IRAQI Academic Scientific Journals
Al-Rafidain Engineering Journal (AREJ) Vol.26, No.2, October 2021, pp.1-17

التخصيص البارامتري في تصاميم الاسكان المنفرد الاسرة - مجمع إسكان عين العراق بوصفه حالة دراسية

دعاء مصعب محمود عطارباشي
doaa.enp126@student.uomosul.edu.iq

ضحى عبدالغني القزاز
dhuha.kazzaz@uomosul.edu.iq

جامعة الموصل - كلية الهندسة - قسم هندسة العمارة

تاريخ الاستلام: 8/2/2021 تاريخ القبول: 12/3/2021

الملخص :

ساعد ظهور العمارة الرقمية ومن ضمنها التصميم البارامتري، على امكانية تطبيق التخصيص حسب الطلب في تصميم المساكن، إذ اتاح التصميم النمطي البارامتري التنوع والاختلاف والتفرد وبنفس سهولة الانتاج المقيس المكرر بالجملة. يتحرى البحث عن تخصيص مكونات المسكن وفق خيارات الزبون واستجابة للظروف المحلية المختلفة. إذ تمحورت مشكلة البحث حول تطبيق التخصيص في عملية التصميم النمطي البارامتري لتوليد مخططات أولية لمساكن منفردة الاسر تابعة الى مجمع عين العراق السكني في مدينة الموصل. وتحدّد منهج البحث في تعريف منهج التخصيص في التصميم النمطي البارامتري وتطبيقه على الحالة موضع الدراسة. إذ طرحت الدراسات السابقة مناهج مختلفة تجمع بين الانظمة التوليدية التي تحكمها مجموعة من البارامترات والقيود والاحكام التي يضعها المصمم المعماري، وبين الانظمة المخصصة التفاعلية التي تتيح للزبائن العاديين المشاركة في عملية التصميم. وفي ضوء الدراسات السابقة بلور البحث إطارا نظريا يعرّف منهج تطبيق التخصيص في عملية التصميم النمطي البارامتري في أربع مفردات تتناول أنواع التخصيص وأساليب التقييس ودور كل من المصمم والزبون. ومن ثمّ تم تطبيق المنهج في الدراسة العملية لانشاء نموذج بارامتري باستخدام برمجية (Grasshopper) لتوليد مخططات اولية تابعة لمساكن منفردة الاسر ومخصصة حسب طلب الزبون. كما تم تصميم واجهة المستخدم من قبل الباحثين لتوفير التفاعل المباشر وسهولة الاستخدام من قبل الزبائن. وتمخضت النتائج عن توليد مخططات اولية تتنوع بارامتريا وفقا لخيارات الزبون.

الكلمات المفتاحية:

التخصيص، التصميم النمطي، التصميم البارامتري, تخصيص المساكن المنفرد الاسرة, برمجية Grasshopper .

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).
https://rengj.mosuljournals.com

==========

1.المقدمة :

في عمارة القرن العشرين، فرضت عقلانية التصنيع البساطة على التعقيد والاستخدام المتكرر للمكونات منخفضة التكلفة وذات الإنتاج المكرر، إذ ساعد إستخدام الاشكال الجيومترية (Geomrtry) المتمثلة بنماذج Fordian للتصنيع الصناعي إلى التوحيد القياسي والتجهيز المسبق الصنع [1]. وقد ظهر نتيجة لذلك مصطلح التخصيص حسب الطلب (Mass Customization) (MC) لاول مرة بواسطة Stanley Davis في عام 1987 في كتابه Future Perfect حيث عرف التخصيص حسب الطلب بانه القدرة على تقديم منتجات مصممة بشكل فردي وحسب الطلب، من خلال جمع مميزات الإنتاج المكرر بالجملة (mass production) والتكلفة المنخفضة والجودة العالية واستيعاب متطلبات الزبائن [2]. كما أصبح مصطلحًا يستخدم لوصف إنتاج المساكن عالية التخصيص، وكذلك يشير إلى نظام إنتاج يتمتع باستقرار الكتلة (mass) ومرونة التصميم المخصص (customization) لتطبيقه بشكل فعال في العمارة [3]. إذ تدعم التقنيات المتقدمة والرقمنة التخصيص والتصميم الشمولي (meta-design) [4]. ويتسم التصميم البارامتري بالقدرة على توليد اختلافات ومنتجات مخصصة، وتتبنى العديد من الشركات واجهات رقمية موجهة بالبارامترات تمكّن المستخدم من تغيير بارامترات التصميم لتخصيص المسكن [5]. وتوفر تقنيات التصميم البارامترية إمكانية انشاء اختلافات متعددة في التصاميم المكرّرة المنتجة باستخدام النماذج الأولية (prototypes). كما تشكل الخوارزميات البرمجية أساس التصميم البارامتري، حيث تسمح بالتنوع ضمن الحدود الموضوعة. إذ تعمل البرمجية على أتمتة تنفيذ مهمة معينة بكفاءة أثناء ربطها بالبارامترات والمتغيرات الأخرى [4].

2. مشكلة البحث واهدافه:

يتناول البحث تطبيق التخصيص في عملية التصميم النمطي البارامتري واستخدامه في توليد تصاميم سكنية منفردة الاسر مخصصة حسب خيارات الزبون. تمّ تحديد مشكلة البحث ببناء نموذج بارامتري حاسوبي قادر على توليد تصاميم نمطية مخصصة مستمدة من تصاميم أحد مجمعات الاسكان المحلية تلبي رغبة الزبون. وتمّ تحديد منهج البحث ببناء اطار نظري لتعريف كيفية تطبيق التخصيص وفقا لرغبة الزبون في عملية التصميم البارامتري، ومن ثم تطبيق المفردات ذات العلاقة في بناء نموذج بارامتري مخصص لتصميم مساكن منفردة الأسرة ضمن مجمع إسكان محلي وفقا لخيارات الزبون.

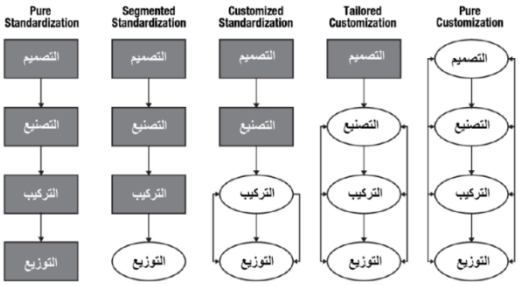
3. تعريف التخصيص حسب الطلب mass customization:

يعرّف التخصيص حسب الطلب (Mass Customization) (MC) بأنه نظام يستخدم تقنية المعلومات والعمليات التي تتسم بالمرونة والهياكل التنظيمية لتقديم مجموعة واسعة من المنتجات والخدمات التي تلبي احتياجات محددة للزبائن المنفردين (individual customers) والتي غالبًا ما يتم تعريفها من خلال سلسلة من الخيارات [6]. كما تم تعريف التخصيص الشامل في دراسة Kaplan & Haenlein (2006) بأنه استراتيجية لإنشاء قيمة من خلال شكل من أشكال التفاعل بين الشركة والزبائن، ويكون هذا التفاعل إما في مرحلة التصميم أو في مرحلة التصنيع/التركيب (fabrication/assembly stage) [7]. كما تم تعريفه في مجال العمارة على انه نموذج (paradigm) إنتاج لصناعة البناء باعتبار المباني عبارة عن منتجات فردية one-off ومخصصة حسب طلب الزبائن، كما يقدم التخصيص المسكن المخصص الذي يكون متاحا لشريحة واسعة من المجتمع [1]. إذ يعرّف التخصيص التعاوني (collaborative customization) بانه مشاركة الزبائن في مرحلة التصميم المفاهيمي، إذ يمكن للزبائن تحديد تصميمهم من خلال اختيار اللون و / أو المادة و / أو الملحقات الإضافية لمنتجاتهم عبر واجهة مستخدم تفاعلية، والتي قد تقترح بعض التصاميم بشكل عشوائي أو بناءً على التخصيصات السابقة للآخرين [8]. يعتبر da Silveira et al. أن التخصيص يحدث في أي من مستويات الإنتاج وهي؛ التصميم (design)، والتصنيع (fabrication)، والتركيب (assembly)، والاستخدام (usage) ، ويكون مستوى التقييس التام (pure standardization level) عند عدم وجود التخصيص [6].

4. استراتيجيات التخصيص حسب الطلب MC:

يصنف Joseph Lampel و Henry Mintzberg استراتيجيات التخصيص من التقييس التام إلى التخصيص حسب الطلب التام ، ويمثل التقييس استراتيجية من أعلى إلى أسفل top-down من التصميم يتبعه تدريجياً التصنيع والتركيب والتوزيع. من ناحية أخرى، يعد التخصيص التام إستراتيجية تصاعدية bottom-up تضع الزبون في صميم دورة المنتج [9]. يصنف التخصيص الى خمس استراتيجيات: [9]

a) استراتيجية التقييس التام (pure standardization): لا يوجد تمييز بين الزبائن المختلفين، وتتخذ الشركات جميع القرارات في دورة المنتج حتى يصل المنتج إلى الزبون.
b) استراتيجية التقييس المجزأة (Segmented standardization): وهي استراتيجية من أعلى إلى أسفل حيث يشارك الزبائن فقط في مرحلة التوزيع وليس لهم أي تأثير على قرارات التصميم أو الإنتاج.
c) استراتيجية التقييس المخصص (customized standardization): يتم تكوين المنتجات وفقًا لتفضيل الزبون من المكونات المقيسة، ويتم توحيد مراحل التصميم والتصنيع بينما يتم تخصيص تركيب وتوزيع المنتج. ومن الممكن أيضًا تسمية التقييس المخصص ب "الموديولي" (modularizationl) أو "التكويني" (configurationl).
d) استراتيجية تخصيص تناسبية (tailored customization) : يقدم الزبون نموذجًا أوليًا للمنتج ثم يتم تصميم المنتج ليناسب احتياجات الزبون.
e) استراتيجية التخصيص التام (pure customization): يصل فيها التفرد إلى ذروته، حيث يشارك الزبون في دورة إنتاج السلعة من مرحلة التصميم. كما يمكن اعتبار المشاريع المعمارية السكنية التي يتواصل فيها المستخدمون مباشرة مع المعماريين مشاريع مخصصة تمامًا.



شكل -1- استراتيجيات التقييس والتخصيص [9]

5. أنواع الناتج عن عملية التخصيص:

حدد الباحثون ثلاثة أنواع من النتاجات في عملية التخصيص: اولا، المنتج القياسي (التقييس) (standardized product) له سمات محددة مسبقًا، مما لا يمنح الزبون أي خيار سوى شراء المنتج أو لا. وثانيا، المنتج المكون (configured) يسمح للزبائن بالاختيار من بين الخيارات المحدودة التي حددتها الشركة المصنعة. كما يشير المنتج الذي تم تكوينه إلى اتجاه نحو التخصيص ولكنه يحد من مدى هذا التخصيص لأغراض التكلفة. اخيرا المنتج ذو البارامترات (parameterized product)، ويشار إلى عملية الوصول إلى نتيجة هذا المنتج باسم التصنيع الإضافي (Additive Manufacturing)، ويتم تصميم هذا المنتج باستخدام بارامترات وبالتالي يسمح للزبون بتعديل ميزاته بشكل كبير [4].

6. الفـرق بـين التخصـيص (Mass Customization) والشخصنة (Personalization):

الاختلاف الرئيسي بين التخصيص والشخصنة يكمن في القدرة على منح الزبون الفرصة لإنشاء واختيار مواصفات المنتج. ففي حالة الشخصنة (Personalization) تقرر الشركات ما يناسب الزبائن وفقًا لمعلوماتهم الشخصية وبالتالي يكون كل منتج مختلف وفريد. أما في حالة التخصيص (Customisation)، يختار الزبائن المواصفات أو التفضيلات من بين مجموعة من التوليفات و/ أو بدائل المواصفات للاختيار من بينها لذا تكون إمكانية التميز أقل[1].

7. تطبيق التخصيص في التصميم النمطي البارامتري:

يتم استخدام التصميم النمطي البارامتري والتخصيص في تصميم المباني من اجل التنوع والثراء الفضائي التي تضيفها باستخدام برامج محددة تتميز بالتكيف وفقا للحلول المعمارية في جميع مراحل عملية التصميم وتلبية لمتطلبات السياق والزبائن. إذ تبدا بترجمة المعرفة النمطية من خلال تعريف مجموعة من الاحكام والقيود والبارامترات الداخلية اي الوظيفية والبارامترات الخارجية اي الهيكلية والبيئية [11]. وسيتم التطرق الى اهم الدراسات التي تناولت تطبيق التخصيص في التصميم النمطي البارامتري:

[1] المصدر:
https://www.quora.com/What-is-the-difference-between-personalization-and-mass-customization

1.7. دراستي Matcha, et al. (2008) و Matcha & Quasten(2009):

تقدم الدراستان برنامج تم من خلاله تطوير وتنفيذ اداة برمجية مساعدة لتوليد مساكن عائلية مفردة متعددة الطوابق في برنامج Revit [11]. إذ تهدف الدراستان الى تنميط المساكن لتمكين تطبيقها في السياق، ولتلبية متطلبات التوحيد بالإضافة الى التخصيص وفقًا لتفضيلات المستخدم [10]. إذ تصبح النمطية قابلة للتطبيق عن طريق برمجية حاسوبية تولد نماذج رقمية وفقًا لمجموعة من البارامترات (الموقع والسياق الحضري والتوجيه وصفات وميول المقيمين في المساكن مستقبلا من حيث البيانات الديموغرافية والاجتماعية)، وتشكل النماذج الرقمية التي تنتجها الأداة بنية أولية (proto-architecture) وليست مبان كاملة [11] كما موضح في الشكل (2).

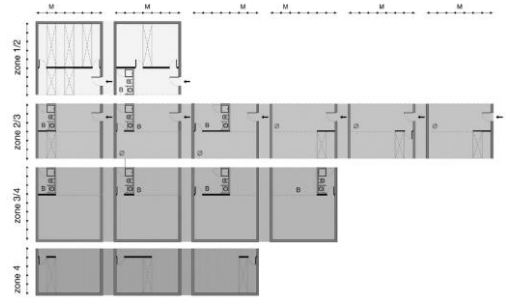
شكل -2- تنوع انماط المساكن البارامترية [11]

إذ تعتمد دراستا Matcha, et al. و Matcha & Quasten على نتائج عمليات التصميم في بحثي Mitchell (1990) و Duarte (2000) وتدمجها في نظام بارامتري، وهو ليس نظام خطي بل شبكة مترابطة من البارامترات ذات التبعيات والتسلسلات الهرمية (dependencies and hierarchies) [11]. فالمنهج الذي تقترحه الدراستين يتمثل بعدة خطوات وهي: اولا- تحديد معايير التنميط: حيث يتم دمج العوامل التالية (طرق التصنيع والتخصيص حسب الطلب والتنوع والمرونة في تنظيم المخطط وكفاءة الطاقة والتكلفة)، ثانيا- تطوير نظام التنميط، ثالثا- مخطط الوظيفة (التجريد الأول): تعريف احكام التنميط التي توضح الارتباطات والتبعيات والقيود الخاصة بعناصر التنميط، رابعا- الخوارزمية (التجريد الثاني) يتم التعبير عن مخطط الوظيفة في خوارزمية ، وهي وصف مكتوب يمكن انتاجه من خلال plug-in tool، خامسا – إستخدام أداة حاسوبية مساعدة plug-in tool وهي الأداة التي يجري تنفيذها في برنامج CAD [10]. إذ تم تطوير التنميط في أجزاء (عناصر المخطط ، تخطيط المقطع، شكل السقف، الواجهة) كعناصر بارامترية لقاعدة الحكم مع العلاقات بين بعضها وترجمتها إلى نماذج بارامترية 3d [11].

خلاصة الدراستين أنهما إعتمدتا المنهج النمطي البارامتري المخصص عن طريق استخدام اداة برمجية في برنامج Revit تتكون من خوارزمية وصفية قائمة على الاحكام البارامترية، والتي سمحت للمستخدم بتحديد متطلبات الإدخال، مثل حجم المسكن أو عدد الغرف. ومن ثم استخدام المعلومات المدخلة لتطوير نموذج ثلاثي الأبعاد للمسكن، مع تحديد خصائصه والتحكم فيها من خلال احكام معايير البناء والقيود. كما تم تعريف البارامترات على مستوى اجزاء (عناصر المخطط ،المقطع والسقف - الخ).

2.7. دراسة Benros & Duarte (2009):

تقدم الدراسة نظام متكامل لتمكين التخصيص حسب الطلب في الاسكان، وهي عبارة عن شقق في مسابقة الاسكان الجماعي في سبتة عام 1990. يشتمل النظام المتكامل: نظام التصميم الذي يشفر احكام توليد التصاميم المخصصة، ونظام البناء المسبق الصنع الذي يجعل من الممكن توليد التصاميم، ونظام حاسوبي يتم من خلاله تحقيق التكامل بإستخدام أداة حاسوبية تتيح استكشاف الحلول وإنشاء المعلومات المطلوبة تلقائيًا. وتم اعتماد نظام التصميم ABC، الذي اخذ اسمه من اختصار الوحدات الوظيفية المستخدمة في تصميم المساكن: الخزانة والحمام والمطبخ (Armario, Baño and Cocina in Spanish). كما فرضت الدراسة مجموعة من القيود (عدد الطوابق – الحد الاقصى لمسافة (span) – عدد غرف النوم – والحدود الدنيا والعليا لمساحة الطابق). الميزة الأبرز للنظام هي التقسيم الفضائي (spatial division)، بمعنى أن الفضاءات والغرف مفتوحة بعضها على بعض الى حد ما. وتبنت الدراسة ثلاثة احكام: الأولى أحكام التناسب الفضائي (Spatial proportioning rules) عن طريق استخدام المقياس الموديولي 0.80 متر ومضاعفاته، والثانية أحكام التجاور الفضائي (Spatial adjacency rules) مستمدة من وضع الوحدات الوظيفية داخل الانطقة الاربعة، والأخيرة أحكام الحدود الفضائية (spatial confinement rules) يقصد بها أن تظل الفضاءات مفتوحة [12].



شكل-3- مصفوفة توضح العديد من الاحتمالات لتوليد الفضاءات وفقًا لاحكام التجاور الفضائي [12]

وتم إنشاء أداة حاسوبية لتشغيلها في AutoCAD 2006 حيث تمت كتابة البرمجة النصية في AutoLISP، ويعمل البرنامج على ثلاث مراحل: الأولى يستهدف تطوير نموذج ثلاثي الأبعاد للمسكن والمبنى، والمرحلة الثانية: توليد تمثيلات ثنائية الأبعاد والاخيرة: تتالف من حساب جميع عناصر البناء المطلوبة لإنشاء المبنى. أما بالنسبة لصنع القرار، يتم توجيه المستخدم بالتتابع من نطاق إلى أخر، بدءًا من النطاق 1 وينتهي في النطاق 4[12].

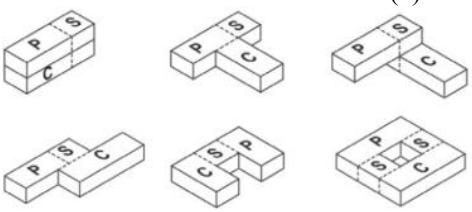
يتضح مما تقدم اعتماد منهج التخصيص البارامتري لتوليد انماط سكنية تابعة لتصميم مشروع سكني سابق، باستخدام اداة AutoLISP. اتاح المنهج للمستخدم (المصمم) والزبون اتخاذ القرار عن طريق التحكم بثلاثة بارامترات تمثل وحدات وظيفية موديولية مقيسة بتغيير مواقعها في النموذج البارامتري وفقا لاحكام وقيود تحكم المستخدم والزبون، كما اتاح لهما الانتقال بشكل متسلسل خلال اربعة انطقة.

3.7.دراسة Marchesi (2015):

تطرح الدراسة منهج Axiomatic Design[2] (AD) في تصميم المباني السكنية الخشبية الجاهزة لمعالجة عملية اتخاذ القرار في تطوير نظام بناء مسبق الصنع. يتميز المنهج بدمج الأجزاء ذات الإنتاج بالجملة او المكرر (mass-produced) مع المخصصة (customized). اذ يتيح للزبائن فرصة شخصنة (personalize) الأجزاء الاساسية بالنسبة لهم، ومن وجهة نظر المصمم فان المنهج المتبع يتسم بالمرونة والمتانة. كما يتم اتخاذ القرارات الاساسية من قبل الزبون لتحقيق المتطلبات في مرحلة

[2] Axiomatic Design: - منهج تصميمي للمقاييس يقوم بعملية تحليل منهجي للتصميم لتحويل احتياجات الزبائن إلى متطلبات وظيفية (FRs) وبارامترات تصميم (DPs) ومعالجة المتغيرات حيث يقوم المنهج بصياغة المتطلبات الوظيفية المحددة (FRs) واختيار أفضل بارامترات التصميم (DPs). كما تكون المتطلبات الوظيفية FRs الجيدة ضرورية لتلبية احتياجات الزبائن (CNs) [40].

التصميم المفاهيمي. يقع مقترح التصميم في موقع افتراضي ويتسم بالتكيف مع مختلف المواقع والظروف السياقية والمناخية. إذ يتم تعريف الشكل المعماري الأولي عن طريق المتطلبات الوظيفية (FR) وبارامترات التصميم (DP) المقابلة مع الاخذ بنظر الاعتبار القيود الموجودة. يتكون التصميم من اربع وحدات فضائية تقوم بتنفيذ متطلبات وظيفية محددة ، وبفضل التعيين الفردي one to one بين FR و DP ، وتوفر كل وحدة فضائية الوظيفة المتوقعة دون تداخل مع الوظائف الأخرى. كما موضح في الشكل (4)



شكل -4- مجموعة الوحدات الفضائية الموديولية العامة (C) والخاصة (P) والخدمة (S) [13]

تم زيادة درجة التصنيع المسبق بواسطة الألواح الموديولية القياسية عن طريق تجميع ألواح الجدران والنوافذ والأرضيات والسقف مسبقة الصنع في وحدات الفضاء الموديولية. كما تم تطوير أنواع مختلفة من ألواح الواجهات والارضيات والنوافذ من أجل تلبية تفضيلات الزبائن المختلفة [13].

تقدم الدراسة منهج تخصيص بارامتري AD قائم على دمج نظام الانتاج المكرر والانتاج المخصص من اجل تنويع حلول التصاميم السكنية ، كما تم تعريف كل متطلب وظيفي محدد ببراميتر واحد بعلاقة (واحد الى واحد) لتلافي حصول تداخل مع وظائف اخرى، كما يسمح المنهج للزبائن في مرحلة التصميم المفاهيمي بتخصيص اجزاء المسكن وعلى عدة المستويات (الوحدات الفضائية – الواجهة – نوع مواد الاسقف والارضية والنوافذ).

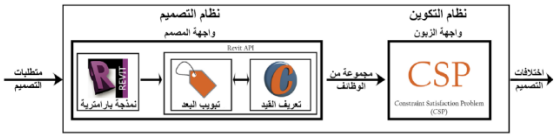
4.7.دراسة Khalili-Araghi و Kolarevic (2016):

تقدم الدراسة نظام تخصيص الأبعاد الذي يعكس إمكانيات التصميم البارامترى القائم على القيد ويضم نظام تخصيص الابعاد نظامين هما:

- الاول نظام التصميم البارامترى (PDS) الذي يوضح إمكانية التصميم البارامترى في تحقيق المرونة وتعريف القيد داخل تطبيقات نظام BIM. إذ أن تباين التصاميم في النمذجة البارامترية تقوم على التشابه طوبولوجيًا والتنوع في الشكل الجيومتري مع الاحتفاظ بالقيود، حيث ينشئ المصممون تعريفات بارامترية للكائن المصمم الذي يمكن أن ينتج عنه أشكال مختلفة. إذ تساعد إضافة القيود المصممين على التأكد من أن الميزات والهدف والخصائص العامة للمبنى تظل مرتبطة مع تغييرات التصميم. وهناك وظيفتان لنظام التصميم البارامتري(PDS) في واجهة برمجة التطبيق (API) وهما:

- تبويب البعد (Dimension Labeling): تعد وظيفة تسمية الأبعاد أساس تعريف القيد. وهي تمكّن المستخدم من تجاوز تعريف البعد عن طريق العلامات (labels) المرغوبة التي سيتم ربطها بالخصائص المحددة للعناصر مثل الجدران والأبواب والنوافذ.
- تعريف القيد (Constraint Definition): تُستخدم وظيفة تعريف القيد للحفاظ على التناسق بين عناصر المبنى [14].

- ثانيا : نظام إعدادات المستخدم (UCS) يتعامل مع مشاركة الزبائن التفاعلية في استكشاف الحلول وضبط التصميم لتتوافق مع احكام ولوائح التصميم. كما موضح في الشكل (5)



شكل-5- تنفيذ مخطط النظام والمكونات داخل Autodesk [14] Revit

تم تطبيق نظام تخصيص الابعاد على نموذج لتصميم المساكن لمشروع واقعي يتألف من طابقين. إذ تعرض الواجهة تمثيلًا ثلاثي الأبعاد للنموذج وتمثيلًا ثنائي الأبعاد لمخططات الطوابق ، ويقوم المصمم بتعريف الأبعاد وتحديد أسمائها. إذ تسمح واجهة التخصيص للمستخدم بالتنقل عبر النموذج، والتبديل بين النوافذ من 2D إلى 3D التي تتفاعل مع النموذج، واستكشاف حلول التصميم عن طريق تغيير الشكل الجيومتري إما بشكل تفاعلي أو عددي [14].

مما تقدم يتضح استخدام نظام التخصيص البعدي الذي يجمع منهجين الاول نظام التصميم والذي يقوم على اساس بناء نموذج بارامتري قائم على القيد يتم فيه تعريف القيود والابعاد من قبل المصمم لضمان الحفاظ على الخصائص العامة لمبنى، اما النظام الثاني فيمثل نظام إعدادات المستخدم والذي فيه يسهم المستخدم في توليد الشكل الجيومتري على مستويين تفاعلي وعددي، كما تسمح للمستخدم بالتنقل بحرية على مستوى المخطط والنموذج الثلاثي الابعاد .

5.7. دراستي Kwieciński و Markusiewicz (2018) Kwiecinski و Duarte)(2019):

تقدم الدراسة نظام تصميم HOPLA (مخطط المنزل) بمساعدة الحاسوب، يهدف الى تبسيط تخصيص تصميم المساكن منفردة الاسر من خلال دعم مشاركة المستخدمين في عمليات التصميم لمساعدتهم في البحث عن حلول التصميم، يتكون النظام من عنصرين أساسيين: خوارزمية تستند إلى قواعد التشكيل العامة (generic grammar) مسؤولة عن إنشاء حلول التصميم فيما يتعلق بإدخال المستخدم، وواجهة مستخدم تعمل باللمس، تتيح للمستخدمين تقديم البيانات والتحكم في العملية بطريقة حدسية [15]. يتكون HOPLA أيضًا من ثلاثة عناصر: الاول نظام تصميم توليدي (generative design system) مسؤول عن توليد حلول فيما يتعلق بمدخلات المستخدم، والثاني وسيلة اتصال رقمية تتيح للمستخدمين التفاعل بشكل ملموس مع نظام التصميم والاخير عملية تصميم تشاركية تدعو الأشخاص للمشاركة في تشكيل المسكن [15].

تكون أبعاد كل غرفة هي مضاعفات الوحدة الأساسية التي تبلغ 60 سم [15]. وفرض قيود على عملية التوليد حيث تسمح احكام القواعد بوضع كل غرفة بالقرب من أي غرفة أخرى من نفس النطاق [15]. يعتمد منهج التصميم وسيلة اتصال ملموسة وهي علامات (markers) التي تكون عبارة عن كتل خشبية. يتعرف النظام على كل علامة على أنها تمثيل لنوع معين من الغرف. ويحدد المستخدم مواقع الغرف ، بينما يتم تغيير انطقة الغرف عن طريق تدوير الكتل [15].كما موضح في الشكل (6).

شكل-6- مستخدم يقوم بتكوين حل التصميم [15]

وتتسم عملية التصميم التشاركي (Participatory design process) بأنه عند البدء في عملية التكوين يحتاج المستخدم إلى تقديم معلومات أولية باستخدام الجهاز اللوحي وبناءً على هذه المعلومات، يقترح البرنامج قائمة بالغرف التي يجب دمجها في حل التصميم [15]، وفي المرحلة التالية، يمكن للمستخدم أن يقرر ما إذا كان يفضل تهيئة المبنى بنفسه من نقطة الصفر أو تعديل مشروع مقترح [15].

وتم في دراسة (Kwiecinski و Duarte) (2019) عرض نتائج اختبارات قابلية الاستخدام لـ HOPLA (مخطط المنزل)، والتي تهدف إلى التحقق من أن الطريقة المقترحة تسمح للمستخدمين غير الخبراء بتكوين تصميم مسكن يلبي توقعاتهم في وقت محدد [16]. وقد أظهرت نتائج اختبارات قابلية الاستخدام أن الأداة تسمح لمستخدميها بالعثور على حل يلبي توقعاتهم في 15 دقيقة، كما ذكر أكثر من نصف المشاركين أنهم يفضلون تكوين حل تصميم بأنفسهم بدلاً من الحصول على مساعدة متخصص [16].

مما تقدم يتضح إمكانية تطبيق التخصيص في عملية التصميم النمطي البارامتري باعتماد نظام تصميم توليدي يتبنى قواعد الشكل في توليد الحلول على اساس مدخلات الزبون مع امكانية تعديلها او البدء من الصفر من قبل الزبون وبشكل مباشر عن طريق استخدام وسيلة اتصال تعمل باللمس، كما يتم اعتماد التخصيص الجيومتري للمسكن بتغيير التنظيم الداخلي بالاضافة الى تغيير العلاقات الطوبولوجية بين الانطقة. كما تم في هذه الدراسة الاخذ بنظر الاعتبار التوجيه الشمالي او الجنوبي وحسب تفضيلات الزبون.

يتضح مما تقدم تباين الدراسات السابقة في تطبيق التخصيص في عملية التصميم النمطي البارامتري ، إذ تتباين طروحاتها في عدد من الجوانب ومنها:

- **تتنوع الخصائص التصميمية الخاضعة الى التخصيص في عملية التصميم النمطي البارامتري**:- فقد يكون التخصيص في الخصائص الجيومترية القائمة على تغيير الابعاد كما في دراسة Khalili-Araghi و Kolarevic، أو تغيير الشكل الجيومتري والعلاقات الطوبولوجية بين عناصر التصميم كما في دراسة Benros & Duarte.
- **تتنوع اساليب التقييس في عملية التخصيص**: إذ ان معظم الدراسات اعتمدت الموديول في عملية التخصيص، ففي دراسة Benros & Duarte استخدمت الوحدات الموديولية بالاضافة الى اعتماد وحدة موديولية 80 سم ومضاعفاتها في عملية التخصيص، وفي دراسة Marchesi اعتمدت الوحدات الوظيفية المقيسة بالاضافة الى وحدات موديولية على مستوى الواجهة والسقف والنوافذ، واخيرا إعتماد مضاعفات الوحدة الموديولية 60 سم في دراسة Kwieciński و Markusiewicz.
- **يتنوع دور المصمم في تطبيق التخصيص في عملية التصميم النمطي البارامتري:** فمن ملاحظة الدراسات السابقة برز دور المصمم في تصميم البارامترات ووضع الاحكام rules والقيود على عملية التخصيص وذلك لضبط وزيادة التحكم في عملية تخصيص المسكن عند استخدامها من قبل الزبائن، نذكر منها احكام التناسب الفضائي، والتجاور الفضائي و الحدود الفضائية الخاصة بدراسة Benros & Duarte ، والقيود التي ذكرت في اغلب الدراسات ومنها دراسة Marchesi التي فرضت قيد التعيين الفردي مثلا وضع الفضاءات العامة داخل وحدة وظيفية واحدة لكي لايصبح تداخل مع وظائف المسكن الاخرى.
- **يتنوع دور الزبون في تطبيق التخصيص في عملية التصميم النمطي البارامتري:** تباينت الدراسات في أساليب تفاعل الزبون اثناء عملية التصميم فمثلا في دراسة Benros and Duarte كان مستخدم النظام (الزبون) لا يصمم الحلول بشكل مباشر، بينما في دراسة Khalili-Araghi و Kolarevic ودراسة Kwieciński و Markusiewicz كان مستخدم النظام (الزبون) يتفاعل بشكل مباشر اثناء عملية التخصيص.

بناءا عليه، سيطرح البحث في الجزء التالي أهم المفردات التي تعرّف تطبيق التخصيص في التصميم النمطي البارامتري.

8. مفردات تطبيق التخصيص في التصميم النمطي البارامتري:

1.8. أنواع الخصائص التصميمية موضع التخصيص في عملية التصميم النمطي البارامتري:

أصبح التخصيص من قبل الزبائن الآن خيارًا في مجموعة من الصناعات بما في ذلك الإسكان التجاري، ويكون التخصيص على عدة أنواع، إذ تتنوع الخصائص التصميمية موضع إختيار الزبون بين الجوانب التالية:

أولا : التخصيص في المتطلبات الوظيفية لفضاءات التصميم: ففي دراسة Marchesi (2015) تستوعب كل وحدة فضائية مجموعة من الأنشطة المعيشية للزبائن مثل وحدة الفضاء المشتركة الذي يضم (غرفة معيشة وغرفة الطعام ومطبخ وخدمات). ويمكن دمج وحدات الفضاء من خلال إنشاء تكوينات مختلفة للفضاء وفقًا لاحتياجات الزبائن المختلفة وميزات الموقع والميزانية المتاحة [13]. وفي دراسة Kwieciński و Markusiewicz يعمل النظام على قائمة من 9 أنماط من الغرف (مطبخ ، غرفة طعام ، غرفة معيشة ، مكتب، غرفة نوم رئيسية..الخ) ويمكن استخدام كل منها عدة مرات، وتم تخصيص كل غرفة إلى واحدة من ثلاث انطقة (zones) : نطاق الدخول والنطاق شبه العام والنطاق الخاص. ويتوافق تعيين الغرف للانطقة مع درجة خصوصيتها[15].

ثانيا :- التخصيص الجيومتري والبعدي: وهناك نوعان من التخصيص وهما الجيومتري (geometric) و التخصيص البعدي (dimensional) [17]. فالتخصيص في تصميم المساكن القائمة على أساس التباين البارامترى يكون مقنعا لأنه يوفر تنوع متجانس على نطاق الحي السكني. وقد تكون تصاميم المساكن متشابهة من الناحية النمطية (Typologically) والطوبولوجية (Topologically) ومختلفة في شكلها الجيومتري بشكل كبير. وهذا التشابه النمطي (والطوبولوجي) مع وجود اختلافات في التخطيط العام (overall layout) والهيئات (shapes) والاشكال (forms) هو ما يميز العديد من الأحياء التقليدية والتاريخية. وتوفر دراسة Khalili-Araghi وKolarevic نظام إعدادات المستخدم (UCS) لتخصيص الأبعاد معالجة رقمية لقيم الأبعاد ودعم التحديث الديناميكي للنموذج. كما يسمح النظام للمستخدم بتغيير بارامترات الأبعاد بسهولة عدديًا في النموذج [14] .

ثالثا :- التخصيص الطوبولوجي العلائقي: من ملاحظة الدراسات السابقة وجد ان هناك نوع آخر من التخصيص وهو التخصيص الطوبولوجي. على سبيل المثال يمكن إجراء حركة العناصر من أجل تكوين الشكل الجيومتري إذ تسمح الحركة التفاعلية بإعادة التشكيل عن طريق تحريك الجدران للأمام أو للخلف وكذلك الأبواب والنوافذ ضمن الجدران [14]. وفي دراسة Benros & Duarte (2009) يتم وضع الوحدات الوظيفية داخل الانطقة حيث يمكن وضع الوحدات في ثلاثة أوضاع (اليسار أو اليمين أو الوسط او لايوجد) اما تصميم الواجهة فهو انعكاس لتخطيط الفضاءات الداخلية [12]. وفي دراسة Marchesi (2015) كان التخصيص ايضا على المستوى الشكلي والطوبولوجي [13].

رابعا:- التخصيص الطرزي على مستوى المواد أو الألوان أو التفاصيل البنائية كالزخارف والأفاريز وغيرها.. الخ، من دون التاثير على الشكل الجيومتري: بالإضافة الى تغيير الشكل الجيومتري عبر التصميم البارامتري فإن عناصر الاختلاف قد لا تؤثر على الوحدة العامة الشكلية أو الطرزية stylistic or (unity) formal) [17]. إذ تمكّن مواقع الويب للمعماريين و / أو شركات البناء أي شخص (الزبون) من اختيار تصميم المنزل الذي يعجبه واستكشاف الخيارات المتاحة، كما يمكن للزبون تخصيص الإنهاءات الداخلية والخارجية لتصاميم المساكن المحددة مسبقًا [2].

مما تقدم يتضح ان هناك أربع انواع من التخصيص، الأول على مستوى المتطلبات الوظيفية وأعداد الفضاءات، والنوع الثاني يكون التخصيص على مستوى التشكيل الجيومتري وابعاد الفضاءات، والثالث يكون على مستوى العلاقات الطوبولوجية او العلائقية بين الفضاءات، والرابع يكون التخصيص فيه على المستوى الطرزي وتفاصيل الإنهاءات بحيث لايؤثر على الشكل الجيومتري.

2.8. اساليب التقييس المديولي في عملية التخصيص:

يكتسب التقييس (standardization) معنى جديدًا في عالم التصميم والإنتاج المعاصر المعرف بارامتريا والمُحكم رقميًا. ويمكن أن يؤدي التعريف البارامتري لشكل جيومتري قياسي (standard) إلى إنشاء عدد لا حصر له من الأشكال الغير القياسية، وكلها تنتمي إلى عائلة التصميم نفسها أي فضاء التصميم نفسه [1]. إذ اثبتت الموديولية انها اداة فاعلة لتسهيل عملية التخصيص وتجنب التعقيدات المحتملة المرتبطة بالتصاميم المخصصة حسب طلب الزبائن [18]. وبحسب دراسة Duray) (et al., 2000 ان هناك متغيرين أساسيين في تصنيف أدوات التخصيص حسب الطلب وهي: مشاركة الزبون في تعريف التصميم ونوع الموديولية المستخدمة فيه [19]. يمكن لعملية مستقرة وثابتة من خلال الموديولية أن تسفر عن تدفق ديناميكي عن طريق تجديد البنية الموديولية لتطوير وحدات جديدة وعروض جديدة [20].

- ويمكن تصنيف أنواع النظم الموديولية في التخصيص حسب الطلب [3] وكما يلي:

- الموديولية عن طريق مشاركة المكونات Component-Sharing Modularity: والمقصود بها مشاركة نفس المكون في أكثر من تصميم.
- الموديولية عن طريق تبديل المكونات Component-Swapping Modularity : والمقصود بها وجود أنماط بديلة لنفس المكون والتي يمكن إدراجها في نفس التصميم لإنتاج تصاميم متنوعة.
- الموديولية القابلة للتحوير البعدي Cut-to-Fit Modularity : والمقصود بها المكون الموديولي الذي يكون بمجموعة واسعة من الأبعاد لتلبية احتياجات الزبائن. إذ يمكن تعديل أبعاد المكون مثل الطول أو العرض أو الارتفاع.
- الموديولية عن طريق المزيج Mix Modularity: والمقصود بها دمج المكونات الموديولية المستقلة لتنتج مزيج نهائي، لكنها تتميز بخاصية فقدان المكونات الموديولية لهويتها الفريدة.
- موديولية الحافلة Bus Modularity: والمقصود بها احتواء التصميم على مجموعة متنوعة من المكونات الموديولية مع إمكانية التحكم في المنتج النهائي. مثلا إستخدام مكونات موديولية متنوعة للأبواب والشبابيك وتجميعها معا في تصميم الواجهة.
- موديولية المقاطع Sectional Modularity: والمقصود بها تمكين الزبون من تركيب التصميم من مجموعة من المكونات الموديولية عن طريق توصيل المكونات ببعضها البعض.

تعمل الوحدات الموديولية في المساكن او في اي مبنى على تنظيم المعلومات الهيكلية لمنع العشوائية، إذ تنظم الوحدة معلوماتها الداخلية، كما تعمل بشكل إيجابي عندما يكون هناك بنية اساسية للتنظيم[21]. ففي دراسة Benros & Duarte (2009) كانت الخصائص المقيسة المستخدمة في تخصيص الشقق على مستوى المخطط هي الوحدات الوظيفية (موديولات وظيفية) (الحمام-المطبخ- الخزانة)، كما تم استخدام الوحدة الموديولية 0.8 مترومضاعفاتها كمقياس لاصغر باب وتمتد لقياس محيط المساكن، كما تم تقسيم كل نطاق من الانطقة الوظيفية الأربعة إلى مصفوفة موديولية modular matrix [12]. وفي دراسة Marchesi (2015) تم استخدام وحدات فضائية موديولية متمثلة بفضاءات المسكن المسبق الصنع، كما تم استخدام الألواح الموديولية القياسية عن طريق تركيب ألواح الجدران والنوافذ والأرضيات والسقف مسبقة الصنع وكذلك الواح الواجهات الموديولية [13]. وفي دراستي Kwieciński) و (Markusiewicz ،(Kwiecinski و Duarte) تكون أبعاد كل غرفة هي مضاعفات الوحدة الموديولية التي تبلغ 60 سم [15].

يتضح مما تقدم اهمية الموديولية باعتباره اداة فاعلة في تسهيل عملية تخصيص المساكن، اذ تتنوع اساليب تطبيق الموديولية (موديولية مشاركة المكونات - موديولية تبديل المكونات...الخ)، كما يتنوع موضع تطبيق الموديول في عملية التخصيص من وحدة موديولية بعدية الى مكونات التصميم البنائية كالالواح الموديولية للجدران والشبابيك والسقوف، بالاضافة الى موضع تطبيقه بشكل وحدات وظيفية تضم فضاءات المسكن وانطقة وظيفية يتم تمثيلها بمصفوفة موديولية.

3.8. دور المصمم في تطبيق التخصيص في عملية التصميم النمطي البارامتري:

يتعامل المصمم المعماري مع الزبائن لفهم اذواقهم واحتياجاتهم، كما يمكنه اتخاذ القرارات بدلا من الزبون او توجيه الزبون الى اتخاذ القرار الصحيح في التصميم، الا انه في حالة تصميم مجمع سكني فإن المصمم يصمم للمستخدم القياسي (standard user) ويصنفه وفقًا لخلفيته الاجتماعية بدون تنوع فعال. وتم انتقاد هذا النظام في العقود الماضية [5]. إلا أن ظهور

[3] المصدر :

Flaherty, J. (2009). 6 Types of Mass Customization. Retrieved from https://www.ponoko.com/blog/digital-manufacturing/replicators-6-types-of-mass-customization/

التخصيص حسب الطلب والتصميم الشمولي (Design Meta) نتيجة تقنيات التصميم البارامترية أتاحت إمكانية حدوث اختلافات يمكن إنتاجها باستخدام النماذج الأولية السريعة [4]. ويعرف التصميم الشمولي بإنه طريقة لدمج الأنظمة ووضع الإجراءات من أجل خلق بيئة يمكن للناس فيها تنمية محادثات إبداعية والتحكم في سياق إنتاجهم الثقافي والجمالي، بمعنى التركيز على تصميم الهياكل والعمليات العامة، بدلاً من التركيز على العناصر الثابتة [22]. وبذلك مكنت الأشخاص العاديين من التحكم بقدر أكبر في فضاءاتهم المصممة. كما تطور دور المصمم المعماري بتوفير لغة عامة ذات بارامترات وقيود واحكام يضعها في المجال الاجتماعي [4].

1.3.8 تصميم البارامترات المخصصة:

يمكن ربط معظم واجهات التصميم المقدمة بما يسمى بتصميم قاعدة البيانات (database design) حيث ينشئ المصمم فضاء رسم للمستخدمين عديمي الخبرة. قد يمثل إنشاء هذه التصاميم الشمولية الوصفية بديلاً محتملاً للتحكم المتزايد الذي يمارسه المعماريون في عملية التصميم والبناء بأكملها[5]. فعلى مستوى التمثيل، توفر البارامترات مفهومًا للهيئة (shape) والشكل (form) في العمارة من خلال وصف مجموعة من الاحتمالات، كما يمكن للمصممين باستخدام البارامتر إنشاء عدد لا حصر له من الكائنات، والتعبيرات الجيومترية للمخطط من متغيرات الأبعاد، أو الخصائص العلائقية أو التبعيات الفعالة (operative dependencies) [1]. إذ تشير البارامترات إلى كل التصميم أو فقط اجزاء من التصميم التي تتغير أو الأدوات أو طراز التصميم البارامتري (design style of parametricism) [23]. إذ ان مايزيد من قدرة المصمم على استكشاف الاختلافات والتغيير هو امكانية معالجة البارامترات ديناميكيًا، حيث يفتح المجال لإمكانية إشراك الزبون في عملية التصميم وبذلك تقليل الوقت الذي يقضيه في إعادة صياغة النموذج لتوليد نتائج متعددة مخصصة [5]. إذ يتعين على المصمم المعماري في عملية تخصيص المساكن تحديد نطاقات الابعاد للبارامترات الديناميكية (الحدود الدنيا والقصوى)، ويحتفظ المصمم بالسيطرة على العناصرالاساسية للتصميم، ويحدد القرارات التي يمكن للزبون اتخاذها. كما يتطلب من المصمم تعريفًا دقيقًا للتسلسلات الهرمية البارامترية في تعريف الشكل الجيومتري للمسكن، بدءًا من البارامترات العامة (global) التي تؤثر على الشكل الجيومتري الكلي كالتنظيم الفضائي في المسكن، وصولاً إلى البارامترات الموضعية (local) التي تحدد مثلا عدد النوافذ والابواب والمسافات فيما بينها. ثم التأكد من أن التصاميم التي تظهر عند تطبيق التخصيص ليست قابلة للتطبيق فحسب بل وجيدة أيضًا [17].

مما تقدم يتضح دور المصمم في عملية التخصيص من حيث تعريف الحدود الدنيا والقصوى للبارامترات الديناميكية، كذلك تعريف الشكل الجيومتري للمسكن من خلال تعريف التسلسل الهرمي للبارامترات العامة او الشاملة وتعريف البارامترات الموضعية local، كذلك التحقق من عملية تصميم البارامترات لضمان انها جيدة عند إختيارها من قبل الزبائن.

2.3.8 الاحكام Rules:

التصميم البارامتري هو عملية ديناميكية قائمة على الاحكام يتم التحكم فيها من خلال الاختلافات (variations) والبارامترات [24]. ففي عملية التصميم البارامتري، هناك فئتان من أنشطة التصميم: المعرفة التصميمية (design knowledge) وخوارزمية الحكم (rule algorithm). إذ يستفيد المعماريون من معرفتهم بالتصميم مباشرةً لمعالجة مثلا كيفية تلبية المتطلبات الوظيفية. وفي فئة خوارزمية الحكم، يطبقون المعرفة التصميمية من خلال أدوات التصميم البارامترية، بما في ذلك تحديد الاحكام وعلاقاتها المنطقية، واختيار البارامترات المناسبة لغرض معين وربط البيانات الخارجية بالاحكام المحددة [36]. ويسترشد المصمم في التصميم البارامتري باحكام وقيود محددة مع توفير خيارات كافية لتطوير تكوين متنوع [25]. تحدد الاحكام العلاقات بين العناصر الجيومترية وتكوين سمات البارامترات[39]. إذ يستخدم المصممون كلًا من الأساليب الجيومترية والخوارزمية لتطوير حل التصميم [38]. ويتم تلخيص العوامل التي يمكن أن تؤثر على نتيجة التصميم بسلسلة من الاحكام المتعلقة ببارمترات الإدخال التي يتم برمجتها في الحاسوب (يسمى نظام الحكم). وتتحد البارامترات ونظام الحكم في نموذج بارامتري، يمكن من خلاله إنشاء الأشكال المعمارية والفضاءات والهياكل تلقائيًا، ويمكن تعديلها ببساطة عن طريق تغيير البارامترات. ويمكن تقسيم احكام العمارة إلى نوعين: الاحكام التوليدية (generative rules) والاحكام الوصفية (descriptive rules). تتحكم الاحكام التوليدية مباشرة في توليد التصاميم، بينما تستخدم الاحكام الوصفية للتحقق من تلبية المتطلبات في تصميم معين مثلا أداء الإضاءة الطبيعية للغرفة. وتضم الاحكام التوليدية: احكام الشكل، احكام الصوت التوليدية، احكام الرؤية التوليدية، احكام الحركة و احكام التنظيم الفضائي [27]. وذكرت دراسة Benros & Duarte (2009) احكام تتعلق بالتنظيم الفضائي: التناسب الفضائي، التجاور الفضائي واحكام الحدود الفضائية [14].

يتضح مما تقدم وظيفة الاحكام التي يضعها المصمم في عملية التخصيص من خلال تعريف العلاقات بين العناصر الجيومترية وتكوين سمات البارامترات لتطوير الحلول التصميمية، وهناك نوعين من الاحكام : الاحكام التوليدية التي تلعب دورا رئيسيا في توليد العناصر (تضم الاحكام الشكلية واحكام التنظيم الفضائي... الخ)، والاحكام الوصفية التي تتحقق فيما اذا كانت عملية التوليد تلبي متطلبات (مثلا المتطلبات الوظيفية والهيكلية والبيئية).

3.3.8 االقيود constraints:

تعرف القيود العلاقات بين قيم البارامتر أو بين العناصر الجيومترية أو الطوبولوجية للنموذج، مع تحديد الخصائص الثابتة في النموذج أثناء عمليات التنقيح (editing operations) للحفاظ على وظائف التصميم أثناء التعديل [28]. في العديد من مشاكل التصميم المعماري، يقوم الزبون عادة بالإضافة إلى ظروف الموقع، بصياغة القيود. ثم يقوم المصممون بتضمين قيود إضافية لتصبح عملية التصميم أكثر منهجية. إذ تؤدي الإضافة المنطقية للقيود وتعيين القيم لبارامترات التصميم إلى تقليل فضاء الحل تدريجياً وتوجيه العملية نحو حل معين[29]. ويتم تخزين معلومات الشكل الجيومتري بواسطة كيانات جيومترية وطوبولوجية [30] وتتكون قيود التصميم من:

- القيود الجيومترية: مثل الأبعاد (dimensions) والتوازي (parallelism) والتركيز(concentricity)، إذ يتم فرض قيود جيومترية على الشكل الجيومتري للعثور على الموقع وإنشاء الشكل المادي المطلوب حيث يتم تحديد الشكل المادي للتصميم من خلال القيود الجيومترية المباشرة، كما ينظر الى القيود الجيومترية أنها قيود منخفضة المستوى [30].

ويميز Bettig & Shah الأنواع التالية من القيود الجيومترية:

- القيود الجبرية (Algebraic): حيث يلزم وجود علاقة رياضية بين اثنين أو أكثر من بارامترات النموذج.
- القيود المنطقية (Logical): حيث يلزم أن تكون العلاقة الجيومترية المحددة بين العناصرالجيومترية صحيحة.

- القيود البعدية (Dimensional): حيث يتم تحديد مسافة أو علاقة زاوية بين كيانات الشكل الجيومتري [31].

القيود الغير الجيومترية (مثل الوظيفة، المواد، متطلبات العملية، وبيئة العمل) تتم معالجة القيود الغير جيومترية أولاً بواسطة المصممين بناءً على معرفة التصميم وتفسيرها للقيود الجيومترية المقابلة. وتكون القيود الغير جيومترية غير مباشرة وتعتبر قيود عالية المستوى [30].

يتضح مما تقدم اهمية القيود التي يضعها المصمم في تقييد التخصيص والتي تتاثر عند صياغتها من قبل المصمم بظروف الموقع والزبائن. كما هناك نوعين من القيود : اولها القيود الجيومترية التي تتم معالجتها بصورة مباشرة وتشمل القيود الجبرية والمنطقية والبعدية، اما القيود الغير الجيومترية وهي غير مباشرة، تشمل المتطلبات الوظيفية، المواد، متطلبات العملية وبيئة العمل..الخ.

4.8. دور الزبون في تطبيق التخصيص في عملية التصميم النمطي البارامتري:

1.4.8. تفاعل الزبون في عملية التخصيص:

تتنوع أساليب تفعيل دور الزبون، ففي دراسة Brandão, et al. تنقسم الى مجموعتين :

المجموعة الاولى: أن مستخدم النظام (الزبون) لا يصمم الحلول بشكل مباشر ولكنه يقدم التفاصيل التي يستخدمها النظام لإنشاء الحلول، ثم يكون لدى المستخدم (الزبون) خيار مراجعة متطلباته الأصلية. حتى لو لم يقم المستخدم (الزبون) بتحديد الأبعاد، فإنه لا يزال يتدخل في تصميم مسكنه [2].

- ففي دراسة Duarte's (2005) : يصل المستخدم إلى البرنامج على الويب، يوجه البرنامج المستخدم من خلال الأسئلة التي عادة ما يطرحها المعماري خلال الاجتماع الأول مع الزبون، مثل الملف الشخصي لأفراد الأسرة، وعاداتهم المعيشية، والغرف التي يريدونها، والتكلفة الخ، وعند الانتهاء يقوم البرنامج بإنشاء موجز التصميم أو برنامج الإسكان، مع مراعاة لوائح الإسكان المتبعة. ويقوم البرنامج بعدها بإنشاء حل سكني يفي بالمتطلبات والتي يمكن للمستخدم تقييمها [32].

- وفي دراسة Kwiecinski et al (2016) : تم تطوير تطبيق حاسوبي بحيث يمكن إتاحته عبر الإنترنت أو في شركة بناء المساكن. وتقوم أداة التصميم بما يلي:

أ- تقديم حلول تصميم تلبي متطلبات الزبون بناءً على قواعد التصميم design grammar [33].

ب- تبدأ عملية التوليد من خلال جمع المعلومات من ساكن المسكن من أجل صياغة موجز تصميم المنزل. وفي هذه المرحلة من التطوير، يُطلب من المستخدمين تحديد عدد السكان ومستوى جودة المنزل (الحد الأدنى أو الموصى به أو الأمثل). وبناءً على هذه المعلومات، يتم حساب حجم المنزل ويتم تحديد البرنامج الوظيفي للمبنى والذي يمكن للمستخدم تعديله [33].

- وفي دراسة Benros و Duarte (2009) : يمكن أن يراقب المصمم (مستخدم البرنامج) و الزبون عملية التصميم في الوقت الفعلي real-time حيث يتم إنشاء النموذج ثلاثي الأبعاد للتصميم وتعديل الحلول غير المرغوب فيها أو مقارنة الحلول المختلفة [12]. إذ تم تصميم النظام البارامتري لغرض استخدامه من قبل المعماريين وليس الزبائن ولديه فضاء حل أصغر من النظام التوليدي [2].

المجموعة الثانية: إن مستخدم النظام (الزبون) يتفاعل بشكل مباشر في عملية التصميم :

- دراسة Khalili-Araghi and Kolarevic (2016): تقدم نظام إعداد المستخدم (UCS) الذي يتعامل مع مشاركة الزبائن التفاعلية [14]. إذ تسمح واجهة التخصيص للزبون بالتنقل عبر النموذج، واستكشاف الحلول عن طريق تغيير الشكل الجيومتري إما بشكل تفاعلي أوعددي [14].

- في دراسة Kwiecińskiو Markusiewicz)(2018): يقدم المستخدم (الزبون) معلومات أولية وبناءا على هذه المعلومات، يقترح البرنامج قائمة بالغرف التي يجب دمجها في حل التصميم[15]، يمكن للمستخدم بعدها أن يقرر ما إذا كان بفضل تهيئة المبنى بنفسه من نقطة الصفر أو تعديل مشروع [18]. ويؤدي المنهج إلى إضفاء الطابع الديمقراطي (democratize) الى التصميم من خلال توسيع نطاق الأشخاص الذين لديهم إمكانية الوصول إلى عملية التصميم [15].

مما تقدم يتضح ان هناك نوعين من انواع تفاعل الزبون في عملية التخصيص الاول : تفاعل غير مباشر حيث لايصمم الزبون الحلول بشكل مباشر بل تقدم له بصيغة اسئلة تتم اجابتها من قبل الزبون وعلى اساسها تتم عملية التخصيص او يراقب كل من المصمم والزبون عملية التخصيص لحين الوصول الى الحل النهائي الذي يرضي الزبون، اما الثاني : تفاعل مباشر حيث يتفاعل الزبون بشكل مباشر في تصميم الحلول ويستكشف الحلول من الصفر او تعديل حل مقترح من قبل البرنامج.

2.4.8. طريقة تفاعل الزبون مع البارامترات في عملية التخصيص:

- طريقة اختيار البارامترات من القائمة (Menu-Picking): من منظور Kolarevic (2015) يتم اضفاء الطابع الديمقراطي على التصميم من خلال نشاط اختيار البارامترات من القائمة [5]، يتطلب مثل هذا المنهج للمساكن المخصصة تعريفًا للنمط الشمولي (meta-type) من قبل المصمم، وهي عملية تصميم يمكن أن تنتج عددًا لا نهائيًا من الاختلافات المصممة بشكل فردي والتي تختلف عن بعضها البعض، ومع ذلك تظل ضمن نمط التعريف الذي حدده المصمم. فبدلاً من تصميم مسكن واحد، سيصبح المصمم المعماري مصممًا لنظام التصميم (Meta-designer)، مما يخلق تعريفًا بارامتريا يمكنه إنتاج تصميمات المختلفة. ونتيجة لذلك يكون المسكن القابل للتخصيص والمعرف بارامتريا متوفر بشكل تفاعلي (عبر موقع في الإنترنيت أو تطبيق حاسوبي) ومصمم مسبقًا [17]. ويكون الزبون في هذا المنهج مصمم مشارك [1]. كما أن إضفاء الطابع الديمقراطي على عملية التصميم يمكّن الزبائن من تخصيص الأبعاد للمخطط الفضائي (spatial layout) العام وواجهة تصميم المنزل الذي يختارونه، مثلا اختيار حجم غرفة المعيشة وموقع باب الدخول وصولا الى عدد النوافذ وحتى المواد والإنهاءات المتوفرة [17].

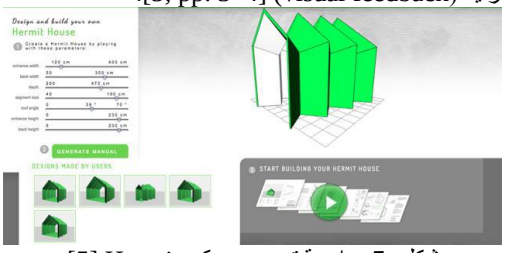
- المستخدم المبتكر:- يتم إضفاء الطابع الديمقراطي على عملية التصميم من خلال تحويل المستخدم إلى مصمم [5]. تعتمد فكرة (innovation user) على اعتبار أن المستخدمين (الزبائن) لديهم المزيد من المعلومات حول احتياجاتهم الخاصة وسياق الاستخدام ونتيجة لذلك يميلون إلى تطوير ابتكارات جديدة وظيفيًا. ولذلك يتم تزويد المستخدمين بمجموعة من الأدوات من تصميم المنتج وأدوات اختبار التصميم المعدة للاستخدام [34]. ومن احدى هذه الادوات حل مشكلة التجربة والخطا (Trial-and-error problem)، حيث يمكن تصورها كدورة من أربع مراحل تتكرر عادة عدة مرات أثناء تطوير التصميم: المرحلة الاولى يتصورالزبون حل المشكلة بناءً على معرفتهم. المرحلة الثانية: يقوم المستخدم ببناء نموذج أولي مادي أو افتراضي المرحلة الثالثة: يقوم المستخدم بإجراء التجربة لحلهم النموذجي. المرحلة الرابعة: يقوم المستخدم بتحليل النتيجة وتقييم معلومات الخطأ التي حصلوا عليها [34].

يتضح مما تقدم وجود طريقتين في توفير خيارات التصميم للزبون. الاولى: تعتمد على اختيار البارامترات من ضمن قائمة معرفة سابقا من قبل المصمم المعماري ويكون الزبون مصمما مشاركا وبدون خبرة، اما الثانية فيكون الزبون هو المصمم المبتكر وذو خبرة قليلة في عملية التخصيص والاعتماد على حل المشكلة التصميمية بواسطة التجربة والخطا.

3.4.8. انواع واجهات التخصيص البارامترية المتاحة لدى الزبون:

يقوم مبرمجو الأنظمة بتصميم واجهة خاصة لكل فئة معروفة من الزبائن. ويتم تضمين مجموعة صغيرة من الأوامر المختصرة التي تسمح للزبون بالمتابعة [35]، يمكن التمييز بين هذه الواجهات وفقًا لدرجة التحكم التي تقدمها للزبون:

-المجموعة الاولى: تضم عددًا معينًا من البارامترات المفتوحة للمستخدم لتخصيص المسكن. يطلق عليها اسم أدوات التكوين (configurators)، لأنها توفر إمكانية تكوين تصميم محدد مسبقًا عن طريق تغيير بعض السمات [5] مثال عليها مساكن Hermit[4]، حيث يمكن للمستخدم التحكم بالبارامترات الديناميكية، وتنشئ الواجهة رسومات ثلاثية الأبعاد للتغذية الاسترجاعية المرئية (visual feedback) [4] [5, pp. 3–4].



شكل -7- واجهة تصميم مسكن Hermit [5]

-المجموعة الثانية: تتيح واجهات التصميم التغذية الاسترجاعية بين النظام والمصمم. ولا تقدم أنظمة التصميم فقط اختيار البارامترات الديناميكية للمستخدم ولكن الأهم من ذلك أنها تمكنه من التفاعل. حيث يساهم النظام بالخبرة التقنية في تحقيق أهداف المصمم. ويشتمل البرنامج على نظام تغذية مرتدة يمكّن من اختبار بيئة العمل والمحاكاة [5].

-المجموعة الثالثة: تتميز بتصميم واجهات تم تطويرها لتمكين انشاء واجهات تصميم- التصميم الشمولية. حيث تعد Mattermachine مثالا لهكذا واجهة تقدم منصة تصميم بارامتري تسمح للمصممين بإنشاء وتقديم منتجات قابلة للتخصيص عبر الإنترنت. إذ تتكون من محرر قائم على العقدة (node-based editor) بحيث يمكن توصيل أحد المكونات بآخر لتشكيل تعريف بارامتري. يمكن للمصمم إنشاء بارامترات مفتوحة للمستخدم. ويمكن للمستخدم تقييم سلسلة القيود البارامترية. كما تتيح الواجهات كلا الشكلين من التفاعل مع استخدام واجهتين مختلفتين، إحداهما مع البارامترات المفتوحة تسمى وضع العرض التقديمي. والأخرى مع التعريف البارامترى للكائن[5].

يتضح مما تقدم انواع واجهات التخصيص البارامترية المتاحة للزبائن، النوع الاول تتيح للزبون التحكم بالبارامترات الديناميكية المفتوحة. النوع الثاني تتيح بالاضافة الى البارامترات المفتوحة تعريف الكائن واختبار بيئة العمل والمحاكاة. واخيرا النوع الثالث يتيح للزبون التلاعب بالبارامترات وتعريف الكائن كما تسمح بتدخل الزبون في تقييم القيود الموضوعة من قبل المصمم.

[4] المصدر:
The Hermit Houses. (n.d.). Retrieved September 27, 2017, from http://www.hermithouses.nl/

4.4.8. ادوات تفاعل الزبون في عملية التخصيص:

تم تحديد 3 انواع من الادوات المستخدمة في عملية التخصيص وهي :

اولا: واجهة المستخدم الرسومية (GUI): أدوات CAAD الحالية محددة داخل واجهة WIMP وهي عبارة عن مجموعة من النوافذ (windows) والأيقونات (icon) والقوائم (menus) والتأشير. وتستخدم لمعالجة المدخلات وعرض المخرجات ثنائية الأبعاد. ويتم تشغيل كائنات التصميم بواسطة أدوات ثنائية الأبعاد مثل لوحة المفاتيح والماوس بالإضافة إلى الشاشة لتمثيل كائنات التصميم ثلاثية الأبعاد [36].

ثانيا: واجهة المستخدم التي تعمل باللمس (Tangible User Interface) (TUI): تعتمد على التجسيد المادي للمعلومات الرقمية. والفكرة مع واجهة المستخدم ذات اللمس وجود رابط مباشر بين النظام والطريقة التي يمكن التحكم بها من خلال المعالجة المادية مع وجود علاقة مباشرة تربط المعالجة المادية بالسلوكيات [36]. إذ يتفاعل فيها المستخدم مع الجهاز من خلال معالجة العلامات المادية (markers) وهي معرفة للآلة والمستخدم أيضًا [15] وقد ساعد استخدام TUIs المستخدمين: أولاً في زيادة الإدراك الفضائي للمستخدمين (الزبائن والمصممين). ثانيًا، زيادة الحلول لمشاكل المصممين والزبائن إذ تؤثر التغييرات في الإدراك الفضائي على عمليات التصميم. واخيرا تؤثر على السلوكيات التي تؤدي إلى التصميم الإبداعي اثناء جلسة TUI [37].

ثالثا: واجهة المستخدم المادية (human material interactions) (HMIs): وتعني التفاعل مع المواد الفيزيائية الديناميكية التي يمكن أن تغير شكلها وتتوافق مع القيود وتعلم المستخدمين وفقا لإمكانياتهم. إذ تمثل الذرات الراديكالية (Radical Atoms) تغييرًا في نموذج التصميم للتفاعل بين الإنسان والحاسوب (التفاعل المادي)، و يمكن لأي كائن عرض المعلومات الرقمية وتجسديها والاستجابة لها[38]. فمفهوم الذرات الراديكالية هي رؤية التفاعل البشري مع المواد الفيزيائية الديناميكية التي يمكن تحويلها وإعادة تشكيلها حاسوبيا. فالذرات الراديكالية تفي بالمتطلبات التالية: تحويل الشكل ليعكس الحالة الحاسوبية ومدخلات المستخدم؛ والامتثال للقيود التي تفرضها البيئة ومدخلات المستخدم واخيرا إعلام المستخدمين بقدراتها التحويلية (dynamic affordances) [38].

شكل -8- التلاعب المباشر والتفاعل بحركة اليد مع عرض الشكل [38]

مما تقدم يتضح وجود ثلاثة ادوات يتفاعل فيها الزبون في عملية التخصيص: الاولى يكون التفاعل فيها على مستوى ثنائي الابعاد من خلال عرض المدخلات والمخرجات على شاشة وبهيئة ثنائية الابعاد وهي الاكثر استخداما، والثانية يكون التفاعل فيها مباشرعن طريق اللمس ووجود علاقة تفاعلية بين حركة اليد والحاسوب ، اما الاخيرة فيكون فيها التفاعل على مستوى ثلاثي الابعاد حيث يتفاعل المستخدم مع مواد فيزيائية ديناميكية يتم اعادة تشكيلها في الحاسوب.

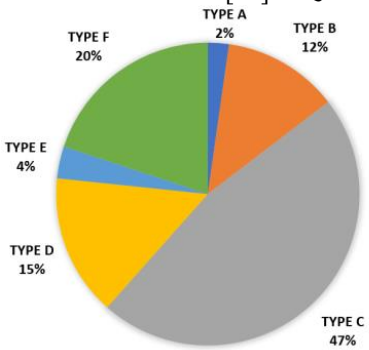
يعرض الجدول-1- أهم المفردات التي تعرّف تطبيق التخصيص في التصميم النمطي البارامتري:

	المفردة الرئيسية	المفردة الثانوية			
1	انواع التخصيص في عملية التصميم النمطي البارامتري	التخصيص في المتطلبات الوظيفية	تحديد وظائف الفضاءات- تحديد عدد الفضاءات		
		التخصيص الجيومتري البعدي	تغيير ابعاد الفضاءات بدون التاثير على العلاقات الطوبولوجية بين الفضاءات		
		التخصيص الطوبولوجي القائم على تغيير العلاقات بين الفضاءات	العلاقات على المستوى الأفقي		
			العلاقات على المستوى العمودي		
		التخصيص الطرزي على مستوى الانهاءات الداخلية والخارجية للمبنى	على مستوى المواد- على مستوى الألوان- على مستوى الزخارف- أخرى		
2	اساليب التقييس الموديولي في عملية التخصيص	اساليب تطبيق الموديول في عملية التخصيص	موديولية مشاركة المكونات - موديولية تبديل المكونات - موديولية القطع الملائمة - موديولية المزيج - موديولية الحافلة- موديولية المقاطع		
			أبعاد التصميم	وحدة موديولية بعدية	
			مكونات التصميم	كالألواح الموديولية للجدران- الشبابيك- السقوف- أخرى	
			وظيفة التصميم	وحدات موديولية وظيفية تضم فضاءات المسكن	
				انطقة وظيفية يتم تمثيلها بالمصفوفة الموديولية	
3	دور المصمم في تطبيق التخصيص في عملية التصميم النمطي البارامتري	متابعة المصمم لعملية التصميم في التنميط البارامتري	تفاعلي (امكانية الانتقال الى اي مرحلة واتخاذ القرار)		
			غير تفاعلي (بعض الانظمة لا توفر ميزة التراجع في الخطوات)		
		تصميم البارامترات المخصصة	تحديد نطاقات الابعاد للبارامترات الديناميكية (الحدود الدنيا والقصوى)		
			تعريفُ التسلسلات الهرمية	البارامترات العامة globel	
				البارامترات الموضعية local	
			التحقق من امكانية البارامترات الديناميكية في عملية التخصيص		
		الاحكام	وظيفة الاحكام في عملية التخصيص	تعريف العلاقات بين العناصر الجيومترية	
				تعريف سمات البارامترات	
			انواع الاحكام في عملية التخصيص	احكام توليدية	احكام شكلية- احكام التنظيم الفضائي احكام الصوت التوليدية- احكام الرؤية التوليدية- احكام الحركة التوليدية - أحكام أخرى
				احكام وصفية	متطلبات الوظيفة- متطلبات البيئة- متطلبات الهيكل الانشائي- أخرى
		القيود التي يضعها المصمم في عملية التخصيص	المؤثرين في صياغة القيود	الزبائن	
				ظروف الموقع	
			انواع القيود	القيود الجيومترية	القيود الجبرية- القيود المنطقية- القيود البعدية
				القيود الغير جيومترية	المتطلبات الوظيفية - المواد - متطلبات عملية- بيئة العمل
4	دور الزبون في تطبيق التخصيص في عملية التصميم النمطي البارامتري	تفاعل الزبون في عملية التخصيص	تفاعل غير مباشر	عدة اسئلة تطرح للزبون	عدد افراد الاسرة- عاداتهم المعيشية- الغرف- التكلفة – جودة المسكن (الحد الادنى- الموصى به- الامثل)
				يراقب المصمم والزبون عملية التصميم البارامتري	
			تفاعل مباشر	استكشاف الحلول وضبط طرق التصميم بتهيئة المسكن من الصفر او تعديل مشروع	
		خيارات التصميم المتاحة للزبون	اختيار البارامترات من ضمن قائمة	تخصيص الابعاد للمخطط الفضائي (اختيار حجم الغرف - موقع باب الدخول)- واجهة تصميم المسكن - عدد النوافذ -المواد والتشطيبات- اخرى	
			المستخدم المبتكر ذو الخبرة	مراحل تكرار التجربة والخطا	مرحلة التحليل- مرحلة التصميم - مرحلة البناء - أخرى
		انواع واجهات التخصيص البارامترية المتاحة لدى الزبون	المجموعة الاولى: تتيح للزبون التحكم بالبارامترات الديناميكية المفتوحة. المجموعة الثانية: تتيح بالاضافة الى البارامترات المفتوحة تعريف الكائن وكذلك الرسم المجموعة الثالثة: يتيح للزبون التلاعب بالبارامترات وتعريف الكائن كما تسمح بتدخل الزبون في تقييم القيود الموضوعة من قبل المصمم.		
		ادوات تفاعل الزبون في عملية التخصيص	واجهة المستخدم الرسومية- واجهة المستخدم التي تعمل باللمس- واجهة المستخدم المادية		

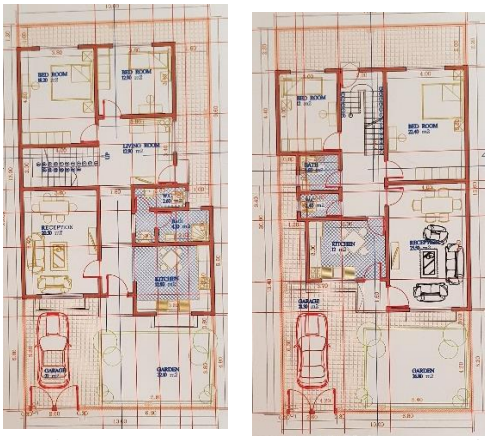
9. الدراسة العملية:

1.9. العينة المستخدمة في تطبيق التخصيص في النموذج النمطي البارامتري:

تم اعتماد انماط المساكن التابعة الى المجمع السكني عين العراق وهو أحد المشاريع الإستثمارية التابعة الى وزارة الأسكان العراقية في مدينة الموصل. يتكون المشروع من الوحدات السكنية المنفردة الاسر عدد 2858 وحدة بابعاد ارض 20*10 متر. وسبب إختيار المشروع هو وجود عدد كبير من الوحدات المتماثلة التصميم وكما موضح في الشكل 9. إذ يتكون المشروع من 6 أنماط مصممة ضمن حدود الأرض المتماثلة (ركنية أو تتوسط بين مسكنين). ويتكون كل نمط من الفضاءات الرئيسية (غرفة الاستقبال – المطبخ – الهول الداخلي – غرف النوم) والفضاءات الثانوية (التواليت – المطبخ الحار – المدخل – الحمام والدرج). الانماط الستة اربعة منها (نمط A– نمط B – نمط C- نمط D) مكونة من طابق واحد مع بيتونة وبسعة 4 اشخاص للعائلة الواحدة واثنين منها (نمط E –نمط F) مكونة من طابق ونصف بسعة 6 اشخاص للعائلة الواحدة [39]



شكل -9- نسب عدد الوحدات السكنية في مجمع عين العراق [39]



شكل -10- يوضح نمطين من مخططات مساكن عين العراق نمط A –نمط B [5]

من تحليل الانماط الستة لتصاميم المساكن غير الركنية تبين وجود خصائص نمطية مشتركة في التنظيم الفضائي لانماط المساكن، يمكن تلخيصها بالنقاط التالية وكما موضح بالجدول (2)

- تشترك جميع الانماط بأن ابعاد قطعة الأرض هي (10*20) م^2 مع وجود الكراج والحديقة في مقدمة المسكن.
- تشترك بوجود المطبخ والاستقبال في مقدمة المسكن.
- معظم الانماط تكون الخدمات (الحمام والتواليت) بجوار المطبخ.
- تشترك الانماط (A) و(B) و(C) و(D) بوجود غرفتي نوم في الطابق الارضي ماعدا نمطي (E) و (F) المكونة من طابق ونصف حيث توجد غرفة نوم واحدة في الطابق الارضي.
- يكون المطبخ في الانماط الستة لمساكن مشروع عين العراق اما محاذي لجدار حدود قطعة الارض او ركن.
- يتميز نمطي (E) و(F) بوجود مطبخ الحار بجوار المطبخ.
- تشترك جميع الانماط ماعدا النمط (A) بوجود هول داخلي من النوع المفتوح على ممر الحركة.
- تشترك جميع الانماط بوجود موقع الدرج الجانبي ماعدا النمط (A) الذي يتميز بوجود الدرج في منتصف الواجهة الخلفية بين غرفتين النوم.
- يتنوع تصميم المدخل، إذ تتميز الانماط (E) و (F) بوجود فضاء للمدخل يؤدي الى فضائي غرفتي المطبخ والاستقبال، بينما يتميز النمط (B) بارتباط المدخل بممر الحركة في المسكن.
- يوجد منور خلفي على طول الواجهه في النمط (A) وفي النمط C و F يكون المنور خلفي محصور بين فضائين، بينما في النمطين (B) و (D) يكون المنور ركني بشكل الحرف L. ويكون المنور جانبي في النمط E.

في الدراسة العملية تم الاخذ بنظر الاعتبار العلاقات الوظيفية للانماط الستة في بناء النموذج النمطي البارامتري وذلك لكي تظهر الخصائص بنسب مختلفة في الانماط المتولدة اثناء تطبيق التخصيص من قبل الزبون.

2.9. الخصائص المقيّسة:

تم الاستعانة بمفهوم الخصائص المقيّسة في الدراسة العملية، من خلال تقييس النموذج النمطي البارامتري باستخدام وحدة موديولية وهي 1*1 متر ومضاعفاتها، والتي على اساسها تم اعتماد مساحة فضاءات النموذج البارامتري حيث تم ملاحظة تقارب المساحات المستخدمة في الانماط الستة لمجمع عين العراق وبالتالي تم توحيد بعض الفضاءات لتصبح موديولية واهمها غرفة استقبال والمطبخ وكذلك الخدمات. إذ اتاح التقييس امكانية اكبر في التنظيم الفضائي لغرف المسكن في النموذج البارامتري[6]. وتم إعتماد الموديولية عن طريق مشاركة الفضاءات أي مشاركة نفس الفضاء في أكثر من تصميم، بالإضافة الى إعتماد الموديولية عن طريق تبديل الفضاءات بإستخدام أنماط بديلة لنفس الفضاء والتي يمكن إدراجها لإنتاج تصاميم متنوعة.

3.9. دور المصمم في تطبيق التخصيص بناء النموذج النمطي البارامتري:

يكون دور المصمم في تصميم خوارزمية ذات بارامترات وقيود واحكام في برمجية Grasshopper لتطبيق التخصيص في عملية التصميم البارامتري من قبل الزبائن. إذ أتاحت الخوارزمية المصممة من قبل الباحثين توليد مخططات اولية تشابه المخططات الاصلية بنسب مختلفة. كما تمكن الباحثان من انشاء واجهة مستخدم تفاعلية تتيح للزبائن استخدامها بصورة مبسطة ومباشرة بدون الدخول في تعقيدات الخوارزمية المصممة في grasshopper، وبذلك يكون سهلا على الزبائن اختيار

[5] بحسب تقرير مشروع عين العراق السكني في محافظة نينوى/ قضاء الموصل وفق معايير الاسكان حيث تم مراعاة المعايير والحسابات المعتمدة من وزارة الاسكان العراقية في تصميم المجمع. المستثمر شركة العروش للاستثمارات والمشاريع العقارية اعداد الشركة (TOUCH) للاستشارات (هندسية – ادارية – قانونية)

[6] تم في الدراسة تحييد وجود الجدران الحاملة للثقل وذلك لتسهيل عملية توليد الانماط من النموذج البارامتري اثناء عملية التخصيص.

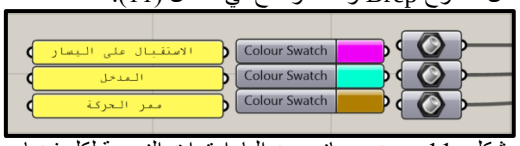
البارامترات من القوائم الموجودة في واجهة المستخدم interface user.

1.3.9. خطوات بناء الخوارزمية في برنامج grasshopper:

تم تصميم الخوارزمية المستخدمة في تطبيق التخصيص باستخدام لغة البرمجة المرئية ضمن برمجية grasshopper الملحقة (plug in) في برنامج Rhino، إذ تم تصميمها بدون الاستعانة باي برمجية جاهزة ويمكن ايجازها بمرحلتين:

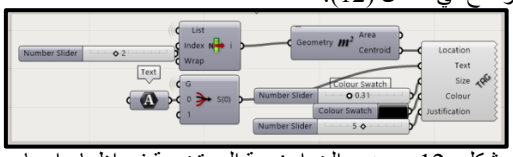
- مرحلة انشاء المكتبة:

تم انشاء مكتبة خاصة بالفضاءات المستخدمة في توليد مخططات المساكن للاستعانة بها في توليد المخططات وتم حفظ كل فضاء داخل سطوح Brep وكما موضح في الشكل (11).



شكل -11- يوضح جانب من البارامترات النوعية لكل فضاء (المصدر الباحثان)

وتم تصميم البارامترات من قبل الباحثين بحيث يمثل كل باراميتر فضاء او مجموعة فضاءات وذلك لضمان عدم تداخل الفضاءات مع بعضها مع الحفاظ على العلاقة المنطقية بين فضاءات المسكن. كما تم تمثيل كل باراميتر فضاء بلون معين وذلك لتسهيل تمييزها من قبل الزبون ، بالاضافة الى ذلك تم تصميم خوارزمية اخرى من قبل الباحثين تظهر اسم الفضاء اثناء عملية التصميم وذلك لتسهيل تفاعل المستخدم (الزبون) اثناء عملية التصميم، وكما موضح في الشكل (12):



شكل -12- يوضح الخوارزمية المستخدمة في اظهار اسماء الفضاءات (المصدر الباحثان)

- مرحلة وضع القيود والاحكام:

تم في الدراسة العملية وضع القيود الجيومترية على النموذج النمطي البارامتري، والقيود غير الجيومترية تمثل المتطلبات الوظيفية للمسكن ومنها:

- تقييد عملية التوليد ضمن حدود الارض 10*20 متر.
- الاستقبال والمطبخ دائما في مقدمة المسكن.
- موقع الخدمات بجوار المطبخ وذلك تسهيلا لمد خدمات المياه والتصريف على استقامة واحدة.

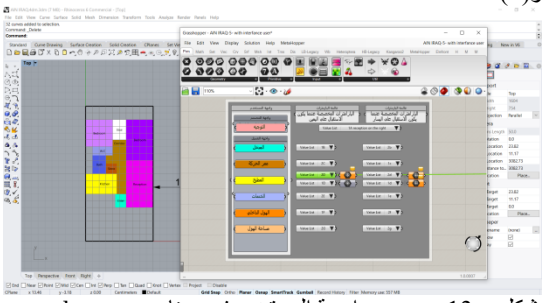
واخيرا تم تصميم مجموعة من الاحكام التي تحكم البارامترات اثناء عملية التصميم ومنها:

- موقع الاستقبال اما على يمين المسكن او على يساره اعتمادا على توجيه حركة الشمس.
- المطبخ إما ركن أو محاذي لحدود قطعة الارض.
- وجود الهول في النموذج البارامتري او عدم وجوده.
- تواجد او اخفاء كتلة المدخل (الموزع).

4.9. دور الزبون في تطبيق التخصيص بناء النموذج النمطي البارامتري:

تتيح الخوارزمية التي تم انشاؤها في برنامج grasshopper من قبل الباحثين، تفاعل الزبون بشكل مباشر حيث يستكشف الزبون الحلول من خلال اختيار البارامترات من ضمن قائمة يمكن الإختيار منها وفقا لرغبته. إذ تستجيب الخوارزمية لخيارات الزبون وتظهر نتائج الخيارات اوتوماتيكيا في شاشة Rhino. كما تم تصميم واجهة تفاعلية للمستخدم (المصمم و والزبون) لكي يكون بإمكان الزبائن التفاعل في تطبيق التخصيص بدون المرور بالخوارزمية وتعقيداتها ولذلك كان تصميم واجهة للمستخدم لتسهيل مهمة التصميم عند الزبائن كما موضح في الشكل (13).

يبدا التخصيص مع المصمم الذي يحدد موقع غرفة الاستقبال بالاعتماد على التوجيه فعندما يكون التوجيه شمالي تكون الاستقبال على اليمين، اما عندما يكون التوجيه جنوبي تكون الاستقبال على اليسار وذلك لكي تحصل الواجهة على اكبر قدر ممكن من ضوء الشمس، وبعدها يبدا دور الزبون حيث يمر بسلسلة من الخيارات التي تتيح له توليد العديد من انماط المخططات بناءا على الخيارات كما موضح في الجدول (3) و(4).



شكل – 13- يوضح واجهة المستخدم في برنامج grasshopper مع عرض المخطط الارضي للنموذج البارامتري في Rhino (اعداد الباحثان)

5.9. تقييم الانماط الناتجة من خيارات الزبون:

يتم تقييم الانماط الناتجة من خيارات الزبون حيث تظهر المخططات بصورة مرئية على شاشة Rhino، وعلى اساسها يقيّم الزبون خياراته. وتتميز الخوارزمية بمرونة عالية عن طريق خاصية الرجوع (feedback) الى الخطوات السابقة، وبذلك تمنح الزبون فرصة لتغيير خياراته حتى يصل الى الحل المرغوب من قبله. يوضح الجدول (5) جانب من النتائج التي يمكن للعميل التوصل اليها.

6.9. النتائج:

- اظهرت النتائج التي تم التوصل اليها امكانية تطبيق التخصيص في عملية التصميم النمطي البارامتري لتوليد مخططات أولية متنوعة تنتمي الى الانماط الاصلية للمجمع بنسب مختلفة.
- اثبتت الخوارزمية التي تم اعدادها من قبل الباحثين فاعليتها في توليد مخططات في grasshopper بدون الاستعانة ببرمجية جاهزة، كما ان انشاء واجهة المستخدم سهلت عملية التصميم على الزبون، حيث تكون عملية اختيار البارامترات بشكل متسلسل مع امكانية الرجوع الى الوراء (feedback) ونتيجة لذلك تصبح عملية الاستكشاف والتقييم اكثر فاعلية عند إستخدامها من قبل الزبائن.
- إعتماد الموديولية في التخصيص لإنتاج تصاميم متنوعة تلبي رغبات الزبون وذلك عن طريق مشاركة نفس الفضاء في أكثر من تصميم، بالإضافة الى إستخدام أنماط بديلة لنفس الفضاء كالمطبخ والمدخل.
- التفاعل المباشر بين المستخدم (المصمم والزبون) وواجهة المستخدم تتيح للمستخدم حرية الانتقال بين الخيارات المتاحة اثناء عملية التصميم النمطي البارامتري، إذ يستطيع الزبون رؤية نتائج خياراته على شاشة Rhino.
- استخدام البارامترات النوعية (لكل فضاء لون معين) وايضا اضافة خوارزمية لاظهار اسم كل فضاء، تتيح للزبون

فرصة أكبر للقيام بعملية التخصيص والتفاعل اثناء عملية التصميم.

- اظهرت النتائج في الجدول (3) و(4) و(5) تنوع المخططات المتولدة من الخوارزمية من نموذج بارامتري واحد نتيجة لتنوع المدخلات الممكن إختيارها من قبل الزبون.
- أظهرت النتائج أن عدد المخططات الممكن توليدها من قبل النموذج البارامتري (120) مخططا متنوعا مقارنة بستة تصاميم في المشروع الأصلي. وهذا يدل على التنوع المتاح للزبون في تصميم مسكنه. ويوفر هذا المنهج في الوقت نفسه تنوعا على مستوى التصميم الحضري والواجهات للمجمع السكني ككل.

10. الاستنتاج:

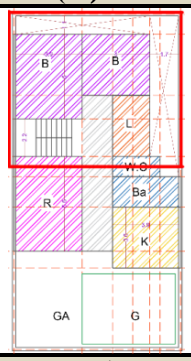
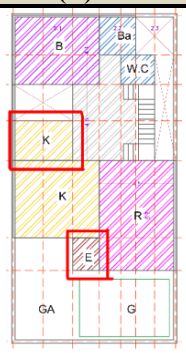
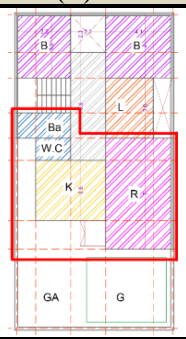
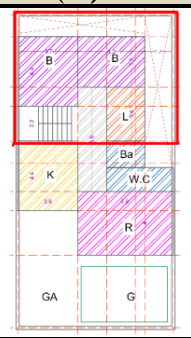
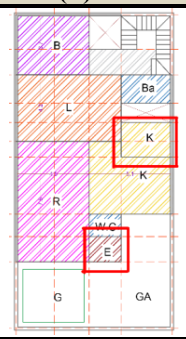
- إعتماد مفهوم التخصيص في تصميم المجمعات السكنية المحلية يسهم في توفير خيارات عديدة للزبون بدلا من الخيارات المحدودة والتي تشجعه على الشراء.
- يسهم مفهوم التخصيص في تصميم المجمعات السكنية المحلية في التنويع الشكلي وتقليل الرتابة والملل الناتج عن وجود أكثر من ألف وحدة سكنية متماثلة في نفس المشروع.
- يتسم المنهج البارامتري بالمرونة عن طريق انشاء خوارزمية وجعلها متاحة للتخصيص من قبل الزبائن. إن الخوارزمية المنشأة من قبل الباحثين تمت من دون الاستعانة ببرمجية جاهزة، واثبتت البرمجية المرئية فاعليتها في حل مشكلة البحث من حيث تطبيق التخصيص في عملية التصميم النمطي البارامتري.
- إعتماد مفهوم التخصيص في التصميم النمطي البارامتري أتاح إمكانية إجراء تعديلات على الأنماط الأصلية الست لتقييس بعض خصائصها. وإعتماد التقييس الموديولي على مشاركة نفس الفضاء بالإضافة الى تبديل الفضاءات ساهم في التخصيص وأدى بالتالي الى زيادة عدد البدائل التصميمية المتولدة.
- إن البارامترات والاحكام والقيود التي تم وضعها من قبل الباحثين لها اهمية في التحكم بعملية التخصيص عندما يتم استخدامها من قبل اشخاص عاديين ليس لديهم خبرة، كما تسهل واجهة المستخدم استخدامها من قبل الزبائن واعطاءهم دور فعال في عملية التصميم.
- امكانية تطوير الخوارزمية المقترحة من قبل الباحثان عن طريق زيادة عدد المدخلات وبالتالي تنوع المخرجات التي تظهر على شاشة Rhino.

11. التوصيات:

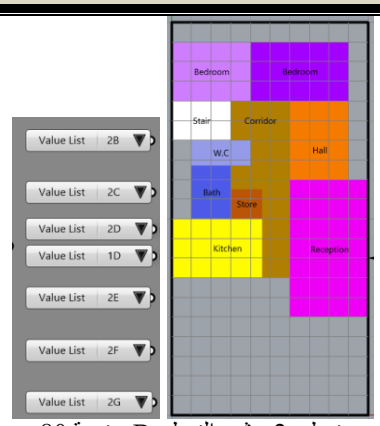
يوصي البحث بالتوصيات التالية:

- زيادة المساحة المشتركة بين المعماريين والمبرمجين لاهمية تعلم البرمجية للمصممين وذلك لتلبية متطلبات الزبائن في مشاريع الاسكان.
- امكانية تطبيق الخوارزمية على مخططات الشقق السكنية او مخطط اي نمط بنائي اخر(مستشفيات – دوائر حكومية – الخ).
- عرض واجهة المستخدم على اكبر قدر ممكن من الزبائن لقياس مدى رضا الزبائن عند تطبيق التخصيص في عملية التصميم البارامتري.

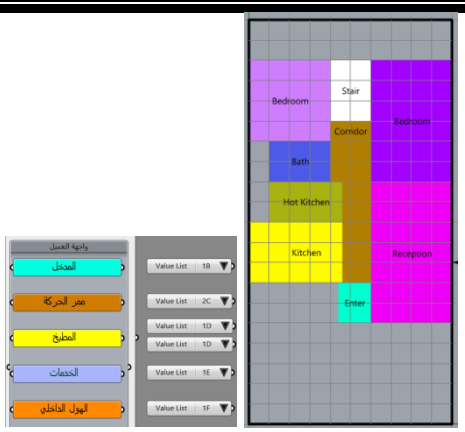
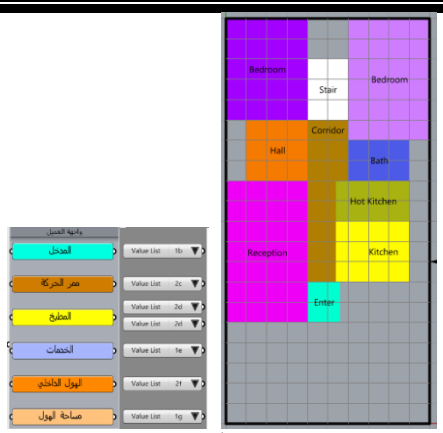
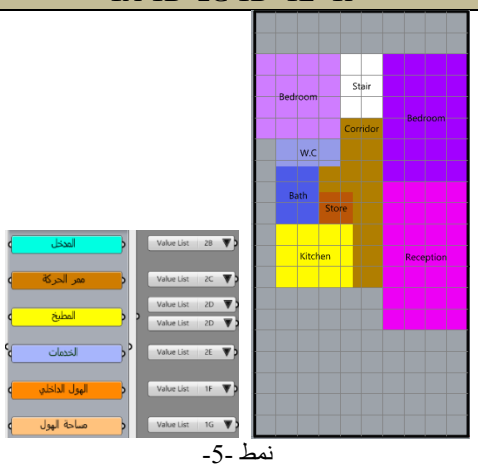
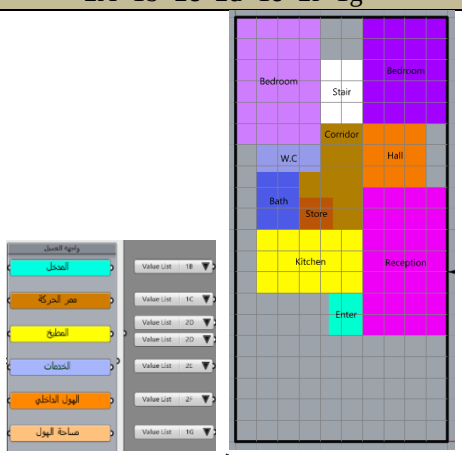
جدول -2- يوضح الخصائص المشتركة للانماط الستة

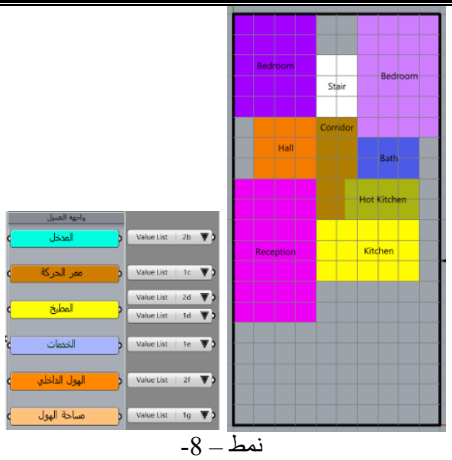
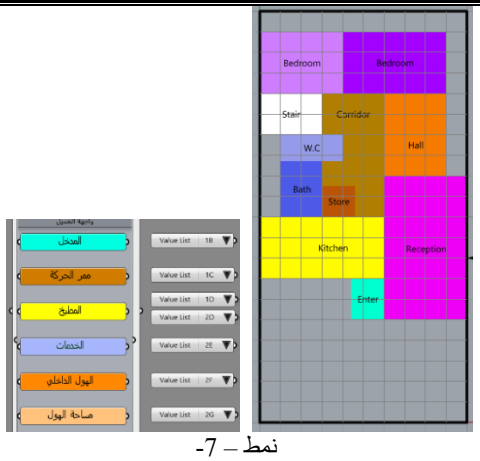
	نمط (A)	نمط (B)	نمط (E)
1			
	نمط (C)	**نمط (D)**	**نمط (F)**
2			

جدول -3- يوضح المخططات المتولدة من النموذج البارامتري بناءا على خيارات الزبون والتي تشبه انماط المخططات الاصلية بنسب مختلفة

بعض من الانماط المشابه للمخططات الاصلية بنسب مختلفة		
تسلسل خيارات الزبون من اليسار الى اليمين	 نمط -1- يشبه النمط –A- بنسبة 100	 نمط - 2- يشبه النمط –B- بنسبة 80
	1A- 2B-1C-2D-2E-1F	1A- 2B- 2C- 1D- 2E- 2F-2G

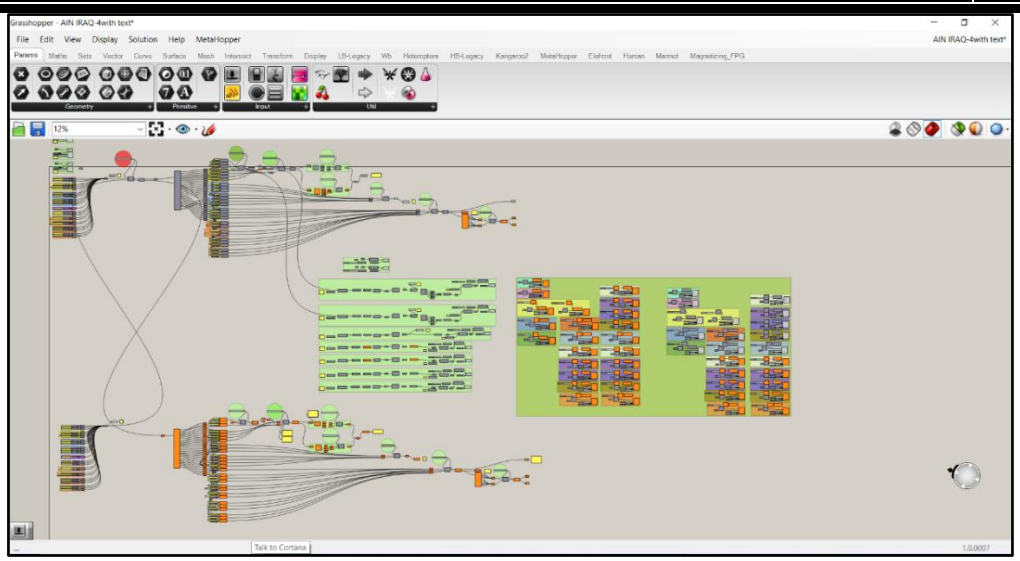
جدول -4- يوضح جزء من الانماط الجديدة المتولدة من تطبيق التخصيص في عملية التصميم النمطي البارامتري

الانماط الجديدة المتولدة من خيارات الزبائن		
1	 -3- نمط	 -4- نمط
	1A-1B- 2C-1D- 1E- 1F	2A- 1b- 2c- 2d- 1e- 2f- 1g
2	 -5- نمط	 -6- نمط
	1A- 2B- 2C- 2D- 2E- 1F	1A-1B- 1C- 2D- 2E- 2F- 1G

		3
نمط – 8-	نمط – 7-	
2A- 2b- 1c- 2d- 1e- 2f- 1g	1A- 1B- 1C- 1D- 2E- 2F- 2G	

جدول -5- يوضح جانب من النتائج التي يمكن للزبون التوصل اليها

انماط	المدخل		المطبخ		ممر الحركة		الخدمات		الهول الداخلي		مساحة الهول اذا (نعم)	
	نعم	لا	ركن	محاذي	نعم	لا	المحزن	المطبخ الحار	نعم	لا	2م9	2م12
نمط -1		•	•			•	•			•		
نمط -2		•		•	•		•		•			•
نمط -3	•			•	•			•		•		
نمط -4	•		•		•			•	•		•	
نمط -5		•	•		•		•			•		
نمط -6	•		•			•	•		•		•	
نمط -7	•			•		•	•		•			•
نمط -8		•	•			•	•	•	•		•	



شكل -14- يوضح الخوارزمية الكاملة التي تم انشاؤها من قبل الباحثين في برمجية grasshopper (المصدر الباحثان)

References:

[1] B. Kolarevic, "Mass Customization+ Non-Standard Modes of (Re) Production", *ACSA101 New Constelations/New Ecol.*, pp. 400–405, 2013.

[2] F. Brandão, A. Paio, and C. Whitelaw, "Mapping Mass Customization", in *Proceedings of the 35th eCAADe Conference*, vol. 2, pp. 417– 424، 2017.

[3] N. Anderson, "Mass-Customization in Housing: Designing Systems Rather than Objects" *Archit. Conf. Proc. Present. 95*, pp. 54–60, 2009.

[4] F. Jacobus and M. Manack, "Beyond Control : Parametrics and Metadesign as a Model for Mass Customization" in *International Journal of Interior Architecture + Spatial Design*, vol. 1, pp. 56–61, 2013.

[5] M. van Stralen, "Mass Customization: a critical perspective on parametric design, digital fabrication and design democratization", *22th Conf. Iberoam. Soc. Digit. Graph.*, pp. 1–8, 2018.

[6] G. Da Silveira, D. Borenstein, and F. S. Fogliatto, "Mass customization: Literature review and research directions", *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 72, no. 1, pp. 1–13, 2001.

[7] A. M. Kaplan and M. Haenlein, "Toward a parsimonious definition of traditional and electronic mass customization", *J. Prod. Innov. Manag.*, vol. 23, no. 2, pp. 168–182, 2006.

[8] E. Gözen, "Mass Customization of Architecture in the Information age", *M.Sc. Thesis, Istanbul Technical University*, pp. 1–105, 2012.

[9] J. Lampel and H. Mintzberg, "Customizing Customization", *Sloan Manage. Rev.*, vol. 38, no. 1, pp. 21–30, 1996.

[10] H. Matcha, "Architectural Design with Parametric Modeling & Customized Mass Production : Explorations and Case Studies in Architectural Design and Production Methods", in *The 11th International Conference of ISSEI Language Centre, University of Helsinki (Finland)*, pp. 1–19، 2008.

[11] H. Matcha and G. Quasten, "A Parametric-Typological Tool: More Diversity for Mass Produced Single Family Homes Through Parametrized Design and Customized Mass Production", *eCAADe 27*, pp. 409–416, 2009.

[12] D. Benros and J. P. Duarte, "An integrated system for providing mass customized housing", *Autom. Constr.*, vol. 18, no. 3, pp. 310–320, 2009.

[13] M. Marchesi and I. A. Ferrarato, "Addressing the Adaptive Customization of Timber Prefabricated Housing through Axiomatic Design", *Procedia CIRP*, vol. 34, pp. 199–205, 2015.

[14] S. Khalili-Araghi and B. Kolarevic, "Development of a framework for implementation design strategy", *Complex. Simplicity - Proc. 34th eCAADe Conf.*, pp. 349–358, 2016.

Taborda, and S. Eloy, "Wood Mass-

[15] K. Kwieciński and J. Markusiewicz, "HOPLA-Interfacing Automation for Mass-customization", *eCAADe 36 - HUMAN-COMPUTER Interact. Des.*, vol. 2, pp. 159–168, 2018.

[16] K. Kwiecinski and J. P. Duarte, "Customers Perspective on Mass-customization of Houses", in *Proceedings of 37 eCAADe and XXIII SIGraDi Joint Conference, Architecture in the Age of the 4Th Industrial Revolution*, pp. 359–368, 2020.

[17] B. Kolarevic, "From Mass Customisation to Design Democratisation", *Archit. Des.*, vol. 85, no. 6, pp. 48–53, 2015.

[18] Y. Abdallah, A. & Matsui, "Customer involvement, modularization of products, and mass customization: their relationship and impact on value to customer and competitiveness", *The Third World Conference on Production and Operations Management Proceedings, Tokyo, August*. pp. 1–19, 2008.

[19] R. Duray, P. T. Ward, G. W. Milligan, and W. L. Berry, "Approaches to mass customization: Configurations and empirical validation", *J. Oper. Manag.*, vol. 18, no. 6, pp. 605–625, 2000.

[20] F. Piller and D. Walcher, "Leading Mass Customization and Personalization: How to profit from service and product customization in e-commerce and beyond", *Amaz. Kindle eBook. Seattle*, vol. 104, no. January, p. 62, 2017.

[21] N. A. Salingaros and D. M. Tejada, "Modularity and the Number of Design Choices", *Nexus Netw. J.*, vol. 3, no. 1, pp. 99–109, 2001.

[22] E. Giaccardi, "Metadesign as an emergent design culture", *Leonardo*, vol. 38, no. 4, pp. 342–349, 2005.

[23] D. Davis, "Modelled on Software Engineering: Flexible Parametric Models in the Practice of Architecture", *Thesis of Doctor of Philosophy*, RMIT University, pp. 1–234, 2013.

[24] R. Yu, J. Gero, and N. Gu, "Architects' cognitive behaviour in parametric design", *Int. J. Archit. Comput.*, vol. 13, no. 1, pp. 83–101, 2015.

[25] M. M. Singh, A. Sawhney, and A. Borrmann, "Modular Coordination and BIM: Development of Rule Based Smart Building Components", *Procedia Eng.*, vol. 123, pp. 519–527, 2015.

[26] J. Lee, N. Gu, and A. Williams, "Parametric design strategies for the generation of creative designs", *Int. J. Archit. Comput.*, vol. 12, no. 3, pp. 263–282, 2014.

[27] S. Lu and X. Yan, "Research on the parametric design of concert hall and its acoustics", in *Proceedings of Meetings on Acoustics*, vol. 21, no. 1, pp. 1–13, 2014.

[28] J. Kim, M. Pratt, R. Iyer, and R. Sriram, "Data exchange of parametric CAD models", *NIST intergovernmental report.*, US Department of Commerce, National Institute of Standards and Technology, vol. 5, 2007.

[29] B. M. E. Mohamed, "A Digital Platform for Mass Customization of Housing", Doctor of Philosophy in Architecture at McGill University, no. 1, pp. 1–251, 2013.

[30] Y. Wang, "Constraint - enabled design information representation for mechanical products over the Internet", *ProQuest Dissertations and Theses*. University of Pittsburgh, p. 231, 2003.

[31] B. Bettig and J. Shah, "Derivation of a standard set of geometric constraints for parametric modeling and data exchange", *CAD Comput. Aided Des.*, vol. 33, no. 1, pp. 17–33, 2001.

[32] J. P. Duarte, "A discursive grammar for customizing mass housing: the case of Siza's houses at Malagueira", *Autom. Constr.*, vol. 14, no. 2, pp. 265–275, 2005.

[33] K. Kwiecinski, F. Santos, A. De Almeida, B. Customized Housing A dual computer implementation design strategy", *Complex. Simplicity - Proc. 34th eCAADe Conf.*, pp. 349–358, 2016.

[34] E. Von Hippel, "Democratizing innovation", *the MIT Press*, 2005.

[35] R. Elmasri and S. B. Navathe, "Fundamentals of database systems fourth edition", Addison-Wesley, pp. 1–1030, 2003.

[36] Q. Li and T. Teng, "Integrated Adaptive and Tangible Architecture Design Tool", *Proceedings of the 35th eCAADe Conference*, vol. 1. pp. 619–628, 2017.

[37] M. Lou Maher and M. Kim, "The effects of tangible user interfaces on designers", *cognitive actions*. Citeseer, 2006.

[38] H. Ishii, D. Lakatos, L. Bonanni, and J. B. Labrune, "Radical atoms: Beyond tangible bits, toward transformable materials", *Interactions*, vol. 19, no. 1, pp. 38–51, 2012.

[39] M. Abbas and S. Ibrahim "Ain Iraq Residential Project in Mosul / Phase One", *TOUCH Company of Consultancy*, Mosul, pp. 1-57, 2018.

[40] C. A. Brown and R. Henley, "Metrics for Developing Functional Requirements and Selecting Design Parameters in Axiomatic Design", *Procedia CIRP*, vol. 53, pp. 113–118, 2016.

Parametric Customization of Single-Family Housing Designs Ain Al-Iraq Housing Complex as a Case Study

Doaa Mosab Attarbashi
doaa.enp126@student.uomosul.edu.iq

Dhuha Abdulgani Al-kazzaz
dhuha.kazzaz@uomosul.edu.iq

Architecture Engineering Department, College of Engineering, University of Mosul

Abstract:

The advent of digital architecture, including parametric design, enabled the customization in housing design. The parametric typological design allowed diversity, difference, and individuality with the same ease of mass- standardized production. Accordingly, the paper investigated the customization of housing components to satisfy the customer's options and in response to different local conditions. The research problem was the application of customization in parametric typological design to generate prototypes for single-family houses of Ain Al Iraq project in Mosul city. The research aims were to identify the customization methodology and to apply it in a case study. The previous studies put forward different approaches combining generative systems controlled by a set of parameters, constraints and rules developed by the designer, and the interactive customized systems that allow customers to participate in the design process. In the light of these studies, the paper presented a theoretical framework to define the methodology of applying the customization in the parametric typological design process using four vocabularies to identify the types of customization, the methods of standardization, and the roles of a designer and a customer. In the practical study, the approach was applied to create a parametric model using (Grasshopper) software, in order to generate initial plans for single-family houses that were customized according to the customer's need. The user interface was also designed by the researchers to provide direct interaction and ease of use by regular customers. The results showed the generation of initial plans having varied parameters according to the customer's options.

Keywords:

Customization, Parametric Typological Design, Single-Family Housing Customized, User Interface.