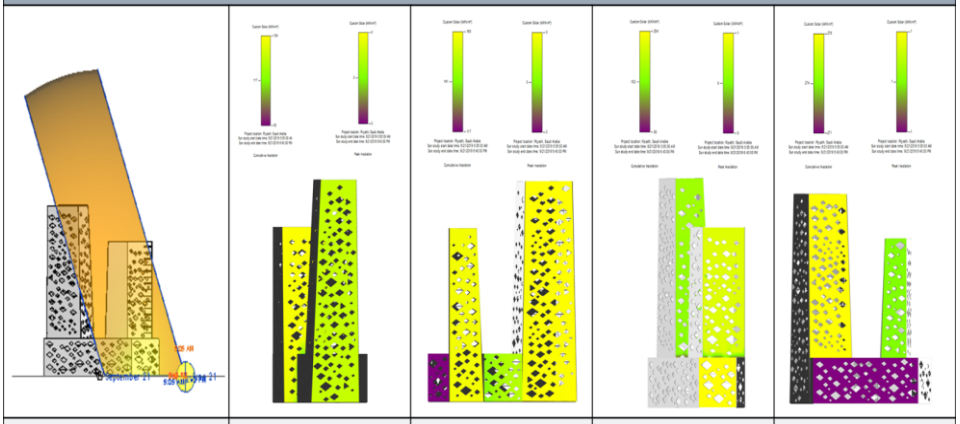
معايير الواجهات	برج هيئة سوق المال Capital Market Authority Tower	برج مركز التجاري العالمي KAFD World Trade Center	برج VILLAS IN THE SKY	برج CRYSTAL TOWERS
معايير الطاقة والغلاف الجوي	تميزت الواجهة بالكاسرات الشمسية المبتكرة التي تمتد على كامل البرج المكتبي فهي تسمح بدخول الاضاءة	عمل الواح كاسرات شمسية بسبب الظروف المناخية القاسية بمنطقة الرياض والفروق في درجات الحرارة بين الليل والنهار وكذلك الغبار والأتربة والرياح	توفير الطاقة واستخدام نظام الزجاج الذي يساعد في توفير الظل والضوء	وتتميز الواجهات بوجود فتحات بلورية صغيره غير منتظمة الشكل تساعد في دخول الاضاءة المطلوبة للفراغات الداخلية
معايير المواد والموارد	امكانية اعادة استخدام وجهات البرج والمحافظة عليه واعاده استخدام المواد الموجودة	استخدام مواد ذات ألوان مناسبة للبيئة المحلية مع امكانية اعادة المحتوى بنسبة 5% واعادة استخدام المواد الموجودة بنسبة 10%	امكانية اعادة استخدام واجهات البرج	اعاده استخدام المواد الموجودة
معايير جودة البيئة الداخلية	اضاءة طبيعية للفراغات الداخلية	اضاءة طبيعية	اضاءة طبيعية	اضاءة طبيعية
معايير عملية الابتكار والتصميم	الابتكار في تصميم الهيكل والأساسات واستخدام مواد خفيفة الوزن	الابتكار في تصميم الهيكل	الابتكار في تصميم الهيكل	الابتكار في تصميم الهيكل

6- التحليل الشمسي والمحاكاة لواجهات ابراج مركز الملك عبد الله المالي:

- **برج Crystal Towers**

رسم توضيحي 7 : التحليل الشمسي لواجهات أبراج كريستال (المصدر الباحث)

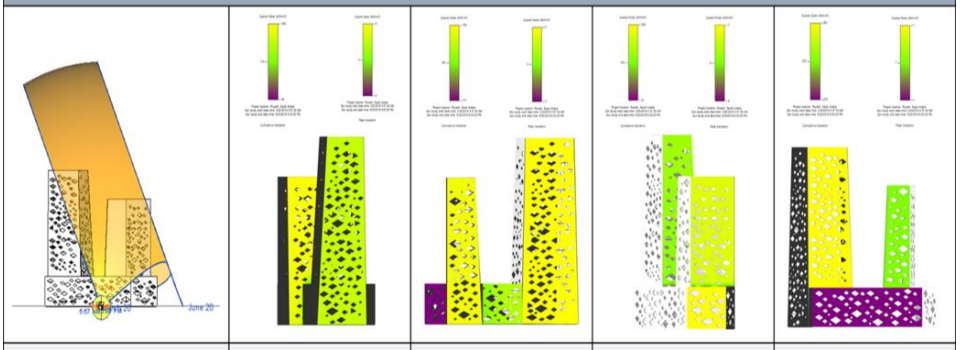
Summer : 21/6 - 21/9



• Façade الواجهه	الجنوبيه		الغربيه		الشماليه		الشرقيه	
Surface Area المسطح	9037 m²		10390 m²		8725 m²		8910 m²	
Cumulative Insolation الاشعاع الشمسي التراكمي	1402732 kwh	155 kwh/m²	1664216 kwh	160 kwh/m²	1462659 kwh	168 kwh/m²	2440873 kwh	274 kwh/m²
Peak insolation زروه الاشعاع الشمسي	3106	0.34	3298	0.32	2927	0.34	4840	0.54

رسم توضيحي 8 : التحليل الشمسي لواجهات أبراج كريستال بالصيف (المصدر الباحث)

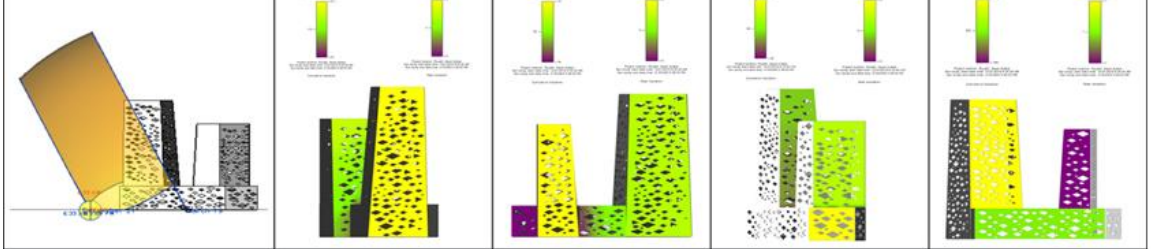
Spring : 20/3 - 20/6



• Façade الواجهه	الجنوبيه		الغربيه		الشماليه		الشرقيه	
Surface Area المسطح	9037 m²		10390 m²		8725 m²		8910 m²	
Cumulative Insolation الاشعاع الشمسي التراكمي	1423190 kwh	157 kwh/m²	1653782 kwh	159 kwh/m²	1469170 kwh	168 kwh/m²	2484524 kwh	279 kwh/m²
Peak insolation زروه الاشعاع الشمسي	3169	0.35	3266	0.31	2958	0.34	4866	0.55

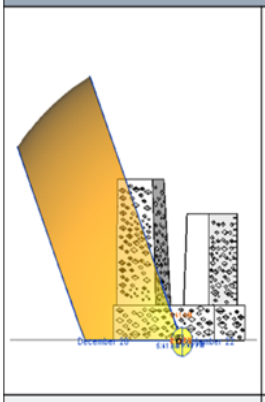
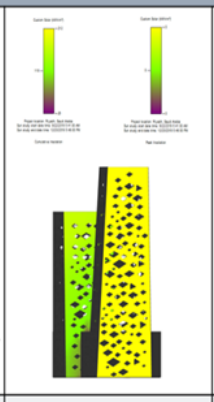
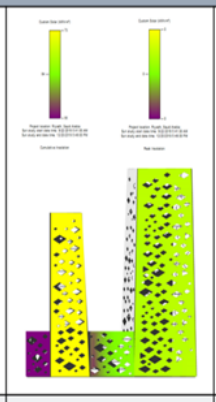
رسم توضيحي 9 : التحليل الشمسي لواجهات أبراج كريستال بالربيع (المصدر الباحث)

Winter: 22/12 - 20/3

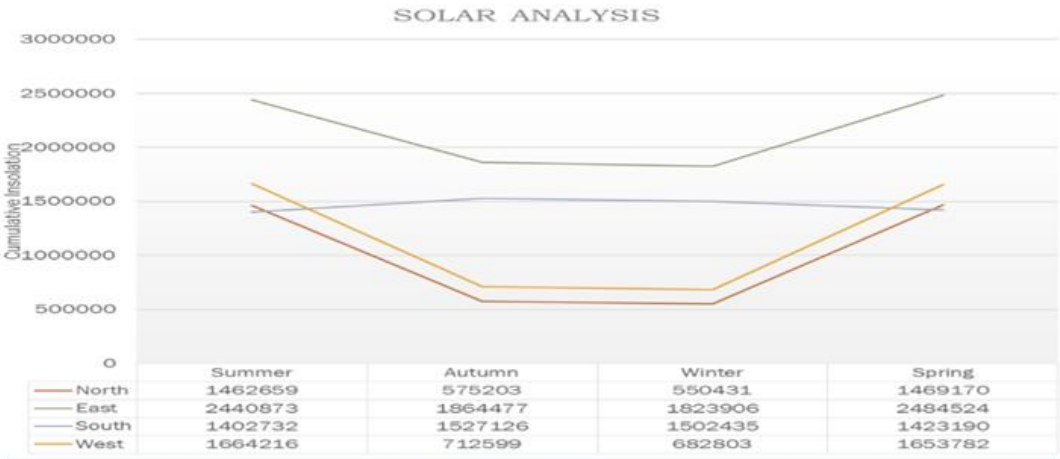


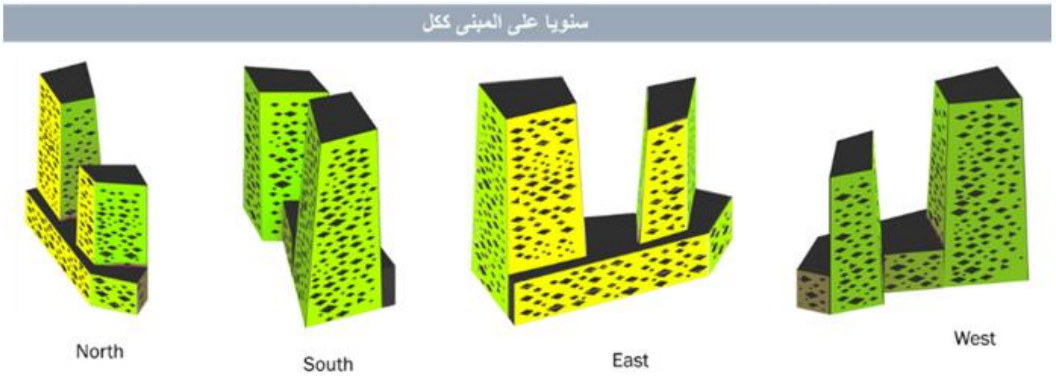
• Façade الواجهه	الجنوبيه		الغربيه		الشماليه		الشرقيه	
Surface Area المسطح	9037 m²		10390 m²		8725 m²		8910 m²	
Cumulative Insolation الاشعاع الشمسي التراكمي	1502435 kwh	166 kwh/m²	682803 kwh	66 kwh/m²	550431 kwh	63 kwh/m²	1823906 kwh	205 kwh/m²
Peak insolation زروه الاشعاع الشمسي	3400	0.38	1638	0.15	1533	0.18	4727	0.53

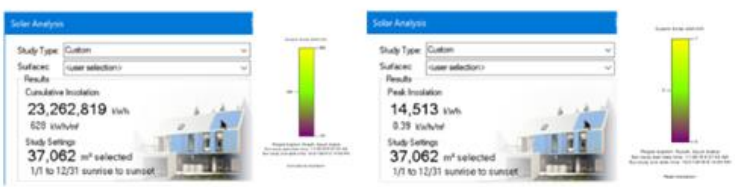
رسم توضيحي 10 : التحليل الشمسي لواجهات أبراج كريستال بالشتاء (المصدر الباحث)

Autumn : 21/9 - 22/12								
								
• Façade الواجهه	الجنوبيه		الغربيه		الشماليه		الشرقيه	
Surface Area المسطح	9037 m²		10390m²		8725 m²		8910 m²	
Cumulative Insolation الاشعاع الشمسي التراكمي	1527126 kwh	169 kwh/m²	712599 kwh	69 kwh/m²	575203 kwh	66 kwh/m²	1864477 kwh	209 kwh/m²
Peak insolation زروه الاشعاع الشمسي	3402	0.38	1659	0.16	1578	0.18	4701	0.53

رسم توضيحي 11 : التحليل الشمسي لواجهات أبراج كريستال بالخريف (المصدر الباحث)







رسم توضيحي 12 : التحليل الشمسي للواجهات الاربعة المختلفة بأبراج كريستال (المصدر الباحث)

- **برج مركز التجاري العالمي KAFD World Trade Center**

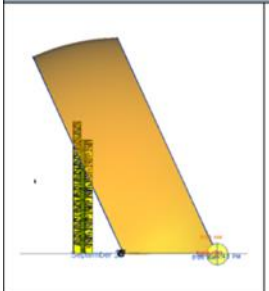
رسم توضيحي 13: التحليل الشمسي لواجهات برج مركز التجاري العالمي (المصدر الباحث)

Spring : 20/3 - 20/6

• Façade الواجهه	الجنوبيه		الغربيه		الشماليه		الشرقيه	
Surface Area المسطح	9458 m²		9734 m²		5148 m²		10214 m²	
Cumulative Insolation الاشعاع الشمسي التراكمي	1444280 kwh	153 kwh/m²	1683137 kwh	173 kwh/m²	566952 kwh	110 kwh/m²	2507079 kwh	245 kwh/m²
Peak insolation زروه الاشعاع الشمسي	3503	0.37	3376	0.35	670	0.13	5213	0.51

رسم توضيحي 14 : التحليل الشمسي لواجهات برج مركز التجاري العالمي بالربيع (المصدر الباحث)

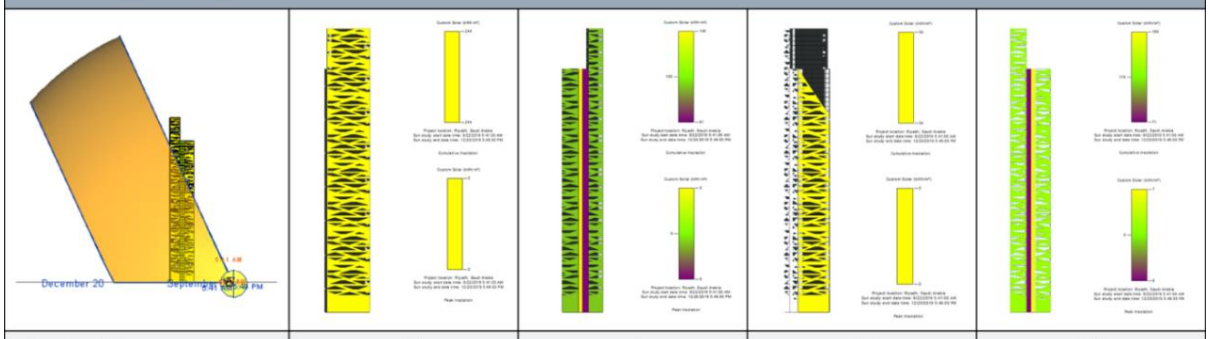
Summer : 21/6 - 22/9



• Façade الواجهه	الجنوبيه		الغربيه		الشماليه		الشرقيه	
Surface Area المسطح	9458 m²		9734 m²		5148 m²		10214 m²	
Cumulative Insolation الاشعاع الشمسي التراكمي	1420892 kwh	150 kwh/m²	1699763 kwh	175 kwh/m²	570982 kwh	111 kwh/m²	2502158 kwh	245 kwh/m²
Peak insolation زروه الاشعاع الشمسي	3431	0.36	3365	0.35	666	0.13	5172	0.51

رسم توضيحي 15 : التحليل الشمسي لواجهات برج مركز التجاري العالمي بالصيف (المصدر الباحث)

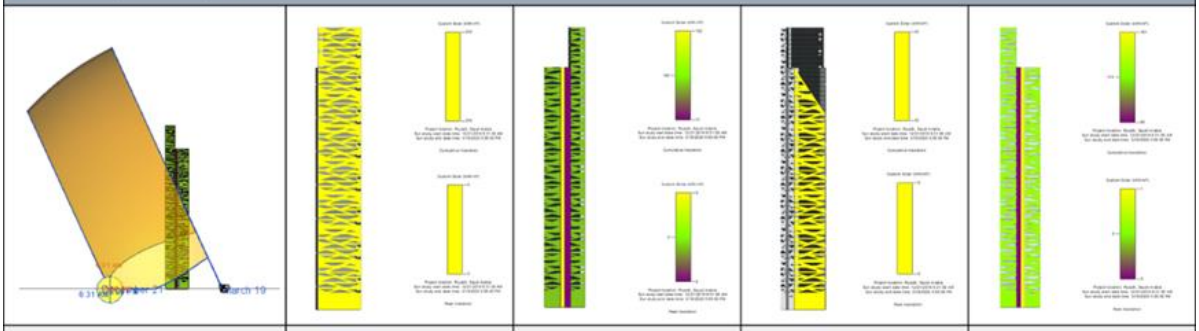
Autumn : 21/6 - 22/9



• Façade الواجهه	الجنوبيه		الغربيه		الشماليه		الشرقيه	
Surface Area المسطح	9458 m²		9734 m²		5148 m²		10214 m²	
Cumulative Insolation الاشعاع الشمسي التراكمي	2311954 kwh	244 kwh/m²	1025188 kwh	105 kwh/m²	279291 kwh	54 kwh/m²	1263336 kwh	124 kwh/m²
Peak insolation زروه الاشعاع الشمسي	4181	0.44	2865	0.29	277	0.05	3987	0.39

رسم توضيحي 16: التحليل الشمسي لواجهات برج مركز التجاري العالمي بالخريف (المصدر الباحث)

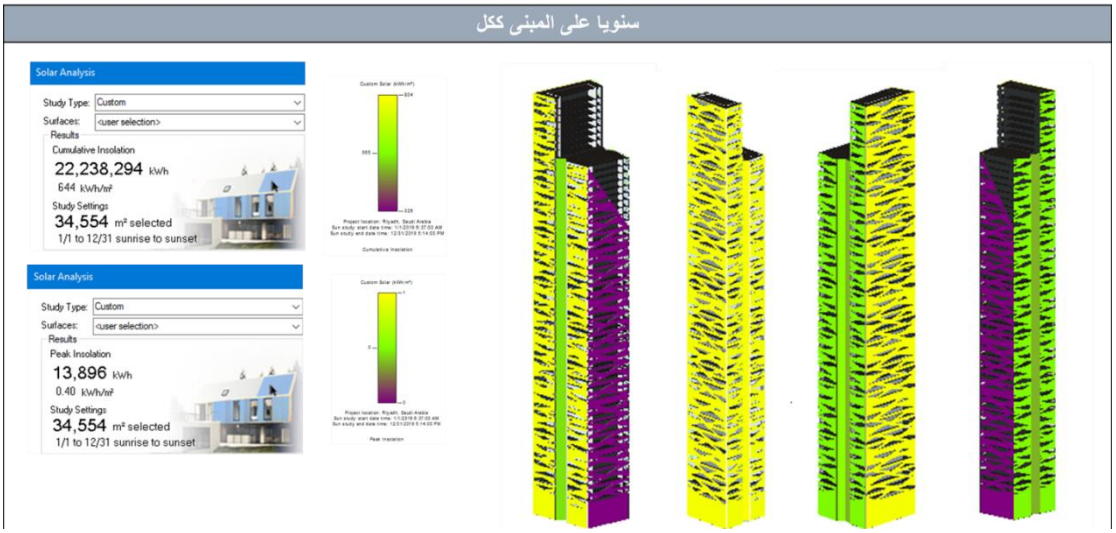
Winter: 21/6 - 22/9

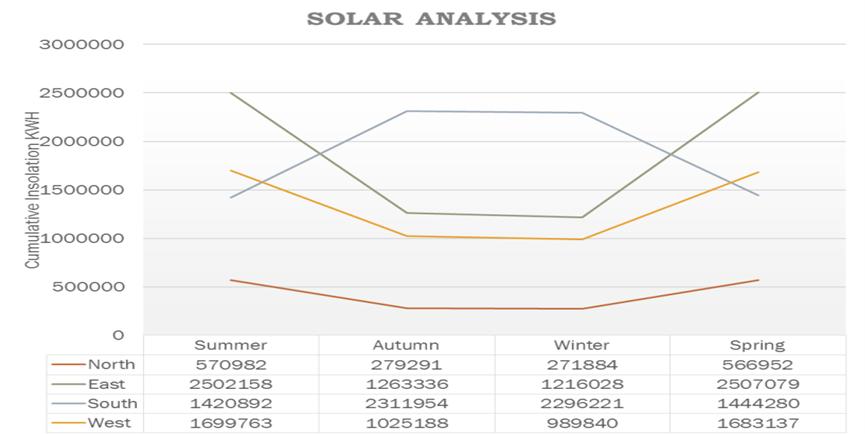


• Façade الواجهه	الجنوبيه		الغربيه		الشماليه		الشرقيه	
Surface Area المسطح	9458 m²		9734 m²		5148 m²		10214 m²	
Cumulative Insolation الاشعاع الشمسي التراكمي	2296221 kwh	243 kwh/m²	989840 kwh	102 kwh/m²	271884 kwh	53 kwh/m²	1216028 kwh	119 kwh/m²
Peak insolation زروه الاشعاع الشمسي	4132	0.44	2875	0.30	275	0.05	3986	0.39

رسم توضيحي 17 : التحليل الشمسي لواجهات برج مركز التجاري العالمي بالشتاء (المصدر الباحث)

سنويا على المبنى ككل

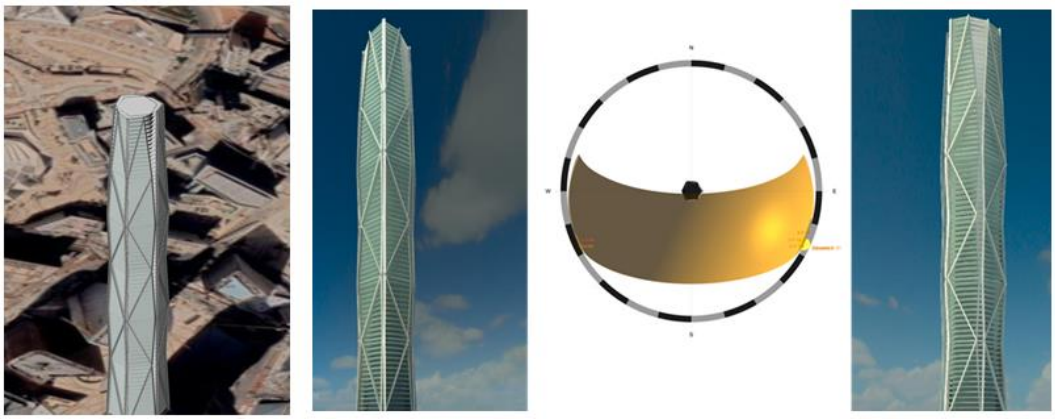




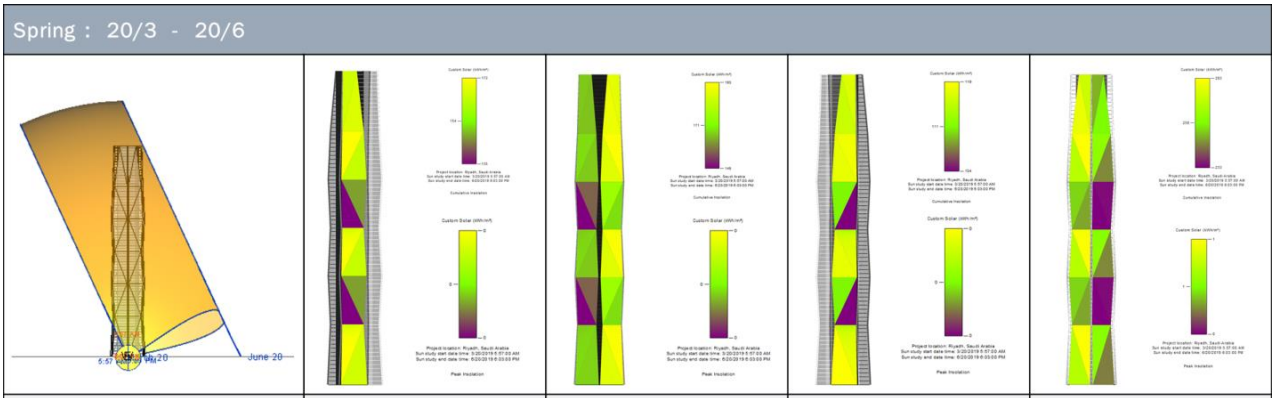
	Summer	Autumn	Winter	Spring
North	570982	279291	271884	566952
East	2502158	1263336	1216028	2507079
South	1420892	2311954	2296221	1444280
West	1699763	1025188	989840	1683137

رسم توضيحي 18: التحليل الشمسي للواجهات الاربعة المختلفة برج مركز التجاري العالمي (المصدر الباحث)

- **برج هيئة سوق المالCapital Market Authority Tower**

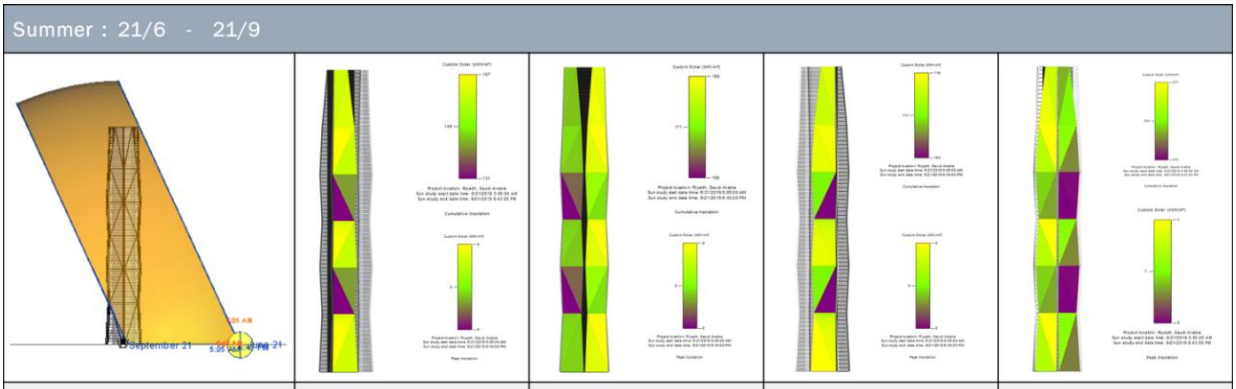


رسم توضيحي 19: التحليل الشمسي لواجهات برج هيئة سوق المال (المصدر الباحث)



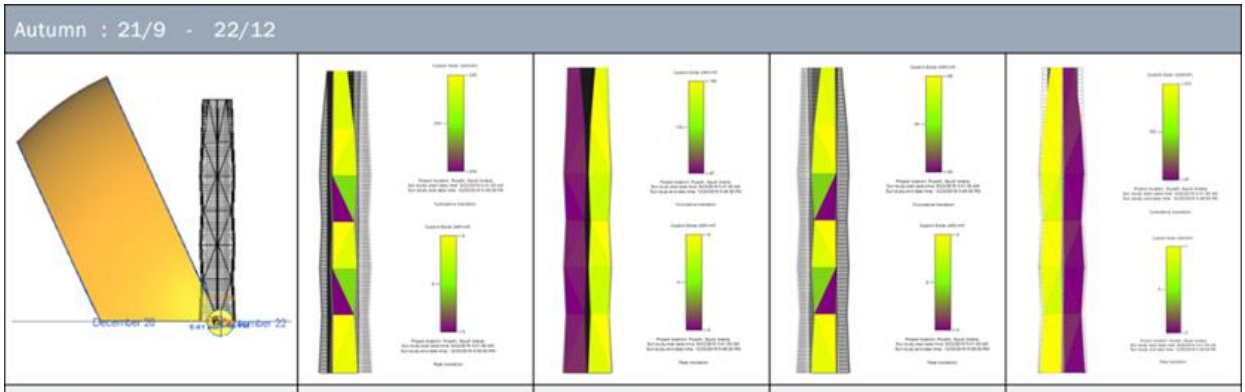
• Façade الواجهه	الجنوبيه		الغربيه		الشماليه		الشرقيه	
Surface Areaالمسطح	10639 m²		21278 m²		10639 m²		21278 m²	
Cumulative Insolation الاشعاع الشمسي التراكمي	1674936 kwh	157 kwh/m²	3703713 kwh	174 kwh/m²	1223972 kwh	115 kwh/m²	5483832 kwh	258 kwh/m²
Peak insolation زروه الاشعاع الشمسي	4052	0.32	7294	0.34	1535	0.14	11121	0.52

رسم توضيحي 20 : التحليل الشمسي لواجهات برج هيئة سوق المال بالربيع (المصدر الباحث)



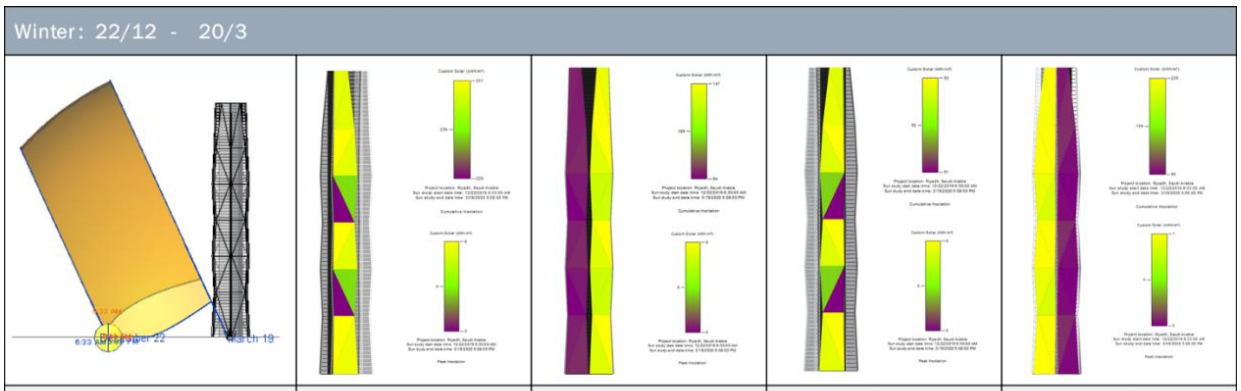
• الواجهه Façade	الجنوبيه		الغربيه		الشماليه		الشرقيه	
المسطحSurface Area	10639 m²		21278 m²		10639 m²		21278 m²	
Cumulative Insolation الاشعاع الشمسي التراكمي	1653183 kwh	155 kwh/m²	3689779 kwh	173 kwh/m²	1206237 kwh	113 kwh/m²	5388805 kwh	253kwh/m²
Peak insolation زروه الاشعاع الشمسي	3984	0.37	7279	0.34	1525	0.14	11042	0.52

رسم توضيحي 21 : التحليل الشمسي لواجهات برج هيئة سوق المال بالصيف (المصدر الباحث)



الواجهه Façade	الجنوبيه		الغربيه		الشماليه		الشرقيه	
المسطحSurface Area	10639 m²		21278 m²		10639 m²		21278 m²	
Cumulative Insolation الاشعاع الشمسي التراكمي	2647081 kwh	249 kwh/m²	2289861 kwh	108 kwh/m²	575037 kwh	54 kwh/m²	3498594 kwh	164 kwh/m²
Peak insolation زروه الاشعاع الشمسي	4786	0.45	5668	0.27	571	0.05	9181	0.43

رسم توضيحي 22 : التحليل الشمسي لواجهات برج هيئة سوق المال بالخريف (المصدر الباحث)

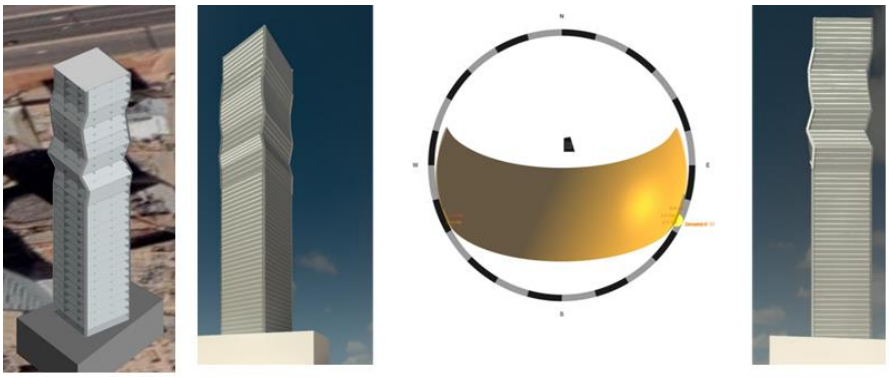


• الواجهه Façade	الجنوبيه		الغربيه		الشماليه		الشرقيه	
المسطحSurface Area	10639 m²		21278 m²		10639 m²		21278 m²	
Cumulative Insolation الاشعاع الشمسي التراكمي	2539913 kwh	239 kwh/m²	2153161 kwh	101kwh/m²	543455 kwh	51kwh/m²	3310697 kwh	156kwh/m²
Peak insolation زروه الاشعاع الشمسي	4753	0.45	5663	0.27	569	0.05	8947	0.42

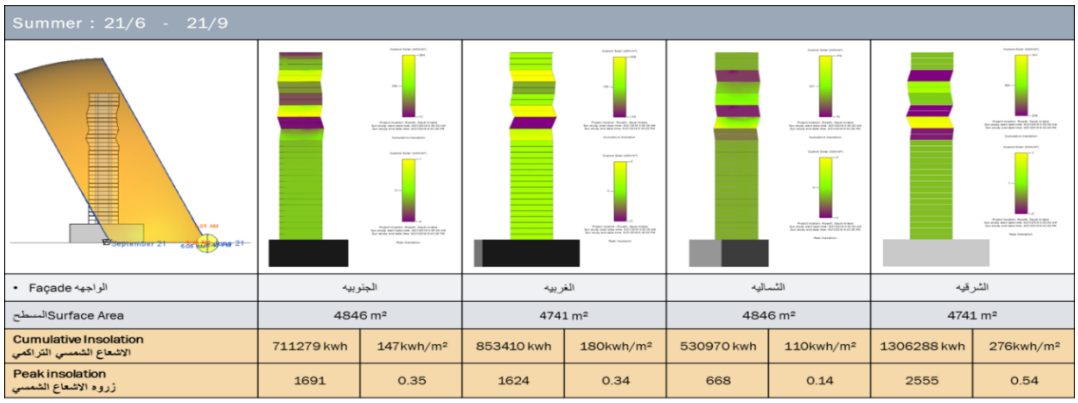
رسم توضيحي 23 : التحليل الشمسي لواجهات برج هيئة سوق المال بالشتاء (المصدر الباحث)

رسم توضيحي 24 : التحليل الشمسي للواجهات الاربعة المختلفة ببرج هيئة سوق المال (المصدر الباحث)

- **برج VILLAS IN THE SKY**

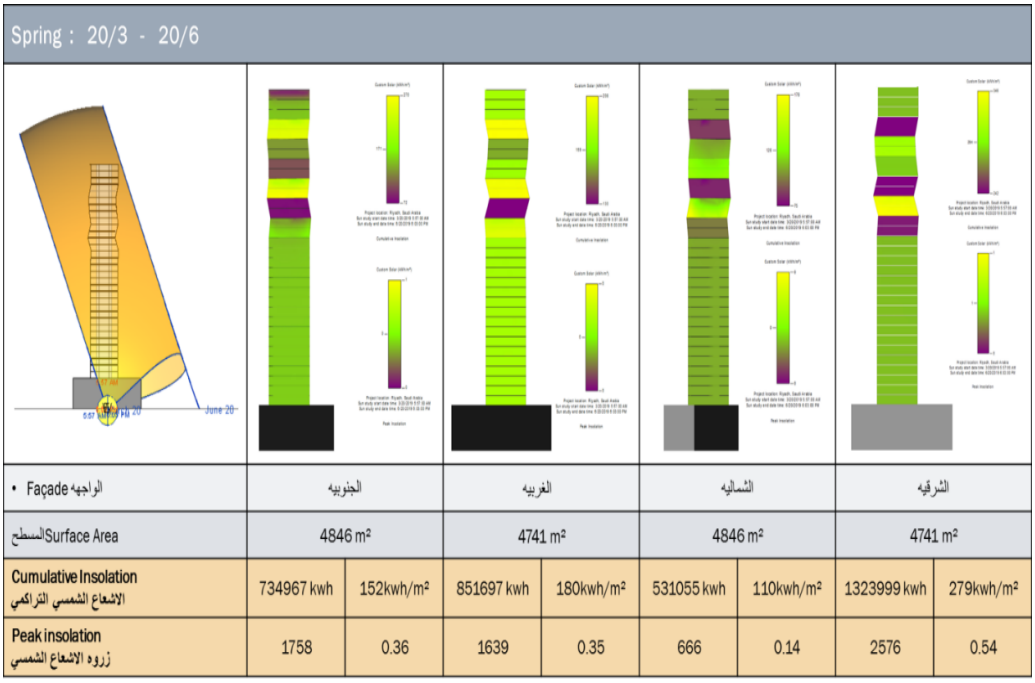


رسم توضيحي 25 : التحليل الشمسي لواجهات برج فيلاس ان ذا سكاي (المصدر الباحث



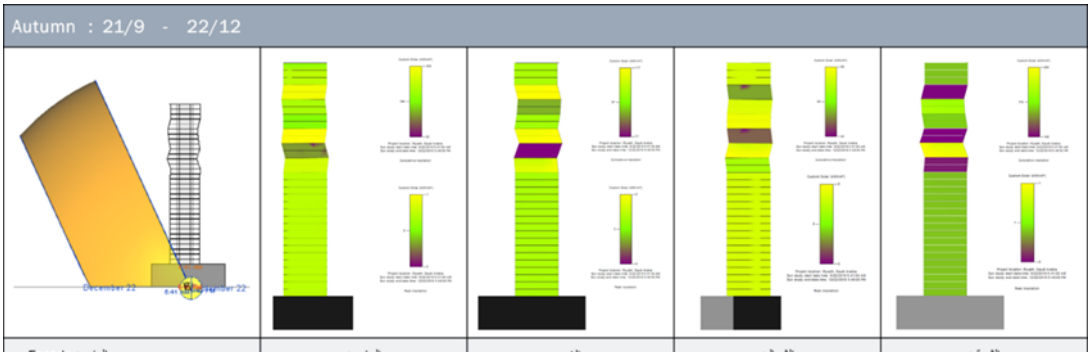
• Façade الواجهه	الجنوبيه		الغربيه		الشماليه		الشرقيه	
Surface Area المسطح	4846 m²		4741 m²		4846 m²		4741 m²	
Cumulative Insolation الاشعاع الشمسي التراكمي	711279 kwh	147kwh/m²	853410 kwh	180kwh/m²	530970 kwh	110kwh/m²	1306288 kwh	276kwh/m²
Peak insolation زروه الاشعاع الشمسي	1691	0.35	1624	0.34	668	0.14	2555	0.54

رسم توضيحي 27 : التحليل الشمسي لواجهات برج فيلاس ان ذا سكاي بالصيف (المصدر الباحث)



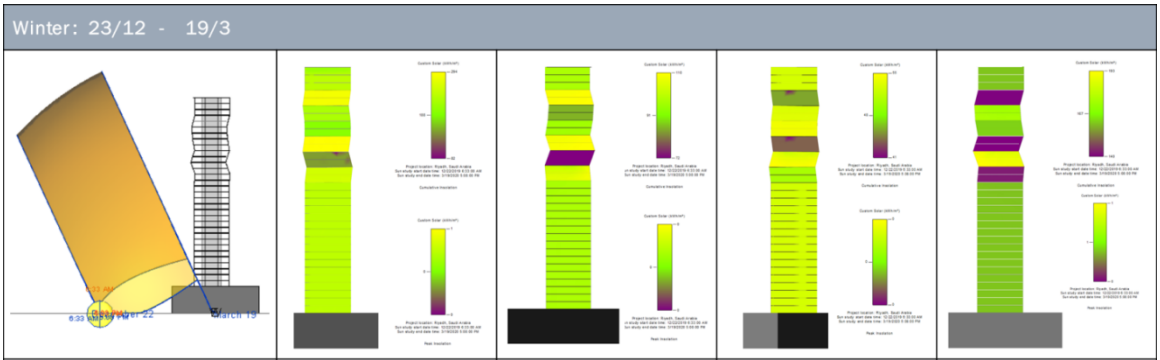
• Façade الواجهه	الجنوبيه		الغربيه		الشماليه		الشرقيه	
Surface Area المسطح	4846 m²		4741 m²		4846 m²		4741 m²	
Cumulative Insolation الاشعاع الشمسي التراكمي	734967 kwh	152kwh/m²	851697 kwh	180kwh/m²	531055 kwh	110kwh/m²	1323999 kwh	279kwh/m²
Peak insolation زروه الاشعاع الشمسي	1758	0.36	1639	0.35	666	0.14	2576	0.54

رسم توضيحي 26 : التحليل الشمسي لواجهات برج فيلاس ان ذا سكاي بالربيع (المصدر الباحث)



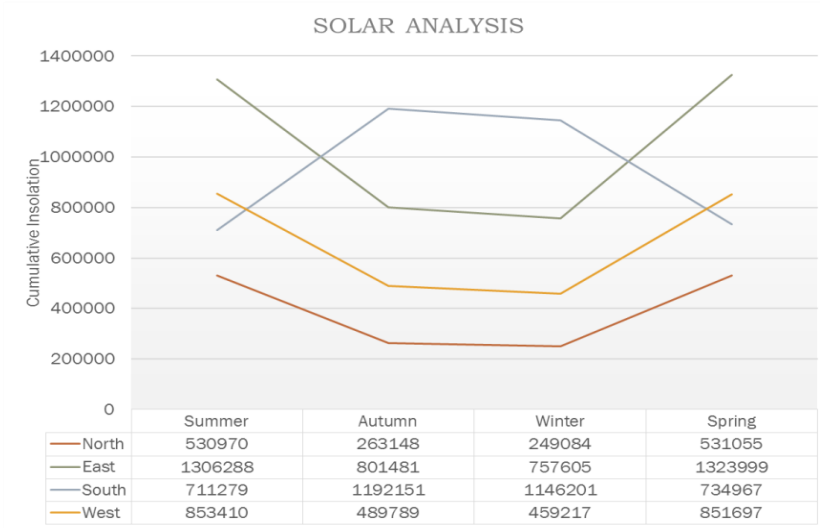
• Façade الواجهه	الجنوبيه		الغربيه		الشماليه		الشرقيه	
Surface Area المسطح	4846 m²		4741 m²		4846 m²		4741 m²	
Cumulative Insolation الاشعاع الشمسي التراكمي	1192151 kwh	246kwh/m²	489789 kwh	103kwh/m²	263148 kwh	54kwh/m²	801481 kwh	169kwh/m²
Peak insolation زروه الاشعاع الشمسي	2145	0.44	1361	0.29	256	0.05	2283	0.48

رسم توضيحي 28 : التحليل الشمسي لواجهات برج فيلاس ان ذا سكاي بالخريف (المصدر الباحث)



• Façade الواجهه	الجنوبيه		الغربيه		الشماليه		الشرقيه	
Surface Area المسطح	4846 m²		4741 m²		4846 m²		4741 m²	
Cumulative Insolation الاشعاع الشمسي التراكمي	1146201 kwh	237kwh/m²	459217 kwh	97kwh/m²	249084 kwh	51kwh/m²	757605 kwh	160kwh/m²
Peak insolation زروه الاشعاع الشمسي	2127	0.44	1372	0.29	255	0.05	2297	0.48

رسم توضيحي 29 : التحليل الشمسي لواجهات برج فيلاس ان ذا سكاي بالشتاء (المصدر الباحث)



	Summer	Autumn	Winter	Spring
North	530970	263148	249084	531055
East	1306288	801481	757605	1323999
South	711279	1192151	1146201	734967
West	853410	489789	459217	851697

رسم توضيحي 30 : التحليل الشمسي للواجهات الاربعة المختلفة ببرج فيلاس ان ذا سكاي (المصدر الباحث)

7- الاستنتاج البحثي

عرضت هذه الدراسة موضوع من أكثر الموضوعات اهمية في وقتنا الحالي فالبداية تحدثنا عن تطبيق الاستدامة وأثرها على البيئة والاستدامة ومن ثم انتقلنا الي الجزء الهام بالدراسة الا وهو معايير رياده الطاقة والتصميم المستدام والشرح والتوضيح باستخدام تطبيقات عملية على بعض الابراج ودراستها بالتفصيل وهي:

- برج هيئة سوق المال (CMA Tower)
- مركز التجارة العالمي (KAFD World Trade Center)
- برج (Villas In The Sky)
- برجي (Crystal Towers)

ومن ثم عرض نماذج لأبراج عالمية ذكية استخدمت فيها العمارة المستدامة وتطبيقات عمليه على المستوي الدولي والاقليمي لوجهات الابراج المكتبية بأشكال مختلفة، واختلاف آليات تطبيق مفهوم العمارة المستدامة ومن أهم هذه الآليات ما يلي:

1- دمج عناصر إنشاء الابراج والكاسرات الشمسية المستخدمة في الواجهات

2- نظام إدارة واجهات البرج لتحويل واجهات البرج من تقليدي الي ذكي قادر على التفاعل مع الظروف البيئية المحيطة كما في واجهات الابراج البيئية.

تعد أساليب البناء واستهلاك الطاقة هي أحد اهم العناصر التي يعتمد عليها نجاح التنمية المستدامة في أي مجتمع ان التحدي الاصعب الذي يواجه المعماريين والمخططين الآن، هو اختيار وتعديل التكنولوجيا المتطورة بما لا يتعارض تأثيره على البيئية، وفي نفس الوقت يتم تطوير وتوفير متطلبات الراحة في واجهات الابراج المتوافقة بيئياً. ويجب مراعاة البيئة المحيطة بواجهات الابراج وملائمة واجهات الابراج لتلك البيئة من خلال وضع حلول تصل الى تحقيق الاستدامة على المستوى البيئي والاقتصادي. وينبغي أن تكون المباني معزولة جيدا لتوفير المحيط التكنولوجي الملائم وتحسين البيئة وتوعية المجتمع يدعم الرؤي المستقبلية للاستدامة، كذلك اجراء تطوير وتحديث واجهات الابراج القائمة واجراء التعديلات اللازمة وتطبيق معايير الاستدامة يرفع من كفاءة الطاقة ويحفظ الموارد [13] .

بناء على ما سبق عرضه من تحليل النتائج توصي الدراسة الحالية بما يلي:

- يوصي البحث في اعتماد مؤشرات التصميم المستدام لتقليل التأثيرات البيئية في المناطق الحارة الجافة حيث تبين من البحث إمكانية تقليلها بشكل كبير كذلك، التوسع في دراسة المؤشرات المتبقية والتي لم يتناولها البحث في البحوث المستقبلية .

- التأكد من إمكانية استخدام معايير التقييم المقترحة كأداة لتقييم الواجهات المستدامة بالمنطق الحارة الجافة. أن يطبق المصمم المعماري مفاهيم الاستدامة العالمية في العمارة مع ربطها بمفاهيم العمارة المحلية
- حث المصممين على مراعاة التقليل من استخدام الموارد الجديدة في واجهات الابراج التي يصممونها، ودعوتهم إلى تصميم واجهات الابراج وإنشائها بأسلوب يجعلها هي نفسها أو بعض عناصرها في نهاية العمر الافتراضي لواجهات الابراج ، يدعو العاملين في مجال البناء للاهتمام بتطبيق هذا مبدأ الاستدامة بأساليب وأفكار مختلفة ومبتكرة في نفس الوقت، مع مراعاة استخدام مواد البناء والمنتجات التي تؤدي لحفظ تدمير البيئة عالميا، كما تؤخذ في الاعتبار المواد الأخرى على أساس عدم سمية العناصر التي تنتجها مع انعدام أو انخفاض ما ينبعث منها من عناصر أو غازات ضارة
- اهتمام التصميم المستدام بتوفير فراغ كافي لتنفيذ برامج التخلص من المخلفات الصلبة وإعادة تدوير مخلفات الهدم أحد الأساليب الأخرى لتقليل استخدام الموارد الجديدة
- تصميم واجهات الابراج يجب ان تستجيب للتصميم البيئي وتتكيف حسب المناخ المحلي والمواد المتاحة لتلك المدينة او الاقليم، فلابد من تقليل تأثيرها على البيئة.
- توفير ما يمكن توفيره عن طريق واجهات الابراج الصديقة للبيئة هو الراحة والهواء والضوء الطبيعي وكل ما يسهم في صحة الانسان ورفاهيته.
- السماح في المستقبل للتكيف واستيعاب التغيرات في الاستخدام والتقدم التكنولوجي.
- السيطرة على البيئة تشكل العامل الرئيسي في نجاح واجهات الابراج
- توفير المحيط التكنولوجي الملائم وتحسين البيئة وتوعية المجتمع يدعم الرؤية المستقبلية للاستدامة إجراء تطوير وتحديث واجهات الابراج القائمة واجراء التعديلات اللازمة الخاضعة لمعايير الاستدامة يرفع من كفاءة الطاقة الشمسية بواجهات الابراج كذلك دمج وترشيد أنظمة التشغيل والصيانة وإدارة الموارد والمكانيات وزيادة العائد، وتحقيق المرونة
- الموائمة مع توجه ورؤية المملكة 2030 بتحقيق الاستدامة
- توحيد نظام تقييم لتوحيد الجهود نحو الاستدامة
- أن يشمل الاعتماد مرحلة التصميم والتنفيذ لواجهات الابراج وإدارة الصيانة لما بعد الإشغال

المراجـع

[1] وزارة الإسكان السعودية (2017م). مؤتمر تقنية البناء، كتاب الفاعليات والأبحاث الرياض

[2] مشاريع جائزة مهرجان العمارة الدولي (2015م). مجلة عمران العدد 54، الرياض

[3] تكنولوجيا التحكم البيئي (2014م). مجلة البناء عدد 25-6-2014م، الرياض

[4] Leed 2016. Leed Canada)2009(rating systems is also approaching – With registration closing on October 31, 2016

[5] شركة QPM القطرية (2013م). "تحقيق كفاءة استخدام الطاقة من خلال أنظمة العزل "، ورشة عمل، الدوحة

[6] محمد، احمد عبد المنطلب (2012م). "تأثير انواع زجاج النوافذ على الأداء الحراري للمباني السكنية في مصر "، المؤتمر الدولي الثاني، جودة الحياة – نحو مستقبل أفضل-القاهرة

[7] كارا هوداي (2015م). "مواد البناء المستدامة "، مجلة بيئة المدن، مركز البيئة للمدن العربية العدد 10 يناير، دبي

[8] انكن هيرتسيغ (2011م). "البناء المستدام بين الجمال والفعالية "، بناه- العمارة والبناء العدد 25-10-2011 يناير، القاهرة

[9] Linda Reeder (2010) Guide to Green Building Rating Systems: Understanding LEED, Green Globes, Energy Star, the National Green Building Standard, and More

[10] آل سعود، خالد بن عبد الله آل مقرن (2005م). "مدخل إلى معايير تنظيمية للعزل الحراري في المباني بالمملكة العربية السعودية "، مجلة العلوم الهندسية، المجلد 33، العدد 4، الرياض

[11] وزيري، يحي (2003م). "التصميم المعماري الصديق للبيئة: نحو عمارة خضراء", مكتبة مدبولي، القاهرة

[12] الصالح، هاشم (2002م). "الحاجة إلى معايير بيئية وصحية لتوصيف مواد وأنظمة البناء في المملكة العربية السعودية" , ندوة مواصفات التصميم الهندسي وأهمية توحيدها, اللجنة الاستشارية الهندسية, الدمام

[13] الحمدي، ناصر بن عبد الرحمن (2002م). "معايير التصميم المناخي للمجاورة السكنية في صحراء منطقة الرياض بالمملكة العربية السعودية "، ندوة التنمية العمرانية في المناطق الصحراوية ومشكلات البناء فيها