

استخدام التنميط البارامتري الحاسوبي في توليد تصاميم المساكن المنفردة الاسرة

ضحى عبد الغني الفزاز

dhuha.kazzaz@uomosul.edu.iq

دعاء مصعب محمود عطار باشي

doaa.enp126@student.uomosul.edu.iq

جامعة الموصل - كلية الهندسة - قسم هندسة العمارة

تاريخ القبول: 19/1/2021

تاريخ الاستلام: 15/12/2020

الملخص :

في عصر العمارة الرقمية ، يلعب التصميم البارامتري (parametric design) دورا جوهريا في عملية التصميم المعماري التوليدي. واهم فوائده انه اتاح امكانية التمثيل المرئي لعملية التصميم، وتفاعل المصمم خلال انشاء النموذج البارامتري باستخدام شفرات رقمية (Codes) مرئية، وتمثيل الخطوات بشكل متسلسل ومنطقي، بالإضافة الى امكانية تكيف النموذج وفق متطلبات الزبون ورغبات المصمم وتوليد حلول وبدائل تصميمية متنوعة لنفس النموذج. يعد التنميط البارامتري توجها يجمع بين التصميم النمطي والتقنيات البارامتري الحاسوبية بهدف انتاج تصاميم متنوعة تنتمي الى نمط بنائي محدد. وتتمحور مشكلة البحث حول تطبيق التنميط البارامتري في توليد تصاميم أولية لمساكن محلية. إذ طرحت الدراسات السابقة توجهات مختلفة في تطبيق التنميط البارامتري في تصاميم تتراوح بين المقياس الحضري الى الأبنية المنفردة وصولا الى العناصر البنائية. وقدم البحث إطارا نظريا مستخلصا من الدراسات السابقة يوضح أبرز المفاهيم والتقنيات المرتبطة بمنهج التنميط البارامتري. وتم تطبيق المنهج في انشاء نموذج بارامتري باستخدام خوارزمية مرئية في برمجة grasshopper، بدون الاستعانة بأي خوارزمية حاسوبية جاهزة لتوليد نماذج أولية متنوعة (prototypes) لمساكن منفردة الاسرة باعتبارها النمط الوظيفي الذي يشغل المساحة الأكبر في المدن، بالإضافة الى وجود الطلب عليها. وتمخضت النتائج عن توليد نماذج أولية عديدة تتنوع بارامتريا من حيث توقيع الفعاليات وعدد الفضاءات.

الكلمات المفتاحية:

التصميم النمطي؛ التصميم البارامتري؛ التصميم التوليدي؛ تصاميم مساكن منفردة الاسر.

<https://rengj.mosuljournals.com>

Email: alrafidain_engjournal1@uomosul.edu.iq

1. المقدمة :

ظهرت في العقود الاخيرة منهجيات تصميمية جديدة قائمة على الحاسوب كأداة تصميم [1]. ويعد التصميم التوليدي من أبرز المفاهيم التي رافقت عمليات التصميم الحاسوبية. إذ يعرف قاموس كامبردج التوليد¹ (generative) بأنه القدرة على إنتاج أو إنشاء شيء ما، ويعرف Caetano et al. التصميم التوليدي (Generative design) بأنه منهج تصميم يستخدم الخوارزميات لإنشاء التصاميم، إذ يعتمد على العمليات الخوارزمية (algorithmic processes) أو المستندة إلى الاحكام (ruled-based processes) التي تولد حلولاً متعددة وربما معقدة [2]. التصميم التوليدي التلقائي يمكن المصممين من توليد عدد كبير من حلول التصميم واستكشافها في فضاء التصميم في أقل وقت ممكن بالإضافة إلى تقييم أدائهم بناءً على إطار عمل محدد مسبقاً. وهناك العديد من المنهجيات التي تعمل على اساس التصميم التوليدي مثل التقنيات البارامتري Parametric (Techniques) والخوارزميات الجينية (Genetic).

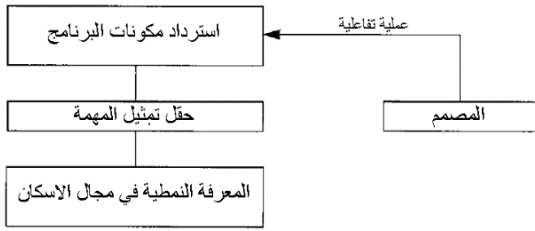
2. مشكلة البحث واهدافه:

يتناول البحث التصميم البارامتري ويركز على استخدامه في توليد التصاميم النمطية للمساكن المحلية. إذ تتمحور مشكلة البحث حول بناء نموذج بارامتري حاسوبي قادر على توليد تصاميم نمطية أولية مستمدة من مواصفات تصميمية لمساكن محلية منفردة الاسر.

وتم تحديد هدف البحث بتطبيق منهج التنميط البارامتري في إنتاج

¹ المصدر:

<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/generative?q=Generative>



شكل 1- عملية التفاعل بين المستخدم والإطار الحاسوبي

[11]

وتساعد المعرفة النمطية المرئية مصممي المباني على تحقيق حلول تصميمية مرضية، ويتم ربطها بتقنيات متعددة التخصصات من علوم الحاسوب مثل الذكاء الاصطناعي وهندسة البرمجيات ونظام قواعد البيانات ولغة البرمجة لدعم توفير الحلول والخدمات لمصممي المباني [11]. وقدم عدد من المنظرين الدراسات التي تهدف إلى إثبات وجود "التفكير البارامتري" في بنية المباني النمطية السابقة. إذ بدأ البعض بتحليل كل من الأطروحات المعمارية والآثار التاريخية باستخدام أدوات النمذجة البارامتريّة ولغة البرمجة المرئية (VPL) وسميت بإستراتيجيات نمذجة "صناعة الشكل" form-making [12].

5. التنميط البارامتري Parametric Typology في العمارة:

لفهم فكرة التصميم البارامتري وتوليد التنوع والاختلاف بين التصميمات المتولدة، يتم استخدام منهجية التنميط لتحليل وترجمة مبادئ الشكل الجيومتري وتعريف الاحكام كمصدر للإلهام والإبداع [13]. وهناك إجرائين يتم اعتمادهما عند تطوير الأنماط حتى في طرق التصميم التقليدية وهما: الأول تعريف العوامل الداخلية مثل البرنامج ومتطلبات المستخدم وغيرها، والعوامل الخارجية، مثل حجم الموقع واتجاهه. الإجراء الثاني تطوير مجموعة من التصميمات المختلفة من العوامل الداخلية والخارجية بفحص وتحسين وتطوير المزيد من الاختلافات والتنوعات لتوليد أنماط أولية [13].

وللوصول الى تصور واضح حول منهج التنميط البارامتري يستعرض البحث عددا من الدراسات التي استخدمت هذا المنهج في التصميم المعماري.

1.5. دراسة Mansourifar و Shi (2018):

تطرح الدراسة عملية تصميم بارامتريّة تعتمد على طريقتين في توليد أشكال هندسية نمطية: الأولى تعتمد على العلاقة بين الدوائر المتحدة المركز لتوليد اشكال نجمية وقطع زخرفية² (rosettes) اما الطريقة الثانية فتقوم على اربع خطوات، الخطوة الاولى: رسم ثلاث دوائر مماسية متساوية كرسم تخطيطي أولي لعنصر البلاط. والخطوة الثانية التعرف على الدائرة المحيطة بين الدوائر المماسية وحساب خصائصها، أما الخطوة الثالثة فهي ملء الدوائر المماسية والدائرة المحيطة الخاصة بخطوات الطريقة الاولى، واخيرا تكرار الدوائر المماسية والدائرة المحيطة بها لتغطية الفضاء المطلوب. وفي كلا عمليتي التوليد تم استخدام خوارزمية خاصة بالباحثين، ويتم الإشارة إلى عدد الدوائر متحدة المركز بواسطة تسعة بارامترات [14].

² Rosette: قطعة زخرفية على شكل زهرة مقطوعة من الخشب أو الحجر.

<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/rosette?q=rosettes>

تصاميم أولية متنوعة نمطية لمساكن محلية منفردة الأسرة بالإعتماد على المواصفات المطلوبة. وتم تحديد منهج البحث ببناء إطار نظري لتعريف منهج التنميط البارامتري ومن ثم تطبيق المفردات ذات العلاقة في بناء نموذج بارامتري حاسوبي لتصميم مساكن محلية نمطية منفردة الأسرة وفق مواصفات تصميمية محددة.

3. تعريف التصميم البارامتري والنموذج البارامتري:

عُرف Parameter وفق قاموس أكسفورد بأنه يمثل (معامل رقمي أو عامل قابل للقياس يشكل واحداً من مجموعة تحدد نظاماً أو تحدد شروط تشغيله).

يمثل التصميم البارامتري (PD) (Parametric Design) منهجا يصف التصميم بصورة رمزية بناءً على استخدام البارامترات [2]. ويعرف Jabi (2013) التصميم البارامتري بأنه تحديد العلاقات بين البارامترات المختلفة لنموذج التصميم. ويرتبط التصميم البارامتري بالمنهج الخوارزمي. إذ تتفاعل النماذج المنشأة بشكل بارامتري وخوارزمي بدقة عالية مع نظيراتها في الحياة الواقعية عندما تتعرض لتغييرات المستخدم وبارامترات الشكل الجيومتريّة [7].

يمثل النموذج البارامتري (Parametric model) تمثيلاً حاسوبياً للتصميم يتم إنشاؤه باستخدام كيانات جيومتريّة (Geometric) لها خصائص ثابتة وأخرى متنوعة. تسمى الخصائص المتنوعة البارامترات والخصائص الثابتة القيود. ويغير المصمم البارامترات في النموذج البارامتري للبحث عن حلول بديلة مختلفة للمشكلة المطروحة. ويستجيب النموذج البارامتري للتغييرات عن طريق التكيف أو إعادة التكوين للقيم الجديدة للبارامترات دون محو أو إعادة رسم [8]. ويوجد تعريف متنوعة للتصميم البارامتري، إذ يعتبر المصمم Frank Gehry أن التصميم البارامتري هو نظام يوفر المدخلات والمخرجات ويولد فضاءات وآليات تصميمية للوصول إلى حل. بينما يعتبر Axel Kilian أن التصميم البارامتري يمثل عملية اختيار مجموعة مناسبة من البارامترات مع علاقاتها المترابطة لتلبية متطلبات مشكلة التصميم [4].

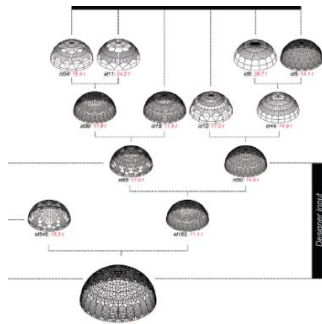
4. تعريف النمط في التصميم المعماري بمساعدة الحاسوب:

عُرف النمط (Type) بأنه مفهوم يصف مجموعة من الكائنات تتميز بنفس الهيكل العام. يعتمد بشكل أساسي على إمكانية تجميع الأشياء خلال بعض أوجه التشابه البنوية المتأصلة [9]. عُرّفت أنماط المباني بأنها فئات المباني التي لها خصائص مشتركة وغالباً ما تكون وظيفية. وبشكل عام، يمكن وصف النمط بأنه ترميز الخصائص البارزة لكائن التصميم، وتتضمن خصائص وظيفية وشكلية وسياقية. وفي دراسة Casakin & Dai (2002) يعرّف الأنماط والنمطيات (Types) (Typologies) كموضوع لعدد من الأنظمة الحاسوبية حيث يتم فيها تمثيل المعرفة السابقة، وبشكل خاص في الأنظمة القائمة على الحالة السابقة [10]. ويكون الدور الرئيسي لأداة التصميم الحاسوبية في جعل المعرفة النمطية المرئية في متناول المصممين بطريقة تفاعلية. على سبيل المثال، يمكن للأداة توليد عدد من التمثيلات المرئية التجريدية لشكل محدد من المعرفة النمطية ذات الصلة، مما يمنح المصمم نظرة على العلاقات الوظيفية في مرحلة التصميم المفاهيمي [11]. كما موضح في الشكل (1).

في هذه الدراسة تم تعريف النمط من خلال انساق شكلية خاصة بعنصر تابع لطراز معماري تاريخي، وتمت عملية توليد التصاميم النمطية البارامترية باستخدام نموذج (GML) وبشكل تفاعلي عن طريق تغيير المصمم لقيم البارامترات والعلاقات الطوبولوجية للنسق الشكلي في شاشة العرض .

3.5. دراستا Turrin et.al و Andres et.al (2011):

تعرض الدراستان الفوائد المستمدة من جمع النمذجة البارامترية والخوارزميات الجينية GAs من أجل الوصول الى عملية تصميم قائمة على الأداء. إذ تعمل النمذجة البارامترية على وصف الشكل وإختلافاته المتوقعة، بينما تتم عملية البحث والاستكشاف بواسطة الخوارزميات الجينية [16]. إذ يتم استخدام المبادئ النشوئية لـ GAs للبحث عن مجموعات من البارامترات المستقلة التي تولد حلول جيدة الأداء داخل فضاء الحل للنموذج البارامترى [16]. تم تطبيق اداة ParaGen وهي (خوارزمية بارامترية وراثية) (Parametric Genetic Algorithm) [17] لاستكشاف الهيكل المورفولوجي لقبة مستلهمة من الهيكل الطبيعية كمصدر لاختيار المبادئ الجيومترية وتحديد بارامترات الهيكل الجيومترى. وتُظمت مجموعة من 40 متغيرًا بارامتريا عدد الحلقات وعدد النقاط لكل حلقة في النموذج البارامترى الثلاثي الأبعاد. ولكل تكوين للنقاط تم اتباع أحد النمطين: نمط مخططات (Voronoi) و نمط مثلثات (Delaunay) باستخدام اداة بارامترية (GC) Generative Components [16]. ويقوم ParaGen بثلاث خطوات، الأولى هي اختيار البارامترات: حيث تقوم GA بتفعيل قيم البارامترات المستقلة في كل حل باستخدام تقنيات الاختيار واعادة التركيب والطفرة. وثانيا توليد النماذج: يقوم النموذج البارامترى في هذه المرحلة بتوليد الشكل البارامترى في اداة GC باستخدام المتغيرات التي ترسلها GA. واخيرا تقييم النماذج التي تم إنشاؤها باستخدام برنامج FEA للتقييم الهيكلي [16]. ويسمح التطبيق للمصمم بالمتابعة بصورة مباشرة في مرحلة التصميم من خلال توفير واجهة مستخدم سهلة الاستخدام يمكن للمصمم مقارنة الحلول المختلفة للوصول الى مقترح التصميم النهائي [17]. كما موضح في الشكل (4)

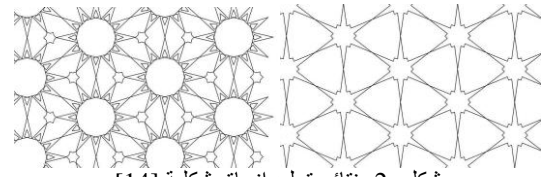


شكل 4- شجرة العائلة للقبة [17] Genealogy tree

تم في هذه الدراسة توليد نماذج نمطية مستوحاة من المصادر الطبيعية باستخدام اداة حاسوبية GC، بالاعتماد على قيم البارامترات التي يتم تفعيلها في الخوارزمية الجينية داخل اداة Paragen، مع امكانية المصمم في التفاعل والتدخل في عملية التوليد وبهذا يحقق كفاءة عالية بالوصول الى رغبات المصمم من ناحية الشكل وتحقيق الاداء الهيكلي الامثل او القريب من الامثلية.

4.5. دراسة Spallone و Calvano (2019):

تهدف الدراسة الى اثبات وجود احكام بارامترية في مخططات فلل Palladio. إذ اعتمدت الدراسة تجربة Stiny and Mitchell في توليدها لمخططات فلل بالاديو من خلال

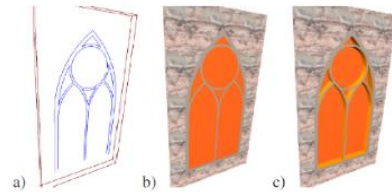


شکل 2- نتائج توليد انساق شكلية [14]

مما تقدم يتضح ان دراسة Shi و Mansourifar تعرف النمط البارامترى لانساق شكلية لتوليد نماذج زخرفية بمرحلتين: نمذجة جزء ومن ثم تكراره لتوليد نماذج شكلية جديدة تملء الفضاء الثاني الابعاد، وفي كلا المرحلتين تم استخدام خوارزمية خاصة بالباحثين معتمدة على تغيير قيم البارامترات من قبل المصمم.

2.5. دراسة Fellner و Havemann (2004):

تعرض الدراسة استخدام لغة النمذجة البارامترية (GML) (Generative Modeling Language) من اجل تعريف النمط الاولى والعمليات المستخدمة في بناء النوافذ والزخارف التابعة لطراز العمارة الغوطية والمعروفة بتكويناتها المعقدة، وهذا التعقيد يتحقق من خلال الجمع بين عدد قليل من الانساق الجيومترية الاولى وهي الدوائر والخطوط المستقيمة وباستخدام مجموعة محدودة من العمليات، مثل التقاطع (intersection) والازاحة (offsetting) والانبثاق (extrusions) على مستوى الشكل الثلاثي الابعاد وبعدها اضافة عمق لها عن طريق مقاطع (profiles) لتصبح بهيئة ثلاثية الابعاد [15]. كما موضح في الشكل (3).



شكل 3- يوضح النمط على مستوى ثلاثي الابعاد [15]

ان النسق الاساسي في العمارة الغوطية هو القوس المدبب ، ويعتمد بناؤه الجيومترى على تقاطع دائرتين وهي مماسة لجانبي النافذة لتشكل خطين راسيين. ومن الناحية التكنولوجية تكمن ميزة القوس المدبب فوق القوس الدائري أن المسافة بين الأعمدة يمكن أن تتغير بارامتريا دون التأثير على ارتفاع القوس، وهذا يترك مرونة أكبر في موقع الأعمدة .

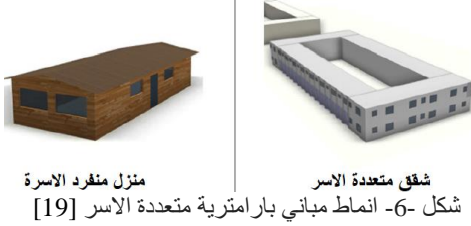
يتضمن التمثيل GML للنمط الاولى للنافذة الغوطية البارامترات الاساسية (نقاط القوس الاساسية ، ارتفاع الاجزاء⁴ (segment) الراسية ، كائن السطح المستوي⁵ (the plane normal) ، سمك الاقواس والحدود الخارجية والداخلية). وينتج بعدها 8 سطوح (polygons). يتوافق تسلسل البارامترات بشكل اساسي مع ما يمكن إدخاله كقيم في مربع حوار في برنامج تفاعلي. ولكي لا يخطئ المستخدم في الكتابة تتم تسمية البارامترات في مربع الحوار [15].

³ لغة النمذجة التوليدية (GML): لغة برمجة بسيطة وظيفتها نقل البيانات من وظيفة الى أخرى وتغذية البيانات التي تنتجها من عملية الى أخرى. كما يتم إنشاء مجسم ثلاثي الابعاد بخاصية الانبثاق execution . [47]

⁴ Segment: جزء مفصول عن الشكل الجيومترى بنقطة أو خطوط أو سطوح مستوية أو أكثر.

⁵ Normal: في الهندسة الجيومترية ، هو خط عمودي على مستوى المماس [48]

التمطيط (Typology Catalogue) ويمكن تكوينه في نماذج مرئية حضرية رقمية. كانت المرحلة الأولى في التصميم النمطي البارامتري هي تحليل الأنماط العمرانية والبنائية في المدينة لتعريف وتقييم أنماط المباني القائمة بناءً على تقييس الشكل القائم على الشفرات الرقمية (form based codes). وباستخدام المسح الميداني تم اكتشاف 14 نمط رئيسي الأكثر استخداماً. والثانية مرحلة التطوير والتحويل حيث تم تحديد بارامترات التصميم التي استخدمت لتطوير احكام وقواعد التصميم لكل نمط، واخيراً مرحلة التركيب والرقمنة وتم فيها رقمنة احكام انماط المباني المختلفة في كتالوج ترميز المباني CGA، والذي سيتم استخدامه لبناء نماذج المدن ثلاثية الأبعاد [19]. كما موضح في الشكل (6).



شكل 6- أنماط مباني بارامترية متعددة الاسر [19]

وبناءً عليه، اشارت الدراسة الى تعريف النمط عن طريق معايير وقوانين حضرية، وتم تحويلها الى احكام رقمية باستخدام اداة بارامترية Esri City Engine وذلك لتوليد عدة نماذج بارامترية ثلاثية الأبعاد لإنشاء كتالوج الترميز الذي يلتزم به المصمم على المستوى الحضري.

يتضح مما تقدم تباين الدراسات السابقة في تعريف المنهج المتبع في الترميز البارامتري ومن اهم هذه الجوانب:

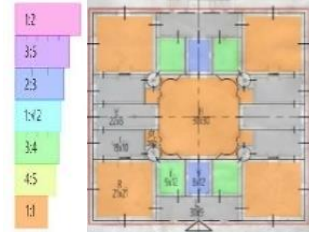
- **التنوع في تعريف مصدر إشتقاق النمط:** اختلفت الدراسات في تعريف النمط فمنها عرفت النمط بدلالة ارشادات رسم زخارف هندسية مثل دراسة Mansourifar و Shi ومنها عرفت بتحويل مجموعة من العناصر التابعة لطراز معماري مثل دراسة Havemann و Fellner وفي دراستها Turrin et.al و Andres et.al عرفت بدلالة الهياكل الطبيعية والانثائية اما في دراسة Spallone و Calvano فتم تعريفه بدلالة مجموعة تصاميم تابعة لمعماري معين، واخيراً دراسة Kunze, et al عرفت مصدر النمط باكواد ومعايير التصميم الحضري.

- **التنوع في مقياس النمط:** من خلال الاطلاع على الدراسات السابقة وجد اختلاف في مقياس النمط، يبدأ من مستوى التفاصيل كما في دراسة Mansourifar و Shi او يجمع مستويي التفاصيل والعناصر كما في دراسة Havemann و Fellner وعلى مستوى جزء من مبنى مثل دراستي Turrin et.al و Andres et.al اما في دراسة Spallone و Calvano ودراسة Kunze, et al فالأولى على مستوى مبنى منفرد والثانية على مستوى حضري لعدة مباني.

- **التباين في اساليب تحليل المعرفة النمطية:** يلاحظ من الدراسات السابقة وجود اختلاف في نوعية البارامترات المدخلة في عملية التوليد النمطي كما يلاحظ في اغلب الدراسات استخدام الخوارزميات مع البارامترات في عملية التصميم.

- **التباين في دور المصمم:** يلاحظ من الدراسات السابقة ان تدخل المصمم اثناء عملية التصميم يكون اما تفاعلي كما في دراستي Turrin et.al و Andres et.al او غير تفاعلي كما في دراسة Kunze, et al

أتمتة احكام قواعد التشكيل المعاد كتابتها في هذه الدراسة بادوات البرمجة المرئية Grasshopper، وتم ربط التناسبات المستطيلة ونسق مخططات الفلل، وتصنيفها في عائلات مرتبطة بحجم شبكة tartan⁶ المستخدمة. وأستُخدمت لغة البرمجة المرئية VPL في اعادة كتابة خوارزمية تركيبية جديدة للشكل، واستغلال امكانيات اللغة لتستجيب الى النماذج التي تم إنشاؤها في نهاية العملية عن طريق تغيير المدخلات الأولية (البارامترات). ويتضمن سير العمل لبناء النموذج البارامتري لبعض فلل Palladian العمليات التالية: اولا تعريف الإطار الجيومتري للنموذج من خلال تحديد بنية الخوارزمية المشتقة من المخططات الكرافيكية للمؤرخ Wittkower. ثانياً تعريف بارامتري للعناصر المعمارية القياسية والمخصصة التي تعطي التماسك الكلي للمبنى. واخيراً ارتباط العناصر البارامترية للخطوة الثانية بالإطار الجيومتري. كما توصلت الدراسة إلى نتائج ثلاثية الأبعاد من خلال ربط ادوات VPL و BIM. كما تم حفظ الاحكام لبناء العناصر المعمارية للفلل في نموذج (VisualARQ) BIM كما يمكن تكييف الكائن (object) عن طريق تعديل أجزاء العناصر وتلبية لرغبة المصمم [12].



شكل 5- يوضح النسب السبعة المستطيلة في احدى فلل بالاديو [18]

وبناءً عليه، اشارت الدراسة الى تعريف النمط على اساس تحليل مجموعة ابنية تابعة لمعماري معين، حيث تمت عملية التوليد النمطي البارامتري باتشاء خوارزمية خاصة بالباحث بلغة البرمجة المرئية، حيث يستجيب النموذج البارامتري لتغيير قيم البارامترات والعلاقات الطوبولوجية بين مكونات النموذج، كما تم استخدام اداة (VisualARQ) لتمثيل النموذج على المستوى ثلاثي الأبعاد.

5.5. دراسة Kunze, et al (2012):

تركز الدراسة على بناء إطار مفاهيمي لإنشاء نماذج اجرائية لتصميم نماذج المدينة عالية المستوى (high-level procedural city models)، والذي يمكن المستخدمين من تكوين نماذج مدينة بطريقة حدسية باستخدام نمطيات المباني الموجهة باكواد التصميم في خليج فرانسيسكو [19]. حيث تم عرض منهج حول كيفية استخدام الشفرات الرقمية في التصميم (design codes) لتوجيه النماذج الاجرائية الثلاثية الأبعاد للمدينة من أجل الوصول بسهولة إلى تفاصيل السيناريوهات الحضرية. وتقديم المنهج باستخدام Esri City Engine⁷ حيث وصفت الإجراءات تحليل قوانين التطبيق القائمة وتحويلها بعد ذلك إلى لغات برمجية مهيكلية يطلق عليها CGA⁸ لإنشاء كتالوج

⁶ Tartan grid - عبارة عن تصميم لخطوط مستقيمة متفاوتة العرض والابعاد، وتكون متقاطعة بزوايا قائمة.

https://en.termwiki.com/EN/tartan_grid

⁷ Esri City Engine: هو تطبيق برمجي للنمذجة ثلاثية الأبعاد تم تطويره بواسطة Esri R&D Center Zurich والمخصص في توليد البيانات الحضرية ثلاثية الأبعاد.

<https://en.wikipedia.org/wiki/CityEngine>

⁸ The Computer Generated Architecture (CGA): قواعد التشكيل في CityEngine هي لغة برمجة فريدة يمكن تحديدها لإنشاء محتوى معماري ثلاثي الأبعاد. ويمكن استخدام النمذجة القائمة على

المثال السمات المادية والسياقية بالإضافة إلى العلاقات الجيومترية والوظيفية والتنظيمية.

مما تقدم يتضح تنوع خصائص النمط بين الشكلية أو الوظيفية أو الإنشائية أو خصائص أخرى. حيث تتراوح الخصائص الشكلية بين الخصائص الثنائية والثلاثية الأبعاد مثل (التنظيم الفضائي - النسق الشكلي - التنظيم الحجمي - أنماط الحركة - المحاور- الحدود).

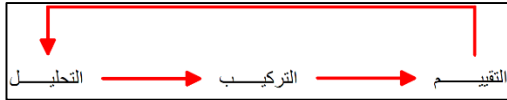
3.1.6. مقياس النمط :

من ملاحظة الدراسات السابقة يتدرج المقياس النمطي من مستوى التفاصيل إلى المقياس الحضري ، فعلى مستوى التفصيل تم نمذجة زخرفة واحدة ومن ثم دمجها مع بقية الزخارف في نموذج واحد كما في دراسة Mansourifar و Shi [14]. وعلى مستوى التفاصيل والعناصر المعمارية في دراسة Havemann و Fellner حيث تم نمذجة عنصر النافذة والزخرفة سوياً، وعلى مستوى جزء من مبنى كما في دراستي Turrin et.al و Andres et.al، أو النمذجة على مستوى مبنى كامل في دراسة Spallone et.al، أو النمذجة على مستوى عدة مباني كما في دراسة Kunze, et al.

مما تقدم يتضح تبين مقياس النمط في التنميط البارامتري ويتدرج من (التفصيل - عنصر معماري - جزء من مبنى - مبنى كامل - عدة مباني (حضري) .

2.6. المفردة الثانية: اشتقاق وتمثيل المعرفة النمطية:

يتكيف النمط الأولي وفقاً للتحليل والمعرفة بالشروط الجديدة ويصبح نقطة البداية لحل المشكلة المطلوبة، ويمر الحل الأولي بمرحلة التركيب ومن ثم تقييمه لمعرفة ما إذا كان الحل يحقق الوظائف المحددة. ويولد النموذج الثلاثي التحليل (Analysis) - التركيب (Synthesis) - التقييم (Evaluation) معرفة جديدة بالمشكلة والتي تؤدي إما إلى إعادة تفسير التحليل أو تركيب حل جديد أو إعادة صياغة الوظيفة وقيود المشكلة [22]. إذ يتم تمثيل المعرفة النمطية حاسوبياً بدلالة البارامترات والخوارزميات والقيود.



شكل- 7- يوضح أقدم نماذج التصميم المعروفة بواسطة Asimov (1962) [23]

1.2.6. البارامترات :

يستخدم المصممون البارامترات لتعريف النموذج البارامتري. ويتطلب تفكيراً صارماً من أجل بناء هيكل جيومتري يكون مرناً بدرجة كافية لعمل الاختلافات. وبذلك يتوقع المصمم أنواع الاختلافات التي يريد استكشافها من أجل تحديد أنواع التحولات التي يقوم بها النموذج البارامتري [8].

• تصنيف البارامترات Taxonomy of parameters:

تتراوح البارامترات الموظفة في التصميم المعماري بين البارامترات الكمية (الرقمية) والبارامترات النوعية (اللارقمية). إذ يمكن تصنيف البارامترات النوعية إلى أنواع عديدة منها: بارامترات الوظيفة وبارامترات المواد وبارامترات الأشكال التي تنقسم إلى البارامترات الجيومترية والبارامترات الطوبولوجية:

- البارامترات الكمية (الرقمية) Quantitative parameters (numerical) : وهي النوع الأساسي من البارامترات التي يعرفها برنامج النمذجة ثلاثية الأبعاد وهي عبارة عن مدخلات رقمية (numbers)

- التباين في استخدام التقنيات الحاسوبية: ففي دراسة Shi و Mansourifar تم استخدام أداة خوارزمية ببرمجة نصية ، أما في دراسة Havemann و Fellner تم استخدام أداة حاسوبية للنمذجة التوليدية (GML) ، وأداة حاسوبية بارامتريّة Generative Components في دراستي Turrin et.al و Andres et.al، أما في دراسة Spallone و Calvano فتم استخدام أداة حاسوبية بارامتريّة Grasshopper وأخيراً في دراسة Kunze, et al تم استخدام أداة Esri City Engine. وبناءً عليه، سيُطرح البحث في الجزء التالي أهم المفردات التي تعرّف منهج بناء نموذج بارامتري حاسوبي للتصميم النمطي.

6. مفردات منهج التنميط البارامتري:

يطرح البحث أهم مفردات المنهج والتي تتناول كل من: تعريف النمط، وإشتقاق وتمثيل المعرفة النمطية، ودور المصمم في المنهج، والتقنيات الحاسوبية المستخدمة، وأسلوب إدخال المعرفة حاسوبياً.

1.6. المفردة الأولى: تعريف النمط المعتمد في التصميم البارامتري:

تتراوح الدراسات في تعريف النمط من حيث مصدره وخصائصه ومقياسه وكما موضح أدناه.

1.1.6. مصدر النمط :

اقترح Gero أن التصميم يبدأ مع الأنماط الأولية (prototypes) من خلال استرجاع الحالة أو تحديد مجموعة أولية من هيكل وظيفي. يمكن أن يعتمد النمط الأولي على تحليل الموصفات الوظيفية للعملاء ويتم استرجاعه من الذاكرة بناءً على حل موجود سابقاً أو حل من مشكلة مماثلة. إذ يصبح النمط الأولي نقطة البداية لحل مشكلة التصميم [20]. وحسب الدراسات السابقة تنوعت مصادر النمط والتي تمثل الأساس الذي يبنى عليها عملية التوليد، ففي دراسة Shi و Mansourifar كان مصدر النمط شكلي لإرشادات رسم الزخرفة الإسلامية في تصميم البلاط [14]. وفي دراسة Havemann و Fellner تم اشتقاق النمط من سلسلة من الرسومات للشبابيك الغوطية على المستويين الإنشائي والزخرفي [15]. ويمكن أن يكون مصدر النمط من مجموعة مباني تابعة لمعماري معين تم تحليلها شكلياً ووظيفياً وإنشائياً كما في دراسة Spallone و Calvano حيث تم تحليل أحد عشر مخططاً لفلل Palladian التابعة لعصر النهضة [12]. كما يمكن اشتقاق النمط من مصادر طبيعية وتحليلها شكلياً ووظيفياً لتصميم الهيكل الإنشائي كما في دراسة Turrin et.al و Andres et.al. وفي دراسة Kunze, et al كان مصدر النمط هو السياق الحضري عن طريق مسح وتحليل أنماط مباني معروفة على المستوى الحضري [19].

مما تقدم يتضح تنوع مصادر النمط (زخارف، طراز معماري - النظم الإنشائية - مباني وظيفية - مباني تابعة لمعماري معين - معايير وقوانين التصميم - الاستلهام من الطبيعة - أو مصادر أخرى)

2.1.6. خصائص النمط :

يمكن وصف النمط بأنه ترميز السمات البارزة لكائن التصميم. وتتضمن هذه الميزات الوظيفية والشكل والسياق، وتمكن عملية التعميم (Generalization) والتنميط (Typification) من إضفاء الخصائص المشتركة في بيئة حاسوبية. إذ تحدد هذه التحليلات الخصائص الشائعة للشكل المعماري، مثل التنظيم الحجمي وأنماط الحركة والمحاور والحدود [21]. كما تغطي هذه التحليلات العديد من الجوانب المختلفة للموضوع ،على سبيل

وعليه يتضح تنوع مكونات الخوارزمية ما بين سلسلة من التعليمات او احكام رياضية او احكام قابلة للتكرار او عوامل تشغيل true-false او بنية حلقية أو مكونات أخرى.

3.2.6. القيود:

ينتج مخطط النمط الأولي للتصميم النمطي تحولاً بين الوظيفة والبنية ويدعم هذا المخطط فكرة تقييد التصميم، فوصف التصميم لمجموعة من الوظائف يحد من قدرة المصمم على إنتاج هياكل غير تلك الموجودة في وصف التصميم [20]. فمخطط النمط الأولي يقيد عملية التوليد للتنميط البارامتري ويبيح تغيير بعض الخصائص وذلك بتغيير القيم البارامتريّة ويكون ثابتاً في خصائص أخرى، وتحد القيود من التنوع اللانهائي وتعمل على تقييد المصمم في فترة زمنية معينة. إذ تعرف القيود حدود فضاء المشكلة. فيكون فضاء المشكلة متعدد الأبعاد (multi-dimensional) [30]. وتدخل القيود ضمن وصف هيكل المشكلة والذي يمثل النموذج لمشكلة التصميم المراد حلها، وكذلك تدخل مع الوظائف والمتطلبات لتعريف النموذج، وعند تعريف بنية المشكلة، يمكن استخدام اداة أو برنامج لبناء النموذج. حيث يقوم المصمم باكتشاف أجزاء من فضاء الحل من خلال إنشاء وتقييم تصاميم بديلة [30]. ويتراوح تعريف القيود من حيث مولد القيد، ومهام القيد، وكما موضح أدناه:

- مولدات القيود في التصميم النمطية: وهي اربعة المصموم، العملاء (رب العمل)، المستخدمون، والمشرعون. يفرض كل منها قيوداً على حل التصميم ولكن بدرجات متفاوتة [31].
- مهام قيود التصميم (The tasks of design constraints): إن الغرض من القيود هو التأكد من أن التصميم ينتمي الى النمط المستخدم منه. وعليه تتراوح مهام القيود بين: [31]
 - القيود الوظيفية (Functional constraints): تتعامل مع الغرض الأساسي من الكائن أو النظام الذي يجري تصميمه. ففي تصميم المدرسة، فإن القيود الوظيفية هي تلك المتعلقة بالنظام التعليمي للمدرسة لتنفيذه. وتكون مؤثرة جداً منذ بداية عملية التصميم.
 - القيود الإنشائية (Constructional constraints): هي تلك الجوانب من مشكلة التصميم الكلية التي تتعامل مع واقع إنتاج أو صنع أو بناء التصميم؛ وهي المشكلة التكنولوجية مثل المواد المستخدمة في البناء.
 - القيود الشكلية (Formal constraints): هي تلك المتعلقة بالتنظيم المرئي للكائن. قد تتضمن احكام حول التناسبات والشكل واللون والملمس.
 - القيود الرمزية (Symbolic constraints): وتهتم بالصفات التعبيرية للتصميم واستخدام الشكل والفضاء لتحقيق تأثيرات محددة.

6.3. المفردة الثالثة: دور المصمم في التنميط البارامتري:

توفر البرامج البارامتريّة واجهات تفاعلية معقدة ثلاثية الأبعاد يمكنها توليد تنوعات في الوقت الفعلي، مما يسمح للمصمم بمزيد من التحكم والاستجابة المباشرة عند تغيير البارامتري. تتضمن تطبيقات الحاسوب للنماذج البارامتريّة الهياكل التي تُظهر النشوء التاريخي للنموذج، مما يسمح للمصمم بالعودة إلى مرحلة سابقة من التصميم وتطبيق التغييرات. ويتم تحديث التغييرات من خلال سلسلة من التبعية (Dependencies) للبارامترات، مما يعني أنه يمكن للمصمم الانتقال إلى أي مرحلة وتغيير قيمة البارامترات وإعادة بناء النموذج. إذ يقوم النموذج البارامتري إما بنشر التغييرات من خلال البنية وإعادة تكوين النموذج إلى القيم الجديدة، أو إبلاغ المصمم إذا كانت البارامترات المعدلة سينتج عنها مشاكل في الحل [8]. وفي بعض الأنظمة قد لا يتحكم

وقيم منطقية (logical values) وحتى سلاسل الأحرف (strings of characters) (التي يتم تمثيلها داخلياً باستخدام الأرقام) [7]. ومن الأمثلة على هذا النوع هي بارامترات البرنامج المساحي مثل مساحة الفضاءات، والأبعاد، والحجوم، وعدد الشاغليين، أو البارامترات الإنشائية مثل الأحمال والقوى، أو البارامترات البيئية مثل درجة الحرارة، والرطوبة،.. الخ [24].

- البارامترات الوظيفية (parameters of function) يتم تعريف كل بارامتر بوظيفة محددة مثل الفضاء العام والفضاء الخاص وفضاء الخدمات في المسكن وكل وحدة وظيفية كالفضاء الخاص يضم غرف النوم والحمام.. الخ [25].
- بارامترات الأشكال (parameters of forms): تمثل البارامترات التي تحدد أنواع الأشكال والعلاقة فيما بينها. فمثلاً عند تعريف بارامترات المربع تسمح بتكوين مجموعة متنوعة من الأشكال الرباعية (المعين، شبه المنحرف، مستطيل، مكعب... الخ) [8] ونمط العلاقات الطوبولوجية حيث ان العلاقات المتعددة تنشأ علاقة بارامتريّة مثل التجاور والتقاطع والتداخل... الخ [24]
- بارامترات المواد (parameters of materials): تمثل خصائص المواد التي تضم بارامترات فرعية عديدة مثل بارامترات نوع المادة وبارامترات لون المادة وبارامترات ملمس المادة. [7]

كما تتنوع البارامترات من حيث ارتباطها بالبارامترات الأخرى:

- البارامترات غير المرتبطة ببارامترات أخرى: تمثل البارامترات التي لا يؤثر التغيير في قيمها على البارامترات الأخرى [26].
- البارامترات المترابطة: تمثل البارامترات المستقلة التي يؤثر التغيير في قيمها على البارامترات المعتمدة المتأثرة بها [26]. إذ نظم Gane and Haymaker نوعين من البارامترات: بارامترات مستقلة وبارامترات معتمدة، وتم تعريف البارامتر المستقل كقيمة ادخال يعرفه المستخدم ويمكن التحكم في قيمته وتغييرها بينما البارامتر المعتمد هو الناتج الذي تتغير قيمته نتيجة لتغير قيمة البارامتر المستقل [27].

2.2.6. الخوارزميات:

تعريف الخوارزمية وفقاً لقاموس كامبرج⁹: هي مجموعة من التعليمات أو الاحكام الرياضية التي عند تعريفها في الحاسوب فانها تعمل على ايجاد حل لمشكلة ما. ويمكن تعريفها بانها مجموعة من التعليمات القابلة للتكرار [28]. وايضا هي مجموعة محددة من التعليمات التي تهدف إلى تحقيق غرض محدد بوضوح بعدد محدد من الخطوات. وتأخذ الخوارزمية قيمة واحدة أو مجموعة من القيم كمدخلات، وتنفذ سلسلة من الخطوات الحاسوبية التي تحول المدخلات، وفي النهاية تنتج قيمة واحدة أو مجموعة قيم كمخرجات [5]. كما تتضمن الخوارزمية عوامل تشغيل منطقية (true or false) كبوابات لتثبيط العملية المتسلسلة. وهذا بدوره يعني أنه يمكن أن يكون في الواقع بنية حلقية (loop structure) حيث يتم إرجاع التسلسل أحياناً إلى مرحلة سابقة منه [29].

بدأ حل جديد، اما البيانات الثابتة فهي بيانات عرفها المستخدم ولا يمكن حذفها عند بدأ حل جديد [37]. وتختلف بنية البيانات التمثيلية المستخدمة لعقد البيانات اعتماداً على النظام، وهياكل البيانات الثلاثة شائعة الاستخدام هي قوائم مسطحة (flat lists) أو قوائم متداخلة (nested lists) أو (مصفوفات متعددة الأبعاد) (multi-dimensional arrays)، وهياكل البيانات الطوبولوجية (topological data structures) مثل هياكل البيانات الهرمية (hierarchical data) [32].

ج- الأسهم المتجهة (Edges): تمثل الأسهم تدفق البيانات وربط عقد التشغيل بعقد البيانات أو العكس. كما تعمل على استنساخ البيانات؛ وستكون المدخلات ذات الصلة نسخاً دقيقة من بعضها البعض [32]. وفي Grasshopper عندما لا يتم تخزين البيانات في البارامتر يتم تمرير البيانات من عقدة إلى أخرى عبر الاسم المتجهة [36].

مما تقدم يتضح أن المكونات المشتركة في الادوات الحاسوبية البارامترية هي العقد بنوعها عقد تقوم باجراءات عامة وعقد تقوم بنقل وخرن البيانات، والاسهم المتجهة وظيفتها تدفق البيانات خلالها وربط عقد التشغيل والبيانات وكذلك استنساخ البيانات.

2.4.6. أنواع تكرار العمليات المتعددة : تتراوح انواع التكرار في التصميم النمطي البارامترية بين : [32]

- التكرار أحادي العملية (single-operation iteration) : أبسط انواع التكرار الذي يطبق نفس العملية في وقت واحد عبر كيانات جيومترية متعددة ، إذ يتم تعيين قيمة ادخال واحدة للبارامترات .

- التكرار الضمني متعدد العمليات (implicit multi-operation iteration) : يصبح التكرار أكثر تعقيداً إذا كان من الممكن أيضاً تعيين قيم ادخال متعددة للبارامترات الإضافية.

- التكرار الصريح متعدد العمليات (Explicit multi-operation iteration) : يستخدم في هذا النوع عقد إضافية ذات دلالات متخصصة (specialized semantics) تعمل على تعديل تدفق.

مما تقدم يتضح ان هناك ثلاثة انواع لتكرار العمليات داخل النموذج النمطي البارامترية وهي في ابسط حالاتها متكونة من قيمة ادخال واحدة او من قيم ادخال متعددة واصعبها استخدام عقد ذات دلالات متخصصة.

3.4.6. معالجة البيانات :

نظراً لأن واجهة الرسم البياني في Grasshopper مصممة لتدفق البيانات من وإلى أنواع معينة من العقد. ومع ذلك فإن البيانات تحدد تدفق المعلومات داخل وخارج العقد. ويعد فهم كيفية التعامل مع بيانات القائمة (list data) أمراً مهماً لمعرفة موقع كل عنصر في تلك القائمة للوصول إلى عناصر معينة أو معالجتها [36]. وأن أحد أساسيات النمذجة الخوارزمية هي قوائم البيانات وتمثل أي نوع من البيانات مثل الأرقام والنقاط والأشكال الجيومترية وما إلى ذلك [38]. ويطلق Grasshopper البيانات وفقاً لثلاث طرق رئيسية: أسلوب القائمة الأقصر (The Shortest List mode ، وأسلوب القائمة الأطول (The Longest List mode والإشارة المرجعية Cross (Reference) [39]. وتتمثل إحدى ميزات Grasshopper في القدرة على إنشاء قوائم مختلفة من البيانات ومعالجتها بسرعة [36] ، ومن أهمها (list item) وهي تحدد عنصرًا واحدًا من القائمة، ويمكن فهم القوائم من تحديد مرجع معين بسهولة داخل القائمة من خلال الرجوع إلى فهرسها [39].

المستخدم في بنية البيانات، بينما في الأنظمة الأخرى قد يتم تزويد المستخدمين بالعمليات والأدوات التي تمكنهم من بناء هياكل البيانات المخصصة [32]. ويعمل المصممون في الأنظمة البارامترية على مستويين: تعريف المخطط (schemata) والقيود (constraints)، والبحث داخل عدة مخططات عن مثيلات ذات معنى. إن شرط القيود له أهمية في التعبير عن نوايا المصمم المحددة وفي إزالة الغموض عن التفاعل [33]. كما يواجه المصمم التعقيد في كل من التمثيل (representation) وواجهة البرنامج (interface). ففي مستوى التمثيل، يجب أن يدرك المصمم مفاهيم مثل المخطط البياني (graph)، وتجمع العقد (node)، ومجموعة من الأفكار الرياضية المتعلقة بالوصف الجيومترية geometry (descriptive) والجبر الخطي (linear algebra). ومن ناحية واجهة العرض لأنظمة النمذجة البارامترية فإنها أجهزة تفاعل متعددة ومتراصة لجوانب مختلفة من التمثيل [33].

مما تقدم يتضح متابعة المصمم لعملية التصميم في التمثيل البارامترية إما بشكل تفاعلي أو غير تفاعلي ، كما تعددت مهامه ضمن مستوى التمثيل (representation) وواجهة البرنامج (interface).

4.6. المفردة الرابعة: التقنيات الحاسوبية البارامترية:

1.4.6. المكونات المشتركة في الادوات الحاسوبية البارامترية:

عندما يتم تطبيق البرمجة المرئية على التصميم، ينتج عنها منهج نمذجة بارامترية يسمى نمذجة تدفق البيانات المرئية (VDM) (Visual Dataflow Modelling) [34]. وتسمح نمذجة تدفق البيانات المرئية للمصممين باستكشاف أشكال بديلة بكفاءة دون الحاجة إلى إنشاء كل إصدار مختلف من نموذج التصميم بشكل يدوي [35]. وتستخدم بيانات VDM للنمذجة البارامترية منهج المخطط البياني لتدفق البيانات الذي يتكون من عقد (nodes) والروابط (links). وتمثل العقد نوعاً من العمليات وتمثل الروابط تدفق البيانات بين هذه العمليات [34]. ويكشف الرسم البياني عن تدفق البيانات وتبعيات أي مدخلات لمخرجاتها. ففي أي وقت يتغير الرسم البياني سيتم تحديث كل اتصال وعقدة [36]. وبناءً عليه، يتكون النموذج البارامترية العام (GPM) Generalized Parametric Model () من مجموعة من العقد المتصلة (nodes connected) مع أسهم متجهة (directed edges). إذ تتميز العقد بأنها نوعين وهما عقد للعمليات تقوم باجراءات حسابية عامة جيومترية أو غير جيومترية أو مزيج منهما ،وعقد لبيانات المدخلات والمخرجات، وفي Grasshopper تسمى ببارامترات الإدخال والإخراج، إذ تقع بارامترات الإدخال على الجانب الأيسر من العقدة، وبارامترات الإخراج على الجانب الأيمن منها، وتمثل البيانات سواء كانت جيومترية أو غير جيومترية أو مزيج منها. وترتبط الأسهم المتجهة عقد التشغيل بعقد بيانات الإدخال والإخراج [37] [32]. وفيما يلي تعريف بالمكونات المشتركة في الادوات الحاسوبية البارامترية:

أ- عقد العمليات أو التشغيل (Operation Nodes): يتم من خلالها تنفيذ أي إجراء معقد [29]. فمثلاً يحتوي Grasshopper على العديد من العقد لإجراء عمليات حسابية وتقييم العمليات الشريطية [36].

ب- عقد البيانات (Data Nodes) : ففي Grasshopper تُستخدم البارامترات فقط لتخزين المعلومات ، ولكن يمكن لمعظم البارامترات تخزين نوعين مختلفين؛ البيانات المتقلبة والثابتة (Volatile and Persistent)، حيث يتم نقل البيانات المتقلبة إلى واحد أو أكثر من البارامترات وتكون أيضاً قابلة للحذف كلما

1.5.6. عناصر البرمجة The Elements of Programming:

البرمجة المرئية (Visual Programming) (VP): تشير إلى أي نظام يسمح للمستخدم بتعريف برنامج بأسلوب ثنائي أو ثلاثي الأبعاد، وتشير اللغات المرئية (Visual Languages) إلى جميع الأنظمة التي تستخدم الرسومات البيانية [41]. وتعتبر لغة البرمجة أكثر من مجرد وسيلة لتوجيه الكمبيوتر لأداء المهام. إذ تعمل اللغة كإطار عمل تنظم أفكار المصمم حول العمليات [42]، وتتطابق اللغات مع عملية التفكير البشري [43] وكل لغة برمجية لها ثلاث آليات: أولا التعبيرات الأولية (Primitive expressions) التي تمثل أبسط الكيانات التي تهتم بها اللغة، ثانيا وسائل الدمج (combination) التي يتم من خلالها بناء العناصر المركبة من عناصر أبسط وأخيرا وسائل التجريد (abstraction) التي يمكن من خلالها تسمية العناصر المركبة ومعالجتها كوحدات [42].

2.5.6. لغة البرمجة في التصميم التوليدي وأنواعها:
في مجال التصميم التوليدي (GD)، أصبحت لغات البرمجة المرئية (VPLs) شائعة بشكل متزايد مقارنة بلغات البرمجة النصية التقليدية (TPLs) التي توفرها تطبيقات (CAD). وهي لغات البرمجة المرئية (VPL) الشائعة Generative Hyper graph for و Components for Micro Station و Maya و Rhino TPL و Script و Haskell و Python والنصية Scheme Visual و يسمح باستخدام لغات إضافية، مثل JavaScript و AutoLISP و Rhino Script و Python والنصية بين البرمجة المرئية و البرمجة النصية أن البرمجة النصية أحادية البعد بينما البرمجة المرئية ثنائية الأبعاد على الأقل [43].

بناء على ما تقدم يوجد ثلاثة طرق لمعالجة البيانات: أسلوب القائمة الإقصير، أسلوب القائمة الأطول، والإشارة المرجعية.

4.4.6. الأدوات الحاسوبية المستخدمة:

وتوجد أربع بيئات (Visual Dataflow Modelling) (VDM) شائعة الاستخدام في التصميم البارامتري وهي: Autodesk Dynamo 0.7 و McNeel Grasshopper 0.9 و Bentley Generative Components v8 و Sidefx و Houdini 13. وتستخدم بيئات VDM الأربعة منهج المخطط البياني لتدفق البيانات الذي يتكون من عقد (nodes) والأسهم المتجهة [34].

5.6. المفردة الخامسة: أسلوب ادخال المعلومات في البيئة البارامتريّة:

تتطلب ممارسة التصميم المعماري دعم التنوع الكامل للتمثيلات والعمليات بشكل فعال وتلبي بيئة التصميم الحاسوبية المتطلبات التالية: اولها توفير الوصول إلى مجموعة كبيرة من العناصر الأولية (Primitive Elements): التركيبات الجيومترية والتي تشكل الفضاء الذي يحدد التصميم مثل النقاط (points) والمجهات (vectors) والخطوط (lines) والشبكات (meshes)، والغير جيومترية بما في ذلك العلاقات والقيود التي تحكم التعريف البارامتري للشكل الجيومتري والإجراءات التحليلية التي يوفرها التحليل الرقمي وثانيا توفير هيكل لشفرات رقمية (Code Structure): إذ تقدم جميع بيئات البرمجة، طرق التجريد المضمنة التي تسمح للمستخدم بسهولة التعامل مع مجموعة العناصر الأولية وتعديلها [40].

مما تقدم يتضح ان كل بيئة بارامتريّة يتوفر فيها عناصر أولية جيومترية وغير جيومترية ويتم الجمع والتعديل لمجموعة العناصر عن طريق هياكل الكود سواء كانت نصية او مرئية.

يعرض الجدول (1) المفردات الخاصة بالتنميط البارامتري في عملية توليد الانماط الأولية prototype:

	المفردة الرئيسية	المفردة الثانوية
1	تعريف النمط	مصدر النمط
		(زخارف - طراز معماري - النظم الانشائية - مباني وظيفية - تصاميم معماري معين - مواصفات تصميمية - معايير وقوانين التصميم - الاستلهام من الطبيعة)
		خصائص النمط
		خصائص شكلية ثنائية أو ثلاثية الأبعاد تتراوح بين التنظيم الفضائي - ومسارات الحركة - والنسق الشكلي - والتنظيم الحجمي - والمحاور - والحدود - الخ.
		خصائص وظيفية
		خصائص إنشائية
		أخرى
	مقياس النمط	تفصيل - عنصر معماري - جزء من مبنى - مبني كامل - عدة اينية
2	إشتقاق وتمثيل المعرفة النمطية	البارامترات
		أنواع البارامترات
		بارامترات كمية (رقمية)
		بارامترات نوعية
		بارامترات الشكل
		بارامترات المواد
		أخرى
		ارتباط البارامترات
		بارامترات غير مرتبطة ببارامترات أخرى
		بارامترات مترابطة - بارامترات مستقلة - بارامترات معتمدة
	الخوارزميات	سلسلة من التعليمات - احكام رياضية - احكام قابلة للتكرار - عوامل تشغيل منطقية (true-false) - بنية حلقية - مكونات أخرى
	القيود	مصدر القيود
		المصممين - المستخدمين - العملاء - المشرعين
		قيود وظيفية - قيود إنشائية - قيود شكلية - قيود رمزية
		مهام قيود التصميم
3	دور المصمم في	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)

التميط البارامتري	مهام المصمم في التمييط البارامتري	(تحديد خصائص النمط - تحديد القيود - تحديد البارامترات - تعريف العلاقات بين المكونات النمطية البارامتريّة ومعالجتها - إنشاء المخطط البياني graph - تجميع العقد - إنشاء المعادلات الرياضية - استخدام الجبر الخطي - استخدام واجهة أدوات البرنامج)
4	التقنيات الحاسوبية البارامتريّة	المكونات المشتركة في الأدوات الحاسوبية البارامتريّة
		العقد
		عقد التشغيل
		عقد البيانات
5	اسلوب ادخال المعلومات في البيئة النمطية البارامتريّة	الاسهم المتجهة
		تكرار احادي العملية - التكرار الضمني متعدد العمليات - التكرار الصريح متعدد العمليات
		اسلوب القائمة الاقصر - اسلوب القائمة الاطول - الإشارة المرجعية
		انواع تكرار العمليات المتعددة
الاعناصر الاولية	جيوامتريّة	انواع الادوات الحاسوبية البارامتريّة
		انواع الادوات
		العناصر الاساسية (النقطة - الخط - الشبكة)
		العناصر المعقدة (الاسطح المستوية-المواد الصلبة- اسطح التقسيم
هياكل الكود	غير جيوامتريّة	العلاقات والقيود
		برمجة مرنية - برمجة نصية
		عناصر البرمجة
		وسائل دمج
وسائل تجريد	وسائل دمج	وسائل تجريد
		وسائل دمج
		وسائل دمج
		وسائل دمج

(الباحثان) في عملية التصميم تفاعلي مباشر حيث يتفاعل المصمم في كل مرحلة من مراحل عملية التوليد ويتم على اساسه اتخاذ قرارات من قبل المصمم وذلك بالتحكم بالبارامترات بشكل مباشر في توليد المخططات. كما يعتمد البحث في الدراسة العملية الاداة البارامتريّة Grasshopper.

1.2.7 تعريف البارامترات في عملية توليد النموذج النمطي البارامتري:

بناء على تعريف التصميم البارامتري في الاطار النظري بانه يتميز بوجود خصائص ثابتة (القيود) وخصائص متغيرة (بارامترات مستقلة وبارامترات مترابطة)، حدد الباحثان القيود والبارامترات التي اخذت بنظر الاعتبار في عملية التصميم التوليدي لمسكن مفرد الأسرة وكما يلي:

أ- **الخصائص الثابتة:** القيود التي فرضها المصمم في عملية التوليد:

• **القيود التصميمية:**
 اولاً : ابعاد الأرض ثابتة 7.5×20 م وثانياً : وظائف الفضاءات ومساحتها ثابتة¹¹ كما موضح في الجدول (2) ادناه:

جدول 2- يوضح مساحة الفضاءات المستخدمة في عملية التوليد

ت	نوع الفضاء	ابعاد الفضاء	مساحة الفضاء
1	الكراج	3.75×5 م	18.75 م ²
2	الحديقة الامامية	3.75×4 م	15 م ²
3	الاستقبال	3.75×6 م	22.5 م ²
4	الهول	3.75×5 م	18.75 م ²
5	المطبخ	3.75×5 م	18.75 م ²
6	الحمام	1.75×2.5 م	4.375 م ²
7	المنور الخدمي	1.25×2.5 م	3.125 م ²
8	الدرج	2×2.5 م	5 م ²

¹¹ تم مقارنة القيم المساحية لفضاءات المسكن في هذه الدراسة مع القيم المساحية لفضاءات المسكن الخاص بعينة المسح [49] ومعايير الاسكان الحضري 2010 [50]

7. الدراسة العملية:

تتمحور الدراسة العملية حول استخدام المنهج البارامتري في توليد تصاميم متنوعة لمسكن منفردة الأسرة خاضعة لمواصفات تصميمية نمطية. إذ تعتمد عملية التصميم المعماري للمسكن في الغالب على المعرفة النمطية للمعماريين. حيث يتم التحري في الحلول التصميمية السابقة لمهمة مماثلة، وتحليلها بناءً على الاحتياجات والظروف الحالية، واستخدام أفضل الحلول ودمجها وتعديلها لتناسب المهمة الحالية [44].

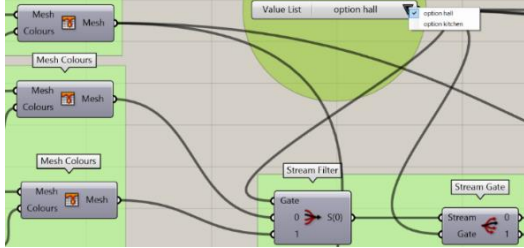
2.7 منهج الدراسة العملية:

تم الاستعانة ببعض مفردات الاطار النظري وتطبيقها في الدراسة العملية لبناء نموذج نمطي بارامتري لمسكن مفرد الأسرة قادر على توليد انماط اولية prototypes، وتأخذ بالإعتبار التنوع النمطي الشائع الطلب عليه من قبل الزبائن إذ تم بناء نموذج سكني افتراضي بمواصفات تم اعتمادها من دراسة العكويدي (2018)¹⁰. وتم اعتماد مقياس النمط على مستوى كامل المسكن المتمثل بالتنظيم الفضائي للمخططات 2D (الطابق الارضي والاول) والتكوين الكتلي 3D. وكان دور المصمم

¹⁰ استخلصت الدراسة نتيجة المسح الميداني للاحياء السكنية في مدينة الموصل، أن نمط القطعة السكنية (150) متر مربع من نمط المسكن المتصلة المفردة الاسر التي تشغل نسبة 72.7% من العينات وأن النسبة الاكبر منها هي المساكن التي بعرض 7.5 متر وبعمق 20 متر ونسبة 52.7%، ونتيجة لذلك تعتبر الاكثر طلباً من قبل الساكن. كما تم في نفس الدراسة مقارنة المساحات الفضائية لهذه المساكن مع مرجع معايير الاسكان العام في العراق، إذ كانت عينة 150 متر مربع الاكثر ملائمة بخصائص المخطط الوظيفي للمساكن الاكبر وهذا يشير الى تمسك الساكن بالمخطط المتبع في القطع السكنية الاكبر مساحة قدر الامكان نتيجة للتغيرات الجديدة في مساحة وتناسبات المسكن كما كانت احدى توصيات الدراسة اهمية اعتماد الحدود الادنى للقطع السكنية ومنها قطعة السكن 150 متر مربع في مشاريع نمطية حكومية او تابعة للقطاع الخاص [47]. مثل مشروع مجمع القرية الجامعية في الموصل والتي اعتمدت ابعاد 7.5 في 20 في النماذج النمطية السكنية المفردة الاسرة.

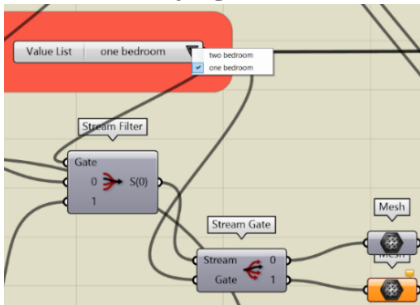
www.shahncompanv.com

- **الإضافة الأولى :** يضيف المصمم الفضاء الذي يرغب به بجوار غرفة الاستقبال عن طريق عقدة البيانات stream filter¹² كما موضح في الشكل (9)، إذ يكون باراميتري للفضاء المجاور للإستقبال مستقلا ويضمن خيارين يتم إختيار احدهما وهما :
 - الخيار الأول : وظيفة الهول امامي مجاور للإستقبال، ويكون في هذه الحالة باراميتري وظيفته الفضاء الخلفي معتمدا عليه وهو المطبخ.
 - الخيار الثاني : وظيفة المطبخ امامي مجاور للإستقبال.



شكل 9- يوضح الاضافة الاولى (الهول او المطبخ) باستخدام عقدة stream filter (المصدر الباحثان)

- **الإضافة الثانية :** عندما يختار المصمم الخيار الثاني فإنه سوف ينتقل الى قائمة خيارات بارامترات وظائف الفضاءات خلف الإستقبال والمطبخ عن طريق عقدة البيانات stream filter .
 - الخيار الأول : اضافة الهول خلف المطبخ، ويكون في هذه الحالة باراميتري وظيفته الفضاء خلف الإستقبال معتمدا عليه وهو فضاءات الخدمات.
 - الخيار الثاني : اضافة الهول خلف الإستقبال، ويكون في هذه الحالة باراميتري وظيفته الفضاء خلف المطبخ معتمدا عليه وهو فضاءات الخدمات .
- **الإضافة الثالثة :** تكون بإختيار المصمم لباراميتري عدد غرف النوم في الطابق الأرضي والذي فيه خيارين هما غرفة نوم واحدة او غرفتين نوم .
 - الخيار الأول : اضافة غرفة نوم واحدة ويكون في هذه الحالة باراميتري وظيفته الفضاء الخلفي المتبقي معتمدا عليه وهو فضاء الحديقة الخلفية.
 - الخيار الثاني : اضافة غرفتين للنوم ومنور وكما موضح في الشكل (10) وعلى اساس هذه الخيارات سوف يتم الانتقال الى مرحلة توليد المخطط الطابق الأول .



شكل 10- يوضح جانب من اختيارات المصمم لغرفة نوم واحدة او غرفتين نوم في الطابق الارضي (المصدر الباحثان)

¹² عقدة stream filter : وهي عقدة تعمل على فلتر مجموعة من المدخلات المتدفقة عبرها.

<https://grasshopperdocs.com/components/grasshoppersets/streamFilter.html>

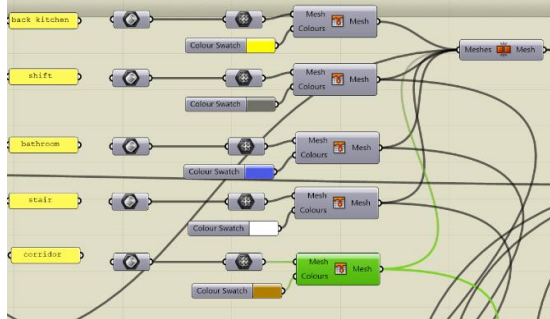
- **القيود الإنشائية**
نوع البناء جدران حاملة حيث يتم توزيع الفضاءات بحيث تكون الجدران في الطابق الارضي متطابقة مع جدران الطابق الاول وارتفاع الطابق 3 امتار.

- **الخصائص المتغيرة (البارامترات):**
 - البارامترات العددية : عدد الفضاءات تتغير بحسب حاجة المصمم (وفقا لطلبات الزبون)، وفي الدراسة الحالية فان عدد غرف النوم يمثل باراميتري يتراوح في الطابق الأرضي بين (1-2) وفي الطابق الأول يتراوح بين (1-5) غرفة نوم
 - البارامترات الطوبولوجية (العلائقية): وهي البارامترات التي تعتمد على العلاقات بين الفضاءات وكما موضح في جدول (3) و (4)
 - البارامترات النوعية (وظائف الفضاءات): تم التعبير عن وظائف الفضاءات بسطوح (mesh) وهي من البارامترات الجيومترية ويمثل مجموعة من الشبكات الجيومترية المتشابكة في Rhino ويمكن أن تحتوي اختياريًا على Text واللون [45]. إذ يمثل كل لون وظيفة لفضاء معين.

2.2.7 المنهج الخوارزمي لعملية التوليد النمطي البارامترية:

يمر المنهج الخوارزمي بمراحل وخطوات متسلسلة لتوليد انماط اولية بارامترية للمساكن منفردة الاسرة، وكما يلي :

- **المرحلة الاولى : انشاء المكتبة**
التعريف بفضاءات المسكن المنفرد الاسرة (الاستقبال – الهول – المطبخ) التي يتم الاستعانة بها في عملية توليد الانماط الأولية الموضحة في الشكل (8) ، باستخدام بارامترات جيومترية Brep والتي تمثل حدود تعرف تكوين الأسطح المستوية [46].

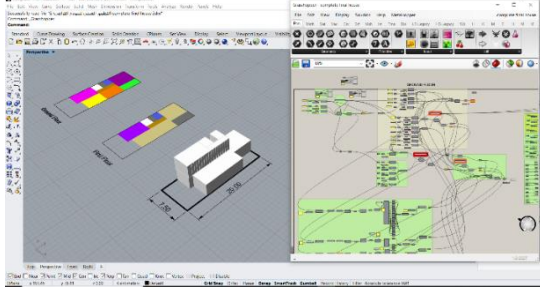


شكل 8- يوضح جانب من مكتبة الفضاءات عن طريق استخدام mesh و brep (المصدر الباحثان)

- **المرحلة الثانية : مرحلة توليد مخطط الطابق الارضي :**

- و تمر هذه المرحلة بعدة خطوات :
 - a. تحديد القيود التصميمية : وضع القيود (الخصائص الثابتة) بمعنى تحديد الفضاءات التي سوف تقيد عملية التوليد وهي (الاستقبال- الحديقة الامامية – الكراج)
 - b. تعريف البارامترات المستقلة وهي (المطبخ- الهول- غرف النوم) والتي على اساس تغيير مواقعها في المخطط الارضي سوف تتغير تلقائيا البارامترات المعتمدة وهي (الخدمات – الدرج). وكما موضح في جدول (3)
 - c. توليد الفضاءات التي يرغب بها المصمم عن طريق الاضافة Adding :

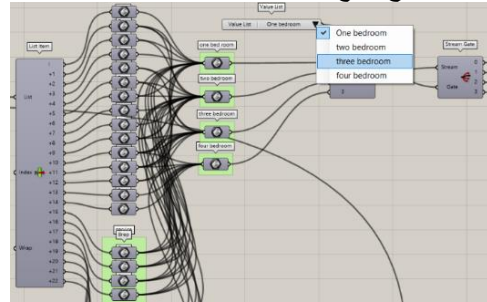
تكون هذه المرحلة تلقائية الية حيث يتفاعل النموذج الثلاثي الابعاد بقرارات المصمم ويتغير على اساس خياراته في الطابقين الارضي والاول ويظهر على شاشة برنامج (RHINO) لكي يرى المصمم قرارات التوليد بصورة اكثر وضوحا حيث يتم رفع السطوح Brep عن طريق عقدة الانبثاق Extrude (تنتبثق المنحنيات curves والأسطح المستوية surfaces على طول متجه vector [36] وبتجاه معين ، وبذلك يتحول من النموذج ثنائي الابعاد الى ثلاثي الابعاد وكما موضح في الشكل (13).



شكل 13- يوضح نموذج ثلاثي الابعاد على شاشة Rhino والذي يتفاعل مع تغييرات الطابق الارضي والاول (المصدر الباحثان)

• المرحلة الثالثة: مرحلة توليد مخطط الطابق الاول :

يتم في هذه المرحلة اضافة غرف النوم وحسب حاجة المصمم من غرفة نوم واحدة الى خمس غرف نوم وكما موضح في الشكل (12) ويكون توقيت الغرف في الطابق الاول في حالة المساكن ذات الطابق والنصف مرتبطا بتفضيلات المصمم الشكلية والمتمثلة بوضع السطح خلفي وجعل التصميم يبدو وكأنه طابقين كاملين أو باعطاء البعد الإنساني للمسكن بوضع غرف النوم خلفية وجعل المسكن يبدو وكأنه طابق واحد أو جعل الواجهة الأمامية متنوعة الارتفاع تجمع بين الطابق الواحد والطابقين .



شكل 12- يوضح قائمة list item والخيارات الرئيسية المتاحة لعدد غرف النوم (المصدر الباحثان)

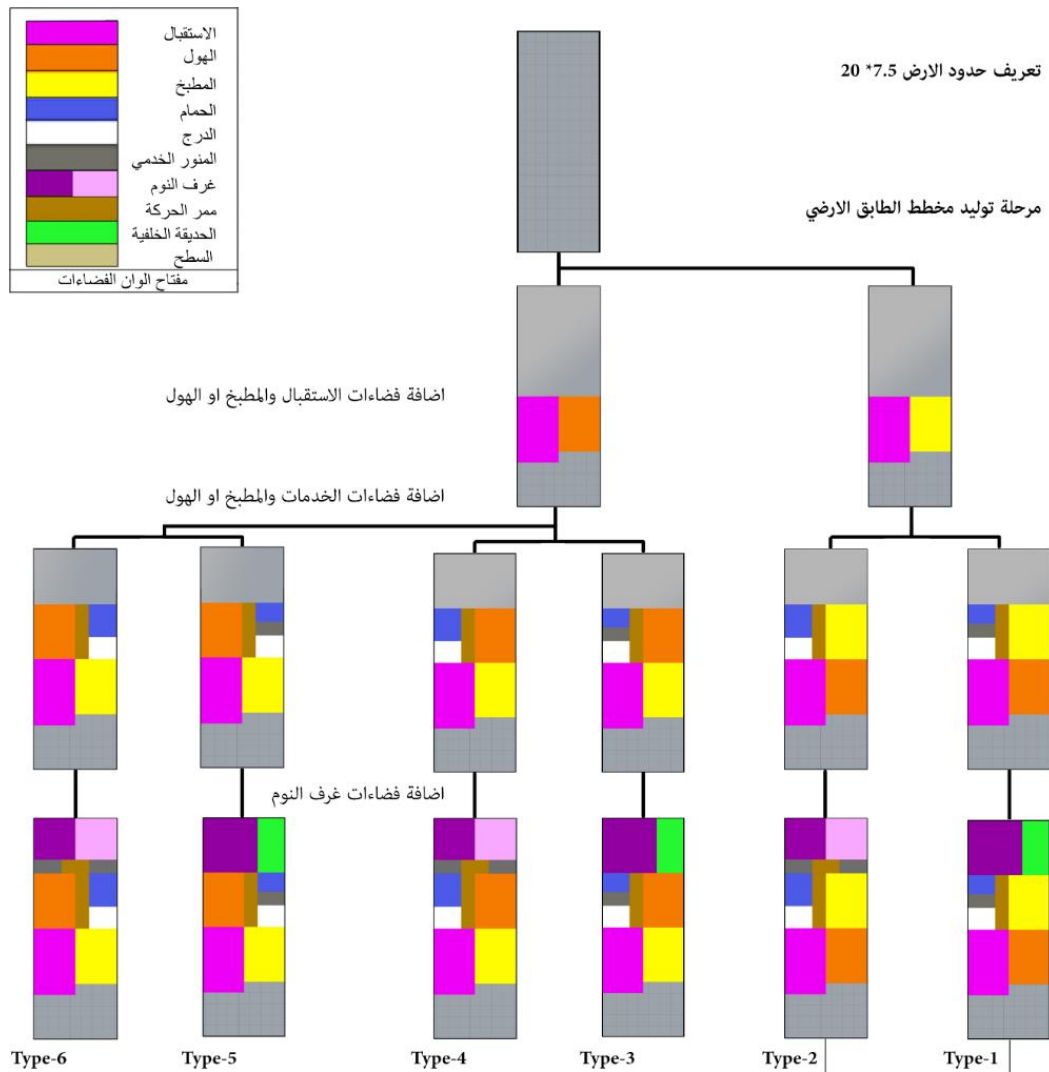
• المرحلة الرابعة : مرحلة توليد النموذج النمطي الثلاثي الابعاد 3D:

جدول 3- يوضح خوارزميات توقيت الهول والمطبخ

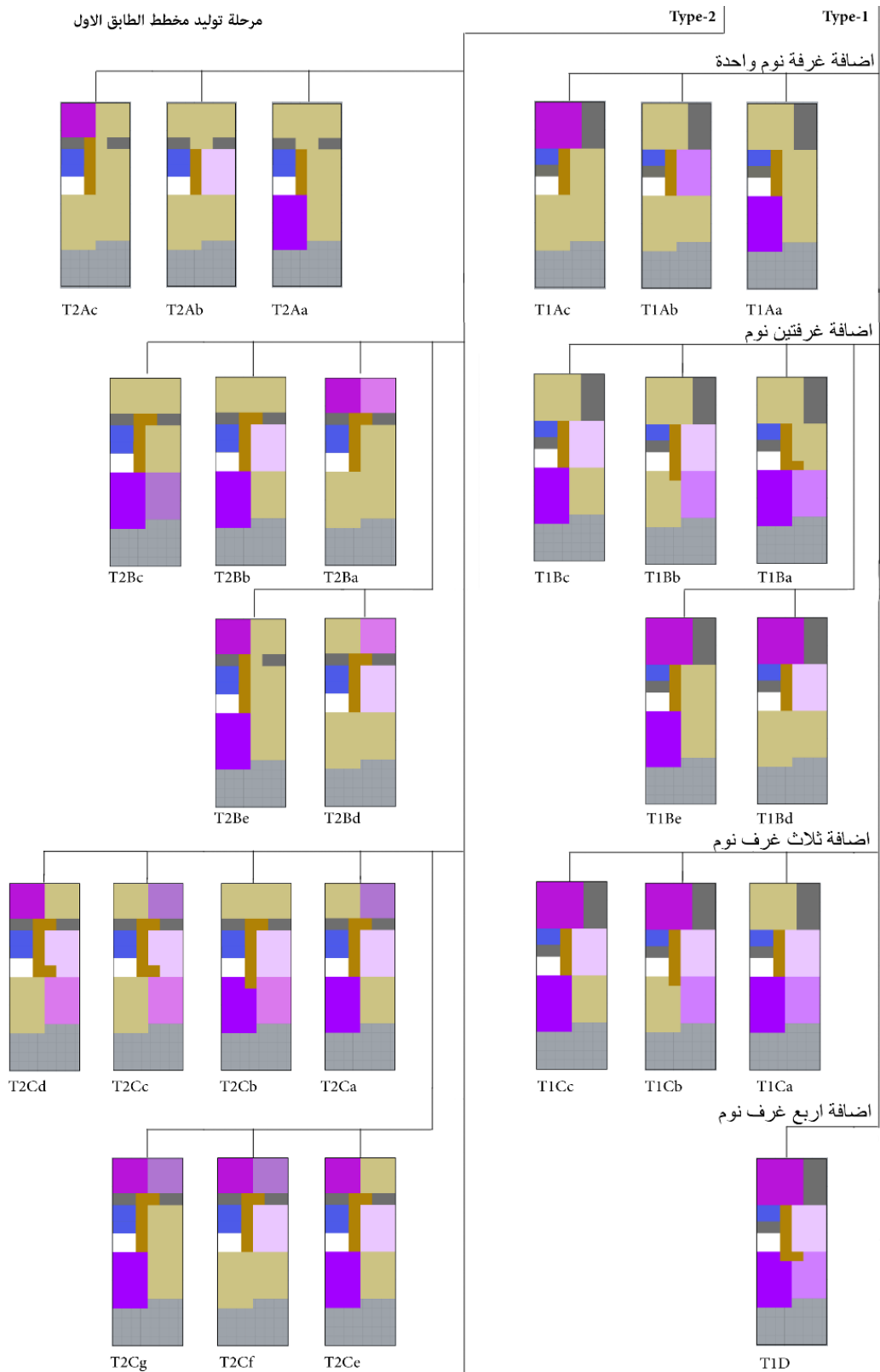
ت	وظيفة الفضاء	موقع الفضاء
1	الهول	امام – خلف المطبخ – خلف الاستقبال
2	المطبخ	امام – خلف الهول

جدول 4- يوضح خوارزميات توقيت غرف النوم

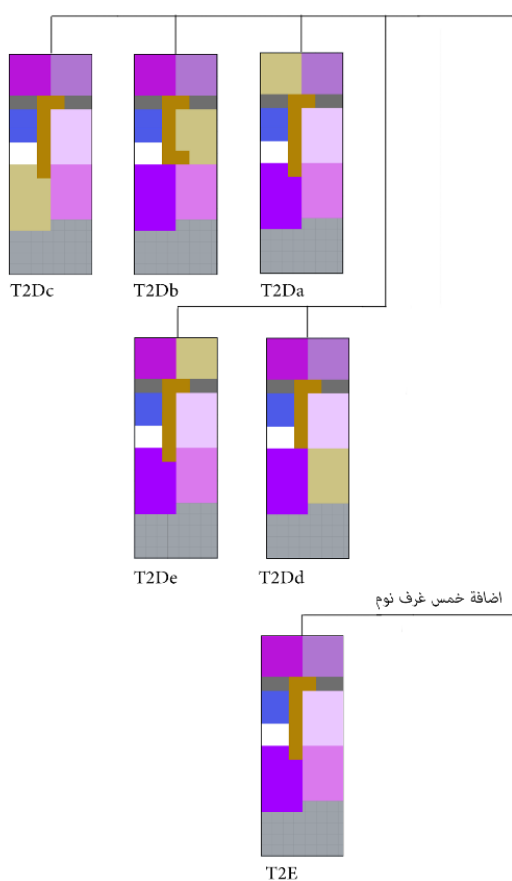
ت	وظيفة الفضاء	TYPE -1-	TYPE-2-
1	غرفة نوم واحدة	امامي – وسطي - خلفي	امامي – وسطي – خلفي
2	غرفتين نوم	2 غرفة امامية – غرفة امامية مع غرفة وسطية – غرفة خلفية مع غرفة وسطية – غرفة امامية مع غرفة خلفية	2 غرفة خلفية – غرفة امامية مع غرفة وسطية – 2 غرفة خلفية – غرفة وسطية مع غرفة خلفية
3	ثلاث غرف نوم	2 غرفة امامية مع غرفة جانبية مجاورة – 2 غرفة جانبية مجاورة مع غرفة خلفية – غرفة امامية وغرفة جانبية وغرفة خلفية غير متجاورة	2 غرفة جانبية غير متجاورة مع غرفة خلفية – 2 غرفة امامية مع غرفة جانبية مجاورة – 2 غرفة جانبية مجاورة وغرفة خلفية غير متجاورة مع 2 غرفة خلفية – 2 غرفة خلفية مع غرفة امامية غير متجاورة
4	اربع غرف نوم	خيار واحد فقط	4 غرف نوم مع سطح خلفي - غرف نوم مع سطح وسطي - غرف نوم مع سطح امامي
5	خمس غرف نوم		خيار واحد فقط



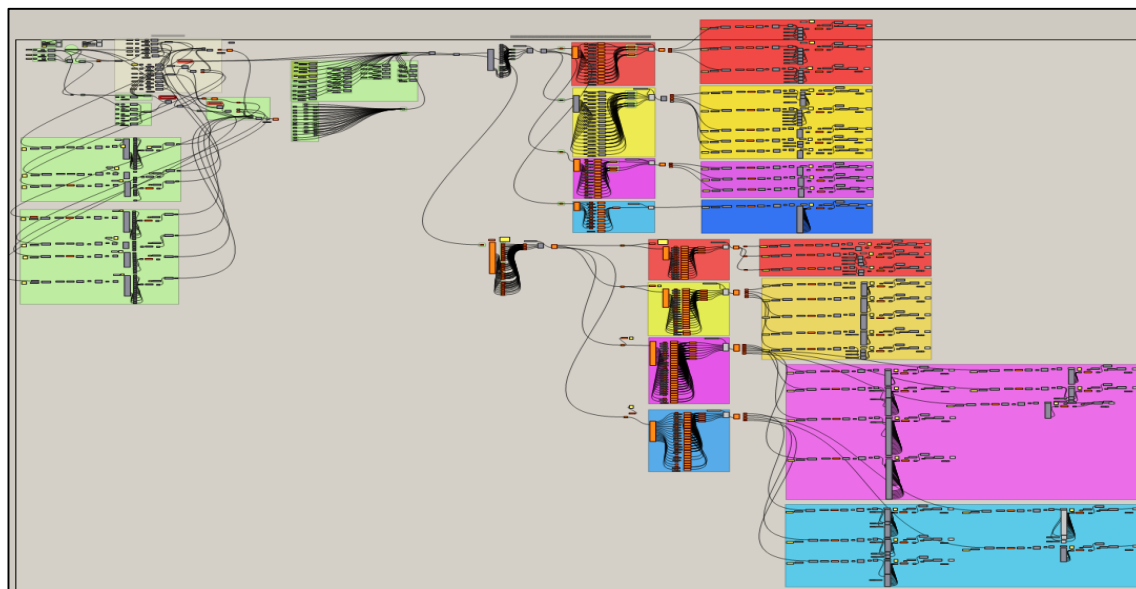
شكل -14- يوضح مخطط شجرة tree diagram جزئية للأنماط الرئيسية والفرعية لمخطط الطابق الارضي (المصدر الباحثان)



شكل 15- يوضح تكملة مخطط شجرة tree diagram جزئية للانماط الرئيسية والفرعية للمساكن المفردة الاسرة (المصدر الباحثان)

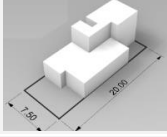
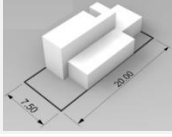
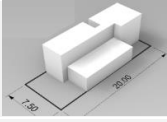
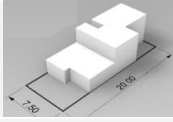
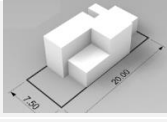
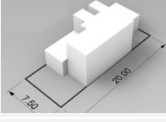
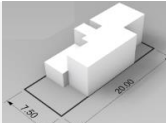
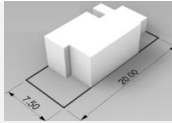
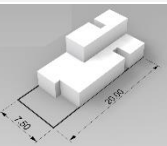
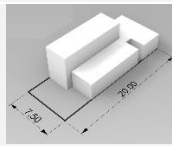
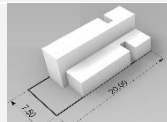

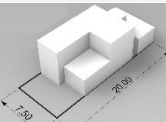

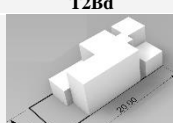
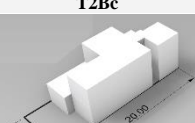




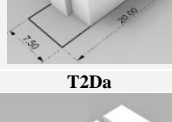


شكل -16- يوضح تكملة مخطط شجرة جزئية للانماط الرئيسية والفرعية للمساكن المفردة الاسرة (المصدر الباحثان)



شكل - 17 - مشهد كامل للخوارزمية المستخدمة في توليد الانماط الاولية للمساكن المنفرد الاسرة (المصدر الباحثان)

جدول 5- يوضح نماذج نمطية بارامترية على مستوى 3D :

Subtype انماط اولية فرعية للمساكن منفردة الاسرة					
					T 1 A
		T1Ac	T1Ab	T1Aa	
					
T1Be	T1Bd	T1Bc	T1Bb	T1Ba	
					T 1 C
		T1Cc	T1Cb	T1Ca	
					
				T1D	
					T 2 A
		T2Ac	T2Ab	T2Aa	
					
T2Be	T2Bd	T2Bc	T2Bb	T2Ba	
					T 2 C
T2Ce	T2Cd	T2Cc	T2Cb	T2Ca	
					
			T2Cg	T2Cf	
					T 2 D
T2De	T2Dd	T2Dc	T2Db	T2Da	
					
				T2E	

8. النتائج:

- تم بناء خوارزمية مرئية قائمة على العقد ، تم اعدادها من قبل الباحثين ولم يتم الاستعانة ببرمجية جاهزة واثبتت فاعليتها في توليد مجموعة من الانماط الاولية لمسكن منفردة الاسرة تأخذ بالاعتبار التنوع النمطي الشائع الطلب عليه من قبل الزبائن.
- تم اعداد الخوارزمية باستخدام احد الادوات البارامترية وهو برنامج Grasshopper الملحق ببرمجية Rhino والذي مكن الباحثين من انشاء وتنفيذ عملية التوليد الخاصة بالمساكن المنفردة الاسرة.
- اعتمد التطبيق العملي الية تبدا بانشاء مكتبة بفضاءات المسكن وتم تمثيلها ببارامترات جيومترية ووظيفية و طوبولوجية ، ومن ثم الانتقال الى خوارزمية عملية التوليد والتي تمر بعدة مراحل وفي كل مرحلة يتم اضافة فضاءات وبحسب رغبة المصمم ، وتم تطبيق الالية على مستوى المخططات (الطابق الارضي والاول).
- ولتفعيل دور المصمم في عملية التنميط البارامترية، وبناءا على الدراسات السابقة ، فان التجربة اعطت اهمية للمصمم في التفاعل المباشر ابتداء من مرحلة انشاء المكتبة ومراحل التوليد وصولا الى النتائج المرغوبة من قبل المصمم.
- اظهرت النتائج في مخطط الشجرة TREE DIAGRAM تعدد وتنوع الانماط الاولية prototypes الخاصة بالمسكن المنفرد الاسرة كما يظهر في الاشكال (14) و(15) و(16) وفي جدول (5).

9. الاستنتاجات:

ألفت الدراسة الضوء على امكانية اعتماد التصميم البارامترية في إنتاج مساكن نمطية متنوعة منفردة الأسرة وفق مواصفات تصميمية محددة ، وقدم البحث تصورا واضحا حول منهج التنميط البارامترية معرفا بدلالة خمس مفردات رئيسية تمثل تعريف النمط، واساليب تحليل المعرفة النمطية، ودور المصمم في التنميط البارامترية، والتقنيات الحاسوبية البارامترية واخيرا اسلوب ادخال المعلومات في البيئة النمطية البارامترية. وتوصل البحث الى عدة استنتاجات حول استخدام التنميط البارامترية في عملية توليد مخططات أولية ثنائية الأبعاد وتكوينات ثلاثية الأبعاد لمساكن محلية منفردة الأسرة، ومنها:

- ان الالية المتبعة في عملية التوليد تضمنت خصائص النمط التي تعكس الحرية والقيود المفروضة على المسكن، وبذلك تنوعت البارامترات المدخلة الى عملية التوليد والتي اعطت تنوع في النتائج، وفي نفس الوقت كان للقيود دور في تقييد عملية التوليد للحفاظ على اهم خصائص النمط الخاصة بالمساكن المنفردة الاسرة.
- يمكن حل المشاكل المشابهة والاكثر تعقيدا باستخدام الخوارزمية المقترحة للتنميط البارامترية، مع زيادة وتنوع البارامترات المدخلة وبذلك يمنح المصمم خيارات متنوعة أكثر بتوليد عدد اكبر من البدائل .

10. التوصيات :

يؤكد الباحثان في هذه الدراسة :

- اهمية اقامة ورش تهدف الى تعزيز التعاون بين المعماريين في اقسام العمارة والمبرمجين في جامعات العراق ، من اجل تعلم البرمجة لما لها من اهمية في التصميم الرقمي.
- تطوير الالية المستخدمة في الدراسة لتطبيقها على تصاميم نمطية اخرى كالابنية السكنية المتعددة الطوابق والابنية الخدمية.

المصادر :

- [6] A. Cavieres, R. Gentry, and T. Al-Haddad, "Rich Knowledge Parametric Tools for Concrete Masonry Design Automation and Preliminary Structural Analysis, Detailing and Specifications," in *26th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC)*, 2009, p. p 544-552.
- [7] W. Jabi, "Parametric Design for Architecture." Laurence King Publishers, London, 2013.
- [8] C. R. B. Hernandez, "Thinking parametric design: introducing parametric Gaudi," *Des. Stud.*, vol. 27, no. 3, p. p 309-324, 2006.
- [9] R. Moneo, "On Typology," *Oppositions 13*, vol. 3, p. p 23-45, 1978.
- [10] R. Stouffs and B. Tunçer, "Typological descriptions as generative guides for historical architecture," *Nexus Netw. J.*, vol. 17, no. 3, p. p 785-805, 2015.
- [11] H. Casakin and W. Dai, "Visual typology in design: A computational view," *Artif. Intell. Eng. Des. Anal. Manuf. AI EDAM*, vol. 16, no. 1, p. p 3, 2002.
- [12] R. Spallone and M. Calvano, "Roots of 'parametric thinking' in Palladio's villas.
- [1] T. Kotnik, "Digital architectural design as exploration of computable functions," *Int. J. Archit. Comput.*, vol. 8, no. 1, p. p 1-16, 2010.
- [2] I. Caetano, L. Santos, and A. Leitão, "Computational design in architecture: Defining parametric, generative, and algorithmic design," *Front. Archit. Res.*, vol. 9, no. 2, p. p 287-300, 2020.
- [3] H. K. Abdullah and J. M. Kamara, "Parametric design procedures: A new approach to generative-form in the conceptual design phase," *AEI 2013: Building Solutions for Architectural Engineering - Proceedings of the 2013 Architectural Engineering National Conference*. p. p 333-342, 2013.
- [4] A. Chokhachian, "Studies on Architecture Design Procedure, A Framework for Parametric Design Thinking," *M.S. thesis*. Eastern Mediterranean University (EMU)-Doğu Akdeniz Üniversitesi (DAÜ), 2014.
- [5] I. Dino, "Creative design exploration by parametric generative systems in architecture," *METU J. Fac. Archit.*, vol. 29, no. 1, p. p 207-224, 2012.

- Conf. Comput. Archit. Des. Res. Asia, CAADRIA 2011*, p. p 39-48, 2011.
- [24] W. Jabi, S. Soe, P. Theobald, R. Aish, and S. Lannon, "Enhancing parametric design through non-manifold topology," *Des. Stud.*, vol. 52, p. p 96-114, 2017.
- [25] 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.
- [26] J. C. Helton, "Uncertainty and sensitivity analysis for models of complex systems," *Lect. Notes Comput. Sci. Eng.*, vol. 62 LNCSE, no. 10, pp. 207–228, 2008.
- [27] V. Gane and J. Haymaker, "Conceptual design of high-rises with parametric methods," *Predict. Futur. 25th eCAADe Conf. Proc.*, pp. 970–978, 2007.
- [28] D. Rutten, "Navigating Multi-Dimensional Landscapes in Foggy Weather As an Analogy for Generic Problem Solving," in *16th International Conference on Geometry and Graphics*, 2014, p. p 1-14.
- [29] R. Aasholm, "Incessant Replication: Computational Floor Plan Generation." M.S. thesis, Department of Architecture, Aalto University, Finland, 2015.
- [30] R. Hudson, "Strategies for parametric design in architecture.," *Ph.D.dissertation, University of Bath*, United Kingdom, p. p 274, 2010.
- [31] B. Lawson, "How designers think: the design process demystified." Loughborough University Library, Routledge, p. p 321, 2006.
- [32] P. Janssen and R. Stouffs, "Types of parametric modelling," in *CAADRIA 2015 - 20th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia: Emerging Experiences in the Past, Present and Future of Digital Architecture*, 2015, p. p 157-166.
- [33] R. Aish and R. Woodbury, "Multi-level interaction in parametric design," in *Lecture Notes in Computer Science*, 2005, vol. 3638, p. p 151-162.
- [34] P. Janssen, "Visual Dataflow Modelling-Some thoughts on complexity." Proceedings of the 32nd eCAADe Conference, Newcastle, England, UK, p. p 547-556, 2014.
- [35] P. Janssen, K. W. Chen, and C. Basol, "Iterative Virtual Prototyping: Performance Based Design Exploration," *29th eCAADe Conf. Respect. Fragile Places*, p. p 253-260, 2011.
- [36] G. AKOS, R. PARSONS, and A. PAYNE, "Grasshopper Primer-Third Edition." Mode lab, Iceland, p. p 143, 2015.
- [37] A. Payne and R. Issa, "The Grasshopper Primer, Second Edition." <http://www.grasshopper.rhino3d.com>, p. p 1-163, 2009.
- [38] Z. Khabazi, "Generative Algorithms using Grasshopper," *Morphogenesis*. p. p 173, Surveying, interpreting and visual programming the plates from I quattro libri di architettura," *2019 IMEKO TC4 Int. Conf. Metrol. Archaeol. Cult. Heritage, MetroArchaeo 2019*, p. p 217-222, 2019.
- [13] 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)*, 2008, pp. 1–19.
- [14] H. Mansourifar and W. Shi, "Next generation of star patterns," *arXiv Journal Univ. Cornell*, p. p 1-10, 2018.
- [15] S. Havemann and D. Fellner, "Generative parametric design of gothic window tracery," in *The 5th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage VAST (2004)*, 2004, p. p 193-201.
- [16] M. Turrin, P. Von Buelow, and R. Stouffs, "Design explorations of performance driven geometry in architectural design using parametric modeling and genetic algorithms," *Adv. Eng. Informatics*, vol. 25, no. 4, p. p 656-675, 2011.
- [17] M. V. Van Embden Andres, M. Turrin, and P. Von Buelow, "Architectural DNA: A genetic exploration of complex structures," *Int. J. Archit. Comput.*, vol. 9, no. 2, p. p 133-149, 2011.
- [18] R. Spallone and M. Vitali, "Rectangular Ratios in the Design of Villas from Serlio's Manuscript for Book VII of Architecture," *Nexus Netw. J.*, vol. 21, no. 2, p. p 293-328, 2019.
- [19] A. Kunze, J. Dyllong, J. Halatsch, P. Waddell, and G. Schmitt, "Parametric building typologies for San Francisco Bay Area: A conceptual framework for the implementation of design code building typologies towards a parametric procedural city model.," *Digit. Phys. - 30th eCAADe Conf.*, vol. 1, p. p 187-194, 2012.
- [20] J. S. Gero, "Design prototypes. A knowledge representation schema for design," *AI Mag.*, vol. 11, no. 4, p. p 26-36, 1990.
- [21] B. Tunçer and R. Stouffs, "Computational richness in the representation of architectural languages," *Brown, A., Kn. M. Berridge, P. (Eds. Archit. Comput. From turing to 2000. Liverpool, UK, eCAADe Univ. Liverpool*, p. p 603-610, 1999.
- [22] R. Hudson, "Knowledge Acquisition in Parametric Model Development," *International Journal of Architectural Computing*, vol. 6, no. 4. p. p 435-451, 2008.
- [23] B. P. Corey and J. R. Jupp, "Parametric modelling and design processes: Exploring synthesis and evaluation using a function-behaviour-structure perspective," *Circuit Bending, Break. Mending - Proc. 16th Int.*

- Transformations.” PHD Thesis , University of Pécs , Faculty of Engineering and Information Technology, Hungary, p. p 110, 2019.
- [45] P. J. Molina Siles, “Parametric environment. The handbook of Grasshopper. Nodes & exercises.” Editorial Universitat Politècnica de València, p. p 356, 2016.
- [46] Q. Asghar, A. Jalil, and M. Zaman, “Self-Organization Analysed in Architecture using Voronoi Tessellation and Particle Systems.” Technical Journal , University of Engineering and Technology, Lahore, Pakistan, p. p 1-10, 2020.
- [47] S. Havemann, “Generative mesh modeling,” *PhD Thesis, Tech. Univ. Braunschweig, Ger.*, vol. 1, no. 1–303, p. 4, 2005.
- [48] M. Hausner and I. Adler, *A New Look at Geometry.*, vol. 74, no. 10. Courier Corporation, 1967.
- [49] ا. م. ا. العكدي، “أثر تقليل مساحة وعرض القطعة السكنية على الخصائص المساحية والوظيفية لفضاءات المسكن الحضري في مدينة الموصل.” *الموصل*, pp. 1–143, 2018.
- [50] وزارة الاعمار والاسكان ” كراس معايير الاسكان الحضري “ هيئة السكن , بغداد , العراق , 2010.
- [39] A. Tedeschi, “AAD Algorithms-Aided Design: Parametric Strategies Using Grasshopper,” *Le penseur publisher. Le penseur publisher*, p. p 498, 2014.
- [40] K. Steinfeld and J. Ko, “Decodes. A platform-independent computational geometry environment Kyle,” *18th CAADRIA Open Syst.*, p. p 499-508, 2013.
- [41] B. A. Myers, “Taxonomies of visual programming and program visualization,” *J. Vis. Lang. Comput.*, vol. 1, no. 1, p. p 97-123, 1990.
- [42] G. Narayan, K. Gopinath, and V. Sridhar, “Structure and interpretation of computer programs,” *2008 2nd IFIP/IEEE International Symposium on Theoretical Aspects of Software Engineering, Nanjing, 2008*. The MIT Press, p. p 73-80, 2008.
- [43] A. Leitão, L. Santos, and J. Lopes, “Programming languages for generative design: A comparative study,” *Int. J. Archit. Comput.*, vol. 10, no. 1, p. p 139-162, 2012.
- [44] R. SÁRKÖZI, “Aspects of Parametric Architectural Design in the Context of Graph Theory and Coordinate System 2010.

The Use of Computerized Parametric Typology in the Generation of Single-Family Housing Designs

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:

In the era of digital architecture, parametric design plays a fundamental role in the generative architectural design process. The most important of its benefits are that it allows a visual representation of the design process, a designer interaction during the construction of the parametric model using visual codes, the representation of steps sequentially and logically, in addition to the ability to adapt the model according to the client's requirements and the designer's wishes, and to generate various design solutions and alternatives for the same model.

Parametric Typology is an approach that combines typological design with computational parametric techniques in order to produce various designs that belong to a specific building type. The research problem revolves around the application of parametric Typology to generat initial designs for local housing. Previous studies have proposed different approaches in the implementation of parametric typology to designs ranging from urban scale, individual buildings, to building elements. The research presented a theoretical framework, drawn from previous studies, to clarify the concepts and techniques of parametric typology method. The methodology was applied to build parametric model using a visual algorithm in grasshopper software. Prototypes for single-family housing had been generated as a functional type that occupies the largest space in cities; in addition there is a huge demand for it. As a result of the study, initial models were implemented with variety of parametric in terms of the placement of activities and the number of spaces.

Keywords:

Typological Design; Parametric Design; Generative Design; Single-Family Housing Designs.