IRAQI Academic Scientific Journals
Al-Rafidain Engineering Journal (AREJ)
Vol.26، No. 1, June 2021, pp. 19-36
ISSN (Print) 1813-0526;
ISSN (Online) 2220-1270

# استخدام التنميط البارامتري الحاسوبي في توليد تصاميم المساكن المنفردة الاسرة

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

**ضحى عبد الغني القزاز**
dhuha.kazzaz@uomosul.edu.iq

جامعة الموصل - كلية الهندسة - قسم هندسة العمارة

تاريخ الاستلام: 15/12/2020 تاريخ القبول: 19/1/2021

**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، بالاضافة الى امكانية تكييف النموذج وفق متطلبات الزبون ورغبات المصمم وتوليد حلول وبدائل تصميمية متنوعة لنفس النموذج.*

*يعد التنميط البارامتري توجها يجمع بين التصميم النمطي والتقنيات البارامترية الحاسوبية بهدف إنتاج 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. وقدّم البحث إطارا نظريا مستخلصا من الدراسات السابقة يوضح أبرز المفاهيم والتقنيات المرتبطة بمنهج التنميط البارامتري. وتمّ تطبيق المنهج في انشاء نموذج بارامتري باستخدام خوارزمية مرئية في برمجية grasshopper، بدون الاستعانة باي 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]. ويعدّ التصميم التوليدي من أبرز المفاهيم التي رافقت عمليات التصميم الحاسوبية. إذ يعرّف قاموس كامبردج التوليد[1] (generative) بأنه (القدرة على إنتاج أو إنشاء شيء ما) ، ويعرّف Caetano et al. التصميم التوليدي (Generative design) بانه 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 يمكّن 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 مسبقًا. وهناك العديد من المنهجيات التي تعمل على اساس التصميم التوليدي مثل التقنيات البارامترية Parametric (Techniques) والخوارزميات الجينية (Genetic Algorithms) وقواعد التشكيل (Grammar Shape) [3].

وقد شاع إستخدام المناهج التوليدية القائمة على الحاسوب بين المعماريين والمصممين وبالأخص منهج التصميم البارامتري [2]. إذ يوفرالمنهج البارامتري طريقة تخطيط وتركيب المتطلبات والعلاقات بين مختلف عناصر التصميم في نموذج شكلي واحد ، بحيث تسمح هذه العملية للمصمم بالبحث في مجموعة متنوعة من الحلول الممكنة بسرعة [4]. ويؤدي التغيير في بارامترات الادخال الى تغيير متزامن في النموذج، مما يؤدي الى توليد تنويعات في النموذج مع الحفاظ على التماسك المنطقي للمخطط [5]. بالاضافة الى توليد بدائل تصميمية ذات اشكال متعددة، إذ يتميز التصميم البارامتري بامكانية تحسين وتقييم التصاميم بشكل منهجي عقلاني وفقا لطرق مختلفة [6].

## 2. مشكلة البحث واهدافه:

يتناول البحث التصميم البارامتري ويركز على إستخدامه 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 الأسر.

وتمّ تحديد هدف البحث بتطبيق منهج التنميط البارامتري في إنتاج

[1] المصدر:
https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/generative?q=Generative

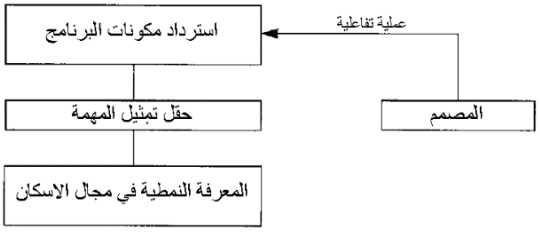
تصاميم أولية متنوعة نمطية لمساكن محلية منفردة الأسرة بالإعتماد على المواصفات المطلوبة. وتمّ تحديد منهج البحث ببناء إطار نظري لتعريف منهج التنميط البارامتري ومن ثم تطبيق المفردات ذات العلاقة في بناء نموذج بارامتري حاسوبي لتصميم مساكن محلية نمطية منفردة الأسرة وفق مواصفات تصميمية محددة.

### 3. تعريف التصميم البارامتري والنموذج البارامتري:

عُرف Parameter وفق قاموس أكسفورد بأنه يمثل (معامل رقمي أو عامل قابل للقياس يشكل واحدًا من مجموعة تحدد نظامًا أو تحدد شروط تشغيله).
يمثل التصميم البارامتري (Parametric Design) ( PD) منهجا يصف التصميم بصورة رمزية بناءً على استخدام البارامترات [2]. ويعرف Jabi (2013) التصميم البارامتري بانه 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 الجيومترية [7].
يمثل النموذج البارامتري (Parametric model) تمثيلا حاسوبيا للتصميم يتم إنشاؤه باستخدام كيانات جيومترية (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 تعاريف 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 البنيوية المتأصلة [9]. عُرّفت أنماط المباني بانها فئات المباني التي لها خصائص مشتركة وغالبًا 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 and 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).




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 الحاسوبمثل الذكاء الاصطناعي وهندسة البرمجيات ونظام قواعد البيانات ولغة البرمجة لدعم توفير الحلول والخدمات لمصممي المباني [11]. وقدّم عدد من المنظرين الدراسات التي تهدف إلى إثبات وجود "التفكير البارامتري" في بنية المباني النمطية السابقة. إذ بدأ البعض بتحليل كل من الأطروحات المعمارية والاثار التاريخية باستخدام ادوات النمذجة البارامترية ولغة البرمجة المرئية (VPL) وسميت بإستراتيجيات نمذجة "صناعة الشكل" "form-making" [12].

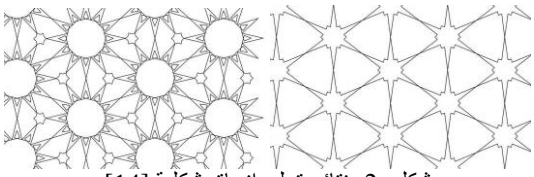
### 5. التنميط البارامتري Parametric Typology في العمارة:

لفهم فكرة التصميم البارامتري وتوليد التنوع والاختلاف بين التصاميم المتولدة، يتم استخدام منهجية التنميط لتحليل وترجمة مبادئ الشكل الجيومتري وتعريف الاحكام كمصدر للإلهام والإبداع [13]. وهناك اجرائين يتم اعتمادهما عند تطوير الأنماط حتى في طرق التصميم التقليدية وهما: الاول تعريف العوامل الداخلية مثل البرنامج ومتطلبات المستخدم وغيرها، والعوامل الخارجية، مثل حجم الموقع واتجاهه. الإجراء الثاني تطوير مجموعة من التصاميم المختلفة من العوامل الداخلية والخارجية بفحص وتحسين وتطوير المزيد من الاختلافات والتنويعات لتوليد انماط اولية [13].
وللوصول الى تصور واضح حول منهج التنميط البارامتري يستعرض البحث عددا من الدراسات التي إستخدمت هذا المنهج في التصميم المعماري.

#### 1.5. دراسة Mansourifar و Shi (2018):

تطرح الدراسة عملية تصميم بارامترية تعتمد على طريقتين في توليد أشكال هندسية نمطية: الاولى تعتمد على العلاقة بين الدوائر المتحدة المركز لتوليد اشكال نجمية وقطع زخرفية [2] (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

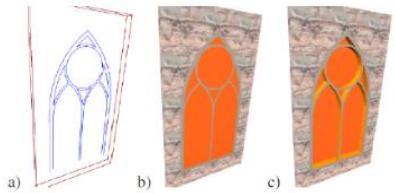


شكل -2- نتائج توليد انساق شكلية [14]

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

### 2.5. دراسة Havemann وFellner (2004):

تعرض الدراسة استخدام لغة النمذجة البارامترية (GML) [3] (Generative Modeling Language) من اجل تعريف النمط الاولي والعمليات المستخدمة في بناء النوافذ والزخارف التابعة لطراز العمارة الغوطية والمعروفة بتكويناتها المعقدة، وهذا التعقيد يتحقق من خلال الجمع بين عدد قليل من الأنساق الجيومترية الاولية وهي الدوائر والخطوط المستقيمة وباستخدام مجموعة محدودة من العمليات، مثل التقاطع (intersection) والازاحة (offsetting) والانبثاق (extrusions) على مستوى الشكل الثلاثي الأبعاد 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 الجيومتري 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 الاولي للنافذة الغوطية البارامترات الأساسية (نقاط القوس الاساسية ، ارتفاع الاجزاء [4] (segment) الراسية ، كائن السطح المستوي [5] (the plane normal) ، سمك الاقواس والحدود الخارجية والداخلية). وينتج بعدها 8 سطوح (polygons). يتوافق تسلسل البارامترات بشكل أساسي 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 إلى أخرى وتغذية البيانات التي تنتجها من عملية إلى أخرى. كما يتم إنشاء مجسم ثلاثي الأبعاد بخاصية الانبثاق execution . [47]

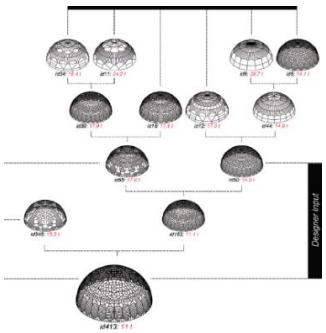
[4] Segment: جزء مفصول عن الشكل الجيومتري بنقطة أو خطوط أو سطوح مستوية أو أكثر.
www.merriamwebster.com/dictionary/segment

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

**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 البارامتري [16]. تم تطبيق اداة ParaGen وهي (خوارزمية بارامترية وراثية) (Parametric Genetic Algorithm) [17] لاستكشاف الهيكل المورفولوجي لقبة مستلهمة من الهياكل الطبيعية كمصدر لاختيار المبادئ الجيومترية وتحديد بارامترات الهيكل الجيومتري. ونُظِّمت مجموعة من 40 متغيرًا بارامتريا عدد الحلقات وعدد النقاط لكل حلقة في النموذج البارامتري الثلاثي الأبعاد. ولكل تكوين للنقاط تم اتباع أحد النمطين: نمط مخططات (Voronoi) و نمط مثلثات (Delaunay) باستخدام اداة بارامترية Generative Components (GC) [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 البارامتري في هذه المرحلة بتوليد الشكل البارامتري 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)



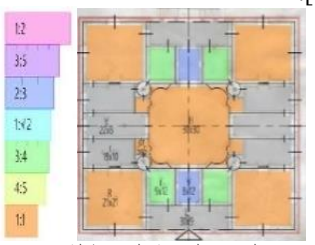

شكل -4- شجرة العائلة للقبة Genealogy tree [17]

**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 إعتمدت الدراسة تجربة Stiny and Mitchell في توليدها لمخططات فلل بالاديو من خلال

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 tartan[6] المستخدمة. وأُستُخدِمت 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. ثانيا تعريف بارامتري للعناصر المعمارية القياسية والمخصصة التي تعطي التماسك الكتلي للمبنى. واخيرا ارتباط العناصر البارامترية للخطوة الثانية بالإطار الجيومتري. كما توصلت الدراسة إلى نتائج ثلاثية الابعاد من خلال ربط ادوات VPL وBIM. كما تم حفظ الاحكام لبناء العناصر المعمارية للفلل في نموذج BIM (VisualARQ) كما يمكن تكييف الكائن (object) عن طريق تعديل أجزاء العناصر وتلبية لرغبة المصمم [12].

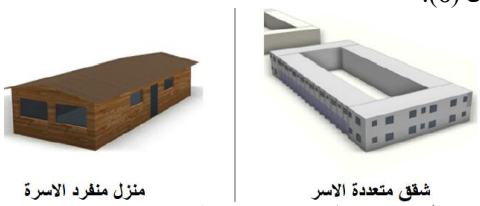


شكل -5- يوضح النسب السبعة المستطيلة في احدى فلل بالاديو [18]

**وبناءا عليه، اشارت الدراسة الى تعريف النمط على اساس تحليل مجموعة ابنية تابعة لمعماري معين، حيث تمت عملية التوليد النمطي البرامتري بانشاء 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 الابعاد.**

### 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 يمكّن 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 Engine [7] حيث وصفت الإجراءات تحليل قوانين التنطيق القائمة وتحويلها بعد ذلك إلى لغات برمجية مهيكلة يطلق عليها CGA[8] لإنشاء كتالوج التنميط (Typology Catalogue) ويمكن تكوينه في نماذج مرئية حضرية رقمية. كانت المرحلة الاولى في التصميم النمطي البارامتري هي تحليل الأنماط العمرانية والبنائية في المدينة لتعريف وتقييم انماط المباني القائمة بناءً على تقييس الشكل القائم على الشفرات الرقمية (form based codes). وباستخدام المسح الميداني تم اكتشاف 14 نمط رئيسيً الاكثر استخداما. والثانية مرحلة التطوير والتحويل حيث تم تحديد بارامترات التصميم التي استخدمت لتطوير احكام وقواعد التصميم لكل نمط ، واخيرا مرحلة التركيب والرقمنة وتم فيها رقمنة احكام انماط المباني المختلفة في كتالوج تنميط المباني CGA، والذي سيتم استخدامه لبناء نماذج المدن ثلاثية الأبعاد [19]. كما موضح في الشكل (6).




شكل -6- انماط مباني بارامترية متعددة الاسر [19]

**وبناءا عليه، اشارت الدراسة الى تعريف النمط عن طريق معايير وقوانين حضرية ، وثم تحويلها الى احكام رقمية باستخدام اداة بارامترية Esri City Engine وذلك لتوليد عدة نماذج بارامترية ثلاثية الابعاد لانشاء كتالوج التنميط الذي يلتزم به المصمم على المستوى الحضري.**

يتضح مما تقدم تباين الدراسات السابقة في تعريف المنهج المتبع في التنميط 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 عرفته بتحليل مجموعة من العناصر التابعة لطراز معماري مثل دراسة Havemann و Fellner وفي دراستا Turrin et.al و Andres et.al عرفته بدلالة الهياكل الطبيعية والانشائية اما في دراسة Spallone و Calvano فتم تعريفه بدلالة مجموعة تصاميم تابعة لمعماري معين، واخيرا دراسة Kunze, et al عرفت مصدر النمط باكواد ومعايير التصميم الحضرية.
- **التنوع في مقياس النمط:** من خلال الاطلاع على الدراسات السابقة وجد اختلاف في مقياس النمط، يبدا 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 فالاولى 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

---

[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 والمتخصص في توليد البيئات 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 القواعد لتعريف الاحكام، أو احكام CGA ، داخل CityEngine.
https://doc.arcgis.com/en/cityengine/2019.0/cga/cityengine-cga-introduction.htm

- **التباين في استخدام التقنيات الحاسوبية:** ففي دراسة Mansourifar و Shi تم استخدام اداة خوارزمية ببرمجة نصية ، اما في دراسة Havemann و Fellner تم استخدام اداة حاسوبية للنمذجة التوليدية (GML) ، واداة حاسوبية بارامترية Generative Components في دراستي Turrin et.al و Andres et.al، اما في دراسة Spallone و Calvano فتم استخدام اداة حاسوبية بارامترية Grasshopper واخيرا في دراسة Kunze, et al تم استخدام اداة Esri City Engine.

وبناءا عليه، سيطرح 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 حاسوبيا.

### 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 :

إقترح Gero أن التصميم يبدأ مع الانماط الاولية (prototypes) من خلال استرجاع الحالة أو تحديد مجموعة أولية من هيكل وظيفي. يمكن ان يعتمد النمط الاولي على تحليل المواصفات الوظيفية للعملاء ويتم استرجاعه من الذاكرة بناءً على حل موجود سابقا أو حل من مشكلة مماثلة. إذ يصبح النمط الاولي نقطة البداية لحل مشكلة التصميم [20]. وحسب الدراسات السابقة تنوعت مصادر النمط والتي تمثل الاساس الذي يبنى عليها عملية التوليد، ففي دراسة Mansourifar وShi كان مصدر النمط شكلي لارشادات رسم الزخرفة الاسلامية في تصميم البلاط [14]. وفي دراسة Havemann و Fellner تم اشتقاق النمط من سلسلة من الرسومات للشبابيك الغوطية على المستويين الانشائي والزخرفي [15]. ويمكن ان يكون مصدر النمط من مجموعة مباني تابعة لمعماري معين تم تحليلها شكليا ووظيفيا وانشائيا كما في دراسة Spallone و Calvano حيث تم تحليل أحد عشر مخططًا لفلل Palladian التابعة لعصر النهضة [12]. كما يمكن اشتقاق النمط من مصادر طبيعية وتحليلها شكليا ووظيفيا 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 الانشائية – 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 الوظيفة والشكل والسياق، وتمكّن 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 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 ).**

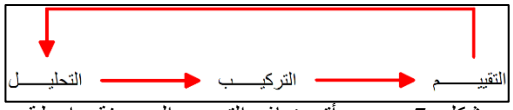
#### 3.1.6. مقياس النمط :

من ملاحظة الدراسات السابقة يتدرج المقياس النمطي من مستوى التفاصيل الى 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 مستويي التفاصيل والعناصر المعمارية في دراسة Havemann وFellner حيث تم نمذجة عنصر النافذة والزخرفة سويا، أوعلى مستوى جزء من مبنى كما في دراستي Turrin et.al و Andres et.al، او النمذجة على مستوى مبنى كامل في دراسة Spallone و Calvano، أو النمذجة على مستوى عدة مباني كما في دراسة Kunze, et al.

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

### 2.6. المفردة الثانية: إشتقاق وتمثيل المعرفة النمطية:

يتكيف النمط الأولي وفقا للتحليل والمعرفة بالشروط الجديدة ويصبح نقطة البداية لحل المشكلة المطلوبة، ويمر الحل الاولي 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 حاسوبيا 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 تفكيرًا صارمًا من أجل بناء هيكل جيومتري يكون مرنًا بدرجة كافية لعمل الاختلافات. وبذلك يتوقع المصمم أنواع الاختلافات التي يريد استكشافها من أجل تحديد أنواع التحولات التي يقوم بها النموذج البارامترى [8].

- **تصنيف البارامترات Taxonomy of parameters:**

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

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

- البارامترات الوظيفية (parameters of function) يتم تعريف كل باراميتر 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. فمثلا عند تعريف بارامترات المربع تسمح بتكوين مجموعة متنوعة من الاشكال الرباعية (المعين ، شبه المنحرف ، مستطيل ، مكعب ...الخ) [8] ونمط العلاقات الطوبولوجية حيث ان العلاقات المتعددة تنشا علاقة بارامترية 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 وبارمترات ملمس المادة. [7]

كما تتنوع البارامترات من حيث إرتباطها بالبارامترات الأخرى:
- البارامترات غير المرتبطة ببارامترات أخرى: تمثل البارامترات التي لايؤثر التغيير في قيمها على البارامترات الأخر [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 وفقا لقاموس كامبرج [9]: 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 أحيانًا إلى مرحلة سابقة منه [29].

**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 تحولًا بين الوظيفة والبنية ويدعم هذا المخطط فكرة تقييد التصميم، فوصف التصميم لمجموعة من الوظائف يحدّ من قدرة المصمم على إنتاج هياكل غير تلك الموجودة في وصف التصميم [20]. فمخطط النمط الاولي يقيد عملية التوليد للتنميط البارامتري ويتيح تغيير بعض الخصائص وذلك بتغيير القيم البارامترية ويكون ثابتا في خصائص اخرى، 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 او برنامج لبناء النموذج. حيث يقوم المصمم باستكشاف 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 التصاميم النمطية: وهي اربعة المصممون، العملاء (رب العمل) ، المستخدمون، والمشرعون. يفرض كل منها قيودًا 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 المستمد 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 جدًا 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 البارامترية واجهات تفاعلية معقدة ثلاثية الأبعاد يمكنها توليد تنوعات في الوقت الفعلي، مما يسمح للمصمم بمزيد من التحكم والاستجابة المباشرة عند تغيير البارامتر. تتضمن تطبيقات الحاسوب للنماذج البارامترية الهياكل التي تُظهر النشوء التاريخي للنموذج، مما يسمح للمصمم بالعودة إلى مرحلة سابقة من التصميم وتطبيق التغييرات. ويتم تحديث التغييرات من خلال سلسلة من التبعيات (Dependencies) للبارامترات ، مما يعني أنه يمكن للمصمم الانتقال إلى أي مرحلة وتغيير قيمة البارمترات وإعادة بناء النموذج. إذ يقوم النموذج البارامترى 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

9 https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/algo

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 اهمية 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 الجيومتريgeometry (descriptive) والجبر الخطي (linear algebra). ومن ناحية واجهة العرض لأنظمة النمذجة البارامترية فانها أجهزة تفاعل متعددة ومترابطة لجوانب مختلفة من التمثيل [33].

**مما تقدم يتضح متابعة المصمم لعملية التصميم في التنميط البارامتري 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 بارامتري يسمى نمذجة تدفق البيانات المرئية (Visual Dataflow Modelling) (VDM) [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 بيئات VDM للنمذجة البارامترية منهج المخطط البياني لتدفق البيانات الذي يتكون من عقد (nodes) والروابط (links). وتمثل العقد نوعًا 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]. وبناءا عليه، يتكون النموذج البارامتري العام (GPM) (Generalized) Parametric Model ) من مجموعة من العقد المتصلة (nodes connected) مع أسهم متجهة ( directed edges). اذ 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 بارامترات الإدخال والإخراج، اذ تقع بارامترات الإدخال على الجانب الايسر من العقدة، وبارامترات الإخراج على الجانب الايمن منها، وتمثل البيانات سواء كانت جيومترية أو غير جيومترية أو مزيج منها. وترتبط الأسهم المتجهة عقد التشغيل بعُقد بيانات الادخال والاخراج [37] [32]. وفيما يلي تعريف بالمكونات المشتركة في الادوات الحاسوبية البارامترية:

أ- عقد العمليات او التشغيل (Operation Nodes): يتم من خلالها تنفيذ أي إجراء معقد [29]. فمثلا يحتوي Grasshopper على العديد من العقد لإجراء عمليات حسابية وتقييم العمليات الشرطية [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 الى واحد او اكثر من البارامترات وتكون ايضا قابلة للحذف كلما بدأ حل جديد، اما البيانات الثابتة فهي بيانات عرفها المستخدم ولايمكن حذفها عند بدأ حل جديد [37]. وتختلف بنية البيانات التمثيلية المستخدمة لعقد البيانات اعتمادًا على النظام، وهياكل البيانات الثلاثة شائعة الاستخدام هي قوائم مسطحةlists (flat) 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 او العكس. كما تعمل على استنساخ البيانات؛ وستكون المدخلات ذات الصلة نسخًا دقيقة من بعضها البعض [32]. وفي Grasshopper عندما لا يتم تخزين البيانات في البراميتر يتم تمرير البيانات من عقدة إلى أخرى عبر الاسهم المتجهة [36].

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

**2.4.6. انواع تكرار العمليات المتعددة :** تتراوح انواع التكرار في التصميم النمطي البارامتري 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 تعقيدًا إذا كان من الممكن أيضًا تعيين قيم إدخال 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 البارامتري 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 :**

نظرًا 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. ويعدّ فهم كيفية التعامل مع بيانات القائمة (list data) أمرًا مهما 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]. ويطابق Grasshopper البيانات وفقًا 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 اهمها (list item) وهي تحدد عنصرًا واحدًا من القائمة، ويمكّن فهم القوائم من تحديد مرجع معين بسهولة داخل القائمة من خلال الرجوع إلى فهرسها [39].

**بناءا على ما تقدم يوجد ثلاثة طرق لمعالجة البيانات : اسلوب القائمة الاقصر، اسلوب القائمة الاطول ، والإشارة المرجعية .**

**4.4.6. الادوات الحاسوبية المستخدمة:**

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

**5.6. المفردة الخامسة: اسلوب ادخال المعلومات في البيئة البارامترية:**

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 الاولية (Primitive Elements): التركيبات الجيومترية والتي تشكل الفضاء الذي يحدد التصميم مثل النقاط (points) والمتجهات (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) : اذ تقدم جميع بيئات البرمجة ، طرق التجريد المضمنة التي تسمح للمستخدم بسهولة التعامل مع مجموعة العناصر الأولية وتعديلها [40].

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

**1.5.6. عناصر البرمجة The Elements of Programming:**

البرمجة المرئية (Visual Programming) (VP): تشير إلى أي نظام يسمح للمستخدم بتعريف برنامج بأسلوب ثنائي او ثلاثي الابعاد، 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 افكار المصمم حول العمليات [42]، وتتطابق اللغات مع عملية التفكير البشري [43] وكل لغة برمجية لها ثلاث آليات : اولا التعبيرات الاولية (Primitive expressions) التي تمثل أبسط الكيانات التي تهتم بها اللغة، ثانيا وسائل الدمج (combination) التي يتم من خلالها بناء العناصر المركبة من عناصر أبسط واخيرا وسائل التجريد (abstraction) التي يمكن من خلالها تسمية العناصر المركبة ومعالجتها كوحدات [42].

**2.5.6. لغة البرمجة في التصميم التوليدي وانواعها:**

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 Components for Micro Station و Hyper graph for Maya و Grasshopper لـRhinoceros3D، ولغات البرمجة النصية Rhino TPL Script و Haskell و Python وScheme Visual ويسمح باستخدام لغات إضافية ، مثل AutoLISP و JavaScript . والاختلاف الرئيسي بين البرمجة المرئية و البرمجة النصية أن البرمجة النصية أحادية البعد بينما البرمجة المرئية ثنائية الأبعاد على الأقل [43].

**يعرض الجدول (1) المفردات الخاصة بالتنميط البارامتري في عملية توليد الانماط الاولية 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- مبنى كامل - عدة ابنية | | |
| 2 | إشتقاق وتمثيل المعرفة النمطية | البارامترات | انواع البارامترات | بارامترات كمية (رقمية) | |
| | | | | بارامترات نوعية | بارامترات الوظيفة |
| | | | | | بارامترات الشكل: الجيومتري - الطوبولوجي |
| | | | | | بارامترات المواد: نوع المادة - لون المادة - ملمس المادة - أخرى |
| | | | | | أخرى |
| | | | ارتباط البارامترات | بارامترات غير مرتبطة ببارمترات أخرى | |
| | | | | بارامترات مترابطة | بارامترات مستقلة - بارامترات معتمدة |
| | | الخوارزميات | مكونات الخوارزمية | سلسلة من التعليمات - احكام رياضية - احكام قابلة للتكرار - عوامل تشغيل منطقية (true-false) - بنية حلقية - مكونات أخرى | |
| | | القيود | مصدر القيود | المصممين – المستخدمين – العملاء - المشرعين | |
| | | | مهام قيود التصميم | قيود وظيفية - قيود إنشائية - قيود شكلية - قيود رمزية | |
| 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) | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | التنميط البارامتري | مهام المصمم في التنميط البارامتري | (تحديد خصائص النمط - تحديد القيود – تحديد البارامترات - تعريف العلاقات بين المكونات النمطية البارامترية ومعالجتها – إنشاء المخطط البياني graph- تجمع العقد – إنشاء المعادلات الرياضية – إستخدام الجبر الخطي - إستخدام واجهة وأدوات البرنامج) | | |
| 4 | التقنيات الحاسوبية البارامترية | المكونات المشتركة في الادوات الحاسوبية البارامترية | العقد | عقد التشغيل | عمليات حسابية جيومترية |
| | | | | | عمليات حسابية غير جيومترية |
| | | | | | كلاهما |
| | | | | عقد البيانات | بيانات ادخال جيومترية وغير جيومترية |
| | | | | | بيانات اخراج جيومترية غير جيومترية |
| | | | | | كلاهما |
| | | | الاسهم المتجهة | | |
| | | انواع تكرار العمليات المتعددة | تكرار احادي العملية - التكرار الضمني متعدد العمليات - التكرار الصريح متعدد العمليات | | |
| | | انواع معالجة البيانات | اسلوب القائمة الاقصر - اسلوب القائمة الاطول - الإشارة المرجعية | | |
| | | الادوات الحاسوبية البارامترية | انواع الادوات | -Generative Components - Dynamo -Grasshopper Houdini - أخرى | |
| 5 | اسلوب ادخال المعلومات في البيئة النمطية البارامترية | العناصر الاولية | جيومترية | العناصر الاساسية | (النقطة – الخط – الشبكة) |
| | | | | العناصر المعقدة | (الاسطح المستوية-المواد الصلبة- اسطح التقسيم |
| | | | غير جيومترية | العلاقات والقيود | |
| | | هياكل الكود | برمجة مرئية - برمجة نصية | | |
| | | | عناصر البرمجة | تعبيرات اولية | |
| | | | | وسائل دمج | |
| | | | | وسائل تجريد | |

## 7. الدراسة العملية:

تتمحور الدراسة العملية حول إستخدام المنهج البارامتري في توليد تصاميم متنوعة لمساكن منفردة الأسرة خاضعة لمواصفات تصميمية نمطية. إذ تعتمد عملية التصميم المعماري للمساكن 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 منفرد الاسرة 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 العكيدي (2018)[10]. وتم إعتماد مقياس النمط على مستوى كامل المسكن المتمثل بالتنظيم الفضائي للمخططات 2D (الطابق الارضي والاول ) والتكوين الكتلي 3D. وكان دور المصمم (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 البارامترية Grasshopper.

### 1.2.7 تعريف البارامترات في عملية توليد النموذج النمطي البارامتري:

بناءا 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 منفرد الأسرة وكما يلي:

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

- القيود التصميمية :

اولا : ابعاد الارض ثابتة 7.5× 20 م وثانيا : وظائف الفضاءات ومساحتها ثابتة[11] 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 م2 |
| 2 | الحديقة الامامية | 3.75× 4 م | 15 م2 |
| 3 | الاستقبال | 3.75× 6 م | 22.5 م2 |
| 4 | الهول | 3.75× 5 م | 18.75 م2 |
| 5 | المطبخ | 3.75× 5 م | 18.75 م2 |
| 6 | الحمام | 1.75× 2.5 م | 4.375 م2 |
| 7 | المنور الخدمي | 1.25× 2.5 م | 3.125 م2 |
| 8 | الدرج | 2× 2.5 م | 5 م2 |

[10] استخلصت الدراسة نتيجة المسح الميداني للاحياء السكنية في مدينة الموصل ، أن نمط القطعة السكنية (150) متر مربع من نمط المساكن المتصلة المفردة الاسر التي تشغل نسبة 72.7% من العينات وأن النسبة الاكبر منها هي المساكن التي بعرض 7.5 متر وبعمق 20 متر وبنسبة 52.7% ، ونتيجة لذلك تعتبر الاكثر طلبا 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 للتغييرات 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.shahncompany.com**

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

- القيود الانشائية

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

**ب- الخصائص المتغيرة (البارامترات):**

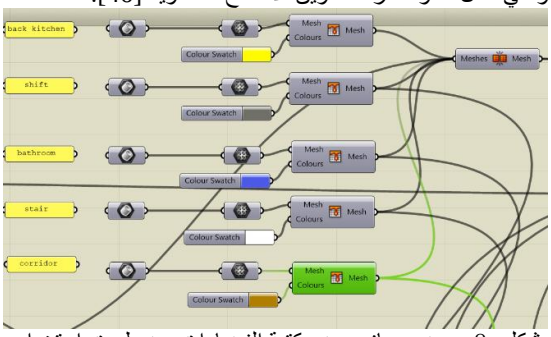
- البارامترات العددية : عدد الفضاءات تتغير بحسب حاجة المصمم (وفقا لطلبات الزبون)، وفي الدراسة الحالية فان عدد غرف النوم يمثل باراميتر يتراوح في الطابق الأرضي بين (1-2) وفي الطابق الأول يتراوح بين (1- 5) غرفة نوم
- البارامترات الطوبولوجية (العلائقية): وهي البارامترات التي تعتمد على العلاقات بين الفضاءات 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 وألوان [45]. إذ يمثل كل لون وظيفة لفضاء معين.

### 2.2.7 المنهج الخوارزمي لعملية التوليد النمطي البارامتري:

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 الاولية الموضحة في الشكل (8) ، باستخدام بارامترات جيومترية Brep والتي تمثل حدود تعرف تكوين الاسطح المستوية [46].



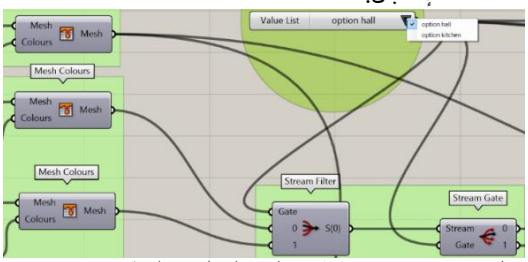

شكل -8- يوضح جانب من مكتبة الفضاءات عن طريق استخدام brep و mesh (المصدر الباحثان)

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

و تمر هذه المرحلة بعدة خطوات :

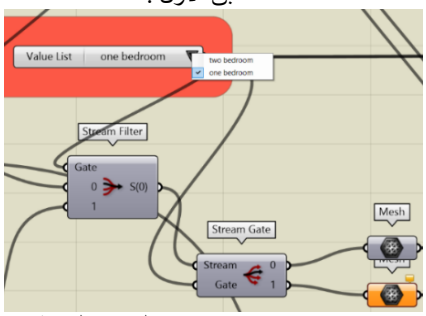
a. تحديد القيود التصميمية : وضع القيود (الخصائص الثابتة) بمعنى تحديد الفضاءات التي سوف تقيد عملية التوليد وهي ( الاستقبال- الحديقة الأمامية – الكراج)
b. تعريف البارامترات المستقلة وهي (المطبخ- الهول- غرف النوم ) والتي على اساس تغيير مواقعها في المخطط الارضي سوف تتغير تلقائيا البارامترات المعتمدة وهي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

- الاضافة الاولى : يضيف المصمم الفضاء الذي يرغب به بجوار غرفة الاستقبال عن طريق عقدة البيانات stream filter[12] كما موضح في الشكل (9)، إذ يكون باراميتر الفضاء المجاور للإستقبال مستقلا ويتضمن خيارين يتم إختيار احدهما وهما :
  - الخيار الاول : وظيفة الهول امامي مجاور للإستقبال، ويكون في هذه الحالة باراميتر وظيفة 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)

- الاضافة الثانية : عندما يختار المصمم الخيار الثاني فانه سوف ينتقل الى قائمة خيارات بارامترات وظائف الفضاءات خلف الإستقبال والمطبخ عن طريق عقدة البيانات stream filter .
  - الخيار الاول : اضافة الهول خلف المطبخ، ويكون في هذه الحالة باراميتر وظيفة الفضاء خلف الإستقبال معتمدا عليه وهو فضاءات الخدمات.
  - الخيار الثاني : اضافة الهول خلف الاستقبال، ويكون في هذه الحالة باراميتر وظيفة الفضاء خلف المطبخ معتمدا عليه وهو فضاءات الخدمات .
- الاضافة الثالثة : تكون بإختيار المصمم لباراميتر عدد غرف النوم في الطابق الأرضي والذي فيه خيارين هما غرفة نوم واحدة او غرفتين نوم .
  - الخيار الاول : اضافة غرفة نوم واحدة ويكون في هذه الحالة باراميتر وظيفة 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 الاول .

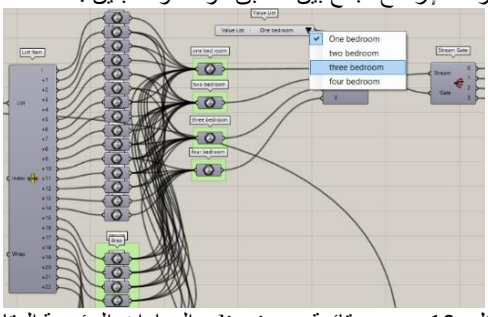



شكل -10- يوضح جانب من اختيارات المصمم لغرفة نوم واحدة او غرفتين نوم في الطابق الارضي (المصدر الباحثان)

[12] عقدة stream filter : وهي عقدة تعمل على فلترة مجموعة من المدخلات المتدفقة عبرها.
https://grasshopperdocs.com/components/grasshoppersets/streamFilter.html

- **المرحلة الثالثة: مرحلة توليد مخطط الطابق الاول :**

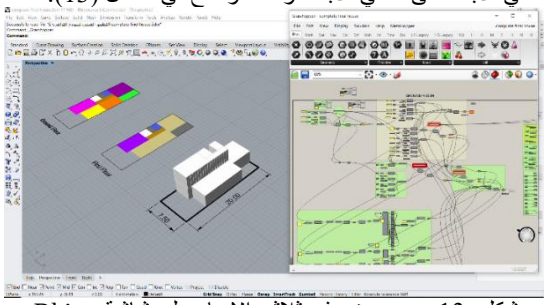
يتم في هذه المرحلة اضافة غرف النوم وحسب حاجة المصمم من غرفة نوم واحدة الى خمس غرف نوم وكما موضح في الشكل (12) ويكون توقيع الغرف في الطابق الأول في حالة المساكن ذات الطابق والنصف مرتبطا بتفضيلات المصمم الشكلية والمتمثلة بوضع السطح خلفي وجعل التصميم يبدو وكأنه طابقين كاملين أو بإعطاء البعد الإنساني للمسكن بوضع غرف النوم خلفية وجعل المسكن يبدو وكانه طابق واحد أو جعل الواجهة الأمامية متنوعة الإرتفاع 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:**

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 (تنبثق المنحنيات curves والأسطح المستوية surfaces على طول متجه vector [36] وباتجاه معين ، وبذلك يتحول من النموذج ثنائي الابعاد الى ثلاثي الابعاد وكما موضح في الشكل (13).



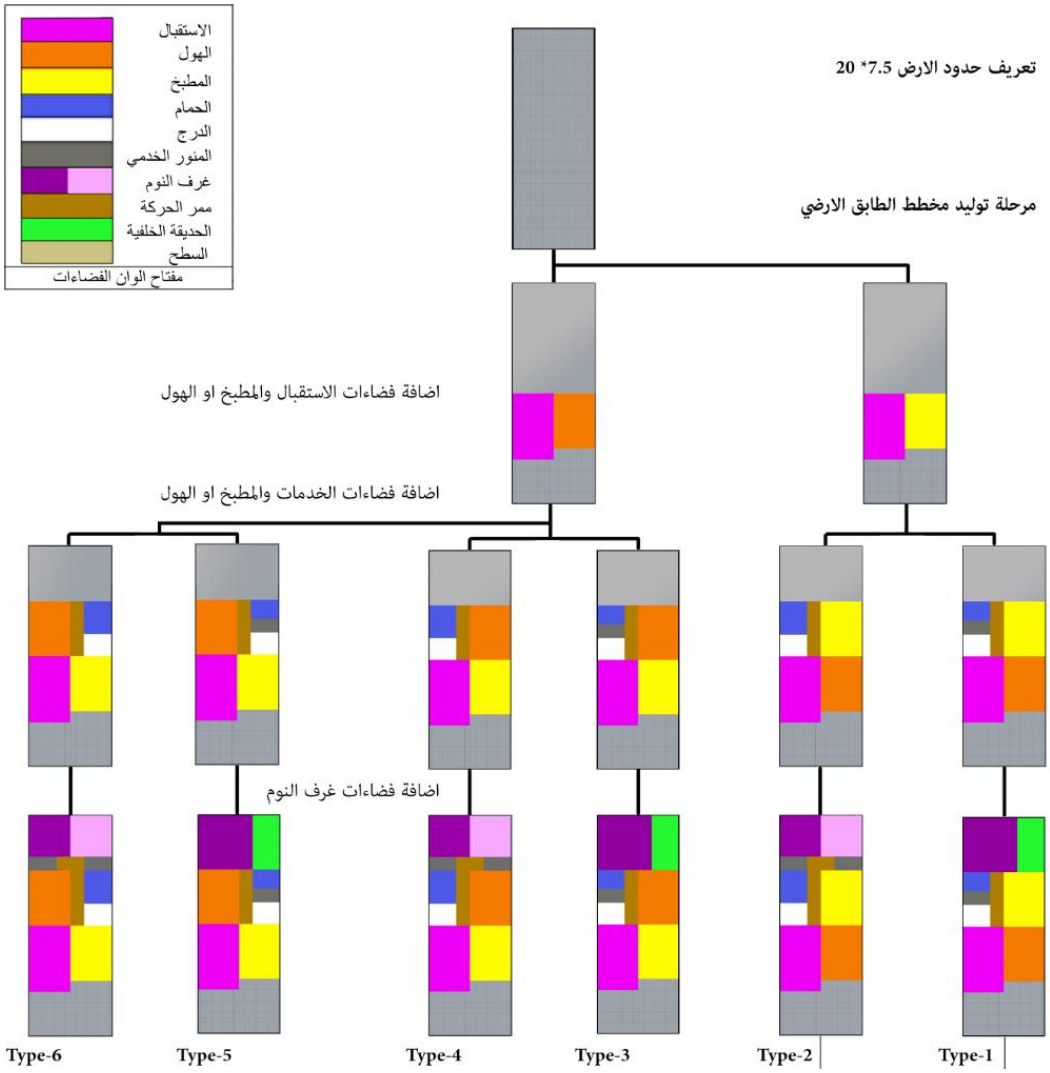
شكل -13- يوضح نموذج ثلاثي الابعاد على شاشة Rhino والذي يتفاعل مع تغييرات الطابق الارضي والاول (المصدر الباحثان)

جدول -3- يوضح خوارزميات توقيع الهول والمطبخ

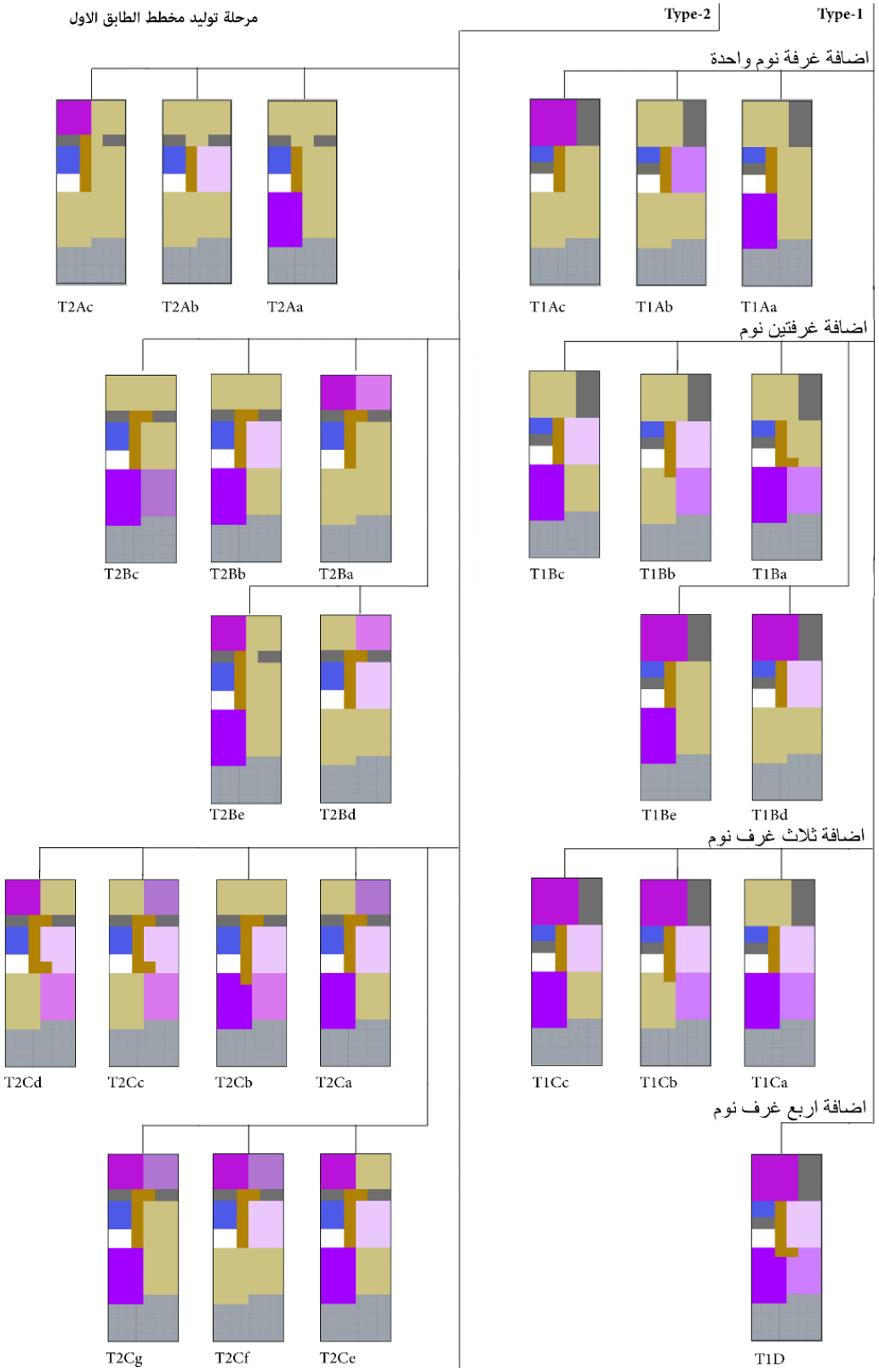
| ت | وظيفة الفضاء | موقع الفضاء |
|---|---|---|
| 1 | **الهول** | امام – خلف المطبخ – خلف الاستقبال |
| 2 | **المطبخ** | امام – خلف الهول |

جدول -4- يوضح خوارزميات توقيع غرف النوم

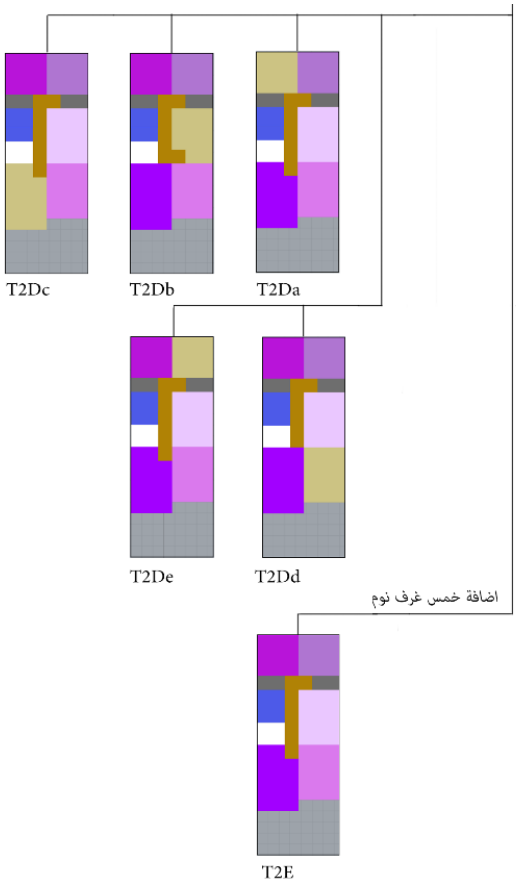
| ت | وظيفة الفضاء | TYPE -1- | TYPE-2- |
|---|---|---|---|
| 1 | **غرفة نوم واحدة** | امامي – وسطي - خلفي | امامي – وسطي – خلفي |
| 2 | **غرفتين نوم** | 2 غرفة امامية – غرفة امامية مع غرفة وسطية – غرفة خلفية مع غرفة وسطية – غرفة امامية مع غرفة خلفية | 2 غرفة خلفية – غرفة امامية مع غرفة وسطية – 2 غرفة خلفية – غرفة وسطية مع غرفة خلفية – غرفة امامية 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 – 2غرفة امامية مع غرفة جانبية مجاورة – 2 غرفة جانبية مجاورة وغرفة خلفية غير متجاورة – 2 غرفة جانبية غير متجاورة مع غرفة خلفية – 2 غرفة خلفية مجاورة مع غرفة وسطية غير مجاورة – 2 غرفة خلفية مجاورة 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 |



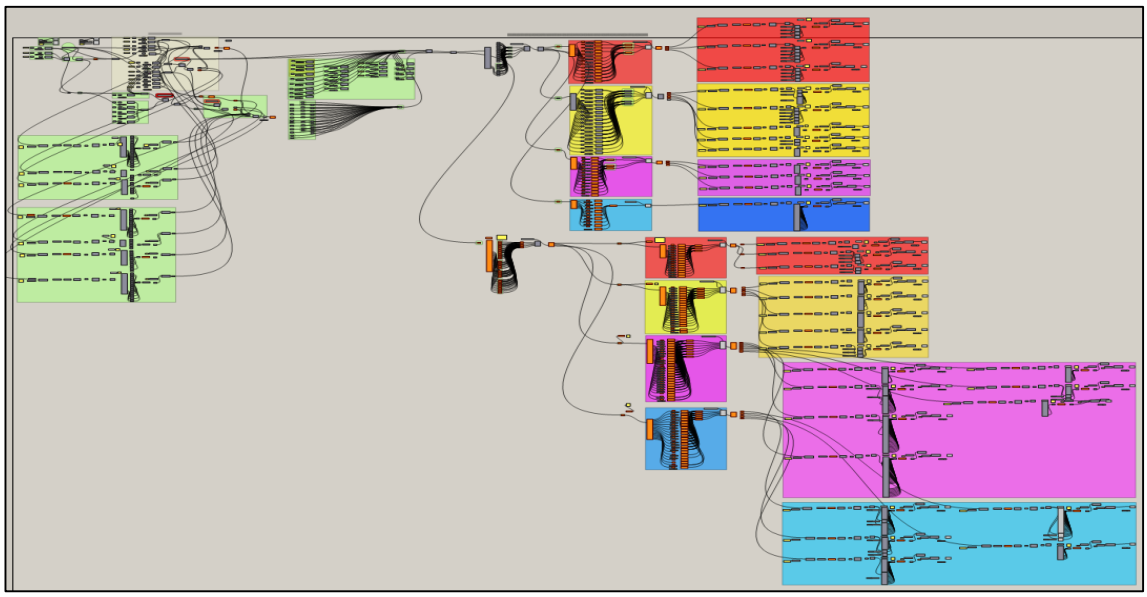

شكل -14- يوضح مخطط شجرة tree diagram جزئية للانماط الرئيسية والفرعية لمخطط الطابق الارضي (المصدر الباحثان)




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

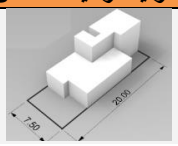
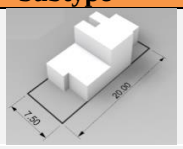
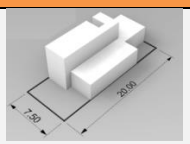
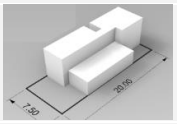
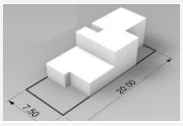
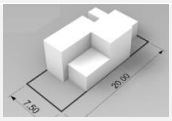
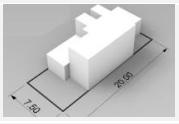
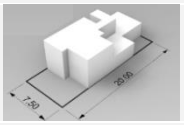
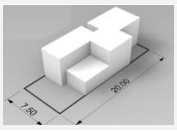
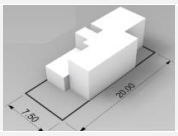
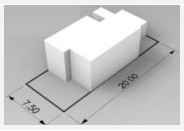
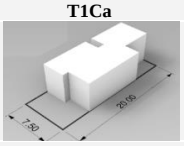
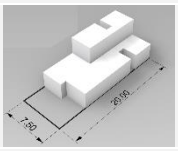
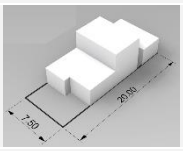
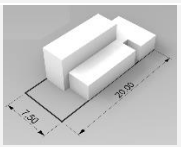
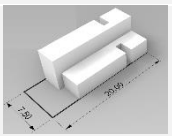
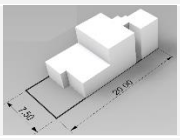
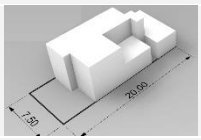
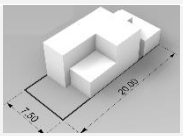
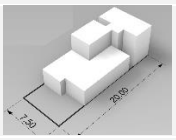
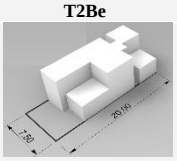
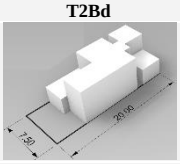
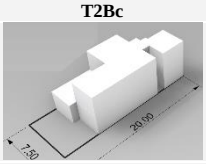
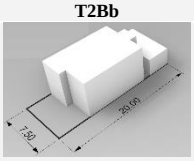
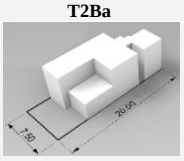
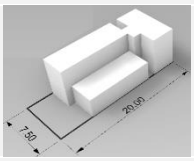
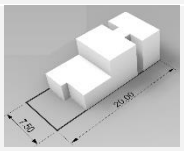
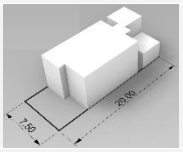
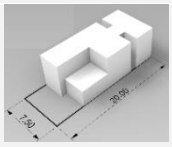
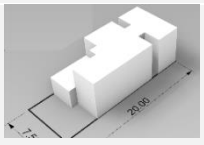
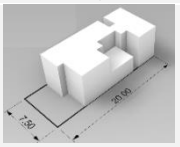
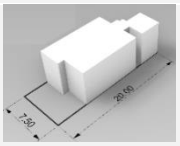
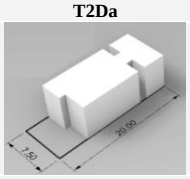



شكل -16- يوضح تكملة مخطط شجرة جزئية للانماط الرئيسية والفرعية للمساكن المفردة الاسرة (المصدر الباحثان)



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 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | |  T1Ac |  T1Ab |  T1Aa | T 1 A |
|  T1Be |  T1Bd |  T1Bc |  T1Bb |  T1Ba | T 1 B |
| | |  T1Cc |  T1Cb |  T1Ca | T 1 C |
| | | | |  T1D | T 1 D |
| | |  T2Ac |  T2Ab |  T2Aa | T 2 A |
|  T2Be |  T2Bd |  T2Bc |  T2Bb |  T2Ba | T 2 B |
|  T2Ce |  T2Cd |  T2Cc |  T2Cb |  T2Ca | T 2 C |
| | | |  T2Cg |  T2Cf | |
|  T2De |  T2Dd |  T2Dc |  T2Db |  T2Da | T 2 D |
| | | | |  T2E | T 2 E |

## 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 بالإعتبار 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 البارامتري، وبناءا على الدراسات السابقة ، فان التجربة اعطت اهمية للمصمم في التفاعل المباشر ابتداءا 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:

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


[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.

[6] A. Cavieres, R. Gentry, and T. Al-Haddad, “Rich Knowledge Parametric Tools for Concrete Masonry Design Automation of 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.

*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*. 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.grashopper.rhino3d.com, p. p 1-163, 2009.

[38] Z. Khabazi, "Generative Algorithms using Grasshopper," *Morphogenesism*. 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. العكيدي، "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.

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

# 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.*