

دمج التصميم البارامتري مع مفهوم التصميم الصديق للبيئة في المساحات الداخلية Integrating parametric design with eco-friendly design concept in interior spaces

الدكتورة / ندى محمد محبوب الحقان¹

nooor_el7oob@hotmail.com

الملخص:

يهدف البحث إلى استكشاف كيفية دمج التصميم البارامتري مع مفهوم التصميم الصديق للبيئة في المساحات الداخلية لتحقيق بيئات معمارية مستدامة وفعّالة، التصميم البارامتري، الذي يعتمد على الخوارزميات والتحليل الرقمي لإنشاء هياكل معمارية معقدة، يوفر فرصاً لا محدودة لتطوير تصاميم مبتكرة ومتجاوبة مع المعايير البيئية، يركز البحث على تحديد المبادئ الأساسية للتصميم الصديق للبيئة، مثل استخدام المواد المستدامة، تقليل استهلاك الطاقة، وتحسين جودة الهواء الداخلي، وكيفية توظيف هذه المبادئ ضمن إطار التصميم البارامتري، كما يتناول البحث عدة دراسات حالة لمشاريع معمارية ناجحة جمعت بين هذين النهجين، موضحاً كيف أن التصميم البارامتري يمكن أن يعزز الاستدامة من خلال تحسين الكفاءة الحرارية، وتوزيع الضوء الطبيعي، واستخدام الموارد بكفاءة، كما يناقش البحث التحديات التقنية والاقتصادية التي تواجه دمج

1 - المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب - الكويت،،، دكتوراه الفلسفة في الفنون
الجميلة جامعة الإسكندرية - الديكور قسم (العمارة الداخلية)

(فاعلية برنامج تعليمي قائم على نظرية الذكاء الناجح لطلاب الصف الرابع الاعدادي في مادة
الحاسوب وتنمية الثور التكنولوجي لديهم)

هذين النوعين من التصميم، مثل التكلفة العالية والتعقيد التكنولوجي، ويقترح استراتيجيات للتغلب على هذه التحديات، يختتم البحث بتقديم توصيات للمصممين والمعماريين حول كيفية تحقيق تكامل فعال بين التصميم البارامتري والصديق للبيئة، بما يسهم في تطوير بيئات داخلية مستدامة وصحية تلبي احتياجات المستخدمين وتعزز من رفاهيتهم.

الكلمات المفتاحية: التصميم البارامتري، الإستدامة، التصميم المستدام، التقنيات البارامتريّة.

Abstract:

The research aims to explore how to integrate parametric design with the concept of eco-friendly design in interior spaces to achieve sustainable and effective architectural environments. Parametric design, which relies on algorithms and digital analysis to create complex architectural structures, offers limitless opportunities for developing innovative designs that adhere to environmental standards. The research focuses on identifying the fundamental principles of eco-friendly design, such as using sustainable materials, reducing energy consumption, and improving indoor air quality, and how to apply these principles within the framework of parametric design. The research also examines several case studies of successful architectural projects that have combined these two approaches, demonstrating how parametric design can enhance sustainability by improving thermal efficiency, distributing natural light, and utilizing resources efficiently. Additionally, the research discusses the technical and economic challenges associated with integrating these two types of design, such as high costs and technological complexity, and proposes strategies to overcome these obstacles. The research concludes by offering recommendations for designers and architects on how to achieve effective integration between parametric and eco-friendly design, contributing to the development of sustainable and healthy indoor environments that meet users' needs and enhance their well-being.

Keywords: Parametric design, sustainability, sustainable design, parametric techniques.

مشكلة البحث:

يمكن صياغة مشكلة البحث في التساؤلات الآتية:

- كيف يمكن للتصميم البارامتري أن يساهم في تحقيق أهداف التصميم الصديق للبيئة في المساحات الداخلية؟
- ما هي التحديات التقنية التي تواجه دمج التصميم البارامتري مع التصميم الصديق للبيئة؟
- ما هي الأدوات والبرمجيات الأكثر فعالية في تطبيق التصميم البارامتري لتحقيق الاستدامة البيئية؟
- كيف يمكن لاستخدام المواد المستدامة في التصميم البارامتري أن يقلل من الأثر البيئي للمساحات الداخلية؟
- ما هي الفوائد البيئية والاقتصادية لدمج التصميم البارامتري مع التصميم الصديق للبيئة في المشاريع المعمارية؟
- كيف يمكن التغلب على التحديات الاقتصادية المرتبطة بتطبيق تقنيات التصميم البارامتري والتصميم الصديق للبيئة؟

أهداف البحث:

- تحليل تأثير التصميم البارامتري على كفاءة استخدام الموارد في المساحات الداخلية.
- استكشاف الفوائد البيئية للتصميم الصديق للبيئة عند دمجها مع التصميم البارامتري.

- تقييم الأداء الوظيفي والجمالي للمساحات الداخلية المصممة باستخدام النهجين.
 - تحديد المعايير والتقنيات التي يمكن استخدامها لتحقيق تصاميم مستدامة وفعالة.
 - دراسة حالات عملية لتطبيقات ناجحة لدمج التصميم البارامتري مع التصميم الصديق للبيئة.
- أهمية البحث:**

تكمن أهمية البحث في تعزيز الإستدامة البيئية وتحسين جودة الحياة من خلال استخدام الأدوات والتقنيات البارامتريّة، حيث يمكن تحقيق تصاميم داخلية مبتكرة وفعالة تسهم في تقليل الأثر البيئي من خلال استخدام مواد مستدامة وتقنيات تقلل من استهلاك الطاقة، هذا النهج لا يساهم فقط في الحفاظ على البيئة، بل يعزز أيضًا الكفاءة الاقتصادية على المدى الطويل من خلال تخفيض التكاليف التشغيلية وزيادة قيمة المباني، بالإضافة إلى ذلك، يتيح التصميم البارامتري إمكانية إبداع تصاميم فريدة ومتنوعة تتناسب مع الاحتياجات المتغيرة للمستخدمين، مما يساهم في تحسين جودة البيئات الداخلية وجعلها أكثر راحة وصحة، يواكب هذا البحث التوجهات المستقبلية في العمارة والتصميم الداخلي، مما يعزز من مهارات المصممين وقدرتهم على تقديم حلول مستدامة ومبتكرة.

منهجية البحث:

يتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي لتقديم تحليل عميق للتطبيقات الفعلية وأثرها البيئي والاقتصادي عند الدمج بين التصميم البارامتري والتصميم الصديق للبيئة في المساحات الداخلية، مع التركيز على الابتكارات والتوجهات المستقبلية التي يمكن أن تعزز هذا التكامل.

المقدمة:

يمثل دمج التصميم البارامتري مع مفهوم التصميم الصديق للبيئة في المساحات الداخلية تحولاً جذرياً في كيفية تعاملنا مع تصميم المساحات التي نعيش ونعمل فيها، حيث يعتمد التصميم البارامتري على استخدام البرمجيات والتقنيات الرقمية لإنشاء تصاميم معقدة ومتغيرة، مما يتيح للمصممين إمكانية تحقيق تصاميم مبتكرة وفعالة تتجاوز مع مجموعة واسعة من المعايير البيئية والجمالية، من ناحية أخرى، يركز التصميم الصديق للبيئة على استخدام مواد وتقنيات تقلل من الأثر البيئي وتحقق الاستدامة، مما يساهم في الحفاظ على الموارد الطبيعية وتقليل التلوث البيئي. (4)

يهدف هذا البحث إلى استكشاف كيفية دمج هذين النهجين لتحقيق مساحات داخلية تجمع بين الجمال والفعالية البيئية، وذلك من خلال دراسة الأدوات والتقنيات المستخدمة، وتحليل أمثلة واقعية، وتقديم توصيات عملية للمصممين، من خلال هذا الدمج، وذلك لتحقيق تصاميم

داخلية لا تقتصر فقط على كونها جذابة وجمالية، بل تكون أيضاً مستدامة وموفرة للطاقة، مما يسهم في تحسين جودة الحياة والبيئة على حد سواء. (4)

1- مفهوم التصميم البارامتري وتأثيره على المساحات الداخلية:

تعريف التصميم البارامتري:

التصميم البارامتري هو نهج في التصميم يعتمد على استخدام البرمجيات الرقمية لإنشاء نماذج وتصاميم تعتمد على مجموعة من المعايير والمعطيات المتغيرة. بدلاً من التعامل مع الأشكال والأبعاد الثابتة، يسمح التصميم البارامتري للمصممين بإدخال متغيرات محددة، مثل الأبعاد الهندسية والخصائص المادية والمعايير البيئية، التي تؤثر على التصميم النهائي. يتم استخدام الخوارزميات والمعادلات الرياضية لتوليد الأشكال والهياكل التي يمكن تعديلها وتغييرها بشكل ديناميكي بناءً على المدخلات المختلفة. (6)

نبذة عن تاريخ وتطور التصميم البارامتري:

نشأ التصميم البارامتري في أواخر القرن العشرين كنتيجة لتقدم التكنولوجيا الرقمية واستخدام الحوسبة في العمارة والتصميم، تطور هذا النهج ليصبح أداة رئيسية في تصميم المساحات الداخلية، حيث يعتمد على البرمجيات المتقدمة لإنشاء تصاميم معقدة تعتمد على معايير ومعطيات متغيرة.، وقد بدأت فكرة التصميم البارامتري بالظهور مع تطور برامج التصميم

بمساعدة الكمبيوتر (CAD) في فترة الثمانينيات والتسعينيات، هذه البرامج سمحت للمصممين بإدخال معايير ومعطيات لتوليد تصاميم ديناميكية تتغير تبعًا للتعديلات في المعايير. في البداية، كان الاستخدام محدودًا ومعقدًا، ويتطلب مهارات برمجية متقدمة، مع بداية الألفية الجديدة، شهد التصميم البارامتري تطورًا كبيرًا بفضل التطور السريع في الحوسبة والبرمجيات، برامج مثل Rhino - Grasshopper حيث سمحت للمصممين بإنشاء تصاميم بارامتريّة معقدة بسهولة أكبر وبتكلفة أقل، هذه الأدوات مكنت المصممين من تجريب أشكال وهياكل جديدة لم يكن من الممكن تحقيقها بالوسائل التقليدية.⁽⁹⁾

بدأ المصممون بتطبيق التصميم البارامتري في المساحات الداخلية، مما أتاح لهم إنشاء تصاميم مخصصة ومرنة تتجاوب مع احتياجات المستخدمين وتحديات الموقع. من الأمثلة البارزة على ذلك هو تصميم الأثاث والأضواء والتفاصيل الداخلية التي تتكيف مع المعايير البيئية، مثل الإضاءة الطبيعية وتهوية الهواء.⁽⁹⁾

الأدوات والتقنيات المستخدمة في التصميم البارامتري:

في التصميم البارامتري، يتم استخدام مجموعة من الأدوات والبرمجيات والتقنيات التي تتيح للمصممين إنشاء نماذج معقدة وديناميكية تعتمد على معايير ومعطيات متغيرة، هذه الأدوات والتقنيات تمكّن المصممين من استكشاف إمكانيات جديدة في التصميم، وتسهيل عملية الابتكار، وتحقيق تصاميم أكثر فعالية وجاذبية، من بين هذه الأدوات والتقنيات:

(فاعلية برنامج تعليمي قائم على نظرية الذكاء الناجح لطلاب الصف الرابع الاعدادي في مادة الحاسوب وتنمية الثور التكنولوجي لديهم)

البرمجيات الأساسية:**:Rhino -**

Grasshopper: هو مكون إضافي لبرنامج Rhino ، ويعتبر من أشهر الأدوات البارامتريّة، يتيح للمصممين إنشاء نماذج معقدة وتعديلها بسهولة باستخدام واجهة مرئية تعتمد على السحب والإفلات للمعادلات والمعايير. (9)

Autodesk Revit -

Dynamo: هو مكون إضافي لبرنامج Revit، يسمح بإنشاء تصاميم بارامتريّة معقدة من خلال برمجة بصرية. (6)

Autodesk Maya -

يستخدم بشكل رئيسي في صناعة الأفلام والألعاب، لكنه يتمتع بإمكانيات بارامتريّة قوية تمكن من إنشاء نماذج معقدة وتعديلها. (6)

:SolidWorks -

يستخدم في التصميم الصناعي والهندسي، ويحتوي على أدوات بارامتريّة قوية تمكن من إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد دقيقة وقابلة للتعديل. (9)

:SketchUp -

Dynamo for SketchUp & Profile Builder مكونات

إضافية تتيح إنشاء تصاميم بارامتريّة باستخدام واجهة مرئية بسيطة. (9)

تقنيات التصنيع الرقمية:**- الطباعة ثلاثية الأبعاد: (3D Printing)**

تتيح تحويل التصاميم البارامتريّة إلى نماذج فعلية بسرعة وبدقة عالية. (6)

- التصنيع باستخدام الحاسوب: (CNC)

يمكن من خلاله تحويل التصاميم البارامتريّة إلى منتجات مادية عن طريق التحكم الرقمي في الآلات. (Ruben)

- التصنيع بالليزر:

يُستخدم لقطع المواد بدقة عالية بناءً على التصاميم البارامتريّة. (6)

تقنيات وبرمجيات البرمجة:**- Python:**

يُستخدم في الكثير من البرمجيات البارامتريّة لكتابة سكريبتات مخصصة وتعديل العمليات البارامتريّة. (9)

- Processing:

منصة برمجة مفتوحة المصدر تُستخدم لإنشاء تصاميم مرئية تفاعلية. (9)

- JavaScript & C#:

تُستخدم في برمجة أدوات ومكونات إضافية للتصميم البارامتري. (6)

أدوات محاكاة وتحليل:**- Eco test – Ladybug & Honeybee:**

تُستخدم لتحليل الأداء البيئي للمباني وتصميم المساحات الداخلية بطريقة تضمن تحقيق الاستدامة والكفاءة البيئية. (6)

نماذج ثلاثية الأبعاد ومحاكاة الواقع الافتراضي:

:Unity & Unreal Engine

تُستخدم لإنشاء تجارب واقع افتراضي تعتمد على النماذج البارامترية، مما يسمح بالتفاعل مع التصميم بشكل واقعي. (9)

2- مفهوم التصميم الصديق للبيئة:

تعريف التصميم الصديق للبيئة:

التصميم الصديق للبيئة، المعروف أيضًا باسم التصميم المستدام أو التصميم البيئي، هو نهج في التصميم يهدف إلى تقليل التأثيرات السلبية على البيئة وتحقيق الاستدامة من خلال استخدام مواد وتقنيات تقلل من استهلاك الموارد وتحد من التلوث، يتضمن هذا النهج مجموعة من المبادئ والممارسات التي تركز على الحفاظ على البيئة وتعزيز الصحة والرفاهية للإنسان والكائنات الحية الأخرى. (2)

المبادئ الأساسية للتصميم الصديق للبيئة:

المبادئ الأساسية للتصميم الصديق للبيئة تتضمن النقاط التالية: (5)

كفاءة استخدام الطاقة:

تحسين العزل الحراري وتقليل فقدان الطاقة واستخدام تقنيات الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية والرياح.

استخدام مواد مستدامة:

اختيار مواد قابلة لإعادة التدوير والتحلل البيولوجي وتقليل الاعتماد على الموارد غير المتجددة.

(فاعلية برنامج تعليمي قائم على نظرية الذكاء الناجح لطلاب الصف الرابع الاعدادي في مادة الحاسوب وتنمية التثور التكنولوجي لديهم)

إدارة المياه بكفاءة:

تقليل استهلاك المياه باستخدام تجهيزات فعالة وجمع وإعادة استخدام مياه الأمطار والمياه الرمادية.

تصميم لأجل الصحة والرفاهية:

تحسين جودة الهواء الداخلي من خلال استخدام مواد غير سامة وتصميم مساحات تعزز الراحة والصحة العقلية والبدنية.

التكيف مع تغير المناخ:

تصميم مرن يمكنه التكيف مع الظروف المناخية المتغيرة وتقليل البصمة الكربونية للمباني والمنتجات.

الابتكار والتكنولوجيا:

استخدام التكنولوجيا الحديثة لتعزيز الكفاءة البيئية وتطبيق حلول مبتكرة لتحقيق الاستدامة.

المواد والتقنيات المستخدمة في التصميم الصديق للبيئة:

هناك العديد من المواد والتقنيات تساهم في تقليل الأثر البيئي للبناء والتصميم الداخلي، وتعزز الاستدامة والكفاءة في استخدام الموارد الطبيعية: (3)

1- المواد المستدامة:**الخشب المعتمد:**

مصادر معتمدة مثل FSC (مجلس رعاية الغابات) تضمن أن الخشب يأتي من غابات تُدار بشكل مستدام.

الخرسانة المستدامة:

استخدام الخرسانة الخضراء التي تحتوي على مكونات معاد تدويرها مثل الرماد المتطاير.

العزل الصديق للبيئة:

مواد عازلة مثل الصوف المعدني، والصوف القطني المعاد تدويره، والعزل القائم على الألياف النباتية.

الطلاء والمواد اللاصقة المنخفضة الانبعاثات:

استخدام الطلاء والمواد اللاصقة التي تحتوي على نسبة منخفضة من المركبات العضوية المتطايرة (VOCs).

الأرضيات المستدامة:

استخدام مواد مثل الفلين، والخيزران، والأرضيات المصنوعة من المواد المعاد تدويرها.

الألواح الشمسية والبطاريات:

ألواح شمسية لتوليد الطاقة المتجددة وأنظمة تخزين الطاقة لتقليل الاعتماد على الشبكة الكهربائية.

(فاعلية برنامج تعليمي قائم على نظرية الذكاء الناجح لطلاب الصف الرابع الاعدادي في مادة الحاسوب وتنمية التثور التكنولوجي لديهم)

زجاج عالي الكفاءة:

استخدام زجاج منخفض الانبعاثات ونزو كفاءة عالية في العزل الحراري لتقليل فقدان الحرارة.

2- التقنيات المستدامة:**أنظمة الطاقة المتجددة:**

الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والطاقة الحرارية الأرضية.

تقنيات كفاءة الطاقة:

أنظمة الإضاءة LED وأنظمة التدفئة والتبريد عالية الكفاءة.

إدارة المياه:

أنظمة جمع مياه الأمطار وإعادة استخدامها، وتقنيات الري بالتنقيط، وتجهيزات السباكة منخفضة التدفق.

التهوية الطبيعية:

تصميم المباني بحيث تسمح بالتهوية الطبيعية لتحسين جودة الهواء الداخلي وتقليل الحاجة إلى التكييف.

التحكم في الإضاءة الطبيعية:

استخدام النوافذ والأجهزة الزجاجية الموجهة بشكل صحيح للتحكم في الإضاءة الطبيعية وتقليل الحاجة إلى الإضاءة الاصطناعية.

أنظمة إدارة المباني الذكية:

أنظمة مراقبة وتحكم ذكية لتحسين كفاءة استخدام الطاقة والمياه.

الأسطح الخضراء والحدائق العمودية:

استخدام الأسطح الخضراء والحدائق العمودية لتعزيز العزل الحراري وتنقية الهواء.

مواد معاد تدويرها ومعاد استخدامها:**الصلب المعاد تدويره:**

استخدام الصلب المعاد تدويره في هيكل المباني لتقليل الحاجة إلى استخراج خامات جديدة.

البلاستيك المعاد تدويره:

استخدام مواد بلاستيكية معاد تدويرها في إنتاج الأثاث والتجهيزات الأخرى.

3- دمج التصميم البارامتري مع التصميم الصديق للبيئة:

- كيفية استخدام التقنيات البارامتريّة لتحقيق أهداف التصميم الصديق للبيئة: (7)

تسهم التقنيات البارامتريّة في تحقيق تصاميم داخلية أكثر استدامة وكفاءة بيئية، كما يمكن استخدام التقنيات البارامتريّة لتحقيق أهداف التصميم الصديق للبيئة من خلال عدة طرق:

- تحسين كفاءة الطاقة: تقنيات التصميم البارامتري تساعد في تحليل وتحسين توزيع الضوء الطبيعي والتهوية في المساحات الداخلية، مما يقلل الحاجة إلى الإضاءة الاصطناعية والتكييف.

- **تصميم مرن ومتكيف:** مكن للتصاميم البارامترية أن تتكيف مع الظروف البيئية المختلفة مثل تغيرات المناخ، مما يحسن الأداء البيئي عبر الأوقات المختلفة.
- **تقليل الهدر:** باستخدام أدوات بارامترية، يمكن تحديد الكميات الدقيقة للمواد المطلوبة، مما يقلل من الفاقد الناتج عن عمليات البناء ويعزز كفاءة استخدام المواد.
- **تحليل الأداء البيئي:** يمكن استخدام البرمجيات البارامترية لتحليل أداء التصاميم من حيث الطاقة، والماء، والتهوية، مما يسمح بإجراء تعديلات لتحسين الأداء البيئي قبل تنفيذ التصميم.
- **تصميمات مبتكرة ومستدامة:** تتيح التقنيات البارامترية إنشاء أشكال وهياكل معقدة ومبتكرة تساهم في تحسين العزل الحراري والتهوية الطبيعية، مما يعزز الاستدامة.
- **دمج مواد مستدامة:** يمكن للتقنيات البارامترية أن تساعد في دمج المواد المستدامة بطرق فعالة، من خلال تصميم التفاصيل التي تتيح استخدام المواد المعاد تدويرها أو ذات التأثير البيئي المنخفض.
- **تحسين إدارة المياه:** يمكن لتصاميم بارامترية أن تساهم في تصميم أنظمة فعالة لإدارة المياه، مثل أنظمة جمع مياه الأمطار وإعادة استخدامها، وتوجيه المياه بشكل صحيح لتقليل الفاقد.

- **تصميم التفاعلات البيئية:** تقنيات البارامتريّة تتيح إنشاء تصاميم تتفاعل بشكل إيجابي مع البيئة المحيطة، مثل استخدام واجهات قابلة للتعديل لتناسب ظروف الطقس المتغيرة.

- **نمذجة محاكاة الأداء:** توفر البرمجيات البارامتريّة نماذج محاكاة لأداء التصميم البيئي، مما يتيح اختبار التغيرات وتحليل تأثيراتها على استدامة التصميم قبل التنفيذ.

4- مشاريع استخدمت فيها تقنيات التصميم البارامتري والتصميم الصديق للبيئة:

أدى دمج التصميم البارامتري مع مبادئ التصميم الصديقة للبيئة في المساحات الداخلية عدة مشاريع مبتكرة حول العالم لتحقيق مباني مستدامة ومبتكرة، هذه المشاريع تظهر كيف يمكن للتصميم البارامتري أن يساهم في تحقيق مباني مستدامة وصديقة للبيئة من خلال تحسين الكفاءة البيئية، وتعزيز الأداء الحراري، وتقليل استهلاك الموارد الطبيعية، مما يساهم في تحقيق أهداف الاستدامة البيئية على المدى الطويل : (10)

- Atyrau Bridge by New Moon Architects, Kazakhstan:

جسر اتيرو يبلغ طوله 314 مترًا وعرضه 10.5 مترًا، وهو أحد أحدث الهياكل الشهيرة في نورموس سلطان في كازاخستان ، وقد أصبح المشهد الأبرز والأجمل في الجزء التاريخي من المدينة. تتكون واجهته،

المصممة بطريقة بارامترية، من 2.5 ألف مكون منفصل، مما يوفر ملجأً للمنطقة العامة ويعزز شعور الزوار بالمكان (شكل 1).⁽¹⁰⁾



(شكل 1)

جسر أتيرو بكازاخستان من الداخل والخارج

المصدر: <https://parametric-architecture.com/8-spectacular-parametric-designs-generating-sustainable-architecture>

- JetBrains Office by UNStudio, Russia:

قامت UNStudio بتصميم وبناء مكان العمل الجديد لشركة تطوير البرمجيات العالمية JetBrains في روسيا، مع التركيز على ثلاث سمات أساسية: الاتصال، الراحة، والمرونة، مع تعزيز المشاركة والاستدامة من خلال تصميمها. يهدف مفهوم التصميم إلى إعطاء الأولوية لراحة ورفاهية جميع الموظفين والزوار، مع التأكيد على بيئة العمل الفريدة لشركة JetBrains (شكل 2)

يعد الفناء الداخلي الضخم متعدد المستويات رأسياً هو النقطة المحورية الرئيسية للمشروع، يتميز المبنى بواجهة خارجية متعرجة وشفافة، مما

(فاعلية برنامج تعليمي قائم على نظرية الذكاء الناجح لطلاب الصف الرابع الاعدادي في مادة الحاسوب وتنمية الثور التكنولوجي لديهم)

يسمح بدخول ضوء الشمس الكافي إلى المساحة المفتوحة مع تقليل المكاسب الشمسية، تحيط بالفناء الداخلي المفتوح أنواع مختلفة من النباتات، وتوجد غرف مؤتمرات مركزية، ومناطق استراحة، وقاعات، ومطعم رئيسي، مما يوفر بيئة عمل مريحة ومتكاملة. (10)



(شكل 2)

شركة Jet Brains بروسيا من الداخل والخارج

المصدر: <https://parametric-architecture.com/8-spectacular-parametric-designs-generating-sustainable-architecture>

- Infinity Loop by Bjarke Ingels Group, China:

تم تصميم المقر الرئيسي الجديد لشركة OPPO للبحث والتطوير في قلب منطقة يوهانج في الصين من قبل مجموعة Bjarke Ingels ، ليجمع بين الأناقة والتقنيات الحديثة في مبنى يشكل مركزاً مستداماً بيئياً

(فاعلية برنامج تعليمي قائم على نظرية الذكاء الناجح لطلاب الصف الرابع الاعدادي في مادة الحاسوب وتنمية التثور التكنولوجي لديهم)

واقتصادياً واجتماعياً للتكنولوجيا. يتميز التصميم الاستراتيجي بالتوازن بين نسيج المدينة الغني والتضاريس الطبيعية والإبداع التقني، مما يعكس التطور المستمر للشركة وسعيها لتحقيق الكمال. (شكل 3)

تم تمديد الجانب الجنوبي من المبنى لتعزيز تعرضه لأشعة الشمس وتوفير مناظر رائعة للمدينة. وبفضل شكله الفريد، يصبح المبنى مظلاً ذاتياً، مما يقلل من استهلاك الطاقة ويزيد من دخول الضوء الطبيعي، مما يعزز رفاهية الموظفين وإنتاجيتهم. (10)



(شكل 3)

مقر شركة OPPO في الصين من الداخل والخارج

المصدر: <https://parametric-architecture.com/8-spectacular-parametric-designs-generating-sustainable-architecture>

- Dubai Expo 2020 – Sustainability Pavilion by Grimshaw Architects, the United Arab Emirates:

قام المهندسون المعماريون في شركة Grimshaw ببناء جناح الاستدامة في مدينة دبي بالإمارات، الذي يجسد روح مواجهة تأثير الأنشطة البشرية على البيئة ويعمل كمنصة للعمل الجماعي، مع التركيز على أحد الموضوعات الرئيسية الثلاثة وهو الاستدامة. سيساهم

(فاعلية برنامج تعليمي قائم على نظرية الذكاء الناجح لطلاب الصف الرابع الاعدادي في مادة الحاسوب وتنمية التثور التكنولوجي لديهم)

جناح Terra في تسليط الضوء على إلحاح القضية البيئية وتبادل المعلومات وتطوير الأفكار، بالإضافة إلى تقديم تجربة تفاعلية للضيوف، بعد المعرض، أصبح التصميم مركزاً للعلوم ويطمح ليكون أحد الهياكل التاريخية، بفضل تصميمه الذي يمكنه من العمل كهيكل مستقل لإمدادات الكهرباء والمياه. ⁽¹⁰⁾ (شكل 4)



(شكل 4)

مبنى اكسبو 2020 في مدينة دبي

المصدر: <https://parametric-architecture.com/8-spectacular-parametric-designs-generating-sustainable-architecture>

- Experimental Shelter by Spacelab, Italy:

ابتكر مختبر الفضاء هيكلًا مكتفيًا ذاتيًا من حيث الطاقة للاستخدام المؤقت في إيطاليا، يمكن إنشاء هذا التصميم البارامتري في أي مكان بدون الحاجة إلى أساس، ولا يترك أي أثر أو يسبب أي ضرر بعد انتهاء مدته. أطلق على هذا الهيكل اسم "Zero" لأنه لا ينتج أي نفايات أثناء التجميع أو التفكيك ولا ينبعث منه أي انبعاثات. يمكن تفكيكه وإعادة بنائه عدة مرات، مما يجسد مفاهيم الاقتصاد الدائري والاستخدام المؤقت وإعادة الاستخدام ⁽¹⁰⁾ (شكل 5)

(فاعلية برنامج تعليمي قائم على نظرية الذكاء الناجح لطلاب الصف الرابع الاعدادي في مادة الحاسوب وتنمية التنور التكنولوجي لديهم)



(شكل 5)

هيكل الطاقة المؤقت في إيطاليا

المصدر: <https://parametric-architecture.com/8-spectacular-parametric-designs-generating-sustainable-architecture>

5- الفوائد والتحديات:

- التحديات التي تواجه دمج التصميم البارامتري مع التصميم الصديق للبيئة:

دمج التصميم البارامتري مع التصميم الصديق للبيئة يواجه عددًا من التحديات، هذه التحديات تتطلب من المصممين والمطورين والمهندسين العمل معًا لإيجاد حلول مبتكرة وتطوير مهارات جديدة والتكيف مع التغيرات التكنولوجية والبيئية لتحقيق دمج فعال بين التصميم البارامتري والتصميم الصديق للبيئة،⁽⁸⁾ والتي يمكن تلخيصها فيما يلي:

التكلفة العالية:

الأدوات والبرمجيات المستخدمة في التصميم البارامتري يمكن أن تكون مكلفة، مما يزيد من التكلفة الإجمالية للمشاريع.

(فاعلية برنامج تعليمي قائم على نظرية الذكاء الناجح لطلاب الصف الرابع الاعدادي في مادة الحاسوب وتنمية الثور التكنولوجي لديهم)

التعقيد التقني:

التصميم البارامتري يتطلب معرفة تقنية عالية وبرمجية متقدمة، مما قد يشكل تحديًا للمصممين الذين ليس لديهم خلفية تقنية قوية.

نقص التدريب:

قد يفتقر العديد من المهندسين المعماريين والمصممين إلى التدريب الكافي على استخدام الأدوات البارامتريّة والتقنيات المستدامة بشكل فعال.

التكامل بين الأنظمة المختلفة:

قد يكون من الصعب تكامل التصميم البارامتري مع الأنظمة الحالية للبناء والإدارة البيئية، مما يتطلب تكييف الأنظمة أو استثمارًا في حلول جديدة.

قيود البرمجيات:

بعض البرمجيات البارامتريّة قد لا تكون قادرة على معالجة جميع العوامل البيئية أو قد تنقر إلى الدعم الكافي لتكامل البيانات البيئية.

التحديات الإدارية:

قد يواجه المصممون صعوبة في إقناع العملاء وأصحاب المصلحة بفوائد التصميم البارامتري والمستدام، خاصة إذا كانت التكاليف الأولية مرتفعة.

قيود المواد المستدامة:

الحصول على مواد مستدامة قد يكون مكلفاً أو غير متاح بسهولة في بعض المناطق، مما يزيد من تحديات دمج التصميم المستدام.

التعامل مع البيانات الكبيرة:

التصميم البارامتري يتطلب معالجة كميات كبيرة من البيانات، مما قد يمثل تحدياً من حيث تخزينها وتحليلها بشكل فعال.

التغيرات البيئية المتوقعة:

قد تكون هناك تحديات في تصميم مساحات داخلية تتكيف مع التغيرات البيئية المستقبلية غير المتوقعة، مما يتطلب استراتيجيات تصميم مرنة.

- التحديات التقنية والإقتصادية التي قد تواجه هذا الدمج:

التحديات التقنية والإقتصادية تتطلب استراتيجيات شاملة تتضمن التدريب المستمر، والاستثمار في التكنولوجيا، والتعاون بين القطاعات المختلفة، بالإضافة إلى دعم السياسات والتشريعات التي تشجع على الابتكار والاستدامة في التصميم البارامتري والصديق للبيئة:

التحديات التقنية: (1)

تعقيد البرمجيات:

الأدوات البارامترية غالبًا ما تتطلب معرفة تقنية وبرمجية متقدمة، مما يصعب على المصممين غير المتمرسين في التكنولوجيا استخدامها بفعالية.

تكامل البيانات:

تصميم الأنظمة البارامترية يتطلب معالجة كميات كبيرة من البيانات البيئية والبنائية، تكامل هذه البيانات بشكل فعال قد يكون معقدًا ويتطلب برمجيات متقدمة ومهارات تحليلية قوية.

التوافق بين الأنظمة:

قد تكون هناك صعوبات في دمج التصميم البارامتري مع الأنظمة البيئية الحالية في المباني، مثل أنظمة إدارة الطاقة والمياه.

أداء البرمجيات:

برمجيات التصميم البارامتري تحتاج إلى أجهزة حاسوب قوية للتعامل مع النماذج المعقدة والمحاكاة الديناميكية، مما قد يكون تحديًا من حيث تكلفة الأجهزة وصيانتها.

التحديات والتطورات التقنية:

المجال التقني يتطور بسرعة، مما يعني أن المصممين بحاجة إلى البقاء محدثين بأحدث الأدوات والتقنيات، وهذا يتطلب استثمارًا في التدريب المستمر.

التحديات الاقتصادية: (1)**التكاليف الأولية العالية:**

شراء البرمجيات المتقدمة والأجهزة اللازمة للتصميم البارامتري يمكن أن يكون مكلفًا، إضافة إلى تكلفة التدريب المتخصص للمصممين.

نقص التمويل:

مشاريع التصميم المستدام قد تواجه صعوبة في الحصول على التمويل الكافي، خاصة إذا كانت الفوائد البيئية والاقتصادية لا تظهر إلا على المدى الطويل.

الجدوى الاقتصادية:

على الرغم من أن التصميم البارامتري يمكن أن يؤدي إلى كفاءة اقتصادية على المدى الطويل، إلا أن التكاليف الأولية المرتفعة قد تجعل أصحاب المشاريع يترددون في تبني هذا النهج.

التكاليف التشغيلية:

الحفاظ على الأجهزة والبرمجيات المتطورة قد يتطلب تكاليف تشغيلية وصيانة مستمرة، مما يزيد من العبء الاقتصادي.

تكلفة المواد المستدامة:

الحصول على مواد مستدامة قد يكون أكثر تكلفة من المواد التقليدية، مما يزيد من التحديات الاقتصادية في دمج التصميم المستدام.

المقاومة التنظيمية والتشريعية:

قد تتطلب التغييرات في النهج التصميمي إلى تحديثات في القوانين والتشريعات، والتي قد تستغرق وقتاً وتكاليف إضافية لتحقيق الإمتثال.

6- الابتكارات والتوجهات الحديثة في مجالي التصميم البارامتري**والتصميم الصديق للبيئة:**

هناك العديد من الابتكارات والتوجهات التي تعكس التطور المستمر في مجالي التصميم البارامتري والتصميم الصديق للبيئة، وتسعى لتحقيق توازن بين الابتكار التكنولوجي والاستدامة البيئية: (1)

التصميم البارامتري: (1)**الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة:**

استخدام الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة لتحليل البيانات الكبيرة وإنشاء نماذج تصميم أكثر كفاءة ودقة، وتقديم توصيات تصميمية بناءً على الأداء البيئي والوظيفي.

الواقع الافتراضي والواقع المعزز:

تطبيق تقنيات الواقع الافتراضي والواقع المعزز في عمليات التصميم البارامتري لتوفير تجارب تفاعلية ثلاثية الأبعاد، مما يسهل فهم التصاميم المعقدة واتخاذ قرارات تصميمية مستنيرة.

الطباعة ثلاثية الأبعاد:

استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد في إنشاء نماذج بارامتريّة معقدة بسرعة وبدقة عالية، مما يتيح اختبار التصميمات قبل تنفيذها على أرض الواقع.

تحليل البيانات الكبيرة:

تطبيق تحليل البيانات الكبيرة لتحسين العمليات التصميمية وفهم الأنماط السلوكية والبيئية، مما يتيح تحسين الكفاءة والأداء.

التصميم الصديق للبيئة: (4)**البناء بالطاقة الصفرية:**

تطوير مباني تستهلك نفس كمية الطاقة التي تنتجها من مصادر متجددة، مما يقلل من الأثر البيئي للبناء.

استخدام المواد القابلة لإعادة التدوير:

التركيز على استخدام المواد القابلة لإعادة التدوير والمواد المعاد تدويرها في عمليات البناء والتصميم، مما يقلل من استهلاك الموارد الطبيعية ويقلل من النفايات.

الأنظمة البيئية المتكاملة:

تصميم أنظمة بيئية متكاملة تشمل الأنظمة المائية والطاقة والنفايات، بحيث تعمل هذه الأنظمة بشكل متزامن لتحسين الكفاءة البيئية.

التكنولوجيا الذكية والتحكم الآلي:

استخدام تقنيات المنزل الذكي وأنظمة التحكم الآلي لتحسين إدارة الموارد مثل الطاقة والمياه، مما يزيد من كفاءة استهلاك الموارد.

البناء الأخضر:

التركيز على البناء الأخضر الذي يراعي معايير الاستدامة ويستخدم تقنيات مثل الأسطح الخضراء، والجدران الحية، والألواح الشمسية.

تصميمات مرنة ومتكيفة:

تطوير تصميمات مرنة يمكن تعديلها بسهولة لتتناسب مع تغيرات المناخ والاحتياجات الوظيفية المستقبلية، مما يعزز الاستدامة على المدى الطويل.

توجهات مستقبلية: (1)

التعاون بين التصميم البارامتري والصدى للبيئة:

تكامل الابتكارات في التصميم البارامتري مع أهداف التصميم الصديق للبيئة لتحقيق تصاميم مستدامة وعالية الأداء.

التعليم والتدريب:

تعزيز التعليم والتدريب في مجالي التصميم البارامتري والتصميم الصديق للبيئة لضمان تطوير مهارات متقدمة لدى المصممين والمهندسين.

التشريعات والسياسات الداعمة:

تطوير سياسات وتشريعات تدعم الابتكار في التصميم المستدام والبارامتري، مما يشجع على تبني هذه التقنيات على نطاق واسع.

النتائج:

- تحسين كفاءة استخدام الموارد مما يقلل الهدر ويحدد بدقة كمية المواد المطلوبة.
- تعزيز الأداء البيئي وتحسين التهوية الطبيعية، ويزيد من استخدام الإضاءة الطبيعية، ويقلل من استهلاك الطاقة، وتوفير بيئات مريحة وصحية مع تحسين جودة الهواء واستخدام مواد غير سامة.
- زيادة الابتكار والإبداع مما يتيح تحقيق أشكال وهياكل معقدة ومبتكرة لم تكن ممكنة بالوسائل التقليدية.
- تقليل التكاليف على المدى الطويل مما يخفض تكاليف التشغيل والصيانة بفضل تقنيات العزل الفعالة والاستخدام الأمثل للمواد.
- مواكبة التطورات التكنولوجية وذلك باستخدام أحدث الأدوات والبرمجيات لتحقيق نتائج مستدامة.

التوصيات:

- تقديم برامج تدريبية للمصممين حول استخدام الأدوات البارامترية وتقنيات التصميم المستدام.
- الاستثمار في تطوير برمجيات وأدوات جديدة تدعم التصميم البارامتري والمستدام.
- إنشاء معايير وإرشادات تجمع بين التصميم البارامتري والمبادئ البيئية.

- تعزيز التعاون بين المهندسين المعماريين والمصممين والبيئيين لتحقيق تصاميم مستدامة.
- دعم المشاريع التي تختبر وتطبق دمج التصميم البارامتري مع الاستدامة البيئية.
- مراقبة وتحليل أداء التصاميم البارامتريّة المستدامة وتعديلها حسب الحاجة.
- نشر الوعي بأهمية التصميم المستدام والبارامتري بين المجتمع وأصحاب المصلحة.
- دمج أنظمة الطاقة المتجددة في التصميمات البارامتريّة لتعزيز الاستدامة.

المراجع:

- 1- Aiman H.H.AL-Masoodi, Fadi Alkhatib, Nasir Shafiq, AL-Hussein M AL-Aidrous “A review of the Sustainability and Parametric Design Approach of Complex Tall Buildings at an Early Design Stage” Research Gate, November 2021.
- 2- Anh Thu Nguyen, Lukas Parker, Lindo Brennon, Simon Lockrey “A consumer definition of eco-friendly packaging” Science Direct, Volume 252, 10 April 2020.
- 3- Barbulianno “18 Eco-Friendly Building Materials That Help You Save Energy and The Earth” Barbulianno , Oct 16, 2020
- 4- Doaa abd el Rahman, Ali saleh, Enam abd elgany “The concept of sustainable design and its impact on the quality of the internal environment of interior design” Journal of Architecture, Art & Humanistic Science, May 2019.
- 5- Giannis T.Tsoulfas, Costas P.Pappis “Environmental principles applicable to supply chains design and operation” Science Direct, Volume 14, Issue 18, 2006, Pages 1593-1602
- 6- Javier Monedero “Parametric design: a review and some experiences” Science Direct, Volume 9, Issue 4, July 2000, Pages 369-377
- 7- Muen Zhang “The applications of parametric design in green building” Earth and Environmental Science, 2020.
- 8- Oussama Sallah, "Parametric Design: A Pinnacle for the Future of Architecture" LinkedIn, Feb 11, 2024.

9- Ruben Ruckmark “Design Software History: Parametric Design in Architecture: Evolution, Technologies, and Future Trends” NOVEEDGE, June 24, 2024,

10- Saili Sawantt “8 spectacular parametric designs generating sustainable architecture” Paramtric Architecture, [September 13, 2022](#) .