التصميم البارامتري للواجهات الذكية لرفع كفاءة التصميم المستدام

د. فرج محمد زكي عبد النبي
مدرس بقسم الهندسة المعمارية - كليه الهندسة بالمطرية - جامعة حلوان- مصر
معار الي قسم العمارة الإسلامية - كلية الهندسة والعمارة الإسلامية - جامعة ام القرى-السعودية
faragzaki2002@yahoo.com

الملخص:
في ظل التطورات والتحول الرقمي بكافة المجالات ظهرت تقنيات علمية حديثة في اتجاهات الفكر التصميمي والتشكيل الخاصة بالعمارة والعمران، ومن اهمها استخدام التطبيقات البارامترية في تصميم الواجهات الذكية لتحسين كفاءة التصميم المستدام كمدخل للمباني الذكية، ولرفع كفاءة المبنى وزيادة تفاعله وتكييفه مع البيئة المحيطة والمستخدمين، وتظهر **مشكلة البحث** في ان واجهات المباني تمثل العنصر الرئيسي الذي يتسبب في استهلاك الطاقة كونها تغلف المبني، حيث تتعرض للتأثيرات السلبية للعوامل الخارجية المحيطة، مع عدم الاستفادة من استخدام التطبيقات التكنولوجية الحديثة للحد من المؤثرات السلبية علي كفاءة التصميم المستدام، **ويفترض البحث** ان التصميم البارامتري للواجهات الذكية يجعلها حاجزاً كجلد الانسان وملابسة في تصدية والحماية من العوامل والمؤثرات الخارجية، ويكون وسيطاً في ترشيد استهلاك الطاقة داخل المبني وتحسين جودة الراحة الحرارية الداخلية، مما يدعو المعماريين إلى استخدام التقنيات البارامترية لتصميم واجهات ذكية مستدامة تتسم بالوعي البيئي وتؤدي الي رفع كفاءة التصميم المستدام بالمباني، وفقاً للمبادئ والمعايير المحلية والدولية لتقييم الاستدامة، لتصبح متوافقة بيئياً واجتماعياً واقتصادياً وعمرانياً، **ويهدف البحث** الي قياس مدى كفاءة استخدام التصميم البارامتري والتطبيقات والأجهزة والنظم الذكية بالواجهات، من خلال اتباع عدة **مناهج للبحث العلمي** كالمنهج الاستقرائي الوصفي لحصر اسس ومعايير تصميم الواجهات الذكية المستدامة كعناصر للتقييم، لتطبيقها كمنهج تحليلي لبعض التجارب الدولية والإقليمية والمحلية الرائدة بمجال التصميم البارامتري للواجهات الذكية، ثم اتباع المنهج التحليلي المقارن لعينات الدراسة المختارة لاستنباط نموذج قياسي للتقييم، يمكن تطبيقه للتحليل والقياس مع رصد النتائج في صورة مقارنات مجمعة بيانياً علي مستوى عناصر التقييم، ومدى تحقيقها للنموذج القياسي المقترح، وذلك تحقيقاً لفرضية البحث " ان التصميم البارامتري للواجهات الذكية يؤدي لرفع كفاءة التصميم المستدام ".

الكلمات الدالة: التكنولوجيا الرقمية- التصميم المستدام- التصميم البارامتري- الواجهات الذكية.

الدراسة النظرية ـ المقدمة:

إن مستقبل العمارة والعمران يتحول من الخيال إلى الحقيقة في ظل تطورات الهندسة المعمارية والتكنولوجيا الحديثة، حيث أثرت التقنيات البارامترية الحديثة على المباني في أسلوب التصميم والبناء، باستخدام النظم والاجهزة والمواد الذكية المستدامة، ظهرت تطبيقاتها بالواجهات الذكية كرؤية لتحقيق ورفع كفاءة التصميم المستدام بالمباني، ومن ثم الاستفادة من التحول الرقمي في الأجهزة والنظم والمواد الحديثة لتصميم وإنشاء المباني الذكية، كمحاكاة لكافة النظريات والتقنيات المعمارية الحديثة لأداء الوظيفة، فأصبح التوجه نحو التطوير المستدام للمباني لتصبح مباني ذكية ومزودة بتقنيات قادرة على توفير راحة واحتياجات المستخدمين، والاستجابة للتغيرات البيئية والمناخية على مدار اليوم والسنة بطرق عديدة لتقليل التلوث والطاقة التي تستخدم في عمليات التبريد والتدفئة والإضاءة مما يساهم في الحفاظ علي استدامة وجودة البيئة العمرانية.

1 التصميم البارامتري للمباني الذكية:

ظهرت المباني الذكية والتي تتميز بقدرتها على التفاعل والتكيف والاستجابة للمتطلبات، وتعبر كلمة الذكاء Intelligence بإيجاز عن الديناميكية حيث القدرة الفعالة للتكيف مع متغيرات البيئة الداخلية والبيئة الخارجية ومع المتغيرات اليومية والحالات الموسمية، وقد شمل التطور كل مكونات المبني بدءاً من المواد ثم الواجهات والحوائط ومكونات المبني، ويرجع ذلك الى قاعدة التشابه الطبيعي، الذكاء الاصطناعي كما يلي [25]: -

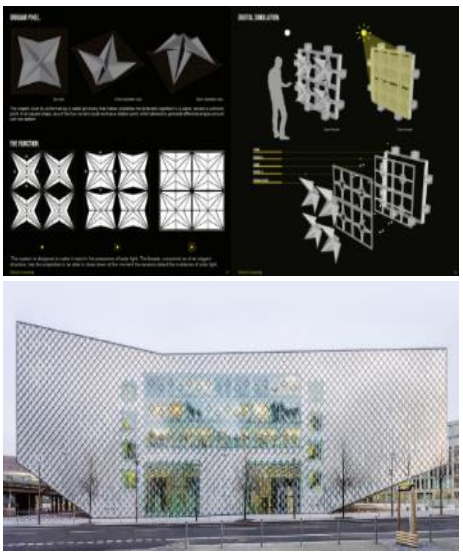
1-1التشابهات الطبيعية: Natural Analogies-NA

من خلال المقارنة البيولوجية أو التشابهات الطبيعية، حيث تمثل الطبيعة على وجه العموم وجسم الإنسان على وجه الخصوص يمثلون النموذج المثالي ومصدر الاستعارة في تصميم المباني شكل (1)، وبالتالي يمكن تطبيق هذا المفهوم على كل مستويات القياس من الشكل ثم التكوين البنائي إلى الأنظمة الحيوية ومفاهيم التصميم المستدام للمبنى الذكي وواجهته[32]، وأهم ما يميز واجهات المباني الذكية هو الاستجابة Responsiveness ألآلية للتغيرات الخارجية والداخلية بما يناسب احتياجات مستخدميه وأفضل أداء للمبنى، وملاحظة عدة تشابهات بين المبنى الذكي والطبيعة علي عدة مستويات (الطبيعة والمبنى، الإنسان والمبنى، جلد الإنسان وغلاف المبنى، ذكاء الإنسان وذكاء المبنى) [23].

شكل (1) جسم الانسان ومصدر الاستعارة للمباني المصدر: https://architizer.com/blog/

1-2الذكاء الاصطناعي: Artificial Intelligence- AI

عرف "افرون بار وإدوارد فيجنبوم" الذكاء الاصطناعي انه جزء من علوم الحاسب يهدف إلي تصميم أنظمة ذكية شكل (2) تعطي نفس الخصائص التي نعرفها بالذكاء في السلوك الإنساني [30]، وهو يماثل أدني درجات الاستجابة في المباني وهو رد الفعل الأوتوماتيكي Automatic Response يمكن ملاحظته في العديد من المواد الذكية والتي تتميز بخواصها الفريدة الفيزيائية ـ الكيمائية ويمكن تطبيقها لتوضيح طرق الاستخدام، من أمثلتها (الأسطح الذكية Smart planes - المنازل الذكية intelligent houses- الخامات ذات الذاكرة للأشكال shape memory textiles- الزجاج الذكيSmart Glazing - الآلات الدقيقة micro-machines -دهانات تغير لونها color changing paint– نظم النانو Nano systems ، وهذا النوع من الاستجابة يفضي للتكامل في الأداء بين كافة أنظمة المبني والتطبيقات والمواد والأجهزة المستخدمة بالواجهات الذكية



شكل (2) أنظمة ذكية للاستجابة في المباني ويطلق عليها رد الفعل الأوتوماتيكي المصدر: http://parametriczju.org/2019/05/06/responsive-facade/

المستدامة[29].

1-3التصميم البارامتري والغلاف الذكي: إن المبنى الذي تم تجهيزه بطريقة تقنية اكتسب بها القدرة على تغير البيئة الداخلية وفقاً لحاجات المستخدم وبالتكيف والتوافق مع البيئة الخارجية، ويمكن استعماله بكفاءة وسهولة من خلال مجموعة من الشبكات والنظم تتيح الأداء المثل لمستخدميه واقتصادياً لمالكيه، بالإضافة للقدرة على التعرف وإدراك التغير في الظروف الخارجية والداخلية والاستجابة والتوافق برد فعل مناسب لتلك التغيرات بهدف الحصول على أفضل استغلال للمصادر وتحسن البيئة الداخلية وراحة المستخدمين، مع توقع الظروف والأحوال والعوامل المؤثرة علي المبني شكل (3) وإمكانية تغيير لونه وهيئة غلافه وتوجيهه

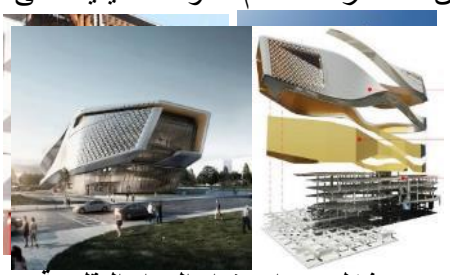
شكل (3) توقع الظروف المؤثرة على المبني وتغيير لونه وهيئة غلافه للحصول على أفضل استغلال للمصادر.
المصدر: https://architizer.com/blog/inspiration/collections/8-impossibly-dynamic-

وتكوينه [21].

2التقنيات البارامترية والتصميم المستدام:

تطورت مفاهيم التصميم البارامتري بظهور المواد والتقنيات الذكية الحديثة، وأصبح الاعتماد على رسم أو تصور الفراغ المعماري بالأبعاد الثلاثية ملائم أكثر كونه يجسد كل شيء شكل (4)، لأن هذه المواد قد تتغير مع الوقت وباختلاف درجات الحرارة أو باختلاف درجات سطوع الضوء، وهذا يطلق العنان للفكر المعماري مع المواد الذكية ليكون الأمر مختلفاً لتطويع وتشكيل الفراغات، وهذا يجعل المعماريين يهتمون باستخدام التصميم البارامتري [16].

2-1الكفاءة الاقتصادية: قد أصبحت التكلفة والوفرة هما المحددان لانتشار استخدام المواد التقليدية على المواد الذكية، لكن أصبح اهتمام المعماريين في الآونة الأخيرة هو استخدام المواد الذكية جنباً إلى جنب مع المواد التقليدية شكل (5)، وهذا لأن المواد التقليدية تتميز بالثبات والمقاومة العالية للتغير على عكس المواد الذكية التي تتغير وتتشكل طبقا للمتغيرات المحيطة بها من تغيرات كيميائية أو فيزيائية، واهم تأثير لتلك التغيرات علي نظام التهوية والتدفئة ونظام الإضاءة بالمبنى، ليحقق بيئة عمل مناسبة تزيد من كفاءة الموظفين وترفع من الإنتاجية، ولا شك أن التطور السريع تحقيق أقصى كفاءة بالمبنى وتطبيق أفضل نظم أمن وأمان بالإضافة إلى توفير قواعد بيانات ومعلومات ونظم اتصالات مسموعة ومرئية، مما يجعل المبنى الذكي أكثر طلباً بين الشركات أوساط المستثمرين نظراً لمدى الاستجابة والتفاعل والتكيف مع المستخدمين لتلك المباني [3].



شكل (4) رسم بإبعاد الفراغ مع المواد الذكية المصدر: https://www.archdaily.com

شكل (5) استخدام المواد التقليدية بالذكية المصدر: https://www.ecoabois.fr/actual

2-2الكفاءة البيئية: يتحقق الذكاء البيئي في حاله وجود المتغيرات البيئة المحيطة ومتطلبات الاستخدام والتفاعل مع كل من البيئة الطبيعية والعمرانية والمستخدمين شكل (6)، وبتطور التقنيات وتكنولوجيا استخدام المواد الذكية يساعد المعماري على الحفاظ على الوظيفة المطلوبة دون الحاجة إلى إهدار الطاقات والمساحات التي تخدم الفراغ المعماري وأسلوب التصميم والبناء والتشييد، فإن مقدار المرونة وكيفية الاستجابة والتفاعل مع تغير الظروف والأجواء سواء للبيئة أو نوع الاستخدام هو الذي يحدد مدى ذكاء المبنى، مع توافق هذه المباني ونجاحها بيئياً والتحكم تلقائياً في كمية الضوء وجودة الهواء الداخلي لتحسين لرفع كفاءة البيئة الداخلية [35].

2-3الكفاءة الاجتماعية: يتجه المجتمع ضمن نمط الحياة الي العمارة البارامترية بصورة عامة، كنمط جديد من الغنى الحضاري، وتحول معماري مشترك عصري حديث، يمثل نموذجاً في التصميم يقوم على التفكير الحسابي والذي يمكن من خلاله التعبير عن المعايير والاسس التصميمية، وهناك تحديات بيئية في عصر البناء اللامتناهي، فالمصمّم ينظر إلى المجتمع كشبكة اجتماعية تربط الحياة بالعمل بصورة تفاعلية شكل (7) ، تؤدي إلى التوصل للترابط بين الفراغات مما يعكس اتصالاً مرئيّاً من خلال التعدديّة الطبقيّة في التصميم بصورة منتظمة ذاتيّاً، ويستخدم لتحقيق الكفاءة والراحة والأمان للأشخاص وبالتالي تحسين الأداء و رفع الإنتاجية مع التوافق مع المحيط العمراني [27].

شكل (7) دمج التقنية الرقمية مع البيئة والمحيط العمراني القائم. المصدر: https://www.fashionforwardtren

2-4كفاءة الطاقة: يتطلب المبنى الذكي الاعتماد على أقل طاقة واختيار مواد تناسب المناخ والبيئة شكل (8)، لتحقيق أفضل أداء اقتصادياً باستخدام النظم المتطورة، ودمج المواد التقليدية والذكية ليعزز راحة وكفاءة المبنى وبعض الأنظمة التقنية مثل [24]: -

1. نظام إدارة المنشأة Facility Management System .
2. نظام إدارة الطاقة Energy Management System.
3. نظام أوتوماتيكي Building Automation System.
4. نظام الإدارة والتحكم المركزي Central Control & Management System .

شكل (8) الاعتماد على أقل طاقة لأفضل أداء. المصدر: https://www.servcorp.com.

3 التصميم البارامتري والمباني الذكية المستدامة:

ظهر في أواخر القرن العشرين مصطلح المباني الذكية Intelligent Buildings التي تتسم بكفاءة التقنية وتكامل أنظمة البيئة والطاقة والاستدامة، وبدأ المدخل الفكري لتصميم المباني الذكية المستدامة يدفع المعماريين لتحقيق مفاهيم التصميم المستدام شكل (9)، ودمجها عملياً في برامج إلكترونية مسئولة عن كل المعدات المتوافقة لتحقيق التشغيل الأمثل في ضوء الإمكانات المتاحة، مع توفير إدارة للمبنى الذكي تعتمد على قدرات خاصة في إدارة وصيانة فراغات المبنى، وأيضاً للتعامل مع البيانات والمعلومات التي يتم تسجيلها خلال تشغيل المبنى، ولذا يتطلب تصميم المبني الذكي التعاون بين عدد من التخصصات الأمر الذي يحتم وجود تفاعل وتداخل بين كل من فرق المعماريين والإنشائيين ومصممي الواجهات شكل (10) ومهندسي النظم التشغيلية والعديد من المجالات والتخصصات الأخرى في تقديم تصميمات بارا مترية متكاملة للمباني

شكل (9) تكامل التصميم البارامتري مع الاستدامة. المصدر: -architecture.com creative

شكل (10) التوافق مع البيئة واستخدام الطاقة الجديدة. المصدر:arch20. architectural design

الذكية المستدامة [1].

3-1التصميم البارامتري والواجهات الذكية المستدامة: تعتر الواجهات العنصر الذي يغلف حياة الانسان داخل هذا المبنى، وهي عبارة عن مواد وتقنيات بناء تعمل على تغطية الفراغات الداخلية للمبنى، لحماية البيئة الداخلية من التأثيرات السلبية للعوامل الخارجية، حيث تمثل الواجهات الخارجية 15: 45% من إجمالي تكلفة المبنى، وتعتبر العامل الاساسي في امكانية الحصول على بيئة داخلية مناسبة، لأن الواجهات بعناصرها هي العامل الناقل بين الظروف الخارجية والداخلية لتوفير بيئة جيده لشاغلي المبنى، كما تتعرض الواجهات الخارجية شكل (11) الى إشعة الشمس على مدار النهار عبر عدة طرق منها (أشعة الشمس المباشرة- اشعة الشمس المنعكسة من المناطق المحيطة- الحرارة الناتجة عن الحمل الحراري للمواد- الهواء الساخن بالبيئة المحيطة)، لذلك التعامل مع الظروف المختلفة بشكل متكامل ومستدام لتوفير البيئة المناسبة لمن بالداخل وحمايتهم، وتقليل الأحمال الحرارية والتكاليف التشغيلية للصيانة كالتبريد والتدفئة والإضاءة للحد من استهلاك

شكل (11) استخدام التصميم البارامتري بالواجهات للحماية من العوامل الخارجية وتحقيق رؤية للخارج مع الخصوصية وتوفير بيئة داخلية مناسبة للمستخدمين المصدر: https://amwalalghad.com/2020

الطاقة [22].

3-2تطبيقات التصميم البارامتري في التشكيل المستدام للواجهات الذكية: يعرف بأنه التصميم الحدودي أو نمذجة التصميم المعياري (التصميم المتغير)، ويقوم التصميم البارامتري على أسس هندسية ومفاهيم ذات منطق رياضي مستوحاة من الطبيعة شكل (12)، معتمداً على العمليات الفيزيائية والمحاكاة في التشكيل، كما قدم أداة حديثة مكّنت المصمّمين والمعماريين والمخططين من التعامل مع المجسمات ذات البنية المعقدة التي كان يصعب إدراكها وتتبع نظامها الانشائي، حيث أصبحت عناصر العمارة مرنة بارامترياً تؤكد العلاقة ما بين التصميم الخارجي والداخلي وجماليات العناصر البارا مترية شكل (13)، فتطورت الأشكال المثالية والهندسية للأشكال حديثة حساسة ومترابطة ومتفاعلة مع بعضها خلال حقول ديناميكية تولد أشكالاً عضوية كالشرائح spline -الفقاعات blobs -النقاط الشبكية Grid points -الجزيئات particles، من خلال كل من [19]:-

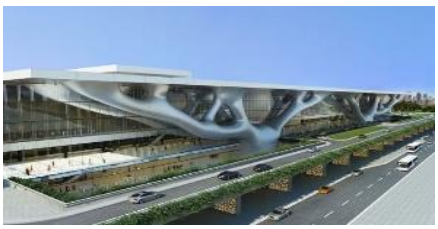
أولاً- السطوح: والتي تتفاعل مع المحيط وتتمايز ضمن استجابة تفاعلية حيث السطوح الملتفّة والإشعاعيّة.

ثانياً- الحجوم: لتشكل وحدات ضمن حقول ديناميكية الترابط swarm groups مع تنوع أسلوب التحكم.

شكل (12) مصاد الالهام والمحاكاة للتصاميم البرامترية المستوحاة من التكوينات الطبيعية والكائنات الحية. المصدر: https://twentytwo-group.org

شكل (13) تطور الكتل والتكوينات الهندسية للأشكال المترابطة على مستوى الواجهات والاسطح والحجوم. المصدر: https://twentytwo-group.org

3-3التطبيقات الذكية في الواجهات: هناك تقنيات وتطبيقات حديثة طورت مفاهيم الواجهات الذكية الخارجية، لتصبح لها القدرة على التحكم في سلوكها تجاه البيئة الخارجية، وذلك عبر استجابتها للبيئة المحيطة ومتغيراتها، لتوفير بيئة داخلية متناسبة بشكل تام مع متطلبات المستخدم لهذا الفراغ دون الاعتماد بشكل كلي على التكييف والاضاءة الصناعية، وبذلك تساهم الواجهات الذكية في ترشيد استهلاك الطاقة والاستفادة من الاضاءة والتهوية الطبيعية- توفير الراحة الحرارية بالبيئة الداخلية- توفير اتصال بصري مع المحيط تكيفاً مع المتغيرات الخارجية -تحسين اداء المبنى وتقليل التأثير السلبي على البيئة المحيطة [18]، هذا لأن 50% من الأمراض التي تصيب الانسان بسبب ملوثات البيئة الداخلية للمبنى، وعلينا كمعماريين تحقيق بيئة داخلية مريحة وصحية ومناسبة لاحتياجات المستخدم شكل (14)، ويوجد عدة أنواع للواجهات الذكية المستدامة منها (1): -



شكل (14) تطوير الواجهات الخارجية الذكية. المصدر: https://ara.architectural

1-3-3الواجهات المزدوجة Double Facades: والتي تتكون من غلافين يمكن تدفق الهواء في تجويف وسطي بينهما، ذو تهوية طبيعية شكل (15) أو ميكانيكية، وقد تختلف تبعاً للظروف المناخية، ودواعي ومكان الاستخدام، وساعات التشغيل للمبنى، واستراتيجية التكييف، ويمكن استعمال اغلفة تتكون من وحدات زجاجية منفردة أو مزدوجة بمسافة فاصلة تتراوح بين 20 سم: 2 متر، ويستخدم هذا النظام في كثير من الأحيان لأسباب عدة منها الحماية ضد الحرارة وجودة التبريد، ويتم وضع أجهزة للتظليل الشمسي داخل التجويف، خلال المعالجات

شكل (15) تحقيق الاضاءة والتهوية الطبيعية. المصدر: http://www.astucestopo.net

1. **ثنائية الطبقة** طبقة زجاجية ثانية بالبساطة الفنية بالبيئة الداخلية.
2. **الممرات الهوائية** بشكل أفقي الواجهات الداخلية والحماية من الحرائق.
3. **الواجهات الصندوقية Shaft-Box Facades:** تتكون من فتحات مربعة واشكال مختلفة تعمل على تبديل الهواء الداخلي حسب فروق الضغط للفراغ الداخلي والخارجي وتمتد بشكل رأسي بين الطوابق لزيادة الكفاءة الحرارية.

2-3-3الواجهات التفاعلية Interactive Facades: تعمل على الاستجابة للظروف البيئية المختلفة من خلال ادخال منهج تصميمي معقد مثل استخدام الزجاج العالي الاداء وتحسين أنظمة التحكم وضبط عملية الاتمتة، لضمان اداء مثالي للمبنى واستغلال للطاقة الطبيعية المتاحة من اضاءة وتهوية بكفاءة عالية [28].

3-3-3الواجهات المتحركة Kinetic Facades: لها القدرة على تغيير شكلها وتوجيه نفسها ذاتيا والتحكم بكمية فتحاتها وفق العوامل البيئية الخارجية بما في ذلك درجات الحرارة والرطوبة والرياح، وتعتبر هذه الواجهات ذات تأثير كبير في خفض الحرارة، ويجب تصميم هذه الواجهات في المراحل الأولى للعملية التصميمية بحيث تتكامل مع كافة اجزاء المبنى لتحقيق مفهوم الاتمتة والحد من استهلاك الطاقة [14].

وللحصول على واجهات مزدوجة الاتية[17]:-

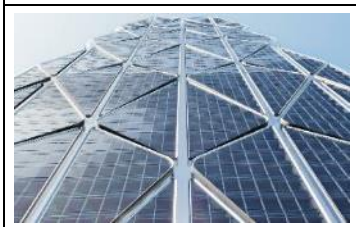
Second-skin Facades: وضع على الاسطح الخارجية للمبنى، تتميز والهيكلية وتوفر امكانيات قليلة للتحكم

Corridor Facades: تصمم وتستخدم فواصل عامودية للفصل بين والخارجية للحد من تدفق الهواء

3-3-4الواجهات الشمسية Solar Facades: تساهم في خفض استهلاك الطاقة واستخدام الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة المتجددة، وتستخدم الخلايا لتوليد الكهرباء واستخدامها في اغراض التدفئة والتبريد والاضاءة، حيث تعمل الخلايا الضوئية كستار امام الجدران الداخلية المعزولة مع انابيب هوائية لمنع ارتفاع حرارة الوحدات الكهروضوئية، وتعد هذه الواجهات داعمة للمباني الذكية المستدامة المستخدمة التكنولوجيا والتقنيات الحديثة.

3-3-5الواجهات المتكيفة Adaptive Facades: تتميز بمجموعة متنوعة من التقنيات التي تتكيف مع البيئة الخارجية، وتوفر نظاماً ذو خصائص ذاتية التحكم بحيث تتحسس التغييرات التي تحدث في البيئة واتخاذ رد الفعل المناسب لذلك، علاوة على الاستجابة الى التغييرات في احتياجات المستخدم من درجة الحرارة وتنظيم الإضاءة، وتستخدم بالمباني لتحقيق عدة اهداف منها (الجمالية- الرمزية- الوظيفية -الانشائية- البيئية) [11].

جدول (1) استخدام أنواع التطبيقات البرامترية بالواجهات الذكية المستدامة. المصدر: الباحث.

التصميم البارامتري وانواع التطبيقات والتقنيات بالواجهات الذكية المستدامة			
الواجهات المزدوجة			
	الواجهات الذكية وتوفير الإضاءة والتهوية والاتصال البصري.	الغلاف المزدوج بالواجهات لتوفير الطاقة والحمل الحراري.	الواجهات المزدوجة مع الحماية البيئية والمواد والنظم الذكية .
الواجهات التفاعلية			
	الشاشات والخلايا التفاعلية من العوامل الطبيعية ونظم التحكم.	واجهة حركية تعمل بالرياح مما يوفر نظام تظليل حركي للداخل.	الواجهة بطبقتين من تشكيلات الألومنيوم المخصصة والمركبة
الواجهات المتحركة			
	الواجهات الديناميكية لتحسين الأداء البيئي وتتكيف مع المناخ.	الواجهة متحركة تتكيف تتغير باستخدام غلاف منظم للحركات.	مبنى للمكاتب مع واجهة تعمل على تحسين المناخ الداخلي.
الواجهات الشمسية			

	الخلايا الشمسية بالواجهات مع الأنظمة الذكية والطاقة المتجددة	واجهات متعددة الطبقات للتحكم في تدفق الهواء والطاقة.	وحدات الزجاج والخلايا الشمسية ذات التقنيات والنظم الحديثة .
الواجهات المتكيفة			
	تظليل ديناميكي هدف إلى تقليل الطاقة وتحسين البيئة الداخلية.	غلاف المبنى الذكي لتحقيق الراحة الداخلية.	التقنيات المتقدمة بمنظومتها الآلية بالواجهات لتوفير الطاقة.

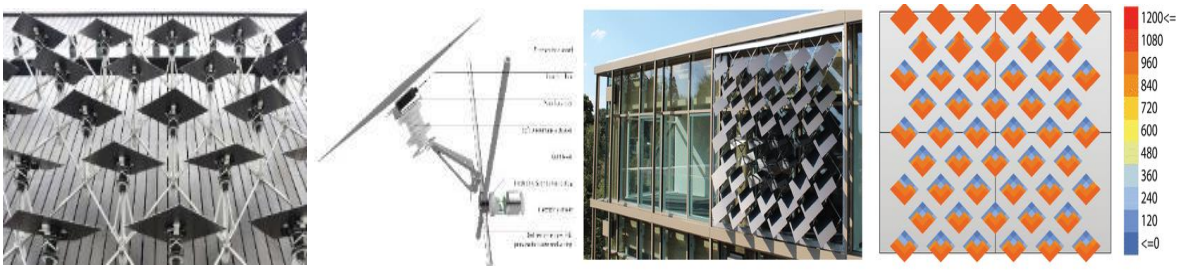
4عوامل تحقيق التصميم البارامتري للواجهات الذكية المستدامة:

لقد تطور استخدام الخامات والأجهزة والنظم الذكية بعد الثورة الرقمية، حيث أتاحت وظائف جديدة داخل المبنى، وبتطور صناعة الزجاج التي واكبت صناعة الحديد لتضفي أسلوباً جديداً على تصميم وتشكيل المبنى باستخدام الحوائط الزجاجية Curtin walls – Structure glazing كواجهات للمباني، وبتطورها ادى إلى الاستعانة بالبرامج الحديثة لحساب وتقدير العديد من المتغيرات والخواص والتركيبات، وذلك عن طريق تطور (CAM-CAD) وتقنيات تشغيل تلك المواد مثل (الزجاج-الحديد- الالمنيوم - التيتانيوم-اللدائن) لتكون ذات كفاءة عالية ويمكن تشغيلها بطرق متعددة وسهله، تسمح بتشكيل الواجهات الذكية للمباني بطرق حديثة ومتطورة[4]، كما تطورت استخدامات وطرق تركيب المواد ومعالجتها فأصبحت ذكية ومستدامة شكل (16) نظراً لخصائصها الطبيعية وطبقاً للطرق التكنولوجية والتقنية لتصنيعها ، لتصبح ذات خواص عالية

جدول (16) استخدام وحداتOnyx Solar PV ميامي ونيويورك ولاس فيغاس لتوفير الطاقة بنسبة53٪ ورفع كفاءة المبنى . المصدر:-https://www.onyxsolar.com/news/46-solar-double-skin

الكفاءة.

4-1المواد الذكية: عرفت وكالة "NASA" المواد الذكية بالتي تتذكر تكوينها وتستجيب طبقاً للمحفزات بالنسب المطلوبة، وأنها خامات لها خواص وأشكال معرفة ومحسوبة مثل الخليط من المعادن على مستوى الذرة والجزيء، وطبقاً للموسوعة التقنية الكيميائية هي المواد والتكوينات الذكية التي تستشعر الأحداث



جدول (17) استخدام الوحدات الكهروضوئية لإنتاج وتخزين الطاقة مع توفر التظليل والتحكم في ضوء النهار للفراغات الداخلية. المصدر:-https://systems.arch.ethz.ch/research/active-and

المحيطة بها وتحللها وتختزلها وتتفاعل معها بعدة تفاعلات متتالية[15]، وعلى مستوى المادة قد يكون الذكاء هو سرعة تفاعلها ورد فعلها مع ما يحيط بها من عوامل طبيعية أو محفزات صناعية من خلال الأجهزة أو الحساسات الخاصة أو التفاعلات الكيميائية، مثل الاجهزة والخلايا والكاسرات الشمسية ذات المستشعرات Sensors والمحركات Motor، والتي تتحكم بإظلال النوافذ لتتكيف مع رغبة المستخدمين شكل (17)، ويمكن تقسيم المواد الذكية الي نوعين **الأول-** يحدث له تغيرات (كيميائية - ميكانيكية - كهربية - مغناطيسية - حرارية) كرد فعل مباشر للمؤثرات المحيطة بها، **والثاني-** التغيرات به مباشرة ويمكن عكسها بحيث لا حاجة لمؤثر خارجي لتحفيزها، ويوجد خصائص وقدرات للمواد والتقنيات الذكية منها، التفاعل في الحال Immediately، التكيف مع أكثر من مؤثر بيئي واحد Transiency، بها محفز داخلي لتتكيف مع ما يحيط بها(Self-actuation، تفاعلها هادئ ومحسوب Selectivity، لها رد فعل محدود ومباشر بحسب المؤثر بها Directness [7].

شكل (18) مواد النانو المتفاعلة بالضوء. المصدر: astucestopo.net

2-4النظم الذكية: يمكن استخدام النظم الذكية لاستشعار التغير في البيئة العمرانية طبقاً للاستخدام، والمواد الأخرى مثل الكهروموحرارية يمكن استخدامها لتكون مؤشر لتغير الحرارة بشكل مباشر بتغير لونها بالتغير في درجات الحرارة، والمواد الكهرومغناطيسية تكون كمفاعلات لتمرير التيار الكهربي لتكوين ضغط أو قوة، والحساسات الالكترونية تعتمد على المواد والاجهزة الذكية شكل (18) من خلال مكوناتها السلبية أو النشطة، للتفاعل مع المتغيرات المحيطة بالمبنى [8].

4-2-1نظم التحكم الذكية: هناك العديد من أنواع الحساسات والمتفاعلات Actuators من النظم الإلكترونية التي تتكامل مع معها لترجمة الإشارة الصادرة من المواد الذكية شكل (19)، واستخدامها للتفاعل مع متطلبات المستخدمين كالراحة الحرارة، التهوية والإضاءة الطبيعية، خفض الضوضاء داخل المبنى ومنها ما يلي [26]: -

شكل (19) الشرائح الديناميكية الذكية المصدر: astucestopo.net

4-2-2النظم الساكنة Static: هي النظم المعتمدة على استخدام المواد الذكية القادرة للتفاعل والتكيف الذاتي استجابة للظروف الداخلية والخارجية، ويعتمد التكيف في تلك الواجهات الذكية على التنظيم الذاتي للمواد الذكية المستعملة والتي يمكن تصنيفها الي كل من **المواد متغيرة الصفات-** والتي تستجيب بتغيير بنيتها الداخلية استجابة للبيئة المحيطة ومتغيراتها شكل (20)، **المواد المحولة للطاقة-** والتي يمكن ان يسيطر عليها الكترونياً من خلال الأنظمة الرقمية [12].

شكل (20) المواد الذكية المحولة للطاقة. المصدر: astucestopo.net

4-2-3النظم المتحركة Dynamic : وتكون من خلال مكوناتها، اذ تتألف الواجهة الذكية توظيف المواد الذكية في من عناصر ليست خاملة، وانما قادرة على التغير الذاتي وبشكل ديناميكي استجابة للظروف البيئية المحيطة، وتعتمد فكرة النظم المتحركة في الواجهات على تحريك عناصر ومكونات الواجهات شكل (21)، بهدف التحكم في التهوية والتظليل وكمية الاشعاع الشمسي الداخل الى المبنى ومنها [13]: -

اولاً: عناصر ادخال المعلومات: مثل المتحسسات تقوم باستشعار عناصر البيئة الخارجية، وخيارات المستخدم بمفاتيح التشغيل او النظم الكهربائية.

شكل (21) عناصر الواجهة المتحركة.

ثانياً: عناصر التحكم والعمليات: وتتمثل في كل من التحكم المستقل - التحكم المجدول -التحكم المركزي- التحكم المتزامن- تحكم المستخدمين.

ثالثاً: العناصر المشغلة: وتشمل انظمة التحكم بضوء النهار، وتستخدم بعض الاليات المعتمدة في النظم المتحركة للواجهات شكل (22)، منها عدة أنظمة كالطي- الطبقات- الالتفاف- التزحلق- التمدد- التحول [10].

شكل (22) أنظمة التحكم بضوء

5 التصميم البارامتري والتشكيل المستدام للواجهات الذكية:

تتميّز الأشكال الحديثة للواجهات الذكية بالتنوع البارامتري والتحوير الشكلي بمدى واسع من الخيارات، ذلك كنوع محدّد من الذكاء يتضمن نموذج مادي يمكننا التلاعب ضمنه بالحجوم والأبعاد، أي ان التغيرات المطبقة عليه ليست عشوائية وإنما تنمو بشكل متماسك طبقاً لبعض المبادئ جدول (2)، بينما تكون الأشكال التي تحققها العمارة البارامترية أكثر تقارباً بين بعضها وتولّد تجمّعات متناغمة بينها، كما أن الخطوط التي ترسم بها الأشكال الهندسية الكلاسيكية هي خطوط غير مرنة بينما الخطوط التصميمية البارامترية مرنة سهلة وسلسة ويمكنها أن تشكل كتل ومسطحات متنوّعة مستوحاة من مصادر البيئة الطبيعية والكائنات الحية [20].

جدول (2) مبادئ التصميم البارامتري والتشكيل المستدام للواجهات الذكية. المصدر: الباحث.

مبادئ التصميم البارامتري والتشكيل المستدام للواجهات الذكية	
1-حلول مرنة للمشاكل التصميميّة داخل الفراغات.	9-التآلف بين العناصر لتحقيق التكوين مع زمن الإنتاج.
2-مرونة استحداث كتل وأشكال وحدات بسيطة.	10-انتشار البرامج لتنخفض تكلفة التصميم والإنتاج.
3- إعطاء إيحاء بالحركة الديناميكية والاتساع.	11-تعديل التصميم وتطبيقه تلقائي على التصميم.
4-المرونة الجمالية والوظيفية والتشكيلية.	12-الإضاءة والتهوية بالوحدات المغلقة والفارغة.
5-سهولة التنفيذ والتصنيع للوحدات تكرارية.	13-استخدام التصميم البارامتري لتطوير المناطق العمرانية القائمة وفق مبادئ التصميم المستدام.
6-تحقيق التنوع باستخدام الوحدات التشكيلية.	14-استخدام المواد من التدوير وإعادة الاستخدام.
7- تطبق معايير التصميم المستدام بشكل متكامل.	15-التصميم المتكافئ في مختلف البيئات العمرانية.
8-إضافة البعد الرابع (الحركة) من خلال التحكم.	

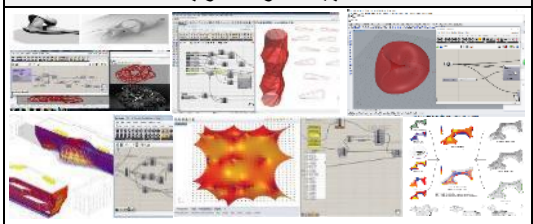
1-5 مقومات التصميم البارامتري والتشكيل المستدام للواجهات الذكية: تتعدد المقومات البارامترية لإمكانية الحصول على تصميم ديناميكي مستدام، لان التصميم المتكامل يكون كل عنصر جزء من عنصراً هاماً لنجاح التصميم المستدام، والإحساس بالحركة مع سهولة التبديل والتطوير، كما يمتاز بخفة الوزن والمتانة وقوة التحمل الانشائية، أيضاً يمكن استخدام المواد المعالجة كالخشب واللدائن والزجاج والقماش والمطاط وغيرها من الخامات بتشكيلات لا نهائية من خلال محاكاة التكوينات الطبيعة شكل (24)، وفهم الأنظمة البنائية التي تقوم عليها بنية الأشكال، مع اندماج وتداخل الخامة واللّون بشكل متكامل ومن تلك المقومات جدول (3) [9]:**جدول (3) بعض مقومات التصميم البارامتري والتشكيل المستدام للواجهات الذكية. المصدر: الباحث.**

مقومات التصميم	التصميم المعماري	النظم الميكانيكية	التحكم في الراحة الشخصية
	1-مرونة التصميم ليقبل التغيير.	1-اجهزة بكفاءة الاستهلاك.	1-البوابات - موقف السيارات.
	2-كفاءة استخدام الطاقة المتجددة.	2-التخزين الحراري للطاقة.	2-التسوق- مطاعم- مستودعات.
	3-عمل نموذج متكامل للمبنى.	3-التحكم الإلكتروني المطور.	3-الفاعلية في الانتقال الرأسي.
	4-الاستخدام المثالي للفراغات.	4-كفاءة الطاقة وتكييف الهواء.	4-تكافئ الحرارة والرطوبة.
	5-التكامل مع البيئة المحيطة.	5-التحكم عبر شبكة الانترنت.	5-تكيف الهواء للمستخدمين.
		6-القياس والمتابعة للاستهلاك.	6-الإضاءة والتحكم الصوتي.

	6-التوافق مع متطلبات الطاقة.		
	تكامل العمليات	**التصميم الإنشائي**	**النظم الكهربائية**
	1-التكامل لجميع النظم المشغلة. 2-التحكم عن بعد في الوظائف. 3-التحكم بعد ساعات العمل. 4-إدارة الصيانة وطلب الخدمة. 5-نظم التحكم باستهلاك الطاقة.	1-استدامة التصميم الإنشائي. 2-التوثيق الرقمي للمشروع. 3-استكمال النموذج الى الواقع. 4-تكامل المعماري والإنشائي. 5-الرد الآلي لمتطلبات المبنى.	1-إضاءة ذات كفاء في الطاقة. 2-التحكم في انتاج الطاقة. 3-التحكم بجميع أنظمة المبنى. 4-القياس الدقيق للاستهلاك. 5-الحساسات الذكية للعناصر.

2-5 تقنيات التصميم البارامتري في التشكيل المستدام للواجهات الذكية: تمثل التقنيات المستحدثة في برامج التصميم الرقمية والتي تعتمد على استخدام التصميم البارامتري بتكرار الوحدات Proto type ، لإيجاد تصميم ملائم لمختلف المجالات ولإنتاج تصميمات موائمة للعصر وموفرة للوقت والجهد، تعتمد علي نهج جديد للتصميم المعماري والعمراني المستدام بمفهوم المدخلات الحسابية، يستخدم المعلومات لضبط العلاقات بين عناصر التصميم للبدائل التصميمة المقترحة، ويمثل البارا مترك Parametric احد المخرجات المستحدثة في برامج التصميم الرقمية شكل (23) ، باستخدام العديد من المحددات الخاصة بالمبنى المراد تصميمه، ونتاج تلك البرامج نظريات علم التشكل الموروجينتك الإسفنجيات - الهندسة الكسرية أو التشعبية، ويعد كأداة حديثة مكنت المصمم من التعامل مع المجسمات والنماذج المعمارية والعمرانية بالتقنيات الرقمية لسهولة التصميم والتشكيل والتطوير، من خلال محاكاة البيئة الطبيعة وتحليل وفهم الأنظمة البنائية المكونة لها، والتي تقوم على تصميم وبناء الاشكال بتطبيق تلك المفاهيم، وتعددت البرامج الرائدة في التصميمات البارامترية نذكر منها -:[31]

جدول (4) تقنيات وبرامج التصميم البارامتري والتشكيل المستدام للواجهات الذكية.

تقنيات وبرامج التصميم البارامتري والتشكيل المستدام للواجهات الذكية		
البرامج المستخدمة		**التطبيقات والمخرجات**
تعددت برامج التصميم الحديثة مثل: **برنامج Lumion** **برنامج Grasshopper** **برنامج مايا- Maya** **برنامج فيرتكس تول- Vertex Tool** **برنامج كاتيا-Catia** **برنامج اوتو ديسس- Auto Dessys** **برنامج رون ريتش-Ron Resch** **برنامج3D ماكس- 3D MAX**	**ومن أهم برامج منظومة التصميم البارامتري المستخدمة هي:** **برنامج Grasshopper- 3D** **برنامج- Ladybug** **برنامج- Honeybee** **برنامج- Geco** **برنامج- Kangaroo Physics** **برنامج- Karamba** **برنامج راينو-Rhino**	

شكل (23) مخرجات البرامج الرقمية بالتصميم البارامتري.

6 الدراسة التحليلية - استنباط عناصر التقييم والقياس وتصميم النموذج القياسي:

تهدف الدراسة التحليلية لقياس مدى تطبيق التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لرفع كفاءة التصميم المستدام بالمباني، ولتحقيق جودة البيئة الداخلية من خلال تحليل قدرة استجابة الواجهات الخارجية وتفاعلها مع العوامل المحيطة، وبدراسة ومقارنة الافكار التصميمية البرامترية التي تستخدم المواد والنظم والأجهزة الذكية والتقنيات الرقمية، التي يمكن ان تشكل عمارة وعمران وفق مبادئ واسس وخصائص التصميم البارامتري المستدام، وذلك عن طريق تصميم نموذج قياسي يضم المعايير المستنبطة من الدراسة النظرية، كعناصر للتقييم وتحليل وقياس مدى تحقيق العينات المختارة لرفع كفاءة التصميم المستدام، ولذلك تمر الدراسة بثلاث مراحل هي: -

الاولي: استنباط عناصر ونقاط التقييم والقياس من خلال تحليل المعلومات المتوفرة بالدراسة النظرية.
الثانيـة: تصميم النموذج القياسي وصياغته في صورة جدول وتحديد أدوات القياس ورصد النتائج.
الثالثة: تطبيق النموذج القياسي على عينات الدراسة واستخلاص وتحليل النتائج في صورة مقارنات.

1-6 أدوات التقييم بالنموذج القياسي المقترح: تم صياغة عناصر التقييم المستنتجة من الدراسة النظرية في صورة جدول يمثل نموذج قياسي يشتمل كل منهما على عدة نقاط للقياس، يتم تقييم كل نقطة بقيم رقمية وهي القيمة (0) تعني لا يحقق، القيمة (0.25) تعني تحقيق ضعيف، القيمة (0.5) تعني تحقيق متوسط، القيمة (0.75) تعني تحقيق فوق متوسط، القيمة (1) تعني تحقيق قوى، حيث توضح هذه القيم بالجدول بالرموز (☼ لا يحقق، ○ تحقيق ضعيف، ◘ تحقيق متوسط، ■ تحقيق فوق متوسط، ● تحقيق قوي)، كما يتم التقييم لكل نقطة قياس والمفترض حصولها على اعلي قيمة وهى (1)، وبتطبيق النموذج رصد نتائج التقييم ومقارنتها بيانياً يتم التعرف على مدى تحقيق العينات للقيم المفترض الحصول عليها بالنموذج القياسي والتي تمثل 100%.

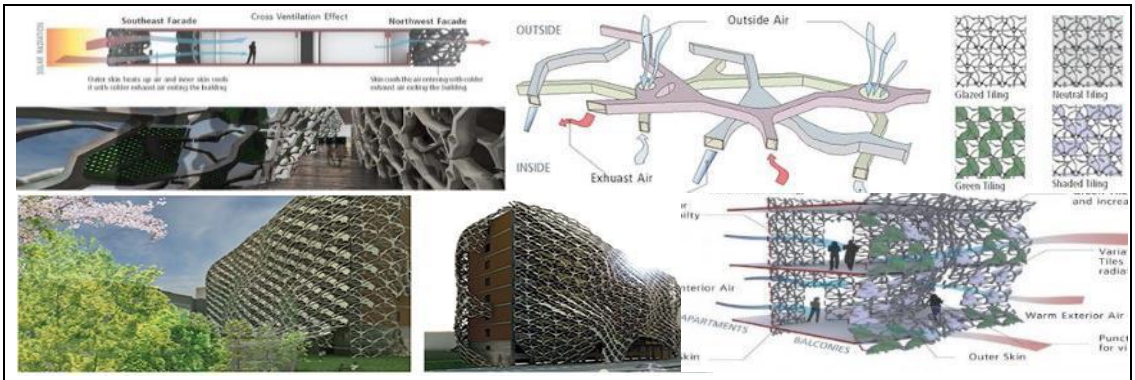
2-6 معايير اختيار عينات الدراسة: تم اختيار عينات الدراسة التحليلية طبقاً للأسس علمية وبدقة وموضوعية منها العينة العمدية، المباني ذات الواجهات الذكية واستخدام المواد والتطبيقات الحديثة بها، تجارب تطبيق التصميم البارامتري (الدولية-إقليمية-المحلية)، مشروعات منحت شهادات الاعتماد والتقييم المحلية والدولية للاستدامة، اختلاف الموقع والتوجيه مع العوامل والمتغيرات البيئية والاجتماعية والعمرانية كما بالجدول (5) (6).

جدول (5) يوضح أسماء ومواقع المشروعات التي تم اختيارها كعينات للدراسة التحليلية. المصدر: الباحث.

م	جدول	المشروع	الموقع	م	جدول	المشروع	الموقع
1	6	مجمع سكني - كورسو ريجيو	باركو- كولومبيا	7	12	موقف مطار بريسبان	بريسبان- أستراليا
2	7	Parkview Green	بكين - الصين	8	13	مستشفى العين	العين- الامارات
3	8	Kolding Campus	كولدينق- الدنمارك	9	14	مبنى أبراج البحر	أبو ظبي - الإمارات
4	9	Ames Research Center	كاليفورنيا - الولايات المتحدة	10	15	مبنى مكتبة الملك فهد	الرياض- السعودية
5	10	One Ocean pavilion	يوسيو- جنوب كوريا	11	16	مبني هيئة سوق المال	الرياض- السعودية
6	11	موقوف للسيارات - P22A	كولونيا - ألمانيا	12	17	جامعة الملك عبد الله	جدة -السعودية

جدول (6) قياس مدى تحقيق التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لرفع كفاءة التصميم المستدام لمجمع سكني. المصدر: الباحث.

1	نموذج قياس التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لرفع كفاءة التصميم المستدام		
المشروع	مجمع سكني - كورسو ريجيو	المعماري	Christos Constantinou
المـــوقع	باركو-كولومبيا	التنفيذ	عام2013م
التصميم المستدام والوصف التحليلي		التصميم البارامتري والتطبيقات الذكية بالواجهات	
تم تطوير جلد فسيولوجي "بشرة ذكية" للمجمع السكني في Corso Regio Parco، من خلال استخدام التدفقات المتوازية للهواء والماء، يمكن تبادل الحرارة من أجل التخفيف من التطرف البيئي الذي يحدث بين الخارج والداخل من المبنى، باستخدام تطور التقنيات الرقمية، وزيادة الوعي البيئي، لتطوير استراتيجية جديدة للواجهات الذكية، تستخدم كوسيلة لالتقاط وتحويل وتخزين وتوزيع تدفقات حيوية متنوعة للحفاظ على بيئة داخلية مستقرة مناسبة للإسكان شكل (24).		تم تطوير الواجهة الجديدة في البداية نمط وحدات مستطيلة، وأصبحت سداسية يمكن تصميمها إما بشكل منتظم أو بشكل غير منتظم لإنتاج أشكال هندسية متداخلة، تحقق الواجهة الجديدة حاجزاً للخصوصية حول الجانب العام من المبنى المواجه للشارع، من خلال استخدام شكل فقاعي في المبنى، كما تحقق الواجهة الجديدة مساحة عامة بينية مطوية بين الطبقتين، بالإضافة الي الحماية من الشمس والرياح مع توفير المساحة العامة والاضاءة التهوية الطبيعية.	

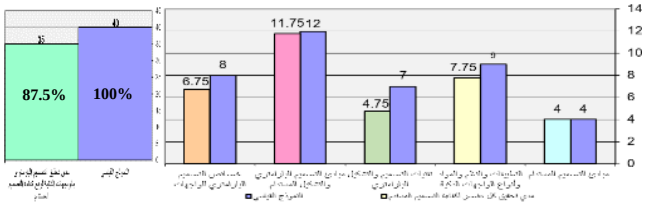


التصميم المستدام				التطبيقات والنظم والمواد وأنواع الواجهات الذكية										تقنيات التصميم والتشكيل البارامتري							
الكفاءة الاقتصادية	الكفاءة البيئية	الكفاءة الاجتماعية	كفاءة الطاقة	التشابهات الطبيعية	الذكاء الاصطناعي	الواجهات المزدوجة	الواجهات التفاعلية	الواجهات المتحركة	الواجهات الشمسية	الواجهات المتكيفة	المواد الذكية	النظم الذكية	الطي Folding	الطبقات Layering	الالتفاف Turning	تصميم الاسطح	تصميم الحجوم	تصميم الغلاف	البرامج الرقمية
●	●	●	●	●	●	●	◘	■	●	◘	●	●	☼	●	☼	●	■	●	●
مبادئ التصميم البارامتري والتشكيل المستدام للواجهات الذكية													خصائص التصميم البارامتري للواجهات الذكية							
البدائل التصميمية	استدامة الشكل والشكل	المرونة التشغيلية	الوحدة الواجهة التكرارية	التصميم التكاملي	تحقيق تعدد الاغراض	تحقيق التباين	تخفيف الكثافة	تطوير التصميم	الإضاءة والتهوية	التطوير الداخلي الي	التدوير وإعادة الاستخدام	التصميم البارامتري	التصميم الإنشائي	تكامل المعلومات	الراحة الإنشائية	النظم الميكانيكية	النظم الكهربائية	الاستجابة للمستخدم	التكنولوجيا المتطورة
●	●	●	●	●	●	■	●	●	●	●	●	●	■	●	●	●	■	●	●

(24) الواجهة الذكية تستخدم فتوسيلة لالتقاط وتخزين وتوزيع الطاقة للحفاظ على بيئة داخلية مناسبة للسكان.
المصدر: http://www.formakers.eu/project-834-smart-skin-for-sustainable-dwelling/

رصد وتحليل نتائج التقييم لعناصر القياس بالنموذج

ظهرت النتائج على مستوى كل عنصر كما هو موضح بالرسم البياني التفصيلي حيث حقق التصميم المستدام نسبة 100%، بينما حقق التطبيقات الذكية بالواجهات 86%، وحققت التقنيات البارامترية 67%، ومبادئ التصميم البارامتري 98%، وخصائص التصميم البارامتري84%، كما حقق المشروع على مستوى النموذج القياسي 87.5% مما أدى الي رفع كفاءة التصميم المستدام بالمشروع واثبات صحة الفرضية وتأكيداً لهدف البحث.



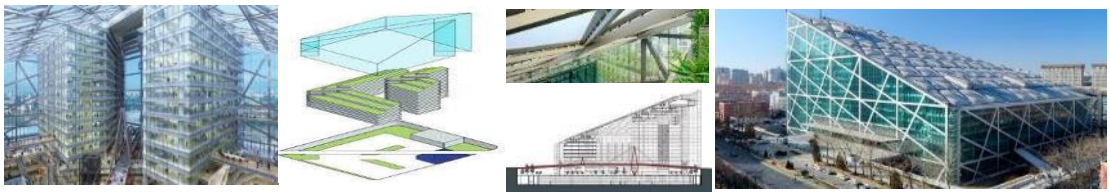
رموز القياس بالنموذج: ☼ لا يحقق ○ تحقيق ضعيف ◘ تحقيق متوسط ■ تحقيق فوق متوسط ● تحقيق قوي | المصدر: الباحث.

جدول (7) قياس مدى تحقيق التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لرفع كفاءة التصميم المستدام لمبنى Parkview Green. المصدر: الباحث.

2	نموذج قياس التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لرفع كفاءة التصميم المستدام		
المشروع	مبنى Parkview Green	المعماري	وينستون شو من شركة IIA
المــوقع	بكين - الصين	التنفيذ	افتتح في عام 2010م
التصميم المستدام والوصف التحليلي		التصميم البارامتري والتطبيقات الذكية بالواجهات	

يتكون المشروع من أربعة مبانٍ، متصلة بواسطة جسور معلقة في الهواء تحت سقف واحد من طبقة شفافة تعتبر كدرع للمبنى من البيئة المحلية، جميع المباني الأربعة محاطة بغلاف تسقيف خارجي يتكون من Texlon ETFE، مع القدرة على حمل 400 مرة من وزنه ومع عمر يقدر بـ 50 عامً، حصل Parkview Green على شهادة LEED Dynamic Plaque من مجلس المباني الخضراء الأمريكية (USGBC) بعد الحصول على شهادة LEED البلاتينية، تم اختيار Parkview Green Fang Cao-Di كأفضل مبنى أخضر في آسيا، هو أول مشروع صيني يفوز بجائزة "المباني الخضراء".

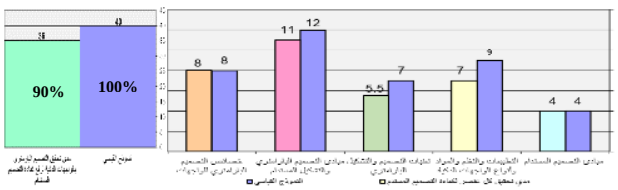
والواجهات من الهياكل الزجاجية والفولاذية، تعمل على الحد من الاعتماد على تكييف الهواء صيفاً ويقلل من فقدان الحرارة بالشتاء، أول مبنى من استغل المناخ المحلي كوسيلة لتقليل استهلاك الطاقة الى الحد الأدنى، يعتبر السقف بمثابة مداخن للمبنى تعمل على اخراج الهواء الحار من الأعلى وتحريك الهواء البارد من الاسفل مما يحقق حركة تهوية طبيعية وتوفير مناخ مصغر يساعد بدوره في تقليل الاعتماد على استهلاك الطاقة في تبريد وتدفئة المكان وتحقيق الاستدامة البيئية للمبنى شكل (25) ، وضعت Parkview Green Fang Cao-Di معيارًا للمباني المتطورة تقنيًا التي توفر حلولًا موفرة للطاقة باستخدام Texlon ETFE.



شكل (25) واجهات الهياكل الزجاجية والفولاذية للمباني الأربعة المحاطة بتسقيف خارجي يتكون من Texlon ETFE
المصدر: https://www.vector-foiltec.com/projects/parkview-green-fang-cao-di/

التصميم المستدام				التطبيقات والنظم والمواد وأنواع الواجهات الذكية									تقنيات التصميم والتشكيل البارامتري						
الكفاءة الاقتصادية	الكفاءة البيئية	الكفاءة الإجتماعية	كفاءة الطاقة	التشابهات الطبيعية	الذكاء الاصطناعي	الواجهات الديناميكية	الواجهات التفاعلية	الواجهات النشطة	الواجهات السلبية	الواجهات المتكيفة	المواد الذكية	النظم الذكية	الطي Folding	الطبقات Layering	الالتفاف Origami	تصميم الأسطح	تصميم الحوائط	تصميم الأسقف	البرامج الرقمية
●	●	●	●	■	●	●	●	●	●	■	●	●	◘	●	☼	●	●	●	●

مبادئ التصميم البارامتري والتشكيل المستدام للواجهات الذكية									خصائص التصميم البارامتري للواجهات الذكية							
البدائل التصميمية	استحداث كتل وأشكال	المرونة والانسيابية	الوحدات التكرارية	التصميم المتكامل	تحقيق البعد الرابع	تحقيق التكوين	تخفيض التكلفة	تطوير التصميم	الإضاءة والتهوية	التطوير العمراني	التدوير والاستخدام	التصميم المعماري	التصميم الإنشائي	تكامل العمليات	الراحة الشخصية	النظم الميكانيكية	النظم الكهربائية	الاستجابة للمستخدم	التكنولوجيا المتطورة
◘	●	◘	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●



رصد وتحليل نتائج التقييم لعناصر القياس بالنموذج

ظهرت النتائج على مستوى كل عنصر كما هو موضح بالرسم البياني التفصيلي حيث حقق التصميم المستدام نسبة 100%، بينما حقق التطبيقات الذكية بالواجهات 78%، وحققت التقنيات البارامترية 78%، ومبادئ التصميم البارامتري 91%، وخصائص التصميم البارامتري100%، كما حقق المشروع على مستوى النموذج القياسي 90% مما أدى الي رفع كفاءة التصميم المستدام بالمشروع واثبات صحة الفرضية وتأكيداً لهدف البحث.

رموز القياس بالنموذج: ☼ لا يحقق ○ تحقيق ضعيف ◘ تحقيق متوسط ■ تحقيق فوق متوسط ● تحقيق قوي — المصدر: الباحث.

جدول (8) قياس مدى تحقيق التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لرفع كفاءة التصميم المستدام لمبنى Kolding Campus. المصدر: الباحث.

3	نموذج قياس التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لتحسين كفاءة التصميم المستدام		
المشروع	مبنى Kolding Campus	المعماري	هينينق لارسون لارسون
المـــوقع	كولدينق- الدنمارك	التنفيذ	عام 2014م
التصميم المستدام والوصف التحليلي		التصميم البارامتري والتطبيقات الذكية بالواجهات	

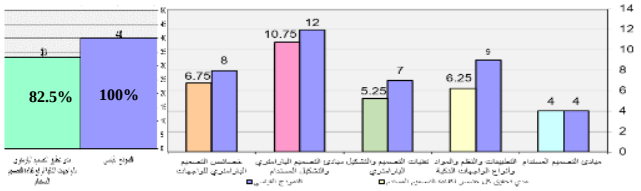
قد فاز بالعديد من جوائز التصميم الدولية، بما في ذلك جائزة العمارة الدولية لعام 2015، والتي تذهب فقط إلى أفضل وأهم المباني الجديدة في العالم.
يتكون من عدة طوابق وهو مثلث الشكل، مساحة المبنى 13700م2، ويتميز المبنى بالواجهات الخارجية المتحركة التي صممت على شكل مظلات مثلثة لتتناسق مع شكل المبنى ويبلغ عدد هذه المظلات المتحركة 1600 مظلة تغطي واجهة المبنى من جميع الاتجاهات بالكامل، ينتج عن ديكور المبنى بيئة دراسة وتعلم ملهمة ومحفزة، وتخلق المناطق الخضراء المحيطة بيئة مثالية للتواصل الاجتماعي شكل (26).

تم تجهيز الواجهات بمظلات شمسية صغيرة متحركة حيث تتكيف مع الظروف المناخية المحيطة، وتعمل على توفير الاضاءة اللازمة بالشكل الأمثل لتوفير الراحة الحرارية بداخل المبنى بحيث تمنع اشعة الشمس المباشرة من الدخول للمبنى وتعمل على كسر هذه الاشعة بالفتحات الصغيرة في كل مظلة مما يساهم تحسين جودة البيئة الداخلية ، كما يحتوي السقف على فتحات مثلثة الشكل تعمل على تحريك الهواء وذلك بإخراج الهواء الحار واستبداله بهواء بارد من الاسفل حيث اعتماد الفراغات الداخلية على الاضاءة الطبيعية بشكل كبير وتقليل استخدام تكييف الهواء..

شكل (26) الواجهات الخارجية المتحركة التي صممت على شكل مظلات مثلثة لتتناسق مع شكل المبنى.
المصدر: https://www.sdu.dk/en/om_sdu/byerne/kolding/Studieliv/

التصميم المستدام				التطبيقات والنظم والمواد وأنواع الواجهات الذكية									تقنيات التصميم والتشكيل البارامتري							
الكفاءة الاقتصادية	الكفاءة البيئية	الكفاءة الاجتماعية	كفاءة الطاقة	التشابهات الطبيعية	الذكاء الاصطناعي	الواجهات المزدوجة	الواجهات التفاعلية	الواجهات المتحركة	الواجهات الشمسية	الواجهات المتكيفة	المواد الذكية	النظم الذكية	الطي Folding	الطبقات Layering	الالتفاف Turning	تصميم الاسطح	تصميم الحجوم	تصميم الغلاف	البرامج الرقمية
●	●	●	●	■	●	●	☼	●	☼	◘	●	●	■	☼	●	●	◘	●	●

مبادئ التصميم البارامتري والتشكيل المستدام للواجهات الذكية										خصائص التصميم البارامتري للواجهات الذكية							
البدائل التصميمية	استحداث كتل	المرونة والانسيابية	الوحدات التكرارية	التصميم المتكامل	تحقيق البعد الرابع	تحقيق التكوين	تخفيض التكلفة	تطوير التصميم	الإضاءة والتهوية	التطوير العمراني	التطوير والاستخدام	التصميم المعماري	التصميم الإنشائي	تكامل العمليات	الراحة الشخصية	النظم الميكانيكية	النظم الكهربائية	الاستجابة للمستخدم	التكنولوجيا المتطورة
◘	●	◘	●	●	●	■	●	●	●	●	●	●	■	◘	●	●	●	◘	●



رصد وتحليل نتائج التقييم لعناصر القياس بالنموذج

ظهرت النتائج على مستوى كل عنصر كما هو موضح بالرسم البياني التفصيلي حيث حقق التصميم المستدام نسبة 100%، بينما حقق التطبيقات الذكية بالواجهات 69%، وحققت التقنيات البارامترية 75%، ومبادئ التصميم البارامتري 90%، وخصائص التصميم البارامتري84%، كما حقق المشروع على مستوى النموذج القياسي 82.5% مما أدى الي رفع كفاءة التصميم المستدام بالمشروع واثبات صحة الفرضية وتأكيداً لهدف البحث.

رموز القياس بالنموذج: ☼ لا يحقق ○ تحقيق ضعيف ◘ تحقيق متوسط ■ تحقيق فوق متوسط ● تحقيق قوي | **المصدر: الباحث.**

جدول (9) قياس مدى تحقيق التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لرفع كفاءة التصميم المستدام لمبنى Ames Research Center. المصدر: الباحث.

4	نموذج قياس التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لتحسين كفاءة التصميم المستدام		
المشروع	Ames Research Center	المعماري	وليان ماكدونو
المـوقع	كاليفورنيا -الولايات المتحدة	التنفيذ	عام 2011م

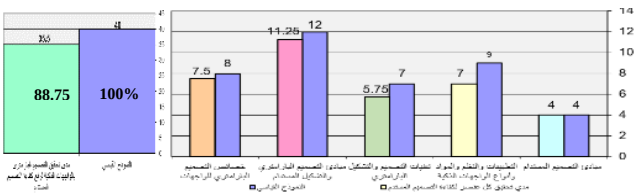
التصميم المستدام والوصف التحليلي	التصميم البارامتري والتطبيقات الذكية بالواجهات
يتبع مبنى Ames Research Center لمنظمة NASA العالمية، حيث يعتبر أفضل مبنى مستدام من المباني الفيدرالية، وتبلغ مساحته 15240م2، وحاز المبنى على شهادة البلاتينيوم من مجلس المباني الخضراء الامريكية (USGBC) في عام 2012، والمبنى عبارة عن مبنيين منحنيين متصلان فيما بعضهما بممر، وتغطي الواجهة مظلات زجاجية متحركة تعمل على عزل اشعة الشمس الساقطة بشكل مباشر لداخل المبنى، ألواح سقف التبريد المشع، استخدام أقل للطاقة بنسبة 40٪ من أنظمة VAV النموذجية لوحات تسخين ماء مشعة بالماء الساخن للحفاظ على الراحة طوال العام.	صمم المبنى بانحناء ليستفيد من أشعة الشمس الطبيعية وحركة الرياح، والواجهات دعمت بهيكل خارجي يحمل في أعلاه كاسرات شمسية، وعمل ممرات هوائية باردة من حركة الرياح للتبريد وتحسين كفاءة الطاقة، كما تعمل الكاسرات الشمسية بالأعلى على تشتيت أشعة الشمس الساقطة بشكل مباشر لضمان عزلها عن الفراغات الداخلية ودخول الاضاءة الطبيعية، ويوفر أنظمة إضاءة ذكية وعالية الأداء مع تركيبات LED في العديد من مناطق المبنى، يعمل نظام التحكم في الإضاءة المتطور على ضبط الإضاءة تلقائياً لضبط الظروف المحيطة شكل (27) والوقت من اليوم الكفاءة المتوقعة للتحويل الكهربائي 55٪.

شكل (27) تغطي الواجهة مظلات زجاجية متحركة تعمل على عزل اشعة الشمس الساقطة بشكل مباشر لداخل المبنى.
المصدر: https://ara.architecturaldesignschool.com/nasa-sustainability-base-82297

التصميم المستدام				التطبيقات والنظم والمواد وأنواع الواجهات الذكية									تقنيات التصميم والتشكيل البارامتري						
الكفاءة الاقتصادية	الكفاءة البيئية	الكفاءة الاجتماعية	كفاءة الطاقة	التشابهات الطبيعية	الذكاء الاصطناعي	الواجهات المزدوجة	الواجهات التفاعلية	الواجهات المتحركة	الواجهات الشمسية	الواجهات المتكيفة	المواد الذكية	النظم الذكية	الطي Folding	الطبقات layering	الالتفاف Turning	تصميم الاسطح	تصميم الحجوم	تصميم الغلاف	البرامج الرقمية
●	●	●	●	●	●	●	☼	●	■	●	●	●	☼	●	■	●	●	●	●

مبادئ التصميم البارامتري والتشكيل المستدام للواجهات الذكية									خصائص التصميم البارامتري للواجهات الذكية						
البدائل التصميمية	استحداث كتل	المرونة والانسيابية	الوحدات التكرارية	التصميم المتكامل	تحقيق البعد الرابع	تحقيق التكوين	تخفيض التكلفة	تطوير التصميم	الإضاءة والتهوية	التطوير العمراني	التدوير والاستخدام	التصميم المعماري	التصميم الإنشائي	تكامل العمليات	الراحة الشخصية	النظم الميكانيكية	النظم الكهربائية	الاستجابة للمستخدم	التكنولوجيا المتطورة
●	◘	■	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◘	●	●	●	●	●	●

رصد وتحليل نتائج التقييم لعناصر القياس بالنموذج



ظهرت النتائج على مستوى كل عنصر كما هو موضح بالرسم البياني التفصيلي حيث حقق التصميم المستدام نسبة 100%، بينما حقق التطبيقات الذكية بالواجهات 78%، وحققت التقنيات البارامترية 82%، ومبادئ التصميم البارامتري 94%، وخصائص التصميم البارامتري94%، كما حقق المشروع على مستوى النموذج القياسي88.75% مما أدى الي رفع كفاءة التصميم المستدام بالمشروع واثبات صحة الفرضية وتأكيداً لهدف البحث.

رموز القياس بالنموذج: ☼ لا يحقق ○ تحقيق ضعيف ◘ تحقيق متوسط ■ تحقيق فوق متوسط ● تحقيق قوي — المصدر: الباحث.

جدول (10) قياس مدى تحقيق التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لرفع كفاءة التصميم المستدام لمبنى One Ocean – Thematic pavilion . المصدر: الباحث.

5	نموذج قياس التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لتحسين كفاءة التصميم المستدام		
المشروع	One Ocean – Thematic pavilion	المعماري	Ing Jan Cremers, Stuttgart
المـوقع	يوسيو- جنوب كوريا	التنفيذ	عام2012م

التصميم المستدام والوصف التحليلي	التصميم البارامتري والتطبيقات الذكية بالواجهات
يقع المشروع على محيط بلازا ويقدم الأنشطة الترفيهية للسياح والسكان المحليين، صمم كمقترح لمعرض إكسبو كهيكل يشير إلى أنظمة التنفس للكائنات البحرية، تُعد واجهته الحركية التي تم تطويرها مع Knippers Helbig Advanced Engineering، واحدة من أكبر الهياكل التكيفية التي تم بناؤها وتحاكي مرشح البلين الذي تستخدمه الحيتان، واستخدام الموارد الطبيعية من خلال التصميم المستدام بالواجهة المتحركة ويوجد بالسقف حدائق للنباتات.	تشمل الواجهة 108 شريحة من البلاستيك المقوى بألياف الزجاج شكل (28)، وتفتح وتغلق من خلال الانحناء المرن، يقوم 216 محركاً منسقاً بإغلاق جميع المركبات باستثناء 13 شريحة أثناء الرياح القوية، توجيه المساحات الفاصلة بين وحدات المعرض اتجاه الرياح السائدة من أجل السماح للتهوية الطبيعية في مساحات العرض الرأسية، والألواح الشمسية على السطح لتزويد الطاقة لتشغيل المبني للحد من استهلاك الطاقة وزيادة كفاءة التصميم المستدام.

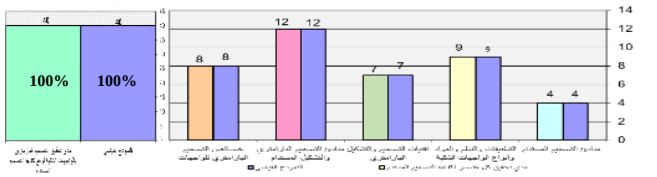
شكل (28) تشمل الواجهة 108 شريحة من البلاستيك المقوى بألياف الزجاج وتفتح وتغلق من خلال الانحناء المرن.
المصدر: https://www.archdaily.com/236979/one-ocean-thematic-pavilion-expo-2012-soma

التصميم المستدام				التطبيقات والنظم والمواد وأنواع الواجهات الذكية									تقنيات التصميم والتشكيل البارامتري							
الكفاءة الاقتصادية	الكفاءة البيئية	الكفاءة الاجتماعية	كفاءة الطاقة	التشابهات الطبيعية	الذكاء الاصطناعي	الواجهات المزدوجة	الواجهات التفاعلية	الواجهات المتحركة	الواجهات الشمسية	الواجهات المتكيفة	المواد الذكية	النظم الذكية	الطي Folding	الطبقات Layering	الالتفاف Turning	تصميم الاسطح	تصميم الحجوم	تصميم الغلاف	البرامج الرقمية
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

مبادئ التصميم البارامتري والتشكيل المستدام للواجهات الذكية									خصائص التصميم البارامتري للواجهات الذكية							
البدائل التصميمية	وحدات التكرارية	الدورية والانسيابية	الشكل وأشكال	التصميم المتكامل	البعد الرابع	تحقيق التكوين	تخفيض التكلفة	تطوير التصميم	الكفاءة والتهوية	التطور العمراني	الوظيفة والاستخدام	التقييم المعماري	التصميم الإنشائي	تكامل العمليات	الهندسة الشخصية	التقنية الميكانيكية	التقنية الكهربائية	الاستجابة للمستخدم	التكنولوجيا المتطورة
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

رصد وتحليل نتائج التقييم لعناصر القياس بالنموذج

ظهرت النتائج على مستوى كل عنصر كما هو موضح بالرسم البياني التفصيلي حيث حقق التصميم المستدام نسبة 100%، بينما حقق التطبيقات الذكية بالواجهات 100%، وحققت التقنيات البرامترية100%، ومبادئ التصميم البارامتري100%، وخصائص التصميم البارامتري84%، كما حقق المشروع على مستوى النموذج القياسي 100% مما أدى الي رفع كفاءة التصميم المستدام بالمشروع واثبات صحة الفرضية وتأكيداً لهدف البحث.

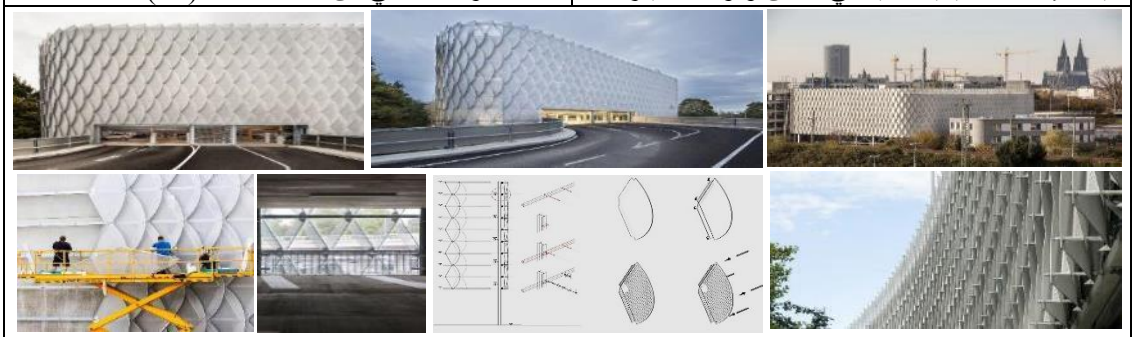


رموز القياس بالنموذج: ☼ لا يحقق ○ تحقيق ضعيف ◘ تحقيق متوسط ■ تحقيق فوق متوسط ● تحقيق قوي — المصدر: الباحث.

جدول (11) قياس مدى تحقيق التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لرفع كفاءة التصميم المستدام لمبنى موقوف للسيارات - P22A . المصدر:

6	نموذج قياس التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لتحسين كفاءة التصميم المستدام		
المشروع	موقوف للسيارات - P22A	المعماري	Wulf Architekten

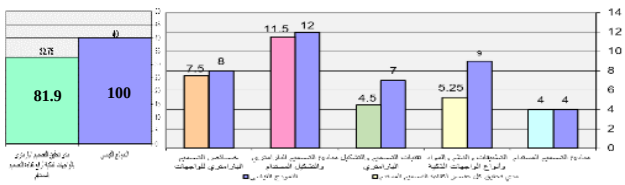
المـــوقع	كولونيا - ألمانيا	التنفيذ	عام2017م
	التصميم المستدام والوصف التحليلي		التصميم البارامتري والتطبيقات الذكية بالواجهات
	واجهة مبتكرة ورمزية لموقف السيارات P22A المنحني على شكل حرفS، ويوفر 3260 مكان لوقوف السيارات على 5 مستويات، مصنوعة من حوالي 3000 لوحة معدنية مثقبة تعمل بالليزر مع تقوية الحافة، وتحيط الواجهة بالهيكل الحالي بقذيفة شعرية عضوية تمنحها اللدونة الخفيفة، الثغرات التي تشبه الخياشيم وثقوب الألواح نفسها تضمن التدفق الطبيعي للهواء داخل موقف السيارات، بينما توفر أيضًا إضاءة طبيعية كافية في أماكن وقوف السيارات.		تم تطويره كقشرة شفافة خفيفة الوزن، تلتف الواجهة المصممة بشكل موحد حول الهيكل المنحني على شكل حرفS ، وتشبه سطحًا عضويًا كبيرًا يعطي انطباعًا بأنه يتنفس، تم تصميم الواجهة مثل بنية عضوية كبيرة تعطي انطباعًا بأنها تتنفس، تحقق الألواح المعدنية المثقبة المتداخلة التي تلتف حول البناء المنحني لمرآب السيارات أنماطًا هندسية مثيرة للاهتمام، والتي لا سيما في الليل، تثير رمزية حساسة ورمزية لأنها تنبعث منها ضوء صناعي من الداخل شكل (29).



شكل (29) الألواح المعدنية المثقبة المتداخلة التي تلتف حول البناء المنحني لمرآب السيارات أنماطًا هندسية. المصدر: https://www.archdaily.com/928400/parking-garage-facade-p22a-wulf-architekten

التصميم المستدام				تطبيقات والنظم والمواد وأنواع الواجهات الذكية									تقنيات التصميم والتشكيل البارامتري						
الكفاءة الاقتصادية	الكفاءة البيئية	الكفاءة الاجتماعية	كفاءة الطاقة	التشابهات الطبيعية	الذكاء الاصطناعي	الواجهات المزدوجة	الواجهات التفاعلية	الواجهات المتحركة	الواجهات الشمسية	الواجهات المتكيفة	المواد الذكية	النظم الذكية	الطي Folding	الطبقات Layering	الالتفاف Turning	تصميم الاسطح	تصميم الحجوم	تصميم الغلاف	البرامج الرقمية
●	●	●	●	●	■	●	☼	◘	☼	☼	●	●	☼	●	◘	◘	◘	●	●

مبادئ التصميم البارامتري والتشكيل المستدام للواجهات الذكية										خصائص التصميم البارامتري للواجهات الذكية							
البدائل التصميمية	استخدام كتل وأشكال	الأنماط والانسيابية	الأنماط التكرارية	التصميم المتكامل	البعد الرابع	التكوين	التصميم	الكفاءة والتهوية	التكلفة	المعماري	المعرفي	الوظيفي والاستخدام	المعماري	الإنشائي	العمليات	الشخصية	الميكانيكية	الكهربائية	الاستجابة للمستخدم	التكنولوجيا المتطورة
●	●	●	●	◘	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◘	●	●	●	●	●	●



رصد وتحليل نتائج التقييم لعناصر القياس بالنموذج

ظهرت النتائج على مستوى كل عنصر كما هو موضح بالرسم البياني التفصيلي حيث حقق التصميم المستدام نسبة 100%، بينما حقق التطبيقات الذكية بالواجهات 86%، وحققت التقنيات البارامترية 67%، ومبادئ التصميم البارامتري 98%، وخصائص التصميم البارامتري84%، كما حقق المشروع على مستوى النموذج القياسي 87.5% مما أدى الي رفع كفاءة التصميم المستدام بالمشروع واثبات صحة الفرضية وتأكيداً لهدف البحث.

رموز القياس بالنموذج: ☼ لا يحقق ○ تحقيق ضعيف ◘ تحقيق متوسط ■ تحقيق فوق متوسط ● تحقيق قوي | المصدر: الباحث.

جدول (12) قياس مدى تحقيق التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لرفع كفاءة التصميم المستدام لمبنى موقف سيارات مطار بريسبان. المصدر:

7	نموذج قياس التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لتحسين كفاءة التصميم المستدام

المشروع	موقف سيارات مطار بريسبان المحلي	المعماري	شركة مطار بريسبان-BUILDUAP
المـــوقع	بريسبان- أستراليا	التنفيذ	ام 2012م - الفنان نيد خان

التصميم المستدام والوصف التحليلي

تمكنت UAP STUDIO في تنظيم وتشغيل وتقديم فرصة فنية متكاملة لموقف بريسبان المحلي، تم تعيين الفنان نيد كان المقيم في سان فرانسيسكو من خلال عملية اختيار تنافسية لإنشاء واجهة حركية مكونة من ثمانية طوابق، 5000 متر مربع، عند النظر إليها من الخارج يبدو أن الجانب الشرقي من موقف السيارات يمتد بسلاسة حيث تنشط الرياح ما يقرب من 117000 لوح ألومنيوم معلق، استجابة لأنماط الرياح المتغيرة باستمرار شكل (30)، تحقق واجهة مباشرة بين البيئات المبنية والطبيعية، تم تزيينه بخط تموج واحد مستوحى من الانعكاس في سطح الماء .

التصميم البارامتري والتطبيقات الذكية بالواجهات

تظهر أنماط الضوء والظل على الجدران والأرضية عند مرور ضوء الشمس عبر نظام الألواح الخارجية في الواجهة المتحركة، كإشارةٍ خاصّةٍ إلى النهر الأكثر شهرة في المدينة، إن ترتيب الألواح يشكل نمطاً مزخرفاً مستوحىً من مسار حركة المراكب على نهر المدينة،

كما يوفر التصميم أيضاً فوائد بيئية عملية مثل الظل والتهوية الطبيعية، يخلق هذا العمل الواسع النطاق انطباعًا ساحرًا للركاب الخارجين من الصالة، الذين يصلون بالسيارة، أو على منصة Air train المرتفعة.

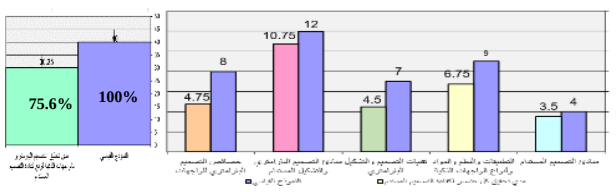
تبدو الواجهة متموجة بسلاسة واستمرار استجابةً لتأثير الرياح وتغيّر شدّتها واتجاهها على ألواح الألمنيوم.

شكل (30) واجهة حركية مكونة من ثمانية طوابق تنشط الرياح117000 لوح ألومنيوم معلق تظهر أنماط الضوء والظل.
المصدر: https://www.uapcompany.com/studio/brisbane-airport

التصميم المستدام				التطبيقات والنظم والمواد وأنواع الواجهات الذكية								تقنيات التصميم والتشكيل البارامتري						
الكفاءة الاقتصادية	الكفاءة البيئية	الكفاءة الاجتماعية	كفاءة الطاقة	التشابهات الطبيعية	الذكاء الاصطناعي	الواجهات المزدوجة	الواجهات المتحركة	الواجهات التفاعلية	الواجهات الشمسية	الواجهات المتكيفة	المواد الذكية	النظم الذكية	الطي Folding	الطبقات Layering	الالتفاف Turning	تصميم الأسطح	تصميم الحجوم	تصميم الغلاف	البرامج الرقمية
■	■	●	●	●	●	●	●	◘	☼	○	●	●	☼	●	○	●	○	●	●

مبادئ التصميم البارامتري والتشكيل المستدام للواجهات الذكية								خصائص التصميم البارامتري للواجهات الذكية							
البدائل التصميمية	استحداث كتل وأشكال	المرونة والانسيابية	الوحدات التكرارية	التصميم المتكامل	تحقيق البعد الرابع	تحقيق التكوين	تخفيض التكلفة	تطوير التصميم	الإضاءة والتهوية	التطوير العمراني	التدوير والاستخدام	التصميم المعماري	التصميم الإنشائي	تكامل العمليات	الراحة الشخصية	النظم الميكانيكية	النظم الكهربائية	الاستجابة للمستخدم	التكنولوجيا المتطورة
●	◘	■	●	◘	●	●	●	●	●	●	●	●	◘	○	●	◘	◘	○	■

رصد وتحليل نتائج التقييم لعناصر القياس بالنموذج



ظهرت النتائج على مستوى كل عنصر كما هو موضح بالرسم البياني التفصيلي حيث حقق التصميم المستدام نسبة 87.5%، بينما حقق التطبيقات الذكية بالواجهات 75%، وحققت التقنيات البارامترية 64%، ومبادئ التصميم البارامتري 90%، وخصائص التصميم البارامتري84%، كما حقق المشروع على مستوى النموذج القياسي 75.6% مما أدى الي رفع كفاءة التصميم المستدام بالمشروع واثبات صحة الفرضية وتأكيداً لهدف البحث.

رموز القياس بالنموذج: ☼ لا يحقق ○ تحقيق ضعيف ◘ تحقيق متوسط ■ تحقيق فوق متوسط ● تحقيق قوي — **المصدر: الباحث.**

جدول (13) قياس مدى تحقيق التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لرفع كفاءة التصميم المستدام لمبنى مستشفى العين. المصدر: الباحث.

8	نموذج قياس التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لتحسين كفاءة التصميم المستدام		
المشروع	مستشفى العين	المعماري	شركة أبو ظبي للخدمات العامة "مساندة "
المـــوقع	العين-الامارات العربية المتحدة	التنفيذ	عام2014م
	التصميم المستدام والوصف التحليلي		التصميم البارامتري والتطبيقات الذكية بالواجهات
	ويتألف من مبنى رئيسي ومواقف للسيارات ومركز خدمات لوجستية ومحطة طاقة كهربائية بطاقة 60 ميغاوات وغيرها من المرافق والخدمات العلاجية المتطورة ، كما سيقلل المستشفى الجديد تكاليف الصيانة ويستخدم الطاقة الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية النظيفة التي تلبي جزءا من احتياجاته وتوفر في تكاليف التشغيل شكل (31) ، كما أنها تسهم أيضاً في رفع كفاءة العزل الحراري لسقف المبنى وبالتالي تقليل الضغط على أجهزة التكييف الهوائية إضافة إلى اعتماد تقنيات مبتكرة للحد من الهدر في استخدام المياه من خلال تركيب صمامات خاصة للتوفير في استهلاك الماء في مرافق المستشفى وسيتم تجميع مياه التقطير من أجهزة التكييف لاستخدامها في ري الحدائق.		ويتميز المستشفى بتصميم يسهم بإلقاء الظل على النوافذ الخارجية في الواجهة الأمامية مما يساعد على تبريد المبنى من الداخل ويرتبط بمنظومة تحكم ذكية تتحرك تلقائياً تبعاً لظروف الطقس الخارجية والأجواء الداخلية، وتتميز الألواح الزجاجية للمشروع بخاصية العزل الصوتي من وإلى المبنى إضافة إلى خاصية العزل الحراري ومقاومة عوامل الرطوبة مما يساهم في تخفيض استهلاك الطاقة تماشياً مع المعايير التصميمية الصديقة للبيئة والمتبعة في إمارة أبو ظبي، رشح لجائزة التصميم المتميز في مجال أفضل تصميم مستشفى في معرض الشرق الأوسط للمنشآت الطبية 2010 حيث صمم المستشفى بأسلوب واحة الشفاء العلاجي، ليشكل معلماً بارزاً من معالم مدينة العين.

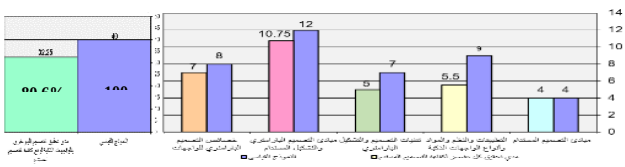
شكل (31) النوافذ الخارجية في الواجهة الأمامية ترتبط بمنظومة تحكم ذكية تتحرك تلقائياً تبعا لظروف الطقس الخارجية

المصدر : http://constructorasanjose.com/en/p_hospital-al-ain-abu-dhabi2

التصميم المستدام				التطبيقات والنظم والمواد وأنواع الواجهات الذكية								تقنيات التصميم والتشكيل البارامتري						
الكفاءة الاقتصادية	الكفاءة البيئية	الكفاءة الاجتماعية	كفاءة الطاقة	التشابهات الطبيعية	الذكاء الاصطناعي	الواجهات المزدوجة	الواجهات التفاعلية	الواجهات المتحركة	الواجهات الشمسية	الواجهات المتكيفة	المواد الذكية	النظم الذكية	الطي Folding	الطبقات Layering	الالتفاف Turning	تصميم الاسطح	تصميم الحجوم	تصميم الغلاف	البرامج الرقمية
●	●	●	●	●	●	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

مبادئ التصميم البارامتري والتشكيل المستدام للواجهات الذكية									خصائص التصميم البارامتري للواجهات الذكية							
البدائل التصميمية	استحداث كتل واشكال	المرونة والانسيابية	الوحدات التكرارية	التصميم المتكامل	تحقيق البعد الرابع	تحقيق التكوين	تخفيض التكلفة	تطوير التصميم	الإضاءة والتهوية	التطوير العمراني	التدوير والاستخدام	التصميم المعماري	التصميم الإنشائي	تكامل العمليات	الراحة الشخصية	النظم الميكانيكية	النظم الكهربائية	الاستجابة للمستخدم	التكنولوجيا المتطورة
●	●	●	■	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	■	●	●	●	■	●

رصد وتحليل نتائج التقييم لعناصر القياس بالنموذج

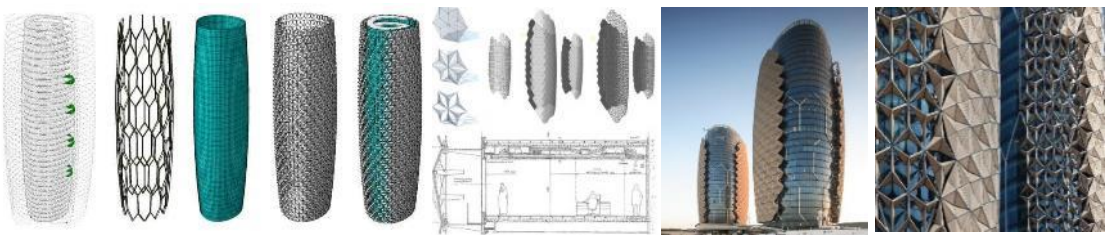


ظهرت النتائج على مستوى كل عنصر كما هو موضح بالرسم البياني التفصيلي حيث حقق التصميم المستدام نسبة 100%، بينما حقق التطبيقات الذكية بالواجهات 61%، وحققت التقنيات البارامترية 71%، ومبادئ التصميم البارامتري 90%، وخصائص التصميم البارامتري87.5%، كما حقق المشروع على مستوى النموذج القياسي 80.6% مما أدى الي رفع

	كفاءة التصميم المستدام بالمشروع واثبات صحة الفرضية وتأكيداً لهدف البحث.
رموز القياس بالنموذج: ☼ لا يحقق ○ تحقيق ضعيف ◘ تحقيق متوسط ■ تحقيق فوق متوسط ● تحقيق قوي	المصدر: الباحث.

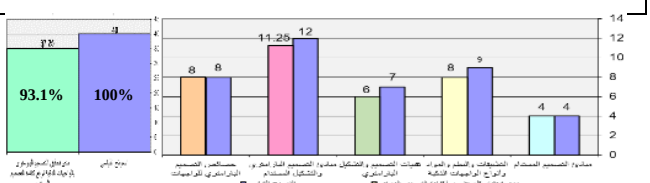
جدول (14) قياس مدى تحقيق التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لرفع كفاءة التصميم المستدام لمبنى أبراج البحر. المصدر: الباحث.

9	نموذج قياس التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لتحسين كفاءة التصميم المستدام		
المشروع	مبنى أبراج البحر	المعماري	Arup & Aedas Studio
المـــوقع	أبو ظبي - الإمارات العربية المتحدة	التنفيذ	عام 2012م
	التصميم المستدام والوصف التحليلي		التصميم البارامتري والتطبيقات الذكية بالواجهات
	تتكون أبراج البحر من 25 طابقاً، والفكرة التصميمية للأبراج مستوحاة من الطبيعة والثقافة للمكان يتكون من نظام تظليل من PTFE المشربية، يقلل الطاقة الشمسية التي تدخل المبنى بنسبة 20٪ وهو واحد من عدد من الإجراءات المبتكرة لتحسين الأداء البيئي والحد من استخدام الطاقة، مع توفير 40٪ في انبعاثات الكربون، واستخدام الواجهات الديناميكية في تصميماتناً شكل (32) ، ومنحت الأبراج جائزة الابتكار لعام 2012م عن فئة المباني الشاهقة والمساكن الحضرية، حصلت على تصنيف LEED الفضي.		تعمل المظلات كحائط ستائري ، يبعد عن سطح المبنى الخارجي مترين على إطار مستقل، وهي مجموعة الإطارات المثلثة تشد شبكة من الألياف الزجاجية، تم برمجتها لتستجيب لحركة الشمس كوسيلة للحد من اكتساب الطاقة الشمسية والوهج، واستجابة مباشرة للتغيرات المناخية من خلال الحركة الديناميكية للمشربيات، وتتحرك مغلقة او منفتحة استجابة لمسار الشمس طوال العام، وكفاءة الطاقة لهما بنسبة 50% من الكسب الشمسي وتقليل استخدام تكييف الهواء، وتحتوي الأسطح للوجهة الجنوبية على خلايا ضوئية توفر 5% من اجمالي الطاقة المطلوبة من مصادر الطاقة المتجددة.



شكل (32) مجموعة الإطارات المثلثة تشد شبكة من الألياف الزجاجية، تم برمجتها لتستجيب لحركة الشمس.
المصدر: http://parametricziu.org/2019/05/06/responsive-facade/

التصميم المستدام				التطبيقات والنظم والمواد وأنواع الواجهات الذكية								تقنيات التصميم والتشكيل البارامتري							
الكفاءة الاقتصادية	الكفاءة البيئية	الكفاءة الاجتماعية	كفاءة الطاقة	التشابهات الطبيعية	الذكاء الاصطناعي	الواجهات المزدوجة	الواجهات التفاعلية	الواجهات المتحركة	الواجهات الشمسية	الواجهات المتكيفة	المواد الذكية	النظم الذكية	الطي Folding	الطبقات Layering	الالتفاف Turning	تصميم الاسطح	تصميم الحجوم	تصميم الغلاف	البرامج الرقمية
●	●	●	●	●	●	●	◘	●	●	◘	●	●	●	◘	◘	●	●	●	●
مبادئ التصميم البارامتري والتشكيل المستدام للواجهات الذكية												خصائص التصميم البارامتري للواجهات الذكية							
البدائل التصميمية	استخدام كتل واشكال	المرونة والانسيابية	الوحدات التكرارية	التصميم المتكامل	تحقيق البعد الرابع	تحقيق التكوين	تخفيض التكلفة	تطوير التصميم	الإضاءة والتهوية	التطوير العمراني	التدوير والاستخدام	التصميم المعماري	التصميم الإنشائي	تكامل العمليات	الراحة الشخصية	النظم الميكانيكية	النظم الكهربائية	الاستجابة للمستخدم	التكنولوجيا المتطورة
●	■	◘	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
رصد وتحليل نتائج التقييم لعناصر القياس بالنموذج																			



	ظهرت النتائج على مستوى كل عنصر كما هو موضح بالرسم البياني التفصيلي حيث حقق التصميم المستدام نسبة 100%، بينما حقق التطبيقات الذكية بالواجهات 89%، وحققت التقنيات البرامترية 86%، ومبادئ التصميم البارامتري 94%، وخصائص التصميم البارامتري100%، كما حقق المشروع على مستوى النموذج القياسي 93.1% مما أدى الي رفع كفاءة التصميم المستدام بالمشروع واثبات صحة الفرضية وتأكيداً لهدف البحث.
رموز القياس بالنموذج: ☼ لا يحقق ○ تحقيق ضعيف ◘ تحقيق متوسط ■ تحقيق فوق متوسط ● تحقيق قوي	**المصدر: الباحث.**

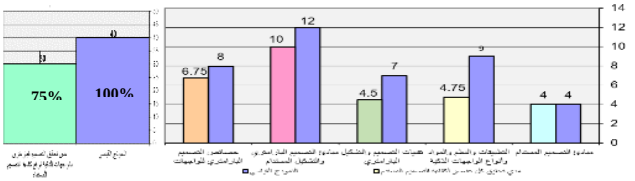
جدول (15) قياس مدى تحقيق التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لرفع كفاءة التصميم المستدام لمبنى مكتبة الملك فهد الوطنية. المصدر: الباحث.

10	**نموذج قياس التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لتحسين كفاءة التصميم المستدام**		
المشروع	**مبنى مكتبة الملك فهد الوطنية**	**المعماري**	**Gerber Architekten**
المـــوقع	**الرياض-المملكة العربية السعودية**	**التنفيذ**	**عام 2013م**
التصميم المستدام والوصف التحليلي		**التصميم البارامتري والتطبيقات الذكية بالواجهات**	
مكتبة مكعبة الشكل يحيط واجهتها الخارجية من جميع الجهات الأغشية البيضاء على شكل خيام عربية من العمارة التقليدية، وربطها بأحدث التقنيات الحديثة المرشِّدة للطاقة، وتتميز واجهة المكتبة بوجود هيكل كامل مكون من كابلات من الصلب تعمل كطبقة عازلة تمنع من قيام جدران المبنى بامتصاص حرارة الشمس، كما أنها توجد نوعاً من التبريد السلبي في جميع طوابق المبنى، تم رفع الدور الأرضي للمبنى على اعمدة لكي يعمل على التظليل من الاشعة الضارة شكل (33).		تتكون الواجهات الخارجة من نسيج والتي تحقق استدامة المبنى ب توزيع الاضاءة بكامل الفراغات الداخلية وتعمل ككاسرات لأشعة الشمس بنسبة 93%، مما يسهم في عزل وابعاد حرارة الشمس وتوفير الظلال والاجواء الباردة وادخال الاضاءة الطبيعية للداخل بشكل كامل، ويشمل استخدام مواد البناء الصديقة للبيئة، وإعادة تدوير هذه المواد، واستخدام التكنولوجيا الموفرة للطاقة، والواجهات الزجاجية المغطاة بإنشاءٍ من الحوامل والمشدات المعدنية من الفولاذ والتفلون غير القابل للصدأ والصديق للبيئة.	

التصميم المستدام				**التطبيقات والنظم والمواد وأنواع الواجهات الذكية**								**تقنيات التصميم والتشكيل البارامتري**						
الكفاءة الاقتصادية	**الكفاءة البيئية**	**الكفاءة الاجتماعية**	**كفاءة الطاقة**	**التشابهات الطبيعية**	**الذكاء الاصطناعي**	**الواجهات المزدوجة**	**الواجهات التفاعلية**	**الواجهات المتحركة**	**الواجهات الشمسية**	**الواجهات المتكيفة**	**المواد الذكية**	**النظم الذكية**	**الطي Folding**	**الطبقات Layering**	**الالتفاف Turning**	**تصميم الاسطح**	**تصميم الحجوم**	**تصميم الغلاف**	**البرامج الرقمية**
●	●	●	●	●	◘	●	☼	☼	☼	○	●	●	☼	●	☼	●	◘	●	●

شكل (33) التكوين الخارجي للمبنى المستخدم لأشعة الشمس كاسرات للواجهات الذكية. المصدر: http://www.akdn.org/architecture/project/king-fahad-national-library

البدائل التصميمية	**استحداث كتل واشكال**	**المرونة والانسيابية**	**الوحدات التكرارية**	**التصميم المتكامل**	**تحقيق البعد الرابع**	**تحقيق التكوين**	**تخفيض التكلفة**	**تطوير التصميم**	**الإضاءة والتهوية**	**التطوير العمراني**	**تدوير والاستخدام**	**التصميم المعماري**	**التصميم الإنشائي**	**تكامل العمليات**	**الراحة الشخصية**	**النظم الميكانيكية**	**النظم الكهربائية**	**الاستجابة للمستخدم**	**التكنولوجيا المتطورة**
●	●	●	●	●	◘	●	☼	☼	☼	○	●	●	☼	●	☼	●	◘	●	●

●	◘	●	●	●	◘	■	●	●	●	●	●	●	●	○	◘	●	◘	■	●
رصد وتحليل نتائج التقييم لعناصر القياس بالنموذج																			
ظهرت النتائج على مستوى كل عنصر كما هو موضح بالرسم البياني التفصيلي حيث حقق التصميم المستدام نسبة 100%، بينما حقق التطبيقات الذكية بالواجهات 53%، وحققت التقنيات البرامترية 64%، ومبادئ التصميم البارامتري 83%، وخصائص التصميم البارامتري84%، كما حقق المشروع على مستوى النموذج القياسي 75% مما أدى الي رفع كفاءة التصميم المستدام بالمشروع واثبات صحة الفرضية وتأكيداً لهدف البحث.																			
رموز القياس بالنموذج: ☼ لا يحقق ○ تحقيق ضعيف ◘ تحقيق متوسط ■ تحقيق فوق متوسط ● تحقيق قوي																			**المصدر: الباحث.**

جدول (16) قياس مدى تحقيق التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لرفع كفاءة التصميم المستدام لمبنى هيئة سوق المال. المصدر: الباحث.

11	**نموذج قياس التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لتحسين كفاءة التصميم المستدام**		
المشروع	**مبني هيئة سوق المال**	**المعماري**	**HOK**
المـــوقع	**الرياض-المملكة العربية السعودية**	**التنفيذ**	**عام2017م**
	التصميم المستدام والوصف التحليلي	**التصميم البارامتري والتطبيقات الذكية بالواجهات**	
	يعد برج CMA المكون من 80 طابقاً أطول مبنى في الرياض وهو محور الساحة المالية في KAFD، من أكثر المباني فائقة التقنية الفائقة في العالم وحصل على شهادة LEED Gold.، يتميز برج المبنى بتصميمه وبنيته ويضم نظاماً عالي الأداء للتحكم في الطاقة الشمسية وليقلل من الإشعاع الشمسي، ويحقق الأداء الوظيفة والاستدامة، والقدرة على تحمل التكاليف، التصنيع المسبق لسهولة البناء ، وبعد الإشغال حيث المتانة والصيانة يعمل نظام التحكم الشمسي عالي الأداء على التحكم في الحرارة ويوفر وصول الضوء الطبيعي داخل فراغات العمل شكل (34).	تتكون الواجهات نظام خارجي من الزعانف والمجرى والألواح المثقبة بشكل متناسق لتظليل جدار الستارة المزدوج المزجج في المبنى، مما يقلل إلى أدنى حد من اكتساب الحرارة وأحمال التبريد الداخلية، يتم تخفيض تكلفة الطاقة بشكل أكبر عن طريق النظام الكهروضوئي المثبت على سطح البرج، ويوجد على السطح وفي طوابق الخدمة المتوسطة، أنظمة وحدة صيانة المباني (BMU) التي تعمل مع المنصات الخارجية لتوفير إمكانية الوصول للتنظيف والصيانة، بفضل بشرة موفرة للطاقة ونظام ضوئي وبنية تحتية ذكية.	

شكل (34) تكون الواجهات بنظام خارجي من الزعانف والمجرى والألواح المثقبة بشكل متناسق لتظليل جدار الستارة المزدوج.

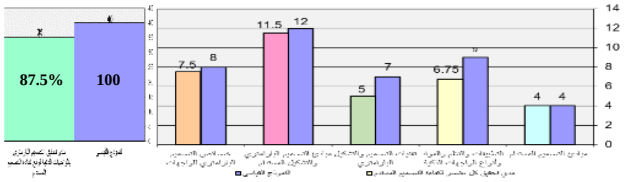
المصدر: https://www.hok.com/projects/view/pif-tower-cma-riyadh/

التصميم المستدام				**التطبيقات والنظم والمواد وأنواع الواجهات الذكية**								**تقنيات التصميم والتشكيل البارامتري**						
الكفاءة الاقتصادية	**الكفاءة البيئية**	**الكفاءة الاجتماعية**	**كفاءة الطاقة**	**التشابهات الطبيعية**	**الذكاء الاصطناعي**	**الواجهات المزدوجة**	**الواجهات النفاعلية**	**الواجهات المتحركة**	**الواجهات الشمسية**	**الواجهات المنكسرة**	**المواد الذكية**	**النظم الذكية**	**الطي Folding**	**الطبقات Layering**	**الانثناء Turning**	**تصميم الأسطح**	**تصميم الحوائط**	**تصميم الغلاف**	**البرامج الرقمية**
●	●	●	●	●	☼	●	●	●	●	●	●	●	☼	●	●	●	●	●	●
مبادئ التصميم البارامتري والتشكيل المستدام للواجهات الذكية												**خصائص التصميم البارامتري للواجهات الذكية**						

البدائل التصميمية	استحداث كتل وأشكال	المرونة والانسيابية	الوحدات التكرارية	التصميم المتكامل	تحقيق البعد الرابع	تحقيق التكوين	تخفيض التكلفة	تطوير التصميم	الإضاءة والتهوية	التطوير العمراني	التدوير والاستخدام	التصميم المعماري	التصميم الإنشائي	تكامل العمليات	الراحة الشخصية	النظم الميكانيكية	النظم الكهربائية	الاستجابة للمستخدم	التكنولوجيا المتطورة
●	●	◘	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◘	●

رصد وتحليل نتائج التقييم لعناصر القياس بالنموذج

ظهرت النتائج على مستوى كل عنصر كما هو موضح بالرسم البياني التفصيلي حيث حقق التصميم المستدام نسبة 100%، بينما حقق التطبيقات الذكية بالواجهات 75%، وحققت التقنيات البرامترية 71%، ومبادئ التصميم البارامتري 96%، وخصائص التصميم البارامتري94%، كما حقق المشروع على مستوى النموذج القياسي 87.5% مما أدى الي رفع كفاءة التصميم المستدام بالمشروع واثبات صحة الفرضية وتأكيداً لهدف البحث.



رموز القياس بالنموذج: ☼ **لا يحقق** ○ **تحقيق ضعيف** ◘ **تحقيق متوسط** ■ **تحقيق فوق متوسط** ● **تحقيق قوي** | **المصدر: الباحث.**

جدول (17) قياس مدى تحقيق التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لرفع كفاءة التصميم المستدام لمباني جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية. المصدر:

12	نموذج قياس التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لتحسين كفاءة التصميم المستدام	
المشروع	جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية	المعماري: شركة HOK
المـوقع	جدة -المملكة العربية السعودية	التنفيذ: عام 2009م
	التصميم المستدام والوصف التحليلي	**التصميم البارامتري والتطبيقات الذكية بالواجهات**
	من الجامعات المجهزة بعـدة مباني ومختبرات متطورة، لدراسة تحديات كفاءة الطاقة والبيئة والمياه وانتاج الغذاء، وتحتوي على أكثر من 27 مبنى صممت بحيث ترتبط مع الساحات تعمل على تحسين البيئة، تتوافق أغلفة المباني المرنة وألواح الأرضيات مع جميع أنواع المختبرات لتحقيق الإضاءة الطبيعية شكل (35)، دمج الاستدامة في تخطيط الموقع وتنظيم المجتمع وتصميم المباني لتعزيز الاستدامة البيئية وحصلت على شهادة LEED Platinum.	واجهات زجاجية مزدوجة لتوفير الإضاءة الطبيعية ومنع حرارة الشمس، وأسقف مثقبة وشفافة للإضاءة الطبيعية وضمان انسيابية حركة الهواء بالداخل، وفتحات في أعلى الحوائط لعملية تحريك الهواء بالفراغات الداخلية، لتقليل الاثر البيئي لجميع مباني الجامعة، بالإضافة لفكرة الخيمة لإنشاء سقف ضخم يمتد عبر المباني وتغطيته بألواح الطاقة الشمسية للاستفادة من أشعة الشمس، النظم الهندسية المتكاملة الميكانيكية والكهربائية تساهم الحد من استهلاك الطاقة والمياه.

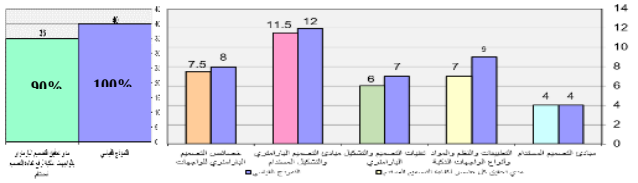
التصميم المستدام				التطبيقات والنظم والمواد وأنواع الواجهات الذكية								تقنيات التصميم والتشكيل البارامتري						
الكفاءة الاقتصادية	الكفاءة البيئية	الكفاءة الاجتماعية	كفاءة الطاقة	التشابهات الطبيعية	الذكاء الاصطناعي	الواجهات المزدوجة	الواجهات التفاعلية	الواجهات المتحركة	الواجهات الشمسية	الواجهات المتكيفة	المواد الذكية	النظم الذكية	الطي Folding	الطبقات Layering	الالتفاف Turning	تصميم الاسطح	تصميم الحجوم	تصميم الغلاف	البرامج الرقمية

شكل (35) واجهات زجاجية مزدوجة لتوفير الإضاءة الطبيعية ومنع حرارة الشمس وأسقف مثقبة وشفافة للإضاءة الطبيعية.
المصدر: https://www.hok.com/projects/view/king-abdullah-university-of-science-and-

مبادئ التصميم البارامتري والتشكيل المستدام للواجهات الذكية												خصائص التصميم البارامتري للواجهات الذكية							
البدائل التصميمية	استحداث كتل وأشكال	المرونة والانسيابية	الوحدات التكرارية	التصميم المتكامل	تحقيق البعد الرابع	تحقيق التكوين	تخفيض التكلفة	تطوير التصميم	الإضاءة والتهوية	التطوير العمراني	التدوير والاستخدام	التصميم المعماري	التصميم الإنشائي	تكامل العمليات	الراحة الشخصية	النظم الميكانيكية	النظم الكهربائية	الاستجابة للمستخدم	التكنولوجيا المتطورة
●	●	◘	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◘	●	◘	●	●	◘	●

رصد وتحليل نتائج التقييم لعناصر القياس بالنموذج

ظهرت النتائج على مستوى كل عنصر كما هو موضح بالرسم البياني التفصيلي حيث حقق التصميم المستدام نسبة 100%، بينما حقق التطبيقات الذكية بالواجهات 78%، وحققت التقنيات البارامترية 86%، ومبادئ التصميم البارامتري 96%، وخصائص التصميم البارامتري94%، كما حقق المشروع على مستوى النموذج القياسي 90% مما أدى الي رفع كفاءة التصميم المستدام بالمشروع واثبات صحة الفرضية وتأكيداً لهدف البحث.

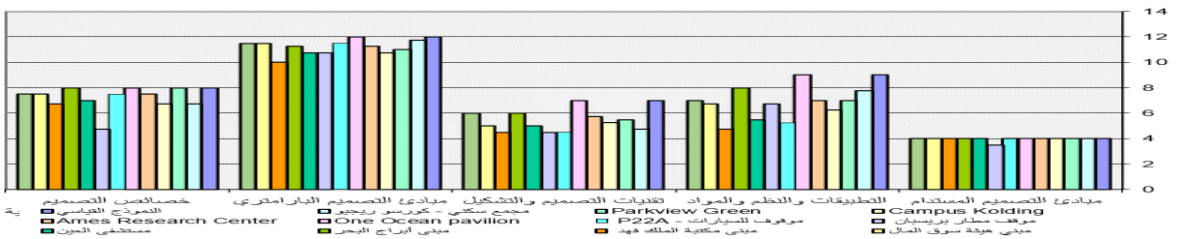


رموز القياس بالنموذج: ☼ لا يحقق ○ تحقيق ضعيف ◘ تحقيق متوسط ■ تحقيق فوق متوسط ● تحقيق قوي — المصدر: الباحث.

3-6 رصد وتحليل نتائج الدراسة التحليلية: ظهرت نتائج الدراسة التحليلية والتي تهدف لقياس مدى تطبيق التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لرفع كفاءة التصميم المستدام، وذلك من خلال تطبيق النموذج القياسي المقترح والذي يتضمن عناصر القياس المستنبطة من الدراسة النظرية، وبرصد نتائج القياس وتحويلها الي قيم رقمية وتجميعها بالجدول (18) ليوضح مدى تحقيق كل عنصر للقيم التي تم الحصول عليها مقارنة بقيم النموذج المفترض الحصول عليها، وتوضيح تلك القيم بيانياً بطريقة الاعمدة في صورة مقارنات مجمعة شكل

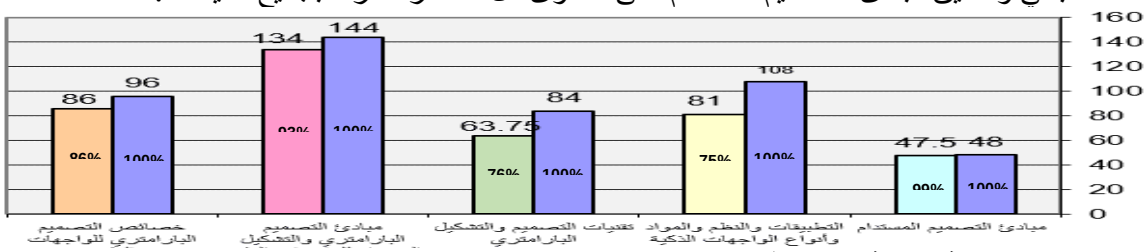
(جدول (18) مقارنة لنتائج لرفع كفاءة التصميم المستدام بجميع عينات الدراسة التحليلية. المصدر: الباحث.

قياس مدى تحقيق التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لرفع كفاءة التصميم المستدام								
مسلسل	عناصر التقييم والقياس بالنموذج القياسي / العينات مشروعات الدراسة	مبادئ التصميم المستدام	التطبيقات والنظم والمواد والواجهات الذكية	تقنيات التصميم والتشكيل البارامتري	مبادئ التصميم البارامتري والتشكيل المستدام للواجهات	خصائص التصميم البارامتري للواجهات الذكية	مجموع العناصر لكل عينة	النسبة المئوية %	ترتيب العينات حسب الأكثر تحقيقاً للقيم
		4	9	7	12	8	40	%100	
1	مجمع سكني - كورسو ريجيو	4	7.75	4.75	11.75	6.75	35	%87.5	6
2	Parkview Green	4	7	5.5	11	8	35.5	%90	4
3	Kolding Campus	4	6.25	5.25	10.75	6.75	33	%82.5	8
4	Ames Research Center	4	7	5.75	11.25	7.5	35.5	%88.75	5
5	One Ocean pavilion	4	9	7	12	8	40	%100	1
6	موقوف للسيارات - P22A	4	5.25	4.5	11.5	7.5	32.75	%81.9	9
7	موقف مطار بريسبان	3.5	6.75	4.5	10.75	4.75	30.25	%75.6	11
8	مستشفى العين	4	5.5	5	10.75	7	32.25	%80.6	10
9	مبنى أبراج البحر	4	8	6	11.25	8	37.25	%93.1	2
10	مبنى مكتبة الملك فهد	4	4.75	4.5	10	6.75	30	%75	12
11	مبني هيئة سوق المال	4	6.75	5	11.5	7.5	35	%87.5	7
12	جامعة الملك عبد الله	4	7	6	11.5	7.5	36	%90	3
	مجموع العناصر لجميع العينات	47.5	81	63.75	134	86	412.5	%86	



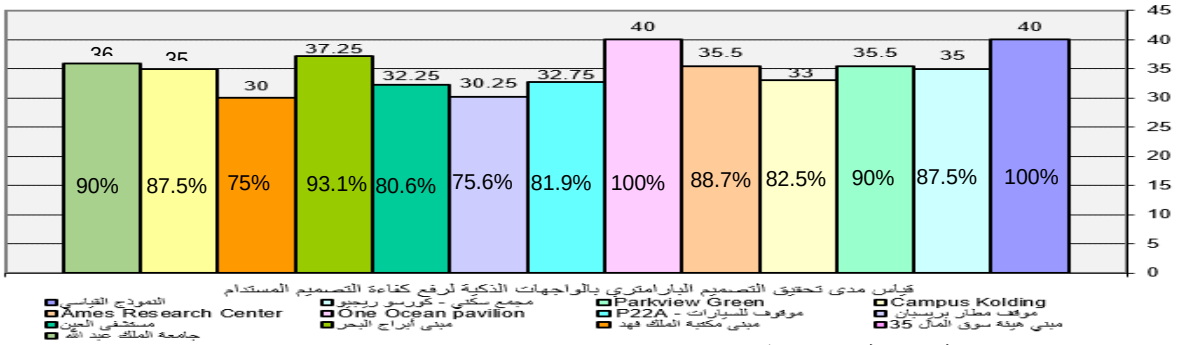
شكل (36) مقارنة مجمعة لنتائج رفع كفاءة التصميم المستدام لعناصر التقييم والقياس. المصدر: الباحث.

6-3-1تحليل ومقارنة النتائج على مستوى عناصر القياس: بمقارنة مدى تحقيق كل عنصر من عناصر القياس بالنموذج لجميع العينات شكل (37)، حيث حقق التصميم المستدام اعلى قيمة 99%، وحققت مبادئ التصميم البارامتري للتشكيل المستدام للواجهات الذكية 93%، كما حققت خصائص التصميم البارامتري للواجهات الذكية المستدامة 86%، وحققت تقنيات التصميم والتشكيل البارامتري للواجهات الذكية 76%، وحققت التطبيقات والنظم والمواد وأنواع الواجهات الذكية نسبة 76%، كما اكدت تلك النتائج ان جميع العينات محل الدراسة اثبتت صحة الفرضية، وقد أدى استخدام التصميم البارامتري للواجهات الذكية الي رفع كفاءة تلك المباني وتحقيق مبادئ التصميم المستدام على مستوى كل عنصر مقارنة بجميع العينات .

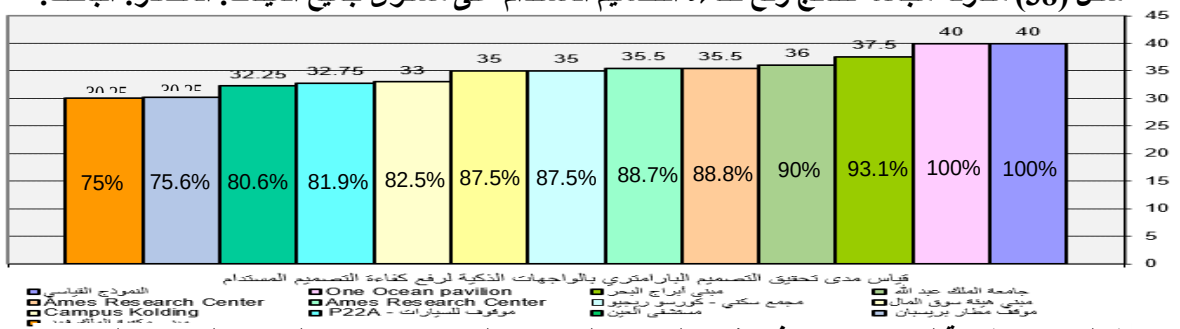


شكل (37) مقارنة مجمعة لنتائج رفع كفاءة التصميم المستدام بكل عنصر لجميع العينات. المصدر: الباحث.

6-3-2تحليل ومقارنة النتائج على مستوى عينات الدراسة: من خلال مقارنة نتائج القياس لمدى تحقيق كل عينة للنموذج القياسي شكل (38)، ظهرت النتائج من الأكثر تحقيقاً الي الاقل فحقق مشروع One Ocean pavilion اعلى قيمة 100%، ثم مشروع أبراج البحر 93.1%، وحقق مشروعي Parkview Green وجامعه الملك عبد الله 90%، وتقارب بنتائج متوسطة كل من Ames Research Center 88.75%، مجمع سكني - كورسو ريجيو- مبني هيئة سوق المال87.5%، وحقق اقل النتائج كل من Kolding Campus82.5%-موقوف للسيارات - P22A 81.9%، مستشفى العين 80.6%، ثم ادنى تحقيق لمشروعي موقف مطار بريسبان 75.6%- مبنى مكتبة الملك فهد 75%، وتم ترتيب عينات الدراسة من الأكثر تحقيقا الى الأقل شكل(39).

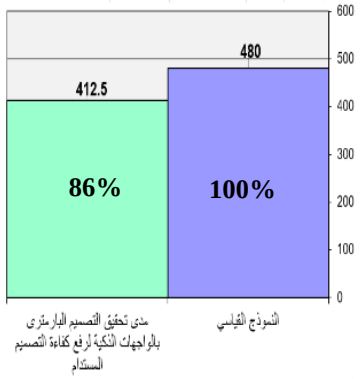


شكل (38) مقارنة مجمعة لنتائج رفع كفاءة التصميم المستدام على مستوى جميع العينات. المصدر: الباحث.



شكل (39) مقارنة لترتيب نتائج رفع كفاءة التصميم المستدام على مستوى جميع العينات. المصدر: الباحث.

6-3-3تحليل ومقارنة النتائج على مستوى النموذج القياسي: جاءت النتائج متباينة على مستوى جميع العينات مع اختلاف البيئية والعمرانية، ومن خلال التحليل السابق للنتائج المقارنة جدول (18) تبين تحقيق عينات الدراسة التحليلية 86% من قيمة النموذج القياسي شكل (40)، هذا ما يؤكد على مدى نجاح التقييم بالنموذج المقترح، ذلك على مستوى التجارب العالمية والإقليمية والمحلية الرائدة في استخدام التصميم البارامتري وتطبيقات الواجهات الذكية وفق مبادئ ومعايير الاستدامة والكفاءة (البيئية -الاجتماعية -الاقتصادية - العمرانية)، كما أكدت عينات الدراسة التوافق مع أنظمة التقييم العالمية للاستدامة من خلال مدى تحقيق (توفير الطاقة واستخدام الطاقات المتجددة - الحد الأدنى للاستهلاك وخفض انبعاث الكربون- استخدام مواد البناء الذكية والمعالجات البيئية - تطبيقات الأنظمة والتقنيات الحديثة الصديقة للبيئة- إعادة التدوير والاستخدام للمواد- الأداء الأمثل للواجهات والأسطح، التفاعل والتكيف مع عوامل البيئة الخارجية، تحقيق التهوية والاضاءة الطبيعية - جودة البيئة الداخلية والاستجابة للمستخدمين، كفاءة التشغيل والصيانة – التكنولوجيا المتطورة والذكاء الاصطناعي- الحد من تلوث البيئة العمرانية)، ومن ثم وصولاً لإثبات صحة الفرضية وأهداف البحث بتحقيق التصميم البارامتري بالواجهات الذكية لرفع كفاءة التصميم المستدام.



شكل (40) قياس كفاءة التصميم المستدام على مستوى النموذج القياسي. المصدر: الباحث.

7 النتائج:

1. تعزيز تفاعل المجتمع نحو العمارة البارامترية بصورة عامة كنمط جديد من الغنى الحضاري، ونمط حياة مشترك عصري حديث، حيث تمثل نموذجاً في التصميم الرقمي يقوم على التفكير الحسابي ويمكن من خلاله التعبير عن المعايير والقواعد لمواجهة التحديات والمؤثرات البيئية، لتصبح الواجهات ذكية مستدامة.
2. اثبتت التصميمات البارامتري زيادة استخدام التعددية الطبقية والتجزيء ذلك لم يكن تكسيراً للعناصر المعمارية وإنّما دمجها مع بعضها من خلال التموجات والانحناءات والطيات، من خلال احترام الطبيعة والنمو والتفاعل والمحاكاة لمعالجة الواجهات المستدامة باستخدام الذكاء الاصطناعي والتكنولوجيا الحديثة.
3. يتوافق التصميم البارامتري مع التصميمات الحديثة بينما يتوافق بنطاق ضيق مع الطرز والموروثات القديمة والشعبية، حيث يمكن للواجهات الذكية المستدامة التفاعل سياقاً ومفاهيمياً مع محيطها العمراني، مع تحديد الظروف والعوامل في الوقت نفسه من خلال استراتيجيات التصميم المعماري والعمراني المستدام.
4. تتحقق الاستدامة من خلال التصميم المتكامل واختيار المواد التي تناسب المناخ والبيئة، مع استخدام الأنظمة والاجهزة والمواد الذكية التي تعزز الراحة الحرارية الداخلية وزيادة جودة الكفاءة التشغيلية للمبنى.
5. كفاءة الواجهات كأغلفة نشطة للنسيج العمراني الذي يبني المدينة، ذلك بالنظر إلى المباني العامة أو التجارية أو المكاتب بالشوارع المهمة، حيث التأثير البصري والمرئي للواجهات وجمالياتها وتفردها المعماري، لهذا أصبحت المجتمعات أكثر وعياً بالبيئة المحيطة بهم ويفضلون الأفكار والتصاميم الذكية المستدامة.
6. جودة غلاف المبنى كجلد الانسان للحماية من العوامل المحيطة مع استخدام المواد والتكنولوجيا الحديثة تبعاً للوظيفة والعوامل المحيطة، حيث صنفت واجهات المباني الذكية إلى ديناميكية وثابتة، مع تطور الواجهات الذكية بمرور الوقت ومساعدة الحلول الهندسية لتتفاعل باستمرار مع المتغيرات والمؤثرات السلبية.

7. أكدت التصميمات البارامترية للواجهات الذكية تحقيق ورفع كفاءة التصميم المستدام، حيث تعمل الواجهات كمرشحات وسيطة بين الداخل والخارج، مما يسهل على المستخدمين توفير احتياجاتهم المناسبة من ضوء الشمس، والتهوية الطبيعية، وتقليل التلوث، والتواصل البصري مع عناصر ومكونات البيئة العمرانية.

8 التوصيات:

1. التوسع باستخدام التقنيات البارامترية والأجهزة والنظم والمواد الذكية بواجهات المباني من أجل التوافق مع البيئة وتقلل استهلاك الطاقة، لتحسين جودة البيئة الداخلية وبالتالي يحقق رفع الكفاءة والأداء والإنتاجية.
2. دمج الواجهات الذكية كجزء أساسي من المبنى الذي يحمل تكنولوجيا قادرة أن تصبح قابلة للتكيف مع الظروف البيئية المحيطة، وتستجيب للتغيرات التي تحدث في المحيط الخارجي والداخلي للمبنى.
3. تمكين التقنيات البارا مترية المعماريين والمخططين من التعامل مع المجسمات ذات البنية المعقدة التي يصعب إدراكها وتتبع نظامها الانشائي، وتأكيد العلاقة بين العمارة والعمران لرفع كفاءة التصميم المستدام.
4. تطويع التقنية والتكنولوجيا مع استخدام المواد الذكية بالواجهات يساعد المعماري على تحقيق الوظيفة المطلوبة دون الحاجة إلى إهدار الطاقات والمساحات التي تخدم الفراغ وأسلوب البناء والتشييد، لأهمية المرونة وكيفية الاستجابة والتفاعل مع تغير الظروف والأجواء البيئية أو نوع الاستخدام للمبنى.
5. يحسن التصميم البارامتري وظيفة الواجهات الذكية ودورها الفعال في الحماية إذا تمت السيطرة على كل من الحمل والانتقال الحراري من الداخل والخارج، والاستغلال الأمثل للطاقة الحرارية الشمسية.
6. زيادة الاهتمام بالمدخل الفكري للتصميم البارامتري للمباني الذكية المستدامة يدفع المعماريين لتحقيق التكامل بين مفاهيم الاستدامة والتصميم والتنفيذ لتحقيق التشغيل الأمثل في ضوء الإمكانات الاقتصادية المتاحة.
7. التعاون بين جميع التخصصات لتحقيق التصميم البارامتري الذكي لوجود اشتراك بين المعماريين والإنشائيين ومصممي الواجهات والتخصصات الأخرى في تقديم تصميم متكامل وفق مبادئ ومعايير التصميم والمستدام.
8. تفعيل دور تنظيم المؤتمرات بالجامعات والمراكز البحثية لتبادل الخبرات والتجارب الدولية والإقليمية الرائدة في مجال استخدام التقنيات البارامترية الحديثة والتطبيقات الذكية في تصميم وتنفيذ الواجهات لرفع كفاءة التصميم المستدام بالعمارة والعمران، مع دراسة التحديات والعوائق التي تحول دون تطبيق واستخدام الذكاء الاصطناعي بما يتوافق مع امكانيات واحتياجات البيئة العمرانية والمجتمع المصري.

9 المراجع:

1. Addington, D. M, & Schodek, D. L, "Smart materials and new technologies-for the architecture and design professions", Amsterdam; Boston, Architectural Press, p2, 2015.
2. Aisha, Robert, Design Script- Origins, "Explanation, Illustration Computational Design Modelling", in Christoph Gengnagel, et. al. eds., Springer Berlin Heidelberg, 1-8, 2012.
3. Atkin, Brain, "Intelligent Buildings", New York; Applications of IT and Buildings Automation to High Technology Construction Projects, Halsted Press Book, P 16, 2018.
4. Clements-Croome, D.," Intelligent buildings: design, management and operation", London Reston, 2014.
5. Daniel Baerlecken1, Matthew Swarts2, Russell Gentry, "Bio Origami - Form finding and evaluation of origami structures", Nixon Wonton Georgia Institute of Technology, USA, 2013.
6. Daniel Davis, B. Arch, "Modelled on Software Engineering -Flexible Parametric Models in the Practice of Architecture", School of Architecture and Design, College of Design and Social context- RMIT University, Melbourne, Australia, 2016.
7. David. C. Lindberg Ed, "Science of Matter", The University of Chicago Press. Science in the Middle Ages, Smart Materials and New Technologies for Architecture and Design Professions, Chicago, p 20, 2018.
8. DeLong, D. W. and Fahey, L., "Diagnosing cultural barriers to knowledge management", Academy of Management Executive, Vol. 14, No. 4, November, 2017.
9. Doucet, I. and N. Janssens eds., "transdisciplinary knowledge production in architecture and urbanism: towards hybrid modes of inquiry", the hybridization of knowledge production and space-related research', in I, Dordrecht Springer, 1-14, 2011.
10. Gerow, John S. and Goel, Ashok K., "Design computing and cognition", Proceedings of the Third International Conference on Design Computing and Cognition, Dordrecht, London Springer, xiii, 736 p, 2008.
11. Guy, Simon and Karvonen, Andrew, "using sociotechnical methods", in A. dale, & Mason, J. (ed.), Understanding social research, thinking creatively about method, London, SAGE, 120-33, 2011.

12. Isenberg, Barbara, Conversations with Frank Gehry, Knopf, First Edition, New York, 2016.
13. Jason Vollen, Kelly Winn, "Jed Laver emerging Building technologies in Ceramics", Performance Masonry System, USA, 2007
14. Lee, G., et al., "Usability principles and best practices for the user interface design of complex 3D architectural design and engineering tools", International Journal of Human Computer Studies, 68 -1-2, 90-104, 2010.
15. M.R. Mehregan, MS Zan, "Knowledge Management Strategy Determination in Programs", A Case of Iran Tax Administration Reform and Automation, Information Technology Journal 8-4, Asian Network for Scientific Information, P 571-576, 2009.
16. Mirghani Mohamed, Michael Stankowski, Arthur Murray, "Applying Knowledge management principles to enhance cross-functional team performance ", Emerald Group Publishing Limited, Vol.8, Issue3, p 129, 2013.
17. Neff, G., Fiore-Silfvast, B., and Dossick, C. S., "A Case Study of the Failure of Digital Communication to Cross Knowledge Boundaries in Virtual Construction", Information Communication & Society, 13 -4, 556-73, 2010.
18. Otto, Frei and Songel, Juan María, A conversation with Frei Otto, English edn., Conversations, a Princeton Architectural Press series, New York, Princeton Architectural Press, p 96, 2019.
19. Oxman, Neri, "Structuring Materiality: Design Fabrication of Heterogeneous Materials", Architectural Design, 80 -4, 85, 2016.
20. Rizal Muslimin, Parametric Fabrication for Traditional Ceramics Massachusetts Institute of Technology, 2010.
21. Roland Hudson, "Strategies for parametric design in architecture", an application of practice led research, Doctor of Philosophy, Department of Architecture and Civil Engineering, University of Bath, 2018.
22. Schumacher, Petrik, "Parametrism A New Global Style for Architecture and Urban Design", Architectural Design, The Autopoiesis of Architecture, Volume II, A New Agenda for Architecture, John Wiley & Sons, 79 -4, 14-23, 2012.
23. Stavric, M. and Marina, "Parametric Modelling for Advanced Architecture", International Journal of Applied Mathematics and Informatics, 5-1, 9-16, 2011.
24. Steele, Brett, "Weapons of the Gods", in Jane Burry and Mark Burry, eds., The new mathematics of architecture, London, Thames & Hudson, 2010.
25. Wigginton, M. and J. Harris, "Intelligent skins", Oxford: Butterworth-Heinemann, p16, 2012.
26. Zaire, Yasser, "When Practice Dictates Change", The necessity of a new framework in architectural education, Emerging Boundaries of Research Principles & Praxis, Scott Sutherland School of Architecture and Built Environment, Robert Gordon University, Aberdeen, 2012.
27. أكرم جاسم العكام - أحمد لؤي البجارى، " تأثير التكنولوجيا الرقمية في التشكلات الإيكولوجية والبيولوجية"، مجلة الامارات للبحوث الهندسية،2010.
28. سناء عيسى عبد الجواد، "القيمة البيئية والتكنولوجية والاقتصادية لبلاطات الواجهات الخزفية"، بحث منشور، جامعة حلوان، كلية الفنون التطبيقية،٢٠١٢.
29. عصام صلاح، "التطور في استخدام مواد البناء وتأثيره على الفكر المعماري في العمارة المعاصرة"، رسالة ماجستير قسم العمارة، جامعة أسيوط،2003.
30. لؤي احمد البجاري، "أثر التكنولوجيا الرقمية في التشكيلات التبيوئية والاحيائية"، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية، جامعة بغداد،2007.
31. محمد حسن خليل أحمد، "تأثير تكنولوجيا المعلومات على تطور الفكر المعماري"، رسالة ماجستير، جامعة الأزهر، كلية الهندسة،٢٠١١.
32. محمد زكريا علي، " التحليل الرقمي كمدخل لتصميم الأسقف المعدنية المرنة للمنشآت المستدامة"، رسالة دكتوراة، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان ،٢٠١٤.
33. محمد شكري عبد العال، " تأثير تطور تقنيات المعلومات على عمران المدن العملاقة"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، 2012.
34. هشام أحمد محمد صبح، "برمجيات وتقنيات التصميم الرقمي كعامل مشارك في العملية التصميمية"، بحث منشور، مجلة كلية الهندسة، جامعة الازهر، 2018.
35. وجدان ضياء عبد الجليل، "توليد الشكل وعلاقته بالهيكل في العمارة الرقمية "، الجامعة التكنولوجية، بحث منشور، مجلة جامعة بابل، ٢٠١٨.

Websites:

36. http://constructorasanjose.com/en/p_hospital-al-ain-abu-dhabi2, last accessed 23/4/2020.
37. http://parametriczju.org/2019/05/06/responsive-facade/, last accessed 10/4/2020.
38. http://www.akdn.org/architecture/project/king-fahad-national-library, last accessed 7/4/2020.
39. http://www.arch2o.com/10parametric-plugins-every-architect-should-know, last accessed 26/4/2020.
40. http://www.designbuild-network.com/projects/metropolparisol, last accessed 2/5/2020.
41. http://www.formakers.eu/project-834-smart-skin-for-sustainable-dwelling-colombia-university-christos-c, last accessed 22/4/2020.
42. https://ara.architecturaldesignschool.com/nasa-sustainability-base-82297, last accessed 2/4/2020.
43. https://www.archdaily.com/236979/one-ocean-thematic-pavilion-expo-2012-soma, last accessed 25/3/2020.

Parametric design of Smart buildings skin to raise the efficiency of sustainable design

Abstract:

In light of developments and digital transformation in all fields, modern scientific techniques have emerged in the design and formation trends of architecture and urbanization, the most important of which is the use of parametric applications in the design of smart buildings skin to improve the efficiency of sustainable design as an entrance to smart buildings, to raise the efficiency of the building and increase its interaction and adaptation to the surrounding environment and users, and show The research problem is that building facades represent the main element that causes energy consumption as the building is enveloped, as it is exposed to the negative effects of the surrounding external factors, while not taking advantage of the use of modern technological applications To reduce negative influences on the efficiency

of sustainable design, the research assumes that the parametric design of smart buildings skin makes it a barrier like human skin and clothing in dealing with and protecting from external factors and influences, and it is a mediator in rationalizing energy consumption inside the building and improving the quality of internal thermal comfort, which invites architects to use technologies Parametric for designing sustainable, smart buildings skin characterized by environmental awareness and leading to raising the efficiency of sustainable design in buildings, in accordance with local and international principles and standards for assessing sustainability, to become environmentally, socially, economically and urbanism compatible. The research aims to measure the efficiency of using parametric design, applications, devices and smart systems in interfaces, by following several approaches to scientific research such as the descriptive inductive approach to inventory the foundations and standards for sustainable smart buildings skin design as elements of evaluation, to apply them as an analytical approach to some of the leading international, regional and local experiences in the field of smart buildings skin design, Then follow the comparative analytical approach to the study samples selected to derive a standard evaluation model, which can be applied for analysis and measurement, while monitoring the results in the form of graphically compiled comparisons at the level of evaluation elements, and the extent to which According to the proposed hypothesis, "The parametric design of smart buildings skin leads to an increase in the efficiency of sustainable design".

Key words:

Digital technology- sustainable design- parametric design- smart buildings skin.