Emirates Journal for Engineering Research

Volume 27 | Issue 2 Article 2

6-9-2022

Trends and Challenges of Parametric Design Techniques in Design Concepts Evaluation & Development, and its Application in Riyadh

Albaraa Ibraheem Ghabban
Department of Architecture and Building science, College of Architecture and planning, King Saud University, Kingdom of Saudi Arabia., baraaig@gmail.com

Ahmed Omar M.S. Mostafa
Department of Architecture and Building science, College of Architecture and planning, King Saud University, Kingdom of Saudi Arabia., ahmedoms@ksu.edu.sa

Follow this and additional works at: https://scholarworks.uaeu.ac.ae/ejer

Part of the Architectural Engineering Commons, and the Architectural Technology Commons

Recommended Citation

Ghabban, Albaraa Ibraheem and Mostafa, Ahmed Omar M.S. (2022) "Trends and Challenges of Parametric Design Techniques in Design Concepts Evaluation & Development, and its Application in Riyadh," *Emirates Journal for Engineering Research*: Vol. 27: Iss. 2, Article 2.
Available at: https://scholarworks.uaeu.ac.ae/ejer/vol27/iss2/2

This Article is brought to you for free and open access by Scholarworks@UAEU. It has been accepted for inclusion in Emirates Journal for Engineering Research by an authorized editor of Scholarworks@UAEU. For more information, please contact EJER@uaeu.ac.ae.

اتجاهات وتحديات تقنيات التصميم البارامتري في تقييم وتطوير الأفكار التصميمية وواقع تطبيقها في مدينة الرياض

م. البراء إبراهيم غبان [1] ، د. أحمد عمر محمد سيد مصطفى[2]

[1] طالب ماجستير، قسم العمارة وعلوم البناء، كلية العمارة والتخطيط، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية baraaig@gmail.com

[2] أستاذ مشارك، قسم العمارة وعلوم البناء، كلية العمارة والتخطيط، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية ahmedoms@ksu.edu.sa

(وردت 23 مارس 2022 وقبلت للنشر 9 يونيو 2022)

TRENDS AND CHALLENGES OF PARAMETRIC DESIGN TECHNIQUES IN DESIGN CONCEPTS EVALUATION & DEVELOPMENT, AND ITS APPLICATION IN RIYADH

Abstract

The continuous development and transformation of modeling and design techniques and tools lead to the emergence of more efficient techniques that support the architects through the design process. In light of that, the parametric design field is considered a state-of-art of such techniques that could support architects in making the most suitable and effective design decisions in early design stages by testing a large number of design solutions and alternatives using computational models. When considering the tendency of KSA, within its vision 2030, to digital transformation and increase the digital applications in all fields, the lack of sufficient data about the local market reality related parametric techniques' availability and applicability of the latest trends and challenges facing its applications is considered an important problem that should be resolved. Such data could support the decision-maker in identifying best priorities and directing the necessary fund to support its application, overcome its important challenges, and get the most of its benefits in developing The field of digital design. This is considered the research gap and the main research incentive of this paper which aims to explore trends of parametric design techniques in evaluating and developing design ideas, the challenges facing its application, and the reality of the availability and applicability of such techniques in Riyadh local market. This is considered as an initiative for future studies that aim to bridge the gap in this field. The research adopted the descriptive analytical approach to achieve its objectives in two parts of this paper: the first went through a literature review to explore parametric design techniques' trends and challenges facing its application, while the second went through a field survey to explore the reality of the availability and applicability of such techniques. It is expected that the paper results and conclusions will contribute to encouraging future studies in this direction to bridge its research gap and achieve the goals of the Kingdome vision 2030 related to the digital transformation.

Key words: Parametric Design techniques, Generative Design alternatives, Performance Simulation Applications, Modelling of complex Shapes.

الخلاصة

أدى التطور والتحول المستمر في تقنيات وأدوات النمذجة والتصميم إلى ظهور تقنيات حديثة تدعم المعماري في اتخاذ القرارات التصميمية خلال مراحل التصميم. وفي ضوء ذلك تبرز تقنيات وأدوات التصميم البارامتري كأحد أهم هذه التقنيات التي تدعم المعماري في مراحل التصميم عموماً والمراحل الأولية في اتخاذ أنسب وأكفأ القرارات التصميمية باختبار عدد كبير من الحلول والبدائل التصميمية باستخدام النماذج الحسابية للتأكد من مدى فعالية هذه القرارات. ومع توجه المملكة إلى التحول الرقمي ودعم تطبيق أحدث التقنيات في جميع المجالات ضمن رؤيتها 2030، تظهر إشكالية عدم توافر بيانات كافية لواقع اتاحة وتطبيق هذه التقنيات في المملكة في السوق المحلي وأهم اتجاهاتها والتحديات التي تواجه تطبيقها. تمثل هذه البيانات مورداً مهماً لدعم متخذ القرار في تحديد الأولويات وتوجيه الدعم اللازم لتحقيق فعالية تطبيقها والاستفادة من إمكانياتها في تطوير مجال التصميم الرقمي، وهو ما يعتبر فجوة بحثية مثلت الحافز الرئيسي لهذا البحث الذي يهدف إلى استخلاص أهم توجهات تقنيات التصميم البارامتري في تقييم وتطوير الأفكار التصميمية والتحديات التي تواجه تطبيقه، وواقع اتاحة هذه التقنيات وتطبيقها في مدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية كمبادرة لدراسات مستقبلية لتجسير هذه الفجوة البحثية لهذا المجال المهم. تبنى البحث المنهج الوصفي التحليلي لتحقيق أهدافه على جزأين: الأول تم فيه المراجعات الأدبية التي تناولت اتجاهات وتحديات تقنيات التصميم البارامتري، والثاني تم فيه دراسة مسحية ميدانية لرصد واقع اتاحة وتطبيق هذه التقنيات من جهة أخرى. ويتوقع أن تساهم نتائج هذا البحث في تشجيع الدراسات المستقبلية في هذا الاتجاه والمساهمة في تحقيق أهداف برنامج التحول الرقمي لرؤية المملكة 2030.

الكلمات المفتاحية: تقنيات التصميم البارامتري، بدائل التصميم التوليدي، تطبيقات محاكاة الأداء، نمذجة الأشكال المعقدة

المقدمة

أحدثت الثورة الرقمية تحولا هائلا في مختلف المجالات ومنها مجال العمارة المعاصرة التي جعلت استخدام البرامج الرقمية لحل مشاكل التصميم أمر معتاد بين المعماريين، ، وأتاح التصميم الرقمي للمعماريين الفرصة لاستكشاف العديد من الطرق والأدوات لنمذجة وتصميم المباني المعقدة مع التأكيد على أدائها العالي تشغيليا وتنفيذيا، كما أصبح الذكاء الاصطناعي شريكاً مهماً للمعماري في صنع القرار التصميمي (Lee and Ostwald 2020). وقد أفرزت التطورات والتحولات الرقمية العديد من التقنيات التي ساعدت المعماري على سرعة إنجاز المشاريع وحل المشاكل التصميمية ومنها نظم نمذجة معلومات المباني (BIM) (Zardo, Ribeiro, and Mussi 2019) (Mohammad 2012).

ومع استمرار تطور التقنيات وتحولها وبدء مرحلة الثورة الصناعية الرابعة تطورت أشكال المباني وزادت تعقيدات متطلبات تصميمها، وظهرت الحاجة إلى مزيد من الأدوات الرقمية لدعم المصمم في نمذجتها وتطوير طرق تنفيذها، وظهرت تقنيات التصميم البارامتري التي تمثل واحداً من أهم هذه التقنيات.

ويعرف (مندور، 2021) التصميم البارامتري بأنه نمط من أنماط العمارة الرقمية المعاصرة يعتمد على البرامج والخوارزميات وأجهزة الحاسوب لمعالجة المعادلات لأغراض التصميم (Mandour 2021)، وأول من أطلق مفهوم التصميم البارامتري كان باتريك شوماخر وذلك عام 2008م قبل أن يصبح توجه معماري منتشر حول العالم (Afandi 2019). وتدعم تقنيات التصميم البارامتري نمذجة وحل مشاكل التصميم المعقدة لاعتماده على مفهوم النماذج الرياضية التي تسمح باختبار المتغيرات وإعادة تشكيل النموذج التصميمي دون إعادة رسم تفاصيله، ويمكنه تشكيل العديد من البدائل التصميمية لتميز منهجه بالمرونة والقدرة على التكيف السريع مع المتغيرات، إضافة إلى إمكانياته في مشاركة التخصصات المتعددة خلال مراحل التصميم (Mandour 2021)، ويضاف إلى ذلك دوره في دعم الجوانب الجمالية للتشكيل المعماري كما يتضح في مركز حيدر عليف الثقافي في أذربيجان كأحد أهم أمثلة ذلك والموضح في شكل (1) الذي صممته المعمارية زها حديد (Hadid 2018).

شكل (1) مركز حيدر عليف، المرجع (Wafiqe and Alslik 2019)

التصميم البارامتري

لمصطلح البارامترية عدة مفاهيم متقاربة في المعنى بعض الباحثين (Jialiang Wang, Jing Li 2010) عرفوا التصميم البارامتري على أنه التصميم الحدودي أو المعياري وأن أقرب مصلح يفسر البارامترية هو التصميم المتغير باستخدام البرمجيات التي تحتوي على خوارزميات وعمليات رياضية متعددة مبنية على أسس ومفاهيم هندسية تم استيحائها من الطبيعة، ويعتبر أول من أطلق مفهوم التصميم البارامتري كان باتريك شوماخر وذلك عام 2008م قبل أن يصبح توجه معماري منتشر حول العالم (Afandi 2019). وعرف (Sweedan 2017) البارامترية بأنها تقنية مستحدثة باستخدام برمجيات النمذجة المعمارية عبر التعامل مع متغيرات برمجية تتفاعل مع الخصائص الفيزيائية للمبنى كأبعاده وخصائص المواد المستخدمة في انشائه. ويمكن أيضا تعريف التصميم البارامتري بأنه نمط من أنماط العمارة الرقمية المعاصرة يعتمد على البرامج والخوارزميات وأجهزة الحاسوب لمعالجة المعادلات لأغراض التصميم (Mandour 2021).

يتميز التصميم البارامتري بالعديد من الخصائص التي تجعله في مقدمة أبرز تقنيات التصميم المعماري الحديثة ومنها قدرته على التعامل مع المباني التي تتسم بالتعقيد في تشكيلها وذلك باستخدام عدد من برمجيات النمذجة المعمارية البارامترية مثل DynamoBIM و Grasshoppers وغيرها من البرمجيات، والتي تمكنه من التعديل خلال أي مرحلة من مراحل التصميم دون الحاجة لإعادة الرسم مما يختصر الجهد والوقت وذلك بقدرته على تحقيق مفاهيم نمذجة معلومات المباني. ومن خصائص التصميم البارامتري أيضا قدرته على وصف خطوات الحل للمشكلات التصميمية بشكل دقيق من خلال تصميم الخوارزميات في المراحل الأولية للمشروع وذلك طريق التعامل مع تركيبات الخوارزميات الرئيسية التي ذكرها (Jawdah 2018) وهي:

- التسلسل: وهي عبارة عن مجموعة من التعليمات في خطوات منظمة متتالية.
- الاختيار: بعض المشكلات التصميمية لا يتم حلها بالتسلسل البسيط للتعليمات، مما يستوجب إضافة مسار أو مسارات متعددة تتبع تعليمات مختلفة حتى يتم الوصول للحل الأفضل.
- التكرار: بعض المشاكل التصميمية تحتاج إلى إعادة تكرار تسلسل الخطوات عدة مرات وذلك لغرض حل المشكلة بشكل دقيق والتأكيد على صحة ودقة الخوارزمية.

نستطيع القول أن التصميم البارامتري ساعد المعماريين والمصممين في تقديم مباني وتصاميم ديناميكية مبتكرة عبرت عن دور التقنيات الحديثة في تطوير أساليب التصميم والنمذجة المعمارية وساهمت في ابراز دور وقوة الجانب الانشائي في عمليات البناء.

الإطار العام للدراسة

1. المشكلة البحثية

على الرغم من الانتشار العالمي لتطبيقات التصميم البارامتري والحوكمة الرقمية، إلى أن البيانات المتاحة عن واقع تطبيق تقنيات التصميم البارامتري في تقييم وتطوير الأفكار التصميمية في المملكة العربية السعودية غير كافية لدعم متخذ القرار في تحديد أولويات توجيه الدعم اللازم لتطبيقها والتغلب على تحدياتها والاستفادة من إمكانياتها في تطوير مجال التصميم الرقمي بالمملكة، وهو ما يمثل الإشكالية و الفجوة بحثية والحافز البحثي لهذه الدراسة.

كمبادرة أولية لتجسير هذه الفجوة البحثية يركز هذا البحث على ثلاثة من الموضوعات التي شكلت قيوداً موضوعية لحدود البحث وتم صياغتها في ثلاثة أسئلة التي يحاول البحث الإجابة عليها:

- ما هي أهم الاتجاهات الحديثة للتصـــميم البارامتري في مجال التصميم المعماري؟
- ما هي أهم التحديات التي تواجه تطبيقات التصـــميم البارامتري؟
- ما هو واقع إتاحة وتطبيق هذه الاتجاهات والتحديات التي تواجهها في مدينة الرياض؟

2. هدف البحث

يهدف البحث إلى استخلاص وتحليل أهم توجهات تقنيات التصميم البارامتري في تقييم وتطوير الأفكار التصميمية، وأهم التحديات التي تواجه تطبيقها، ورصد واقع إتاحة وتطبيق هذه التقنيات في مدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية كمبادرة أولية لتشجيع الدراسات المستقبلية التي يمكن أن تغطي جميع مناطق المملكة من جهة، وتدعم متخذ القرار في تحيد الأولويات وتوجيه الدعم اللازم لتحقيق فعالية تطبيقها والاستفادة من إمكانياتها في تطوير مجال التصميم الرقمي من جهة أخرى.

3. منهجية البحث

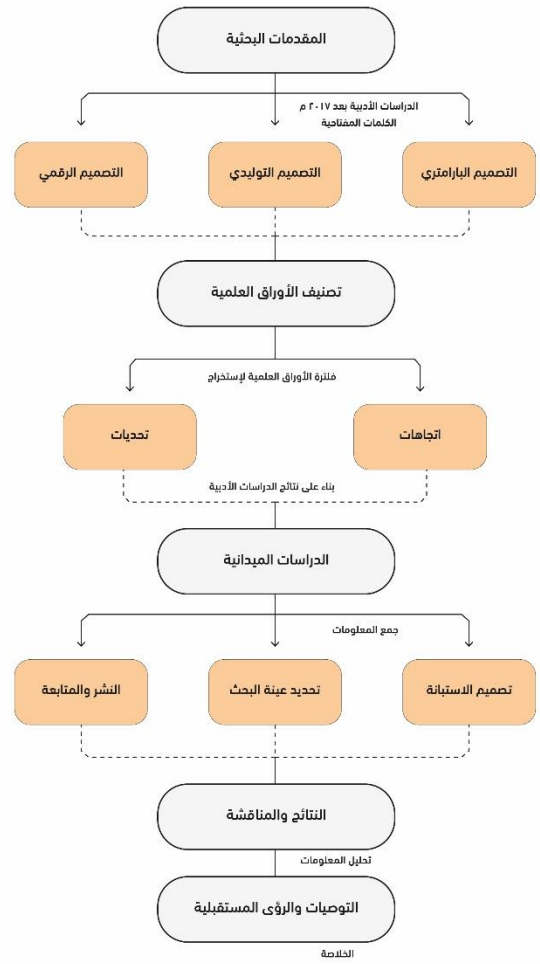
يعتمد البحث المنهج الوصفي التحليلي لتحقيق أهدافه وتم ذلك كم خلال تقسيم البحث إلى جزأين رئيسيين: الأول تم فيه المراجعات الأدبية التي تناولت اتجاهات وتحديات تقنيات التصميم البارامتري، بالاطلاع على الدراسات السابقة لاستخلاص أهم الاتجاهات والتحديات لتطبيق تقنيات التصميم البارامتري، والثاني تم فيه دراسة مسحية ميدانية لرصد واقع اتاحة وتطبيق هذه التقنيات من جهة أخرى للوصول للنتائج من خلال تحيد مجتمع البحث وعينته وإعداد تصميم أولي لأداة جمع المعلومات من واقع نتائج الجزء الأول، ومن ثم عقد لقاءات مع عدد من الخبراء لعرض نتائج المراجعات الأدبية وتطوير التصميم الأولي لأداة جمع المعلومات (الاستبانة)، ومن ثم تنفيذ إجراءات الدراسة الميدانية استكمال اجراءاتها.

4. أهمية البحث

يتوقع أن تساهم نتائج هذا البحث في تشجيع الدراسات المستقبلية في هذا الاتجاه والمساهمة في تحقيق أهداف أحد أبرز برامج رؤية المملكة العربية السعودية 2030 وهو برنامج "التحول الرقمي".

5. إجراءات البحث

بدأ الباحثان بتحديد أوعية النشر التي سيتم البحث فيها عن الأدبيات المتعلقة بموضوع البحث مع تحديد الفترة الزمنية التي تم نشر الدراسات العلمية فيها على أن تكون أغلب الأوراق العلمية نشرت بعد عام 2017 لضمان الحصول على أحدث الاتجاهات والتحديات المتعلقة بموضوع الدراسة، وتم استخدام الكلمات المفتاحية ذات العلاقة لاستخراج الأوراق، ثم فلترة النتائج على مستويات مختلفة بناء على اتجاهاتها وتحدياتها للوصول إلى عدد المراجع النهائي الذي بلغ (39) مرجع، ثم البدء في إجراءات الدراسة الميدانية لرصد واقع تطبيق موضوع البحث في مدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية وصولاً إلى مناقشة النتائج وطرح التوصيات، ويتضح في شكل (2) الإجراءات المتبعة في البحث.

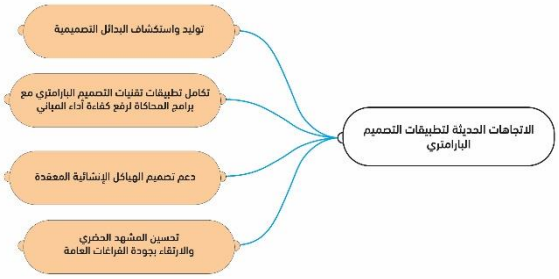


شكل (2) إجراءات البحث (من إعداد الباحثين)

الاتجاهات الحديثة لتطبيقات التصميم البارامتري في تقييم وتطوير الأفكار التصميمية

إن مجال التصميم البارامتري يشغل موضع اهتمام كبير لدى العديد من الباحثين والمختصين والمعماريين كونه يمثل تقدم تقني ورقمي في مجال التصميم المعماري باستخدام الحاسوب. وقد اتضح من المراجعات الأدبية تنوع اتجاهات التصميم البارامتري التي تساهم في رفع جودة عملية التصميم، وتم حصر أهم الاتجاهات الحديثة لتطبيق تقنيات التصميم البارامتري في أربع اتجاهات رئيسية بناء على عدد الأوراق العلمية ذات العلاقة بموضوع البحث.

وتشمل هذه الاتجاهات توليد واستكشاف البدائل التصميمة، وتكامل تطبيقات تقنيات التصميم البارامتري مع برامج المحاكاة لرفع كفاءة أداء المباني، ودعم تصميم الهياكل الإنشائية المعقدة وتحسين المشهد الحضري والارتقاء بجودة الفراغات العامة كما يتضح في شكل (3).

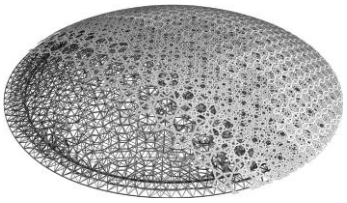


شكل (3) الاتجاهات الحديثة لتطبيقات التصميم البارامتري في تقييم وتطوير الأفكار التصميمية، المرجع: (من إعداد الباحثين)

وسيتم في الجزء التالي استعراض وتحليل هذه الاتجاهات.

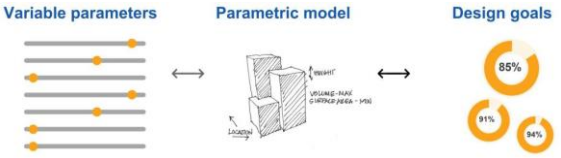
1. توليد واستكشاف البدائل التصميمية

انتشر مصطلح التصميم البارامتري على نطاق واسع خلال الفترة الماضية كونه مرتبطاً بشكل دقيق باستخدام التقنيات الرقمية في المشاريع المعمارية المعقدة، إذ يتميز هذا المجال بقدرته على توليد واستكشاف الأفكار والبدائل التصميمية بالإضافة إلى أنه يتسم بالمرونة والقدرة على التكيف مع العديد من التخصصات المتعددة في مجال التصميم (Afandi 2019)، ويجب أن يكون هناك تصور واضح حول الجوانب الخاصة بالتصميم البارامتري والواقعة ضمن مهام المصمم المعماري حتى يستطيع استخدامه في توليد الأفكار المعمارية، حيث أن أحد أبرز توجهات التصميم البارامتري في مجال التصميم المعماري التشكيل والتوليد والتصنيع لما يرغبه المصمم (Hisham 2018) كما في شكل (4) الذي يوضح تفاصيل القبة التي صممت لأجل متحف اللوفر في أبو ظبي باستخدام التصميم البارامتري .



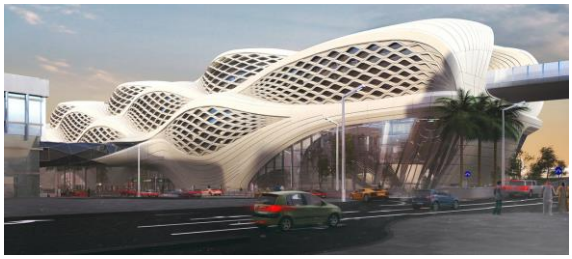
شكل (4) قبة متحف اللوفر بأبو ظبي المصممة باستخدام التصميم البارامتري، المرجع (Afandi, 2019)

إن التصميم البارامتري نهج قائم على مساعدة الحاسب الآلي في عملية التصميم لتحسين مخرجات التشكيل المعماري من خلال مساعدته في توليد عدد كبير من البدائل التصميمية لذلك لا بد ان تكون المدخلات قابلة للقياس الكمي حتى تكون موضوعية وليست مبنية على الأشكال الجمالية (Mandour 2021) ويوضح شكل (5) خطوات بناء النموذج الحسابي الذي يقوم بتوليد البدائل التصميمية التي تخدم أهداف التصميم النهائية بعد تعريف المحددات.



شكل (5) بناء النموذج الحسابي، المرجع (Mandour 2021)

تترجم خوارزميات أدوات النمذجة البارامترية عن طريق التفكير الحاسوبي على شكل رسومات وتشكيلات توليدية للأفكار التي تتشكل في عقل المصمم والتي قد يواجه صعوبة في التعبير عنها بطرق النمذجة التقليدية (Mohammed and Ali 2019). وأكد (Wafiqe and Alslik 2019) أن التصميم البارامتري أسلوب لم يعد تعريف العمارة، ولكنه ساهم في تصميم مباني ذات طابع معماري مميز بكفاءة تصميم عالية وساعد في توليد واستكشاف الأفكار التصميمية، بالإضافة إلى مدى تكيف المعماريين خلال مراحل التصميم المبكرة مع أدوات التصميم البارامتري وما مدى تعقيده في هذه المرحلة وأن هذا الاتجاه ساهم في ظهور عدد من الأبنية المهمة في العالم صممت بأشكال تكوينية متفردة تميزت بالتعقيد والانسيابية مما جعله مجال بحثي متقدم في وقتنا الحاضر، كما أكد (Jha 2021) إلى الدور المهم لمرونة أدوات التصميم البارامتري في مراحل التصميم الأولية. وهناك حالات دراسية لنتاج هذا الاتجاه في مدينة الرياض حيث صمم مكتب المهندسة زها حديد عدد من تلك المباني مثل محطة مترو مركز الملك عبدالله المالي كما في شكل (6) ومركز الملك عبدالله للدراسات والبحوث البترولية كما في شكل (7).



شكل (6) محطة مترو مركز الملك عبدالله المالي بمدينة الرياض، المرجع (Hadid 2018)

شكل (7) مركز الملك عبدالله للدراسات والبحوث البترولية، المرجع (Hadid 2018)

2. تكامل تطبيقات تقنيات التصميم البارامتري مع برامج المحاكاة لرفع كفاءة أداء المباني

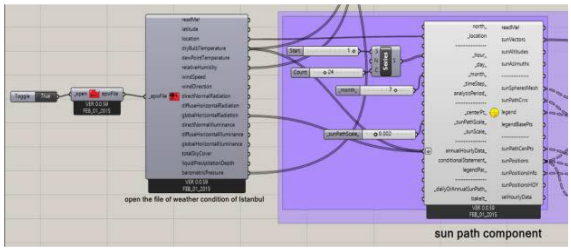
إن الحاجة لعلاقة تربط بين الهندسة والتصميم في العمارة تتجسد في أهمية التصميم البارامتري في وقتنا الحاضر، كون هذا المجال يترجم أهداف التصميم لمعدلات رياضية وعلاقات هندسية مما يوصلنا لمجال التصميم على أساس الأداء، وذلك باستخدام التقنية لتكون محرك رئيسي لعملية التصميم لتصور النتيجة النهائية لشكل التصميم من ناحية جمالية ووظيفية وبيئية، وتوصل بعض الباحثين إلى أن نهج التصميم البارامتري الأكثر دقة هو رفع كفاءة أداء المبنى على عناصر معينة مثل الإضاءة الطبيعية والتهوية والعزل الصوتي وغيرها، حيث يسهل من عملية تحسين أداء المبنى وخصوصا في مراحل التصميم المبكرة (Farouk, Eldaly, and Dewidar 2019). وتمر عملية التصميم البارامتري بمجموعة من المراحل التي يجب أن يراعى فيها الدقة والشفافية في ادخال البيانات وذلك بالاستناد على قواعد بيانات صحيحة كمعلومات المناخ والموقع حتى نصل لأفضل المخرجات والبدائل التصميمية لتحقيق أعلى أداء ممكن وذلك باستخدام منهجية واضحة لخطوات عمل التصميم البارامتري كما يتضح في شكل (8) (M. Attia, A. Kady, M. Abdualaziz 2021).

شكل (8) مراحل عملية التصميم البارامتري، المرجع (M. Attia, A. Kady, M. Abdualaziz 2021)

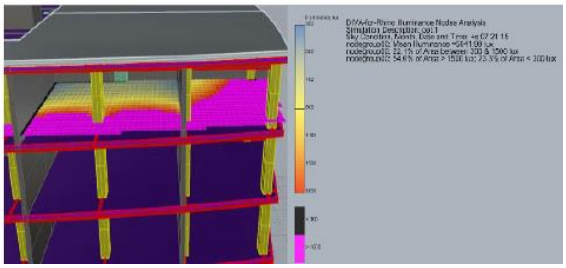
إن منهج التصميم البارامتري مرتكز على التصميم القائم على رفع كفاءة الأداء ويعتبر أقرب المناهج التصميمة لتحقيق أعلى مستوى من ترشيد استهلاك للطاقة مقارنة بالمناهج التصميمة التقليدية الأخرى. (Yonuis Saleem 2019). وباعتبار أن واجهات المباني تمثل أحد العناصر المهمة المرتبطة بالحفاظ على الطاقة وتحقيق معايير الراحة الحرارية للفراغات الداخلية كونها علاقة الربط بين البيئة الداخلية والبيئة الخارجية، فقد كانت من أهم عناصر المبنى التي استفادت من تكامل تطبيقات تقنيات التصميم البارامتري مع برامج المحاكاة لرفع كفاءة أداء المباني واجهات المباني, تم استخدام أدوات التصميم البارامتري مع تطبيقات المحاكاة للمساهمة في تصميم واجهات ذكية لتحسين كفاءة استهلاك الطاقة، ورفع كفاءة أداء المبنى وزيادة تفاعله وتكيفه مع البيئة المحيطة والمستخدمين، (Mohamed and Abduo 2020) ويتضح في (Error! Reference source not found. نماذج من التطبيقات والتقنيات البارامترية للواجهات.

شكل (9) أنواع التطبيقات البارامترية للواجهات، المرجع: (Mohamed and Abduo 2020)

كما ظهرت دراسات لحالات تصميمية تستهدف تحسين مستوى الإضاءة الطبيعية في الفراغات الداخلية مثل دراسة (Razzaghmanesh 2020)، لتصميم نموذج تكيفي لمبنى البحث والابتكار المتقدم ARI-3 الواقع في إسطنبول لدراسة مدى تأثير الإضاءة الطبيعية على الفراغات الداخلية للمبنى وذلك باستخدام تقنيات تصميم وتطبيقات محاكاة مختلفة معا، ويتضح في Error! (Reference source not found. استخدام أدوات التصميم البارامتري لحساب وتحديد المسار الشمسي لموقع المشروع وذلك لدراسة مقدار الإضاءة الطبيعية داخل فراغات المبنى كما في Error! (Reference source not found.



شكل (10) استخدام ادوات التصميم البارامتري لتحديد المسار الشمسي، المرجع (Razzaghmanesh 2020)



شكل (11) استخدام تقنيات التصميم البارامتري مع تقنيات المحاكاة لدراسة مقدار الإضاءة الطبيعية داخل فراغات المبنى، المرجع (Razzaghmanesh 2020)

3. دعم تصميم الهياكل الإنشائية المعقدة

التكنولوجيا الرقمية أحدثت طفرة على مستوى التقدم العلمي في مجال التصميم وغيرت عدد من مفاهيم التصميم التقليدية مما ساهم في تطوير أساليب وأدوات تساعد على تحقيق رغبات المصمم الإبداعية والابتكارية، لذلك أصبح لأدوات وبرمجيات التصميم دوراً هاماً وواسعاً في العمل التصميمي والتصميمات التنفيذية للعمل ثم مرحلة التنفيذ، مما ساهم في اكتشاف المواد الإنشائية الجديدة والنظم الإنشائية المتعددة وآليات التنفيذ المُتقدمة فائقة السرعة لتوفير الوقت والجهد (Hisham 2018)، وأحد أبرز الأمثلة الإنشائية لمثال تطبيقي من الأمثلة مشروع Metropol Parasol – Sevilla, Spain الذي صمم بتقنيات التصميم البارامتري، كما هو موضح في شكل (12).

شكل (12) مشروع Metropol Parasol – Sevilla, Spain، المرجع (**Hisham, 2018**)

الهياكل الانشائية وجسور الطرق والمشاة هي هياكل وظيفية ومع تطور تقنيات التصميم البارامتري اتجه الاهتمام لتقديمها كأعمال فنية، وتتطلب عملية تصميم الهياكل المعمارية الكبيرة أو جسور المشاة من المهندسين والمعماريين التعاون بشكل وثيق للمشاركة في إنشاء أشكال جذابة بصريا وفعالة وظيفيا تخدم الأهداف الجمالية والوظيفية والاقتصادية، ولتحقيق ذلك لابد من وجود الأداة المناسبة التي تربط بين العمارة والهندسة وذلك ما حققه مفهوم التصميم البارامتري، مجموعة من الباحثين شاركوا تجربتهم من خلال طرح ورقة علمية بعد العمل على تصميم أحد جسور المشاة، كان مطلوبا من فريق العمل تصميم جسر على أن يكون هيكلا بارزا يكمل التطور الجديد للمناطق المحيطة وذلك بمزج التقنيات الرقمية مع الهندسة لتحقيق الهدف وهو خلق بيئة تصميم رقمية لاستكشاف الأشكال الهندسية والأشكال المعمارية باستخدام التصميم الحسابي البارامتري (Chong et al. 2020). كما في شكل (13).

شكل (13) أحد المقترحات التي صممت باستخدام **Dynamo** ، المرجع (Chong et al. 2020)

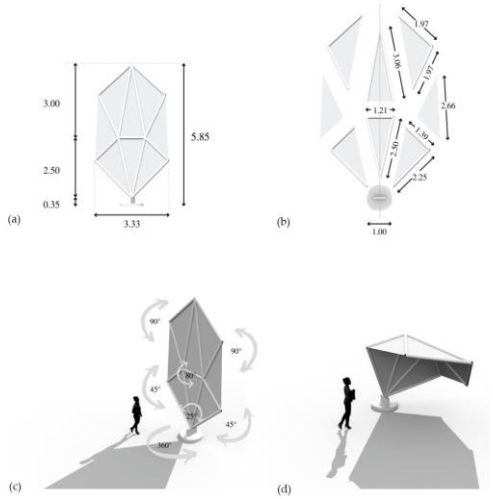
يستخدم المصممون أدوات النمذجة البارامترية لخلق تفاعل بين هيكل المبنى وشكله من خلال الخوارزميات البرمجية ويعتبر الأسلوب الأمثل لتصميم المباني التي تتسم بالتعقيد في تشكيلها وتكوينها (Mohammed and Ali 2019). إن التصميم البارامتري تجسيد تقني للأشكال الهندسية، مجموعة من الباحثين قاموا بنشر ورقة تهدف إلى إعطاء معلومات حول المفاهيم والمزايا ومجالات التطبيق وإمكانية تطبيق النمذجة البارامترية، في هذه الدراسة لوحظ أن أدوات التصميم البارامتري توفر الراحة من حيث الوقت والتطبيق، وهذه الطريقة التي تعد من بين أحدث اتجاهات عصر التكنولوجيا سرعت في تطوير الأعمال الهندسة المدنية والانشائية (Kalkan, Okur, and Altunışık 2018)، ومن الحالات الدراسية البارزة على ذلك متحف اللوفر في أبو ظبي كما في شكل (14) الذي صممه المعماري جان نوفيل حيث يتكون هيكل القبة من تشكيل معقد مكون من 7850 نجمة مكررة على ثماني طبقات مختلفة الأحجام والزوايا (Say 2019).

شكل (14) قبة متحف اللوفر خلال مرحلة الإنشاء، المرجع (Say 2019)

4. تحسين المشهد الحضري والارتقاء بجودة الفراغات العامة

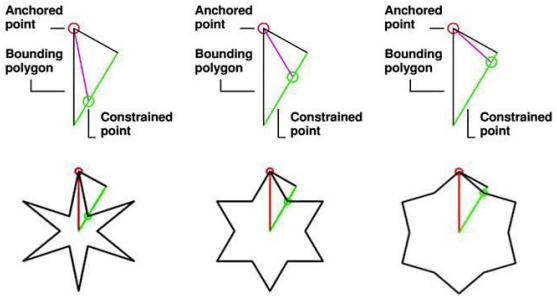
لأدوات التصميم البارامترية دور مهم في تحسين المشهد الحضري والارتقاء بجودة الفراغات العامة، وتواجه عملية التصميم العديد من التغيرات بسبب الثورة الصناعية الرابعة مما يجعل من الضرورة على المختصين مواكبة هذه التطور بشكل سريع، وهنا تأتي أهمية الدور الذي تلعبه أدوات التصميم البارامتري في طرق التصميم الجديدة مثل التصميم الحسابي والتصميم البارامتري والتصميم الخوارزمي في عمارة البيئة وهذا الاتجاه مهم بناء على نتائجه في تحسين المشهد الحضري للمدينة (Na 2021). ومن الحالات الدراسية الجديرة بالذكر قيام مجموعة من الباحثين بتوظيف خوارزميات تطورية متعددة تبحث عن حلول للهياكل المستخدمة في الأماكن العامة المفتوحة لتصميم عناصر جمالية تهدف إلى تظليل الفراغات العامة وتعزيز الراحة الحرارية

للمستخدمين وتكون جزءا من التفاعلات الاجتماعية، وأظهرت النتائج تحسنا كبيرا في الراحة الحرارية مع تصميمها بأسلوب تصميم جذاب كما في شكل (15) (Chi et al. 2021).



شكل (15) تصميم إحدى مظلات الفراغات العامة في المكسيك باستخدام التصميم البارامتري، المرجع: (Chi et al. 2021)

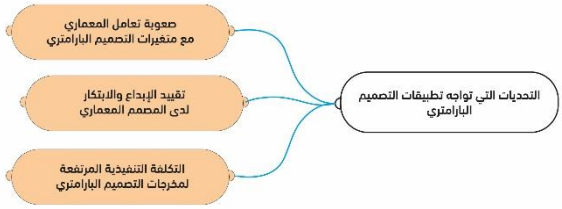
ولا يقتصر دور التصميم البارامتري على تصميم العناصر المعمارية فقط، ولكن له دور كبير في تصـــميم المنحوتات والزخارف كونها تعتمد بشكل أساسي على الشبكات والعلاقات الهندسية الرياضية، وسعى (Hattem et al. 2020) إلى إعادة إنتاج الزخرفة الاسلامية في شكل رقمي باستخدام التقنيات الرقمية الجديدة توفيرا للوقت والجهد كما في شـكل (16)، والتأكيد على أهمية التصـــميم البارامتري كأداة مهمة لما لها من سمات تجعلها من أبسط الطرق المتبعة في تحليل بنائيات الزخرفة الإسلامية نظرا للتقارب الفكري الناشئ بينهما، حتى وإن كانت تلك الزخارف تتسم بالتعقيد في بنائها، نظرا إلى أهمية دور التقنيات التكنولوجية الحديثة في إيجاد حلول جديدة ومبتكرة تســـاهم في تطوير العملية التصـــميمية، والاســـتفادة من التراث الحضـــاري للحفاظ على أصولنا العربية وتحقيق التواصل الحضاري.



شكل (16) استنتاج وحدات زخرفية بارامترية جديدة، المرجع (Hattem et al. 2020)

التحديات التي تواجه تطبيقات التصميم البارامتري في تقييم وتطوير الأفكار التصميمية

اتضح من المراجعات الأدبية وجود العديد من التحديات في مجال التصميم البارامتري التي تشكل عائق أمام العملية التصميمة، وتم حصر أهم التحديات لتطبيق تقنيات التصميم البارامتري في ثلاث تحديات رئيسية. وتشمل هذه التحديات صعوبة تعامل المعماري مع متغيرات التصميم البارامتري، وتقييد الإبداع والابتكار لدى المصمم المعماري والتكلفة التنفيذية المرتفعة لمخرجات التصميم البارامتري كما يتضح في شكل (17).

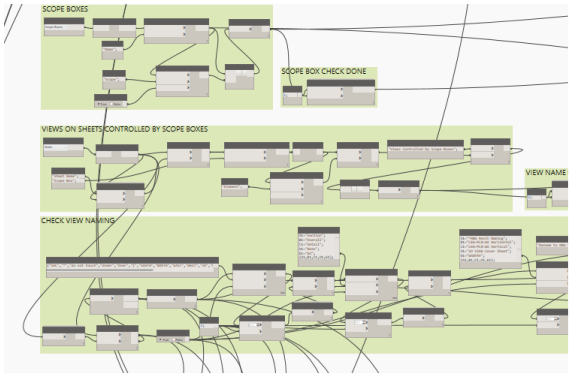


شكل (17) أبرز التحديات التي تواجه تطبيق تقنيات التصميم البارامتري، المرجع (من إعداد الباحثين)

وسيتم في الجزء التالي استعراض وتحليل هذه التحديات.

1. صعوبة تعامل المعماري مع متغيرات التصميم البارامتري

إن صعوبة تعامل المعماري مع المتغيرات والخوارزميات عموماً، ومع متغيرات التصميم البارامتري التي يتناولها هذا البحث تمثل أحد التحديات المهمة التي تواجه تطبيقه، حيث ذكرت إحدى الدراسات أن عدم وجود الخبرة الكافية لدى المصمم لاستخدام أدوات التصميم البارامتري يسبب صعوبة التعامل مع متغيرات التصميم البارامتري مما يعوق المصمم عن مواكبة التقنيات الحديثة وتفضيل البقاء في منطقة الراحة بسبب صعوبة فهم المتغيرات الحسابية، (Jha 2021) ويوضح شكل (18)، مدى التعقيد الظاهري في متغيرات استخدام التصميم البارامتري.



شكل (18) صعوبة فهم المتغيرات البارامترية، المرجع (Afandi 2019)

ومن هذا المنظور أكد (Hasan and Almajidi 2017) على ضرورة تنمية قدرات المصمم التقنية حتى يستطيع التكيف مع الأدوات التقنية المعاصرة كأدوات التصميم البارامتري التي تحتاج إلى ممارسة حتى يستطيع المصمم التكيف معها في ظل التقدم التقني، كما أكد

(Afandi 2019) أن مشكلة عدم وجود تصور واضح حول الجوانب الخاصة بالتصميم البارامتري والواقعة ضمن مهام المصمم المعماري، تجعل من الصعب على المعماري مواكبة التقنيات الرقمية الحديثة حتى يستطيع التأقلم معها ويكتسب الخبرة بممارستها.

2. تقييد الإبداع والابتكار لدى المصمم المعماري

من أهم أسباب ظهور هذا التحدي لتقنيات التصميم البارامتري هو نظرة بعض المتخصصين إلى مخرجات التصميم البارامتري نظرة تكرارية مملة (Sweedan 2017)، وأن استخدام أدوات التصميم البارامتري قد تجعل نتائج التصميم النهائي محدودة الإبداع، مما يستوجب تطوير معارف جديدة حول عمليات الإبداع في التصميم البارامتري. (Lee and Ostwald 2020). وبذلك فيمكن اعتبار أن هذا الشعور بتقييد الإبداع لدى المصمم في حال استخدام تقنيات التصميم البارامتري يمثل أحد أهم التحديات المتعلقة بهذه التقنية، وأدى ذلك إلى حدوث فجوة بين المصممين وبين أدوات التصميم البارامتري (Zarei 2012). وأكد (Hisham 2018) أن أدوات تقنيات التصميم البارامتري ساهمت في تغيير طريقة عمل المعماري ودوره في العملية التصميمية وقد أصبحت تحدي مهم في تتبع تقنيات البناء الحديثة حيث أن التطور الهائل الذي أحدثته التكنولوجيا الرقمية وظهور برمجيات وتقنيات أثرت بما لا يدعو مجال للشك على الفكر والإبداع المعماري وبالتالي على العملية التصميمية ككل حتى المنتج النهائي، مما جعل هذا عبئا ثقيلا أصبح معه لزاماً على المصمم مواكبة هذا التطور المذهل وذلك في إطار المحافظة على الإبداع لدى المعماري وتعظيم دوره.

3. التكلفة التنفيذية المرتفعة لمخرجات التصميم البارامتري

أحد أهم التحديات المتعلقة بالتصميم البارامتري التكلفة التنفيذية المرتفعة بعد التصميم، مما يسبب ملاك المشاريع من استبعاد التصميم البارامتري كأسلوب تصميمي لدى المكاتب الهندسية (Sweedan 2017). عند المقارنة بين مبنى صمم باستخدام التصميم البارامتري ومبنى أخر بنفس الحجم والمساحة لكن صمم بشكل تقليدي نجد أن التكلفة المادية في التنفيذ مختلفة تماماً وذلك بسبب استخدام نظم انشائية ومواد بناء صممت بشكل مخصص لأجل المشروع (Jha 2021) ومن أبرز الأمثلة والحالات الدراسية على ذلك مشروع المركز الثقافي حيدر عليف بأذربيجان الذي صممه مكتب المعمارية زها حديد (Wafiqe and Alslik 2019)، كما في شكل (19).

شكل (19) مبنى مركز حيدر عليف الثقافي بأذربيجان، المرجع (Jha 2021)

إن التصنيع الخاص بمخرجات التصميم البارامتري مكلف للغاية بالإضافة إلى أن عملية التجميع في الموقع معقدة كما في مشروع أبراج البحر كما يتضح في شكل (20)، صحيح أن التصميم البارامتري مرتفع التكلفة لكن فوائده على المدى الطويل تكون مفيدة جدا كما في أبراج البحر كونه يوفر جزء كبير من أحمال التكييف (Helmy 2017).

شكل (20) أجهزة التظليل في مشروع أبراج البحر، المرجع (Helmy 2017)

واقع الإتاحة والاستخدام في مدينة الرياض والأهمية النسبية للاتجاهات والتحديات

اتضح مما سبق وجود العديد من الاتجاهات والتحديات في مجال التصميم البارامتري، وذلك يشير إلى أهمية بحث إمكانية تطبيق هذه الاتجاهات في المملكة العربية السعودية وتحديدا في مدينة الرياض ومعرفة مدى تطبيقها وماهي التحديات التي تواجه المكاتب الاستشارية والهندسية. ولتحقيق ذلك تم تصميم استبانة مبنية على نتائج الدراسات الأدبية، من أجل استكشاف واقع تطبيق الاتجاهات الحديثة لتقنيات التصميم البارامتري في مجال تقييم وتطوير الأفكار التصميمية والتحديات التي تواجه هذا التطبيق، رابط الاستبانة: https://forms.gle/tjyEEy6xEg9LfuDR7

1. مجتمع البحث وعينة الدراسة الميدانية

اشتمل مجتمع الدراسة الميدانية على فئة محددة من المجتمع المعماري في المملكة العربية السعودية وبالتحديد في مدينة الرياض الذي يمثله المكاتب الهندسية والاستشارية المتخصصة في التصميم المعماري، بالإضافة إلى المتخصصين الأكاديميين في تقنيات البناء الحديثة

والمتخصصين الأفراد في مجال التصميم البارامتري. يبلغ مجموع حجم مجتمع الدراسة 256 فرد وجهة ممثلة في 176 مكتب هندسي متخصص في التصميم المعماري بمدينة الرياض وذلك حسب البيانات الصادرة من الهيئة السعودية للمهندسين وقد تم افتراض ان في كل جهة مهندس واحد متخصص في تقنيات البناء الحديثة، بالإضافة إلى أن هناك 80 أكاديمي متخصص في مجالات تقنيات البناء الحديثة وذلك حسب مواقع الجامعات الالكترونية.

تم استخدام المواقع المتخصصة في حساب معادلة Steven K. Thompson لحساب عينة الدراسة وقد بلغ عدد أفراد عينة الدراسة ما يقارب 80 فرد وجهة ما بين المكاتب الهندسية المتخصصة في التصميم المعماري والأكاديميين المتخصصين في تقنيات البناء الحديثة، إضافة إلى المتخصصين في التصميم البارامتري، وتم اختيار العينة بشكل عشوائي حتى تكون هناك فرصة متساوية لتمثيل المجتمع المعماري بالرياض.

2. خصائص عينة الدراسة

تم توجيه الاستبانة إلى عدد من المتخصصين وذلك بنسبة 70% من مجموع العينة إلى المكاتب الهندسية والمطورين العقاريين و20% إلى المتخصصين من الأكاديميين و10% إلى المتخصصين في مجال التصميم البارامتري من الأفراد، وتم اختيار العينة بشكل عشوائي حتى تكون هناك فرصة متساوية لتمثيل المجتمع المعماري بالرياض. وبلغت عدد الاستجابات للدراسة الاستطلاعية 48 استجابة من أصل 80 فرد وجهة تم توجيه الاستبانة لهم عن طريق البريد الإلكتروني وعن طريق الاتصال الهاتفي، وقد بلغ عدد المتخصصين في العمارة والهندسة المعمارية من المستجيبين 84% وعدد المستجيبين من المتخصصين في التصميم الداخلي 16%، ويمثل حملة البكالوريوس الجزء الأكبر من المستجيبين بنسبة 56% يليهم حملة الماجستير بنسبة 31% ثم حملة الدكتوراة بنسبة 13%، ومثل القطاع الخاص نسبة 67% من حيث أعداد الاستجابة و33% للقطاع الحكومي وشبه الحكومي، وتفاوتت سنوات الخبرة بين المستجيبين حيث بلغت نسبة المستجيبين من أصحاب الخبرة سنة إلى 5 سنوات 29%، 6 سنوات الى 10 سنوات 40%، 11 سنة إلى 15 سنة 15%، 16 سنة وأكثر 16%.

3. تصميم أداة جمع المعلومات (الاستبانة)

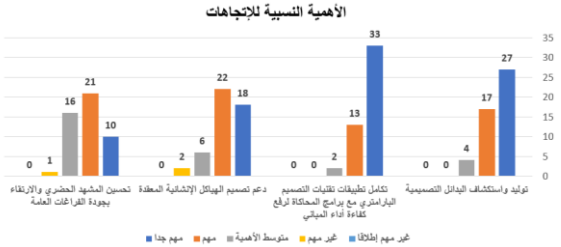
صممت الاستبانة بعد عدد من المقابلات مع بعض المختصين لمراجعة الأسئلة المناسبة ومدى أهميتها بهدف دراسة واقع الإتاحة والاستخدام لتقنيات التصميم البارامتري وأهمية الاتجاهات والتحديات لهذه التقنيات في مدينة الرياض. وتتلخص أسئلة الاستبانة فيما يلي:

- البيانات الشخصية لعينة الدراسة.
- أهمية وواقع تطبيق الاتجاهات الحديثة لتقنيات التصميم البارامتري في تقييم وتطوير الأفكار التصميمية.
- التحديات التي تواجه تطبيق الاتجاهات الحديثة لتقنيات التصميم البارامتري في تقييم وتطوير الأفكار التصميمية.

وفيما يلي استعراض لنتائج الدراسة الميدانية:

4. الأهمية النسبية للاتجاهات

من خلال استخدام مقياس Likert تم سؤال العينة عن الأهمية النسبية للاتجاهات الحديثة لتطبيقات التصميم البارامتري في تقييم وتطوير الأفكار التصميمية في مجال عمله، كما في شكل (21).



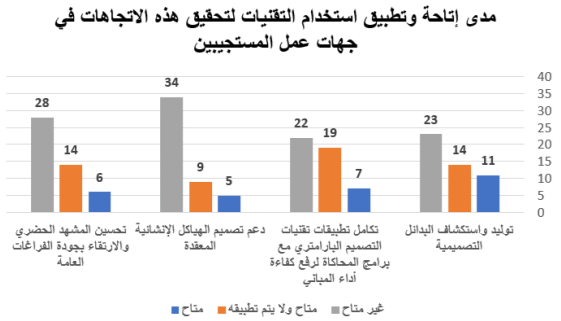
شكل (21) رسم بياني يوضح الأهمية النسبية لاتجاهات التصميم البارامتري حسب إجابات المستفيدين، (من إعداد الباحثين)

بعد حساب المتوسط الحسابي يتضح من إجابات المستجيبين أن ترتيب الاتجاهات حسب الأهمية كما يلي:

أولًا: تكامل تطبيقات تقنيات التصميم البارامتري مع برامج المحاكاة لرفع كفاءة أداء المباني، ثانيًا: توليد واستكشاف البدائل التصميمية، ثالثاً: دعم تصميم الهياكل الإنشائية المعقدة، رابعاً: تحسين المشهد الحضري والارتقاء بجودة الفراغات العامة.

5. واقع إتاحة وتطبيق الاتجاهات الحديثة في المملكة

أحد الأسئلة التي وجهت للمستجيبين مدى إتاحة وتطبيق استخدام التقنيات لتحقيق هذه الاتجاهات في جهات عمل المستجيبين وتتضح الإجابات في شكل (22).



شكل (22) رسم بياني يوضح مدى إتاحة وتطبيق استخدام التقنيات لتحقيق هذه الاتجاهات في جهات عمل المستجيبين، (من إعداد الباحثين)

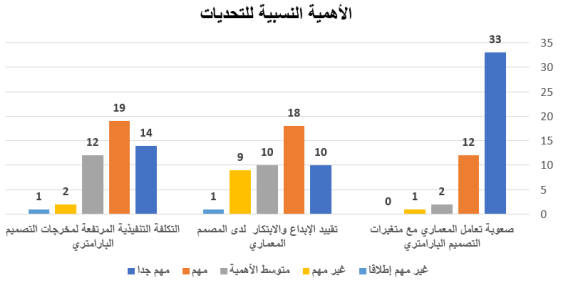
بعد حساب المتوسط الحسابي لجميع الاتجاهات نجد أنه بشكل عام لا يزال تطبيق تقنيات التصميم البارامتري دون المأمول حيث إن نسبة عدم الإتاحة تطغى على جميع الاتجاهات بالإضافة إلى أن بعض الجهات متاحة لهم هذه التقنيات لكن لا يتم تطبيقها، وأتت النسب كم يلي:

جدول 1 مدى إتاحة تطبيق الاتجاهات الحديثة في الرياض

الاتجاه	متاح ويتم استخدامه	متاح وغير مستخدم	غير متاح
توليد واستكشاف البدائل التصميمية	%23	%29	%48
تكامل تطبيقات تقنيات التصميم البارامتري مع برامج المحاكاة لرفع كفاءة أداء المباني	%14.5	%39.5	%46
دعم تصميم الهياكل الإنشائية المعقدة	%10	%19	%71
تحسين المشهد الحضري والارتقاء بجودة الفراغات العامة	%12.5	%29	%58.5
المتوسط	%15	%29.1	%55.8

6. الأهمية النسبية للتحديات وأولويات تناولها

من خلال استخدام مقياس Likert تم سؤال العينة عن الأهمية النسبية للتحديات وأولويات تناولها لتطبيقات التصميم البارامتري في تقييم وتطوير الأفكار التصميمية ، كما في شكل (23).



شكل (23) رسم بياني يوضح الأهمية النسبية لتحديات التصميم البارامتري حسب إجابات المستفيدين، (من إعداد الباحثين)

بعد حساب المتوسط الحسابي يتضح من إجابات المستجيبين أن ترتيب التحديات حسب الأهمية كما يلي:

أولًا: صعوبة تعامل المعماري مع متغيرات التصميم البارامتري، ثانيًا: التكلفة التنفيذية المرتفعة لمخرجات التصميم البارامتري، ثالثاً: تقييد الإبداع والابتكار لدى المصمم المعماري

7. مخرجات إضافية من الاستبانة

في إطار الاستفادة من المختصين كانت أحد أسئلة الاستبانة عن اتجاهات أخرى يراها المستجيب للاستبانة مهمة في تقنيات التصميم البارامتري وتلخصت الإجابات حول الاستفادة من الذكاء الاصطناعي في عملية التصميم وأهمية تحقيق متطلبات التصميم وفق المعايير الأساسية، وفي سؤال أخر عن تحديات أخرى غير التي ذكرت في الاستبانة ذكر أحد المستجيبين أن قلة المراجع العلمية حول تطبيقات التصميم البارامتري يشكل تحدي كبير للمصمم المعماري، وذكر مستجيب أخر ضعف المعرفة لدى المسؤولين أو أصحاب القرار النهائي في المشاريع لأهمية هذه التقنية.

النتائج والمناقشة

مع تطور تقنيات التصميم البارامتري ومع استعراض أبرز الاتجاهات الحديثة التي تم طرحها والتحديات التي تواجهها هذه الاتجاهات من خلال الدراسات السابقة نستطيع القول إن مجال التصميم البارامتري متحدث بشكل دائم كونه يعتمد على التصميم الرقمي لذلك يحتاج إلى مزيد من المواكبة والاستكشاف حتى يستطيع المصمم ممارسة هذه الاتجاهات بشكل مناسب وبكفاءة عالية، ومن خلال ما تم استنتاجه من الأدبيات ومن نتائج الاستبانة نستطيع القول إن التصميم البارامتري يواكب أهم تقنيات الحاسوب الرقمية وذلك على النحو التالي:

- تم حصر أهم وأبرز الاتجاهات الحديثة لتطبيق تقنيات التصميم البارامتري في أربع اتجاهات رئيسية تشمل هذه الاتجاهات توليد واستكشاف البدائل التصميمة، وتكامل تطبيقات تقنيات التصميم البارامتري مع برامج المحاكاة لرفع كفاءة أداء المباني، ودعم تصميم الهياكل الإنشائية المعقدة وتحسين المشهد الحضري والارتقاء بجودة الفراغات العامة.

في اتجاه توليد واستكشاف البدائل التصميمية يساعد التصميم البارامتري على اختبار الأفكار التصميمية لمعرفة مدى فعاليتها قبل تنفيذها بالإضافة إلى تسهيل عملية التنفيذ كما في مشروع مبنى حيدر عليف الثقافي في أذربيجان (Wafiqe and Alslik 2019)، مع التأكيد على ضرورة فهم التصميم البارامتري كونه من ضمن التحولات السريعة التقنية في مجال التصميم المعماري، مع الإشارة إلى أهمية استخدام التصميم البارامتري في مراحل مبكرة من عملية التصميم. وفي اتجاه تكامل تطبيقات تقنيات التصميم البارامتري مع برامج المحاكاة لرفع كفاءة أداء المباني يساهم التصميم البارامتري في ترشيد استهلاك الطاقة من خلال تصميم الواجهات بأعلى أداء ممكن، بالإضافة إلى استخدام أدوات التصميم البارامتري لتحسين البدائل التصميمة لرفع كفاءة الطاقة للمباني. وفي اتجاه دعم تصميم الهياكل الإنشائية المعقدة يساهم التصميم البارامتري في تلبية رغبات المصمم الحديثة التي تعتمد على الابتكار والابداع في تكوين شكل المبنى من ناحية إنشائية، حيث إن بعض تلك الأفكار تحتاج إلى استخدام التصميم البارامتري لتطبيقها، مع التأكيد على وجوب وجود طرق وأدوات تصميم رقمية حديثة تساعد في حل المشاكل الانشائية التي تواجه المعماري والمهندسين من مختلف التخصصات كما في مشروع متحف اللوفر وذلك بتصميم القبة باستخدام تقنيات التصميم البارامتري (Say 2019). وفي اتجاه تحسين المشهد الحضري والارتقاء بجودة الفراغات العامة ثبت أن استخدام أدوات التصميم البارامتري يساعد على تحسين المشهد الحضري للفراغات المدن العامة، كما يساعد على انشاء وحدات

لعناصر الفراغات العامة كالزخارف الإسلامية بأسلوب جديد ومبتكر، مع التأكيد على أن استخدام أدوات التصميم البارامتري لم تناقش بشكل كافي في مجال الأبحاث الخاصة بعمارة البيئة وأن هناك مستقبل واعد لهذا المجال.

- هناك عدد من التحديات التي تواجه تطبيقات التصميم البارامتري، تم حصرها في ثلاث تحديات رئيسية تشمل صعوبة تعامل المعماري مع متغيرات التصميم البارامتري، وتقييد الإبداع والابتكار لدى المصمم المعماري والتكلفة التنفيذية المرتفعة لمخرجات التصميم البارامتري .

تحتاج هذه التحديات إلى حلول حتى يستطيع المصمم ممارسة هذه الاتجاهات بكفاءة عالية، فتحدي صعوبة تعامل المعماري مع متغيرات التصميم البارامتري يسبب فجوة بين التقنية الحديثة وبين قدرات ومهارات المصمم. وتحدي تقييد الإبداع والابتكار لدى المصمم يؤثر على رغبة المعماري في استخدام هذه الأدوات لتصميم المشاريع. والتكلفة التنفيذية المرتفعة لمخرجات التصميم البارامتري تسبب عزوف عن استخدامها للمشاريع الصغيرة والمتوسطة ذات الميزانية المحدودة من قبل المكاتب الهندسية والمطورين العقاريين وغيرهم.

وتطرقت الدراسة الميدانية إلى ثلاثة محاور رئيسية من خلال رصد واقع تطبيق هذه الاتجاهات الحديثة والتحديات التي تواجهها ومدى الأهمية النسبية لهذه الاتجاهات والتحديات في مدينة الرياض من خلال الاستبانة التي وجهت إلى مجموعة محددة من الخبراء والمكاتب الهندسية المختصة والمطورين العقاريين والمختصين في تطبيقات الحاسب في العمارة من الأكاديميين، نستطيع أن نستنتج ما يلي:

- بعد حساب المتوسط الحسابي يتضح من إجابات المستجيبين أن ترتيب الاتجاهات حسب الأهمية في مدينة الرياض كما يلي: تكامل تطبيقات تقنيات التصميم البارامتري مع برامج المحاكاة لرفع كفاءة أداء المباني، توليد واستكشاف البدائل التصميمية، دعم تصميم الهياكل الإنشائية المعقدة، تحسين المشهد الحضري والارتقاء بجودة الفراغات العامة.

نجد أنه من خلال نتائج رصد واقع تطبيق تقنيات التصميم البارامتري في الرياض جميع الاتجاهات لها أهمية عالية لدى عينة الدراسة بمدينة الرياض، وهذا يشير إلى ارتفاع نسبة الوعي لدى المجتمع المعماري في الرياض بأهمية هذه التقنيات، وقد أضاف بعض الخبراء من عينة الدراسة إلى أن الذكاء الاصطناعي يعتبر أحد أبرز الاتجاهات الحديثة في مجال التصميم البارامتري.

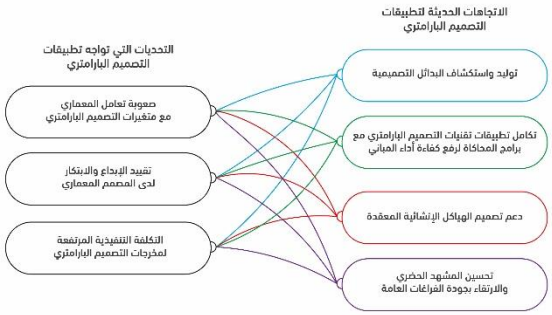
- يتضح من إجابات المستجيبين أن نسبة استخدام التقنيات الخاصة بالتصميم البارامتري في مدينة الرياض دون المأمول.

بالرغم من الوعي حول أهمية تقنيات التصميم البارامتري إلا أن نسبة استخدام التقنيات الخاصة بالتصميم البارامتري في مدينة الرياض دون المأمول فهي تقارب 15% فقط من عينة الدراسة، بالرغم من أنها متاحة في نسبة تقارب 29.1% من جهات عمل عينة الدراسة، ولكن لا يتم استخدامها، بينما 55.8% من عينة الدراسة غير متاحة لديهم ولا يتم استخدامها على الإطلاق، وتفصيلها على النحو التالي: في اتجاه توليد واستكشاف البدائل التصميمية نسبة تطبيق التقنيات لا تتجاوز 23%، ونسبة عدم الاستفادة من التقنيات على الرغم من أنها متوافرة لدى بعض الجهات كانت 29%، ونسبة عدم تطبيقها وعدم توافرها تقارب 48%. وفي اتجاه تكامل تطبيقات تقنيات التصميم البارامتري مع برامج المحاكاة لرفع كفاءة أداء المباني نسبة تطبيق التقنيات لا تتجاوز 14.5%، ونسبة عدم الاستفادة من التقنيات على الرغم من أنها متوافرة لدى بعض الجهات كانت 39.5%، ونسبة عدم تطبيقها وعدم توافرها تقارب 46%. وفي اتجاه دعم تصميم الهياكل الإنشائية المعقدة نسبة تطبيق التقنيات لا تتجاوز 10% أي أنه بين كل 10 جهات جهة واحدة فقط تطبق هذا الاتجاه، ونسبة عدم الاستفادة من التقنيات على الرغم من أنها متوافرة لدى بعض الجهات كانت 19%، ونسبة عدم تطبيقها وعدم توافرها تقارب71%. وفي اتجاه تحسين المشهد الحضري والارتقاء بجودة الفراغات العامة نسبة تطبيق التقنيات لا تتجاوز 12.5%، ونسبة عدم الاستفادة من التقنيات على الرغم من أنها متوافرة لدى بعض الجهات كانت 29%، ونسبة عدم تطبيقها وعدم توافرها تقارب 58.5%.

- بعد حساب المتوسط الحسابي يتضح من إجابات المستجيبين أن ترتيب التحديات حسب الأهمية في مدينة الرياض كما يلي: صعوبة تعامل المعماري مع متغيرات التصميم البارامتري، يليه التكلفة التنفيذية المرتفعة ثم تقييد الابداع والابتكار لدى المعماري.

يتضح من إجابات عينة الدراسة أن أهم تحدي يواجه المكاتب المتخصصة بمدينة الرياض صعوبة تعامل المعماري مع المتغيرات وقد شكل هذا التحدي مشكلة لدى نسبة كبيرة من عينة الدراسة، وأضاف بعض الخبراء من عينة الدراسة أن هناك تحديات مهمة أخرى وهي قلة المراجع العلمية حول تطبيقات التصميم البارامتري مما يشكل تحدي كبير للمصمم المعماري، وضعف المعرفة لدى المسؤولين أو أصحاب القرار النهائي في المشاريع لأهمية هذه التقنية.

وبذلك يتضح لنا أن كل اتجاه من الاتجاهات يواجه جميع التحديات التي تم استخلاصها من المراجعات الأدبية، ويوضح شكل (24) شبكة عصبية للعلاقة بين الاتجاهات والتحديات، والتي تؤكد أهمية إجراء مزيد من البحث لإيجاد الحلول وتخطي التحديات التي تواجه تطبيق هذه التقنية المهمة.



شكل (24) علاقة الربط المتشابكة بين الاتجاهات والتحديات (من إعداد الباحثين)

التوصيات والرؤى المستقبلية

من خلال ما تم مناقشته تسعى هذه الدراسة التي تطرقت حول التحديات والاتجاهات التي تواجه تطبيقات التصميم البارامتري التقنية في العمارة إلى رفع الوعي لدي المحركات الرئيسية من المختصين والمعماريين والمصمم والمهندسين وحتى القطاع الأكاديمي من أعضاء هيئة تدريس وباحثين وطلاب بإمكانيات التصميم البارامتري التقنية في مجال التصميم كما في شكل (25).

شكل (25) المحركات الرئيسية لرفع الوعي بالتصميم البارامتري، (من إعداد الباحثين)

ومن هذا المنطلق توصي الدراسي بما يلي:

على المؤسسات والجهات التعليمية والباحثين والأكاديميين:

- في حال توافر الموارد المناسبة توسيع عينة الدراسة من أجل الوصول لنتائج عالية تتسم بدقة أكبر لمعرفة مدى واقع تطبيق تقنيات التصميم البارامتري في المملكة العربية السعودية بشكل عام وفي الرياض بشكل خاص.
- العمل على توفير مقررات وورش عمل للمعماريين الممارسين أو للطلاب تهتم بالتصميم البارامتري وأدواته وتساهم في تبسيط صعوبة التعامل مع المتغيرات البارامترية كونهم المصدر التعليمي الرئيسي في الدولة.
- تشجيع الباحثين على إجراء العديد من الدراسات لمواكبة التقدم السريع في هذا المجال وذلك لتوضيح أهمية استخدام تقنيات التصميم البارامتري في حل المشكلات التصميمية ولمعرفة الاتجاهات الحديثة والتحديات في تطبيقها، وإيجاد الحلول المناسبة لحل التحديات التي تعوق استخدام التقنيات البارامترية.

على الجهات المنظمة المختصة بالتنمية العمرانية والمكاتب الهندسية والمقاولين والمطورين العقاريين:

- هناك حاجة ماسة نحو الاتجاه الى استخدام تقنيات التصميم البارامتري كأداة رئيسية مساعدة في عمليات التصميم في مدينة الرياض لما توفره من إمكانيات متطورة في مجال التحول الرقمي في مجال العمارة لتحسين البيئة المبنية.
- الاستفادة من تقنيات التصميم البارامتري كونها دقيقة في مخرجاتها التصميمية مما يساهم في سهولة أعمال الانشاء والتنفيذ.
- العمل على تدريب المصممين والمعماريين والمهندسين على استخدام أدوات التصميم البارامتري كأداة تساهم في رفع كفاءة مخرجات المكتب الهندسي المعمارية والانشائية.

على المعماريين والمصممين:

- تشجيع وتوعية المعماريين وخصوصا الناشئين منهم بأهمية مواكبة أحدث التقنيات التصميمية بواسطة الحاسب الآلي بشكل عام وبتقنيات التصميم البارامتري بشكل خاص لما له من دور كبير في تحسين مخرجات العملية التصميمية.
- استخدام تقنيات التصميم البارامتري كأداة تساهم في رفع كفاءة التصميم والتنفيذ وليست كأداة تحد من قدرته الإبداعية.

المراجع

1. الأوراق العلمية:

[1] Abdul Jaleel, W. D. (2018). توليد الشكل وعلاقته بالهيكل في العمارة الرقمية. JOURNAL OF UNIVERSITY OF BABYLON for Pure and Applied Sciences, 26(2), 195–214. https://doi.org/10.29196/jub.v26i2.839

[2] Al-Kazzaz, D. A., & Aswad, A. W. J. (2018). The Effect of Simultaneous and Sequential Performance Evaluations on Restricting the Formal Diversity of Design. The Iraqi Journal of Architecture and Planning, 14(2), 182–197.

[3] Alafandy, A. F., & Al-Kazzaz, D. (2018). Specifications for Building a Parametric Model in Digital Architectural Designs. Journal of University of Babylon for Engineering Sciences, 26(9), 179–219. https://doi.org/10.29196/jubes.v26i9.1723

[4] Baltus, V., & Žebrauskas, T. (2019). Parametric Design Concept in Architectural Studies. Architecture and Urban Planning, 15(1), 96–100. https://doi.org/10.2478/aup-2019-0013

[5] Chi, D. A., González, M. E., Valdivia, R., & Gutiérrez, J. E. (2021). Parametric design and comfort optimization of dynamic shading structures. Sustainability (Switzerland), 13(14). https://doi.org/10.3390/su13147670

[6] Chong, A. K. T., Chen, J., Tapley, M., & Crolla, K. (2020). Creating parametric design workflows for rapid conceptual design and optioneering. IABSE Congress, Christchurch 2020: Resilient Technologies for Sustainable Infrastructure - Proceedings, (February), 912–919. https://doi.org/10.2749/christchurch.2021.0912

[7] Farazjou, F., & Zarandi, M. M. (2020). The necessity of parametric system design optimization building physics treats based on the amount of energy consumption in residential buildings, 5553(November), 5543–5553.

[8] Farouk, A., Eldaly, H., & Dewidar, K. (2019). Parametric Design As a Tool for Performative Architecture. Journal of Al-Azhar University Engineering Sector, 14(50), 148–157. https://doi.org/10.21608/auej.2019.28490

[9] Hasan, B., & Almajidi, H. (2017). أثر مناهج إيجاد الشكل الرقمي في خصائص النتاج المعماري المعاصر, (October).

[10] Hattem, D. K., El, D., Dayem, E., & Sayed, H. El. (2020). Parametric Design as a contemporary design solution for the Islamic Ornaments, 10(2).

[11] Hisham, A. (2018). برمجيات وتقنيات التصميم الرقمي كعامل مشارك في العملية التصميمية, 13(47), 681–694.

[12] Jawdah, Doaa. 2018. "The Effect of Using the Algorithm System on the Generate Ideas in Interior Design and Furniture." مجلة العمارة والفنون 11(1): 238– 354.

[13] Jha, B. (2021). Importance of Parametric Design in Architecture, (December).

[14] Jialiang Wang, Jing Li, Xi Chen. 2010. "Parametric Design Based on Building Information Modeling for Sustainable Buildings." In 2010 International Conference on Challenges in Environmental Science and Computer Engineering,.

[15] Kalkan, E., Okur, F. Y., & Altunışık, A. C. (2018). Applications and usability of parametric modeling. Journal of Construction Engineering, Management & Innovation, 1(3). https://doi.org/10.31462/jcemi.2018.03139146

[16] Lee, J. H., & Ostwald, M. J. (2020). Creative decision-making processes in parametric design. Buildings, 10(12), 1–19. https://doi.org/10.3390/buildings10120242

[17] Lin, Z., & Liang, S. Y. (n.d.). Research and Development of Parametric Design Platform for Series Complex Cutting Tools.

[18] M. Attia, A. Kady, M. Abdualaziz. (2021). تطبيق البرمجيات البارامترية لقياس الراحة الحرارية للفراغات العمرانية لتحسين مؤشرات جودة الحياة البيئية.

[19] Mandour, M. A. (2021). توليد الشكل المعماري باستخدام نهج التصميم التوليدي, 171, 55–67.

[20] Masdeu, M. (2017). The Design Studio as a New Integrative and Experimental Learning Space : The Pedagogical Value of Implementing BIM , Parametric Design and Digital Fabrication in Architectural Education. Athens: ATINER Conference Paper Series, No: ARC2017-2317, 1–24.

[21] Mohamed, F., & Abd, Z. (2020). التصميم البارامتري للواجهات الذكية لرفع كفاءة التصميم المستدام, 166(June).

[22] Mohammad, H. (2012). منهجية دمج التصميم المستدام فى تقنية نمذجة معلومات البناء الامكانيات الحالية والاحتمالات المستقبلية. مجلة العمارة والتخطيط،جامعة الملك سعود.

[23] Mohammed, P., Ali, H., Mahmoud, D., & Ali, M. (2019). أثر النمذجة البارامترية فى تصميم البلاطات الزجاجية للعمارة, 254–235. https://doi.org/10.12816/mjaf.2019.15028.1239

[24] Na, S. (2021). Case Analysis and Applicability Review of Parametric Design in Landscape Architectural Design. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture, 49(2), 1–16. https://doi.org/10.9715/kila.2021.49.2.001

[25] Rashed, A. Y., Mohamed, O. Y., El-Seady, E. M. T., & Demonstrator. (2019). Parametric Design as an Approach to Inspire Nature in Product Design. Journal of Architecture,Arts and Humanistic Science, 4(14), 19–35.

[26] Razzaghmanesh, D. (2020). The Effect of Parametric Design on Designing Performative Facades, (November).

[27] Sakiyama, N. R. M., Carlo, J. C., Mazzaferro, L., & Garrecht, H. (2021). Building optimization through a parametric design platform: Using sensitivity analysis to improve a radial-based algorithm performance. Sustainability (Switzerland), 13(10). https://doi.org/10.3390/su13105739

[28] Sweedan, A. (2017). Parametric concept and its applications in interior design and furniture, 1–18.

[29] Touloupaki, E., & Theodosiou, T. (2017). Optimization of Building form to Minimize Energy Consumption through Parametric Modelling. Procedia Environmental Sciences, 38, 509–514. https://doi.org/10.1016/j.proenv.2017.03.114

[30] Wafiqe, S. A., & Alslik, G. M. R. (2019). Parametric Design process in Architecture. Association of Arab Universities Journal of Engineering Sciences, 26(2), 146–155. https://doi.org/10.33261/jaaru.2019.26.2.018

[31] Wahbeh, W. (2017). Building skins , parametric design tools and BIM platforms. Buidings Skins, (October), 1104–1111.

[32] Wortmann, T., & Tunçer, B. (2017). Differentiating parametric design: Digital workflows in contemporary architecture and construction. Design Studies, 52(June), 173–197. https://doi.org/10.1016/j.destud.2017.05.004

[33] Yonuis Saleem, M. S. (2019). دور المنهج البارامتري في تصميم المباني الأعلى أداء مناخياً – أنماط المساكن المحلية أنموذجاً, 04, 125–155.

[34] Zardo, P., Ribeiro, L. A., & Mussi, A. Q. (2019). Bim and parametric design applications for buildings' energy efficiency: An analysis of practical applications. Arquiteturarevista, 15(2), 238–255. https://doi.org/10.4013/arq.2019.152.02

[35] Zhang, M. (2020). The applications of parametric design in green building. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 567(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/567/1/012033

[36] دعاء, ج. (2018). أثر استخدام النظم الخوارزمية على توليد الأفكار في التصميم الداخلي والأثاث. مجلة العمارة والفنون, 11(1), 238–354. https://doi.org/10.12816/0046487

2. الرسائل:

[37] Afandi, A. (2019). النمذجة البارامترية في التصميم المعماري الرقمي – العمارة المعاصرة بوصفها حالة دراسية.

[38] Zarei, Y. (2012). The Challenges of Parametric Design in Architecture Today: Mapping the Design Practice. MSc Thesis. Retrieved from https://parametric-architecture.com/wp-content/uploads/2018/11/The-Challenges-of-Parametric-Design-in-Architecture-Today.pdf

3. مواقع الإنترنت:

[39] Hadid, Z. (2018). Zaha Hadid Architects. Retrieved February 25, 2022, from https://www.zaha-hadid.com/

[40] Helmy, P. (2017). Challenges faced by architects while developing Parametric Architecture. Retrieved February 14, 2022, from https://www.re-thinkingthefuture.com/architectural-styles/a2628-challenges-faced-by-architects-while-developing-parametric-architecture/

[41] Say, A. (2019). Louvre Abu Dhabi by Ateliers Jean Nouvel. Retrieved from https://parametric-architecture.com/louvre-abu-dhabi-by-ateliers-jean-nouvel/