https://doi.org/10.33261/jaaru.2019.26.2.018 *Association of Arab Universities Journal of Engineering Sciences (2019) 26(2): 145–154*

Association of Arab Universities Journal of Engineering Sciences

مجلة اتحاد الجامعات العربية للدراسات والبحوث الهندسية

كلية الهندسة - جامعة بغداد

جمعية كليات الهندسة اعضاء اتحاد الجامعات العربية

عملية التصميم البارامتري في العمارة

سيف الله عادل وفيق[1] ،*، غادة موسى رزوقي[2]

[1] قسم هندسة العمارة ، جامعة بغداد ، بغداد، العراق ، saifalla7@yahoo.com

[2] قسم هندسة العمارة، جامعة بغداد، بغداد، العراق، ghudeslik@uobaghdad.edu.iq

* الباحث الممثل: سيف الله عادل وفيق ، البريد الالكتروني : saifalla7@yahoo.com

نشر في: 30 حزيران 2019

الخلاصة – بدأ مفهوم التصميم البارامتري في العمارة يأخذ حيزاً من ألأهتمام والنقاش المعماري ، منذ تسعينات القرن العشرين، وإزداد حجم هذا النقاش بعد ظهور عدد من ألأبنية المهمة في العالم صممت من قبل معماريين كبار بأشكال تكوينية متفردة تميزت بالتعقيد والإنسيابية. وظهرت كنماذج ميزت الأنجاز المعماري منذ بدء عام 2000 ، مما حدا بالجهات الأكاديمية والفكرية بطرح هذا المفهوم للدراسة والنقاش والتحليل.لقد طرحت الدراسات السابقة مفهوم التصميم البارامتري من جوانب محددة, في حين برزت مشكلة البحث الحالي ضمن إطار تقصي الرؤية الفكرية لهذا المفهوم، حيث حددت المشكلة البحثية بما يأتي:قلة المعرفة عن التصميم البارامتري في العمارة من النواحي الفكرية والنواحي التفصيلية ، وعن دور المصمم وطبيعة الناتج المعماري مقارنة بالتصميم الأعتيادي .وحددت أهداف البحث لإيضاح المعرفة التخصصية عن التصميم البارامتري بشكل عام والتصميم البارامتري في العمارة بشكل خاص ، وإيضاح الجوانب الفكرية للتصميم البارامتري المرتبطة بإعتباره وسيله أو اسلوب أم توجه في التصميم المعماري. وتحديد دور المصمم المعماري في فعل التصميم البارامتري. فضلا" عن إستكشاف جوانب المقارنه بين العمارة الناتجة من التصميم البارامتري والتصميم الاعتيادي وصولاً الى إستطلاع آفاقه المستقبلية.

الكلمات الرئيسية – البارامتر، التصميم البارامتري ، grasshopper، Rhino .

1. المقدمة

برز مصطلح التصميم البارامتري في العمارة منذ تسعينيات القرن العشرين رغم أن بدايته كفعل ضمن عملية التصميم المعماري كانت قبل ذلك بمده كبيرة ، وقد إرتبط مفهوم التصميم في العمارة إرتباطاً متزايداً ومتسارعاً بتطور برامج الحاسوب المعمارية . وظهرت مفردتا: العمارة البارامترية (parametric architecture)والتصميم البارامتري (parametric design)، بصيغ مترابطة مع برامج مختصة لا لتنفيذ إظهار المشاريع والمساعدة فيها فقط ، ولكن لتدخل أساساً في عملية توليد الشكل في التصميم ، مما أسفر عن أشكال متفردة وإمتدادات فضائية واسعة ومرنة صممـــــت من قبل معماريين كبار في العالم .وقد تأكد المفهوم بعد تنفيذ عدد من هذه ألأبنية التي حظيت بنقد وتحليل واسع في المحيط المعماري وبرزت لها قيمة أيقونية على المستوى العام، فتوجهت الجهود العلمية والاكاديمية لهذه ألأبنية بالبحث المتخصص لأستكشاف آفاق التصميم البارامتري بكونه مجالاً جديداً وفهم ابعاده إمكانياته في توليد الشكل .وقد ظهر من هذه الدراسات أن بعض البرامج الحاسوبية قد توصلت الى تكوين حلول متعددة لنفس المشكلات التصميمية مما يساعد في إختيار الحل الافضل للبدائل المقترحة وإنتخاب الخيارات التصميمية والتنفيذية الاكثر ملاءمة .وهذه البحوث أوضحت ألأرتباط بالنظريات الرياضية التوليدية لخلق الاشكال المعمارية المعقدة وخلق حلول متعددة في توليد البدائل سواء في الشكل او الوظيفه، فضلاً عن الامكانات العالية للتعديل والتغيير اثناء بلوره الحل التصميمي بدءاً من الاشكال الصغيره كأن يكون تصميم أثاث كمسطبه جلوس أو تحفيات وصولا الى التصاميم الحضرية المعقده ، فضلا عن طرق وآليات تنفيذ وإنشاء هذه التصاميم على أرض الواقع. وحيث أن التصميم البارامتري قد حظي بالبحث والتقصي من جوانب عدة ، يتوجه البحث نحو الدراسات العالمية السابقة عنه أولاً.

2. المشكلة البحثية:

عدم وضوح المعرفة عن التصميم البارامتري مقارنة بالتصميم الاعتيادي في العمارة وعن دور المصمم المعماري، فضلاً عن عدم وضوح المعرفة عن النواحي الفكرية وآفاق التصميم البارامتري في العمارة.

3. هدف البحث:

إيضاح المعرفة التخصصية عن التصميم البارامتري في العمارة واستكشاف أوجه المقارنه بين كل من فعل التصميم والعمارة المتحققة عن التصميم البارامتري وفعل التصميم والعمارة المتحققه عن التصميم الاعتيادي (السابقة للتصميم البارامتري) ودور المصمم المعماري فيه .وصولاً الى إستطلاع آفاقه المستقبلية.

4. منهجية البحث:

بدا البحث بتقصي مفهوم التصميم البارمتري ثم التصميم البرامتري في العمارة , وصولا الى طرح بدايات التصميم البارمتري في العمارة والنقاش الفكري الذي احدثة في المحيط المعماري . ومن ثم طرح مثالين من اوائل التصميم البارامتري في العمارة (جناح شركة فيلبس، مشروع السمكة), ثم تم طرح مشروع ثالث معاصر (مشروع مكتبة الملك فهد الدولية), مع التحليل الفكري لهذه المشاريع واستخلاص مؤشراتها التصميمية. ثم بعد ذلك تم طرح مثالين من تصميم الباحث مصممة بارامتريا وتم فيها طرح خطوات التصميم البارامترية وكيفية التفكير عند اتباع الطريقه البارامترية في التصميم ، وكيفية استخدام البرامج البارامترية في تحقيق ذلك وفقاً للمؤشرات التي خرج بها من تحليل الامثلة الثلاث والتي يجب أن يأخذها المصمم البارامتري بالاعتبار.

1726-4081© 2019 The author(s). Published by Association of Arab Universities Journal of Engineering Sciences. This is an open access article under the CC BY-NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

5. التصميم البارامتري– المفهومParametric Design

رغم سعة الطرح المعاصر عن التصميم البارامتري، إلا أن المفهوم يحمل سعة من أساليب الفهم وذلك لتداخل المفهوم مع مفاهيم تخص البرامج الحاسوبية المتجددة ، وأيضاً مع مفاهيم تخص التوجهات الرقمية المعاصرة بشكل عام .لذا يبدأ البحث بتقصي معنى التصميم البارامتري بدءً بالبارامتر وصولاً للتعريف الاجرائي له.

5.1 البارامترParameter

البارامتر Parameter مصطلح مشتق من الكلمة الأغريقية (Para) والتي تعني (إضافي) و (meta) التي تعني (يقيس) [2]. وبهذا فالبارامتر يعني (القياس الأضافي) ، أو الأكثر تغييراً أو القابل للتغيير، وبذلك يصبح معنى التصميم البارامتري التصميم القابل للتغيير[7] . وحسب قاموس اوكسفورد Oxfordفان البارامتر هو عامل عددي أو عامل قابل للقياس ، يشكل عنصراً من مجموعة لها نظامها الذي يتحدد وفقه ضوابط عمل المجموعة[4] . في الرياضيات يعرّف البارامتر بأنه قيمه ثابتة في حالة معينة ، تتغير في حالات آخرى وكمثال على ذلك ، حسب الرياضيات يمكن وصف الدائرة من خلال قيمتين ، حيث يوجد بارامتر واحد وهو الزاوية ثيتا θ مع رقم مُعطى هو نصف القطر .وعليه $X= r \cos \theta$ و* $Y= r \sin \theta$ ، ولكن لو تغيرت قيمة نصف القطر لأصبحت لدينا عدة دوائر وبأقيام مختلفة [6] , ان هذه الفكرة ليست جديدة وقد قدمت من قبل جوزيف لويس لاكرانج – Joseph Lious Lagrangeعام 1774 في تعريفه لعدد من معادلات التفاضل ذات المتغيرات الاضافية , وتم تطبيق الفكرة لاحقا في معادلات المنحنيات المعقدة . وقد تم البدء بإستعمال المصطلح في مجال الحاسوب في سبعينات القرن العشرين مع تطور وسائل تصف منحنيات من خلال معادلات بارامترية مع عمل ستيف كونز Steve Coons (1967) ، وقد طرح أيضاً أن كل عمليات الكرافيك أو الرسم الرقمي تستعمل البارامترات ، بمعنى أنهم يستخدمون بيانات عددية يمكن تحويرها والسيطره عليها و/أو حفظها ، رغم إختلاف البرامج.[7] . في الفيزياء يعرّف البارامتر بكونه عاملاً وسيطاً لتمثيل الأثيرات الفيزيائية في نموذج متحرك بأستخدام وسائط بسيطة جداً لأيضاح هذه التأثيرات بصورة واقعية[4] .

5.2 تقصي وتحليل تعاريف التصميم البارامتري:

حسب قاموس اوكسفورد فالتصميم البارامتري هو العملية التوليدية التي تستخدم البارامترات الأساسية في صيغة معينة تحتوي وظائف حسابية لمعادلات يتم القيام بها رقمياً, من خلال البرمجة والترميز, للحصول على تصميم أو إيجاد حل لمشكلة.[8] وقد قدم رولاند هدسون Roland Hudsonعام 2010تعريفا للتصميم البارامتري مفاده أنه يمثل عملية يتم فيها تكوين وصف لمشكلة بأستخدام متغيرات معينه ، وعند القيام بتغيير أقيام هذه المتغيرات يمكن تكوين مجموعة كبيره من الحلول البديلة ، وعندها يتم إختيار أحدها بأعتباره التصميم المطلوب حسب المتطلبات والمعايير الخاصة بالتصميم .[8] .في هذه العملية يجري تطوير نموذج حسابي أو وصف لمشكلة تصميمية، ويستند هذا النموذج على علاقات معينة يتم التحكم بها بواسطة متغيرات ، وكلما غيرنا أقيام المتغيرات حصلنا على النماذج البديلة[7] . ويرى أيش و وود بيري Aish & Woodbury ، أن عملية التصميم البارامتري تؤدي الى وصف مشكلة التصميم بشكل متطور وفي الوقت نفسه تؤدي الى إكتشاف (أشكال) جديدة قد تكون مناسبة أكثر لمتطلبات أي تصميم ، [2].وهنا نلاحظ أن هناك فعل إختيار يقوم به المصمم بين النماذج الناتجة ، ويرى الباحثون أن ذلك يعزى الى إمكانية تحقيق إنجازات كبيرة في بحوث البرامج التي أصبحت ممكنة ستسهم في تقليص الوقت والجهد اللازمين للقيام بالتغيير في النموذج البارامتري. وحيث أن البرمجيات الحاسوبية التي تستخدم في التصميم البارامتري توفر إمكانية تكوين العلاقات والارتباطات بين العناصر الهندسية والعناصر التي تمثل المتغيرات ، لهذا يطلق على التصميم البارامتري في بعض الادبيات اسم التصميم الأرتباطي [7] (associative design) وعند تحليل التعاريف السابقة ، نجدها تجمع أن البارامتر هو مصطلح أصبح متداولاً بكثرة يدل على متغير له إرتباط وثيق من خلال منظومة أو نسق واضح تظهر علاقاتها في معادلات ، تقوم بتوليد شكل أو نموذج ثلاثي الأبعاد. وفي التصميم البارامتري عند تغيير قيمة المتغير الواحد ، تتغير الاقيام الاخرى وتتكون علاقة توليدية لشكل آخر. ونرى هنا أن ذلك يحقق للمصمم إمكانية الأختيار بين ألأشكال المتولدة حسب معطيات ومتطلبات التصميم , وعليه فان التصميم البارامتري يرتبط ب (توليد الشكل) وفي نفس الوقت يتيح امكانات مضافة في وصـــف (المشكلة) وبدائل حلها.وعليه يمكننا أن نخلص الى التعريف ألأجرائي ألآتي:

5.3 التصميم البارامتري – التعريف الاجرائي.

إسلوب في التصميم يستخدم مجموعة من القواعد أو العناصر (البارامترات) المرتبطة بمنظومات أو أنساق في علاقاتها الرابطة ، ومن خلال البرامج الحاسوبية يمكن توليد شكل أو نموذج ثلاثي الأبعاد وفق المعادلات الحسابية التي تمثل علاقة العناصر. عند تغيير قيمة أي عنصر من هذه العناصر تتغير أقيام العناصر ألأخرى وبذلك تنتج علاقة جديدة لتوليد شكل جديد ،وبالتالي تستجيب المنظومة للتغيرات بما يؤدي الى توليد النماذج المتجددة ، مما يمكن المصمم من الأختيار من النماذج وفق ما يلائم معايير ومتطلبات أي تصميم ، كما أن آليات العملية تتيح التعامل مع ألأشكال شديدة التعقيد والسيطرة على متغيراتها المتداخلة. ويقدم امكانيات مضافة في وصف اي مشكلة تصميمة وتقديم بدائل حلها.

5.4 التصميم البارامتري في العمارة

لقد ظهر التصميم البارامتري في مجالات تصميمية غير العمارة منذ منتصف القرن العشرين ، فقد إستخدم في تصاميم الطائرات والتصاميم التي لها علاقة بال aerodynamics ، لكنه بدأ يظهر في المجال المعماري في الربع الأخير من القرن العشرين ، وإزداد وضوحه عندما ظهرت تصاميم استخدم فيها من قبل بعض كبار المعماريين مثل زهاء حديد وفرانك كيري ، فإزداد توجه العمارة نحوه. يشير الباحثون في هذا المجال إن جوهر التصميم البارامتري اساسه تداخل المؤثرات المتنوعة على التصميم المعماري، فمنذ الأهرامات التاريخية الى المؤسسات المعاصرة ، تم تصميم ألأبنية وبنائها من خلال علاقات عدد من المؤثرات المتنوعة من ضمنها :المناخ ، ألأستخدام ، الطراز ، المحيط ، وأيضا مزاج المصمم. ولكن الاشارة المعاصرة المهمه ظهرت عندما عقد المؤتمرالمعماري في بوسطن في عام 1964في المركز المعماري وتم فيه بحث اثر البرمجيات في توليد الاشكال في المجالات المتنوعة الاخرى , وقد بدا واضحاً أن العصر الألكتروني سوف يكون له تأثيراً كبيراً على التصميم المعماري لاحقا . لقد كانت الصناعات الفضائية aerospaceقد بدأت استخدام برامج الحاسوب لحساب مساحات وتوليد اشكال الأسطح المعقدة ، فضلا المسار الفضائي animated flight path simulationsوهو ما أبهر المعماريين واثار اهتمامهم للاستفادة من هذه التقنية في توليد الشكل وحينها أشار بعض الباحثين الى أنها مسألة وقت فقط حتى يتمكن الكومبيوتر من المساهمة في خلق أشكال مثل الاشكال التي خلقها مندلسون Erich Mendelsohn وانتونيو كاوودي Antonio Gaudi وفري اوتو Frei Otto وكيزلر. Kiesler ولكن في ثمانينات القرن العشرين امكن حصول انجاز كبير في التصميم البارامتري في العمارة كان منطقياً للمعماريين .اذ توجهت الدراسات المعمارية بهذا الاتجاه الى الطبيعة والى تعقيد الاشكال الموجودة في الطبيعة (التي حاول الانسان الاستفادة من محاكاتها وخاصة ما قدمته من نظم منشأية لها تعقيدات متعددة فقد قام الكثير من المعماريين والمصممين بأستعارة قواعدها لأخراج أشكال وهيئات معمارة وحضرية ، ولكن ما كان واضحا أنه كان من الصعب جداً أن يتم قياس ورسم ألأشكال والنظم النابعة من الطبيعة بدقة)

5.5 أوائل التصاميم (البارامترية) في العمارة :

بعد مناقشة دخول التصميم الرقمي في المجال المعماري تدريجيا سواء اكان على مستوى الدراسات او مستوى التطبيق في التصميم ,وتفصيلات البرامج التوليدية, يتقصى البحث مبنيين يمكن اعتبارهما محطتا انطلاق للتصميم البارامتري في العمارة ومن ثم يقوم البحث بتحليل مثال معاصر من التصميم البارامتري وكالآتي:

1 -جناح شركة فلبس ، بروكسل ، The Philips Pavilion 1958 Brussels.

2 -مشروع السمكة - فرانك كيري - برشلونة 1992.

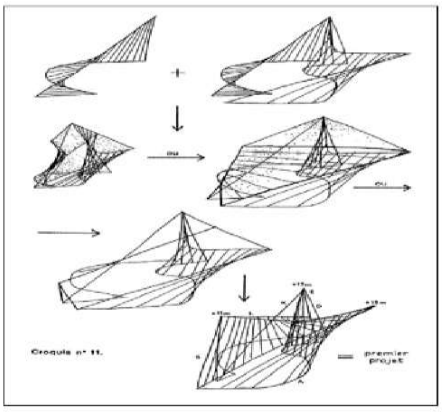
3King Fahad National Library -مكتبة الملك فهد الدولية.2013

1 - جناح شركة فلبس ، بروكسل ، The Philips Pavilion 1958 Brussels:

يظهر من اوائل الاعمال التي صممت وفق تفاعل مؤثرات بارامترية جناح فيليبس Philips Pavilion الذي صمم من قبل لو كربوزيه وكيزانيكس Xenakis عام 1958، وقد تم التصميم البارمتري فيه يدويا (كما سنرى) .

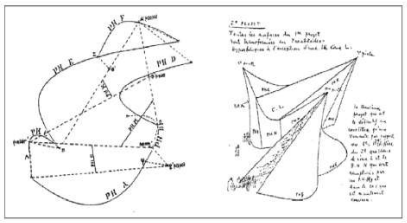
الشكل 1 : يوضح جناح شركة فليبس www.archdaily.com

وبأتباع فكرة لشكل منحني وضع من قبل لوكربوزيه مع مدخل ومخرج من الجانبين ، إقترح كزيناكس إستعمال ثمانية أسطح تنتج من خلال الحركة في الفضاء لخط مستقيم واحد كمولد هندسي (جيومتري) وذلك لتغطيه 500 مترمربع مطلوبه في النظام التركيبي الانشائي المتكون من (panels) كونكريتية مسبقة الصنع للحصول على جدران منحنية مع قطع مستقيمة في المخطط . في الشكل (2) يمكن ملاحظة الفضاءات الثلاثة المرتبطة ببعضها أو التي ستكون كل من : مسار الزيادة ،المدخل ، ثم الغرفة التقنية ، الفضاء الكبير للمشاهدين ثم الخروج. المخطط الذي يحمل اسم Croquis N° 11 يعبر عن العملية التي قام بها كيزانكس للتكوين الهندسي (الجيومتري) لهيئة الجناح [6] كما في الشكل الآتي :



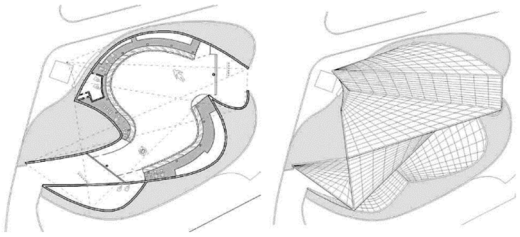
الشكل 2 : يوضح الرؤية ألأولى لفكرة الهيكل ،[5]

وتبعاً للوصف الذي قدمة كيزانيكس ونقلة كاناك (Kanach S. 2009) فأن هذا الشكل يمثل أربعة أشكال تولدت في المخروط ، الحجم المخروطي E والمفصل L والسطح المتولد من العلاقة بين (A/B) وكذلك كل من القطعين الناقصين (G / K) hyperbolic paraboloids . وأخيراً مثلثين فارغين يمثلان مداخل الجناح. [6] إن أسطح القطعين الناقصين إستخدمت لكي تبسط التخزين الانشائي والتركيبي وبنفس الوقت لأعطاء إشراقة ولمعان للشكل . كما إن الشكلين المخروطين A,B قد استبدلا بالقطعين الناقصين واضيفت لها أربعة أخرى F,C,B,N كما في الشكل الاتي :



الشكل 3: يوضح الرؤية ألثانية لفكرة الهيكل . [5]

وللوصول الى النقطة الثانية أصبح من الضروري زيادة الفرق بالأرتفاع بين النسب وترك أحدهما بأرتفاع 21 متر، وهذه العملية تضمنت ربط حافات تقاطع مستقيمه وأسطح المنحني مع مساقطها في المخطط الأفقي بما يتطلب معادلة بارامترية للتطوير من خلال القطوع الناقصة ، وهكذا نشأ تقاطع المخططات مع نقاط المحيط والاثار المستقيمة لفرض سيطرة بارامترية على الهيئة.



الشكل 4: يوضح مخطط المشروع

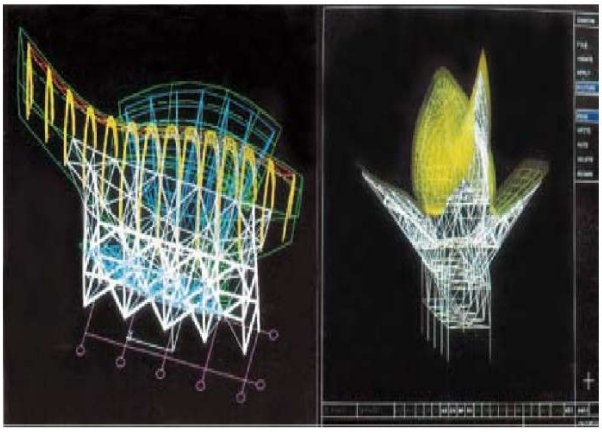
وللتطوير التركيبي (الأنشائي) وبأستخدام قطر للمنحنيات لتوليد مساقط جانبية وأرضيات بأرتفاعات لخلق أسطح متباينه . وهكذا تم تعريف الجدران الانشائية ذات الأسناد المشترك المنحنية قليلاً .

6. مشروع السمكة - فرانك كيري - برشلونة 1992:

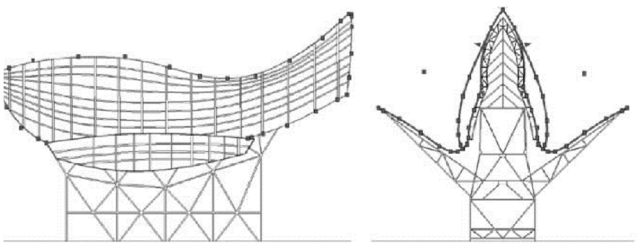
قام فرانك كيري بتصميم مجموعة من الابنية في برشلونه ضمن المشاريع التي اقيمت لاولمبياد 1992 ، بهدف إعادة تطوير ساحل البحر الذي كان جزءاً من منطقة صناعية منفصلة عن المدينه بخط سكة حديد وكانت مناطق البلاجات القريبة قد تحولت الى مناطق تجمعت فيها النفايات [5].

الشكل 5: يوضح مشروع السمكة لفرانك كيري
http://www.dailymail.co.uk

في المشروع هناك سقف طولي للفضاءات الوسطيه بطول 49 متر وإرتفاع 30.5 متر ، كمنشأ يعمل على الحماية من الشمس ،وفيه جزئين رئيسيين ، منشأ مستطيل ساند أبيض اللون ، وغطاء معدني يوحي بشكل السمكة . تصميم فرانك كيري الذي عاود فيه إستخدام شكل السمكة في أعماله ، في هذا العمل استخدم كيري برنامج Catia، الذي يستخدم في صناعة السيارات والطائرات مكن الحاسوب من العمل على نموذج رقمي ثلاثي الأبعاد وقد تم الربط من خلال إنتاج رقمي أيضاً للعناصر . حيث ربطت برامج الحاسوب بمتطلبات النظام التركيبي المنشأي مع تجارب الهيئات غير المألوفة وإن كان بصورة غير متكاملة ، وقد حاول كيري بربطه للمتطلبين التأني حفاظاً على الكلفة (كما طرح هو) .[6] وحاول الحفاظ على التوازن بين صفات العمارة في الحجم ، التعبير النحتي ، النظام التركيبي المنشأي ، والمساحة، وهذا أمر يتقرر من خلال ميزانية المشروع. ومن اجل تحقيق مشروع السمكة وهذا الترابط المطلوب أتصل جيمس كلمت James Glymth ، المسؤول عن التصميم الرقمي مع وليم متشيل William Mitchell الاستاذ في جامعة هارفرد ، الذي قام مع طالبه يفال سمث Eval Smithe بتطوير نموذج التصميم الأساسي في برنامج (Alias) . [10]، ومع ذلك فبإستعماله فقد تم تمثيل سطح منحني من خلال أوجه مستطيلة مع vaulted armor مصنوعة من روافد حديدية في التقاطع بين المخطط المنحني والtruss حتى حققت مجموعة من ألأسطح المجزأة segmented polyline ، مما جعل عملية تكوين العناصر صعبة جداً ، وهكذا تم إستخدام برنامج كاتيا Catia لتطوير منحني السطح بارامترياً ، وهكذا يتم تعريف أوجه (تقاطعات) الحديد الخاص بالشبكة لأجل التنفيذ . بأستخدام طول وإرتفاع كل وجه من المقاطع بوصفها بارامترات عامة أولية ونقاط السيطرة للمنحني بوصفها متغيرات ، وكذلك بوصفها علاقة مودولية في النموذج الثلاثي الأبعاد من خلال القطع المستعرضة .ورغم أن شكل السقف هو تبسيط حجمي لشكل السمكة . من الواضح أن المتطلبات الرمزية المحيطة قد ساهمت في بلورة الفكرة بالربط مع الموقع الساحلي . كان قرار كيري أن تكون المنحنيات الثنائية المتغيرة من مواد مختلفة وملمس مختلف ولكن بعناصر أصغر، وذلك بإستخدام مجموع من قطع ملفوفة لتؤسس الأسناد والغطاء بنفس الوقت ، وفي هذه الحالة إستخدم شرائط مرنة مثبتة في الروافد الأنبوبية للمنشأ ، مما تطلب منه أن يناسق هذين التنظيمين في نموذج رقمي في كاتيا CATIA ، مما قاد للأدراك بضرورة فصل المنشأ الساند عن السطح التعبيري. [4]، (وهذا ألأمر قد حصل كثيرا في تاريخ العمارة ، فمثلاً في قباب عصر النهضة وكذلك في دار اوبرا سيدني) . إن هذه العلاقة الهندسية الجيومترية بين نمذجة المنشأ والانحناء المعقد للسطح ، قاد الى تحدي إستخدام هندسيات البارامترات الرقمية ، مما دفع العمل المهني الى خطوة متقدمة بأمكانها تحقيق الاشكال الرمزية والاستعارات في تصميم الابنية بارامترياً .



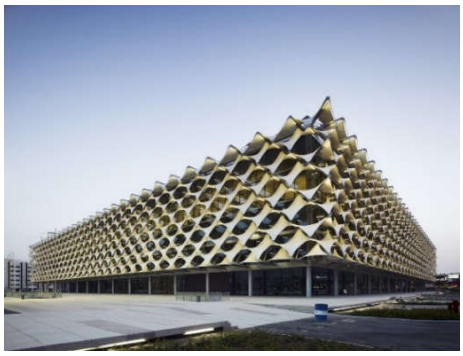
الشكل 6 : يوضح النموذج الرقمي للهيكل . [5].



الشكل 7 : يوضح المنحني البارامتري لهيكل مشروع السمكة. [5]

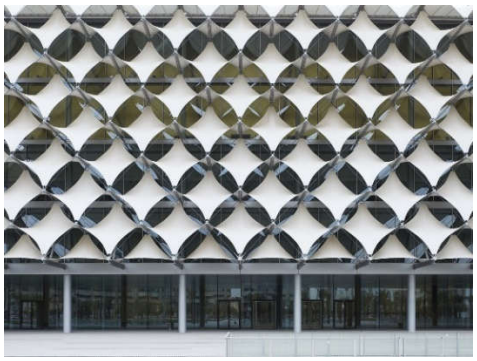
7. King Fahad National Library مكتبة الملك فهد الدولية2013.

يجمع المشروع بين التحدي المتمثل في التصميم ضمن متطلبات المبنى مع احترام الثقافة العربية.إن الشكل الرمزي المكعب للمبنى يحيط بالمبنى القديم من جميع الاتجاهات، مما يقدم المكتبة الوطنية كصورة معمارية جديدة في مدينة الرياض من دون التخلي عن المبنى القديم الذي يشغل الآن بوظيفته الداخلية الاساسية، مما يجعل منه مركز المعرفة داخل المكتبة الجديدة. ويغطي المبنى الجديد واجهة منسوجة تم ربطها بأحدث التقنيات. [1]



الشكل 8: يوضح مشروع مكتبة الملك فهد

يمكن ملاحظة الشفافيه العاليه والتواصل بين الداخل والخارج ،الاعتماد بشكل كبير على الاناره الطبيعيه من خلال استخدام الزجاج بكثرة اضافه الى عناصر القشرة الخارجيه التي تعمل وفق المتغيرات البيئية ،المسافات بين القشرة الخارجيه والمبنى تولد اختلافاً في الضغط مما يسمح بخلق تيارات هوائية كما تم استخدام النباتا الخضراء داخل المبنى ومساحات خضراء في الاجزاء الخارجيه ،التنوع في الظل والضوء من خلال استخدام عناصر القشرة الخارجيه .،الفتحات الناتجه بسبب عناصر القشرة الخارجيه والتي تعمل وفق المتغيرات البيئية ،استخدام المواد النسيجيه في عناصر القشرة الخارجيه .



الشكل 9: يوضح المعالجات البيئية المكونة من القشرة الباراترية . [www.archdaily.com]

تم تحليل واجهه المبنى بيئياً من خلال برامج الحاسوب لحساب كميات الاشعة الشمسية الداخلة للمبنى وبالتالي كميات الحرارة والاضاءة الكلية للمبنى .فتم وضع قشرة متحركة من خلال متحسسات الكترونية ترتبط بأجهزه قابلة لتحريك الاجزاء المتكررة في الواجهه . نستنتج من تحليل المشاريع السابقة الثلاث أنه تم التعامل مع التصميم من خلال تحليل كامل لقشرة المبنى المغطية للمخططات ، أي أن التصميم البارامتري قد تم تطبيقه على الغلاف المحيط بالمبنى .كما تم التعامل مع عملية التصميم من خلال برامج مختصة تقوم بتحليل الاشكال من خلال عمليات رياضية معقدة تساعد المصمم على خلق الشكل وفقاً لمتطلبات بيئية أو شكلية يتم تحديدها من قبل المصمم.تم استخدام مواد مطاوعة وقابله للتشكيل من خلال تجزئه الشكل الى أجزاء متكرره متشابهه وتحليل هذه الاجزاء المكونه للقشرة لكي يتم تنفيذها على أرض الواقع .كما يمكن ملاحظه ان الاشكال متكرره ولكنها ليست متطابقه تماماً ، ففي مشروع جناح شركه فيلبس نجد أن الاشكال مكونه من عدة قطوع متقاربه بالشكل والحجم ولكنها غير متطابقه وهنا تم التعامل مع تحليل الاشكال يدوياً وليس من خلال الحاسوب بأعتبارها من المحاولات الاولى في التصاميم البارامترية .وكذلك الحال في مشروع السمكه يمكن ملاحظه ان العناصر المكونه للشكل متشابهه ولكنها غير متطابقه مما ساعد في تكوين الشكل النهائي ذو الانحنائات المتعددة ولكن تم التصميم البارامتري في مشروع السمكة بمساعدة برامج حاسوبيه أمكن ربط أحدها بالآخر لتوليد الشكل الرابط بين ألأستعارة في الهيئة والمنشأ من خلال فعل تصميمي واحد ، أمكن نقله الى التنفيذ بصورة دقيقة بفعل البرنامج نفسها مما قدم تقنية ربط التنفيذ مع التصميم ربما لأول مره في برنامج واحد .مما قدم هذه الصيغة ليقوم المصممون لاحقاً بربط البرامج وفق تعدد المتطلبات وليس فقط لتوليد الشكل ، اما في مشروع مكتبه الملك فهد فنجد ان عناصر القشرة متشابهه ولكنها تختلف تدريجيا بمقدار الانفتاح والانغلاق باختلاف موقعها بسبب الاختلاف في كمية الاشعة الساقطة على كل عنصر.كما يمكن ملاحظه ان تطبيق القشرة على غلاف المبنى سواء كان المبنى ذو مخطط عضوي أو هندسي .كما يمكن ملاحظه أن الاشكال التي يستوحى منها في المشاريع البارامترية مستمده من الطبيعه ، اي أن اصل الفكره مستوحى من أشكال موجوده في الطبيعه كبعض النباتات أو الحيوانات او أنظمه التشكيل العضوية .كما نستنتج من المشاريع السابقة أن التصميم البارامتري يمكن أن يتم تطبيقه على اجزاء من المبنى كالقشره او الشكل الخارجي المغلف للمبنى ، ويمكن حل الجانب الوظيفي بطريقه تقليديه في المبنى .ويستعين المصمم بخياله بأسلوب كلي ، بينما يساعد التصميم البارامتري المصمم بتوليد الاشكال .

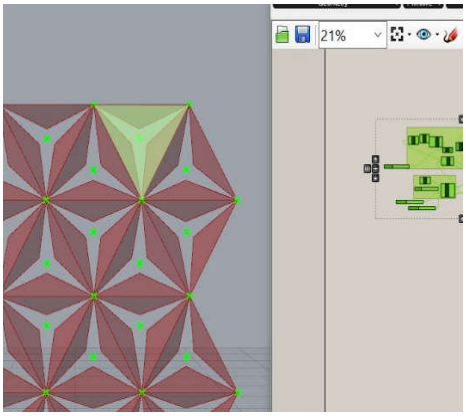
8. أمثلة مصممة بارامتريا من تصميم الباحث :

1- القشرة الخارجية (skin) في جزيء من مبنى الاسواق المركزية وكذلك الارضيات الخارجية .

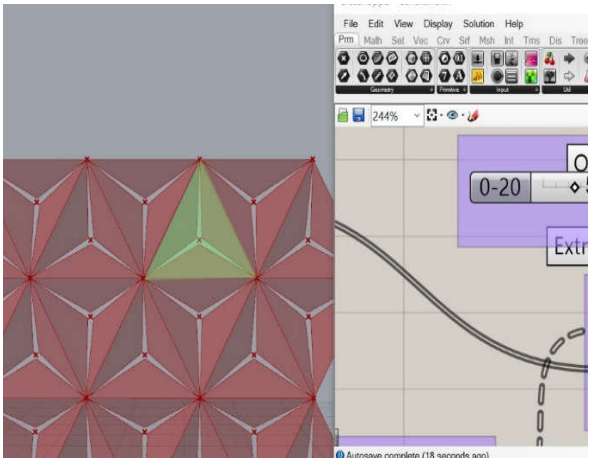
قام الباحث بتصميم بارامتري لجزء من مبنى ، هو إعادة تصميم القشرة الخارجية لمبنى الاسواق المركزية ذات التصميم النمطي والتي بنيت في ثمانينات القرن العشرين في بغداد .إذ أن إعادة الوظيفة التسويقية التجارية للمبنى سوف يتطلب إعادة تصميم وتأهيل لبعض عناصر المبنى ، وإذ يمتاز التصميم بالفضاءات المتداخلة المؤهلة للتسوق ، فسوف يتم اعادة تصميم الواجهات (القشرة الخارجية) بارامترياً ، ووفق الاتي: تم تطبيق الطريقة البارامترية في تطوير مبنى الأسواق المركزيه في منطقة المنصور ، حيث تم إعادة تصميم أشكال الفتحات بما يتلائم مع البيئة المحيطة بالموقع ، كما تم إعادة تصميم أرضية الموقع وفق الطريقة البارامترية وكما يلي:

الشكل 10 : [المصدر:الباحث]

تم تصميم غلاف للفتحات على شكل عناصر مثلثة الشكل متكونه من ثلاث زعانف قابله للحركة ، يتم ربط هذه الزعانف بمتحسسات تتفاعل مع البيئة المحيطة ، ويمكن أن تكون مواد المنيوم أو مادة غشائية يمكن ان تربط بهياكل خاصة قابلة للحركة ، حيث يمكن أن تفتح هذا الزعانف أو تغلق تماما كما في الشكلين الأتيين :



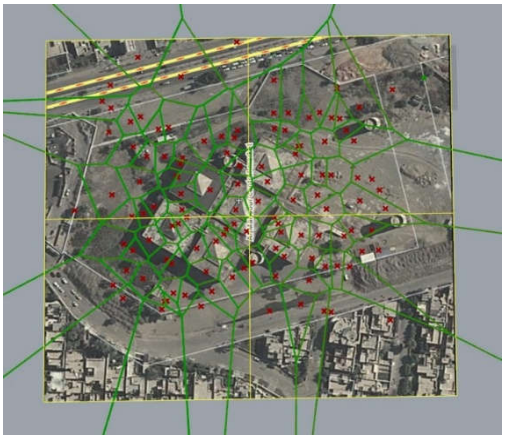
الشكل 11: [المصدر:الباحث]



الشكل 12 : [المصدر:الباحث]

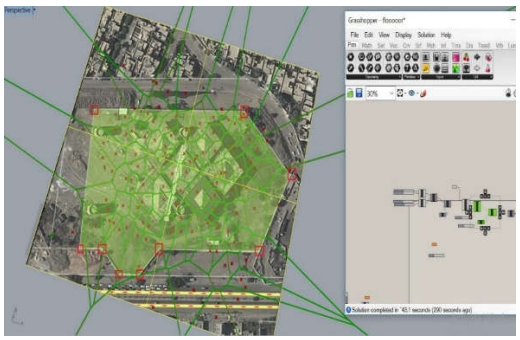
حيث تم تغليف الفتحات بهذه العناصر وكما في الاشكال الآتية :

الشكل 13: كما تم تصميم ألارضيات الخارجية وفق إيعاز voronoi وذلك بخلق نقاط عشوائية (Random) وكما في الشكل التالي :



الشكل 14 : [المصدر:الباحث]

ومن ثم إستقطاع التأثير على ارضية الموقع فقط وكما في الشكل التالي :



الشكل 15: [المصدر:الباحث]

حيث تم تحديد حدود الموقع والموضحه في الشكل السابق على شكل مربعات حمراء اللون وذلك لتحديد تأثير خوارزمية voroni ضمن حدود الموقع فقط.

ثم بعد ذلك تم خلق خطوط موازيه للتقسيمات الخلوية الشكل ، ومن ثم رفع هذه الاجزاء الخلوية بالاتجاه العمودي بشكل عشوائي عن طريق إيعاز random وكما في الشكل الاتي:

الشكل 16: [المصدر:الباحث]

وبالتالي تكون النتجية النهائية للمشروع كما موضح في الاشكال الآتية :

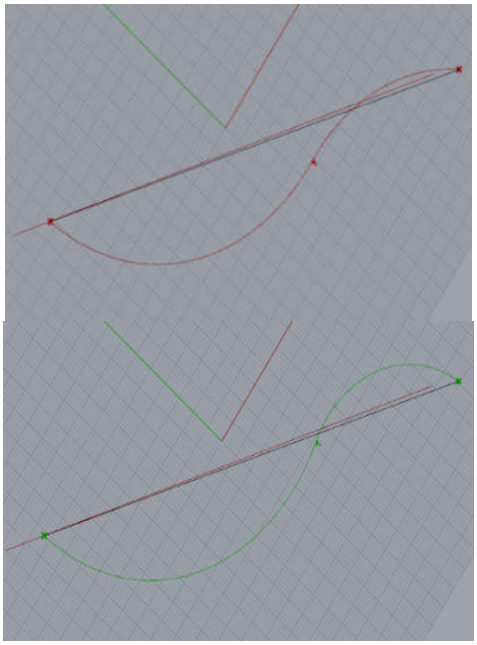
الشكل 17: [المصدر:الباحث]

2- التصميم البارامتري لمسطبة عامة .

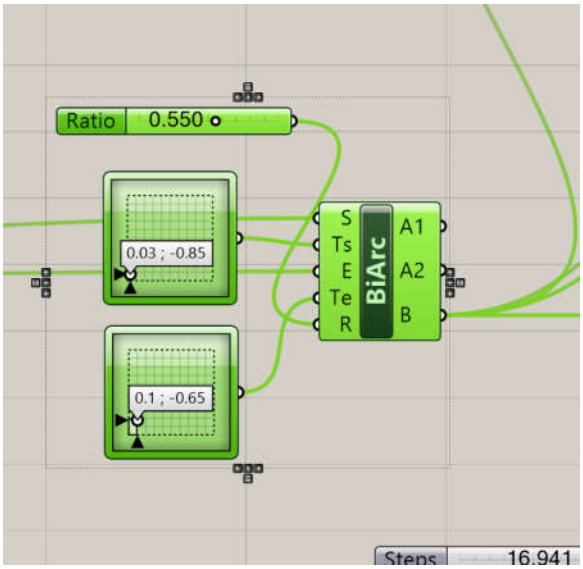
الهدف من التجربه خلق مسطبه جلوس مصممه بارامتريا تتلائمه مع طبيعه الموقع والمجاورات . تم عمل هذه التجربه بواسطه البرامج Rhino + grasshopper + 3ds max تمت نمذجه المشروع بواسطه ال grasshopper بشكل اساسي ومن ثم تمت عمليه الاظهار بواسطه ال 3ds max .

الشكل 18: يوضح الشكل النهائي للمسطبه [المصدر:الباحث]

تبدأ مهنجيه تصميم هذه المسطبه بخلق خط line بنقطتين بدايه ونهايه ومن ثم ادخال تغيير على هذا الخط لأعادة بنائة بالشكل المطلوب مع اماكنيه تغيير شكل الخط ليصبح curve مع امكانيه التعديل عليه . حيث يتم اختيار الشكل العام لل curve المراد خلقه فتم في هذه التجربه اختيار ال biArch وهو ال curve ذو تقعر وتحدب ، ومن ثم ادخال number slider على هذا المنحني ليمكننا من تغيير قيم التحدب والتقعر في هذا المنحني كما تم اضافه MD slider لزياده قابله التحكم يدويا وفق المحورين x,y يدويا .كما موضح في الشكل ادناه :

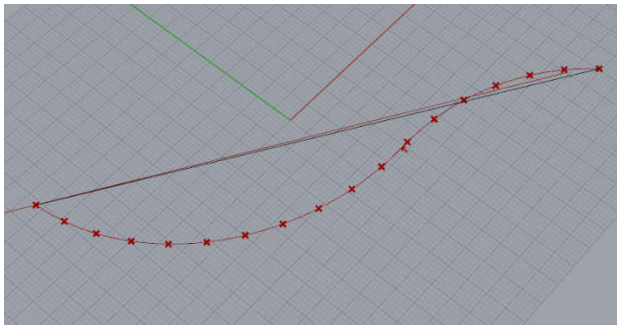


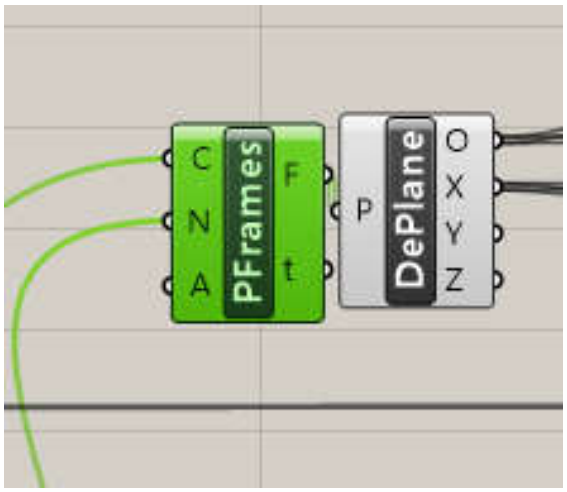
الشكل 19: [المصدر:الباحث]



الشكل 20: [المصدر:الباحث]

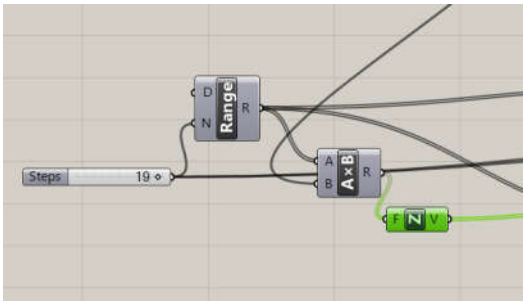
ومن ثم تم تقسيم المنحني الى نقاط عديدة كما موضح في الشكل الاتي عن طريق ايعاز pFrames



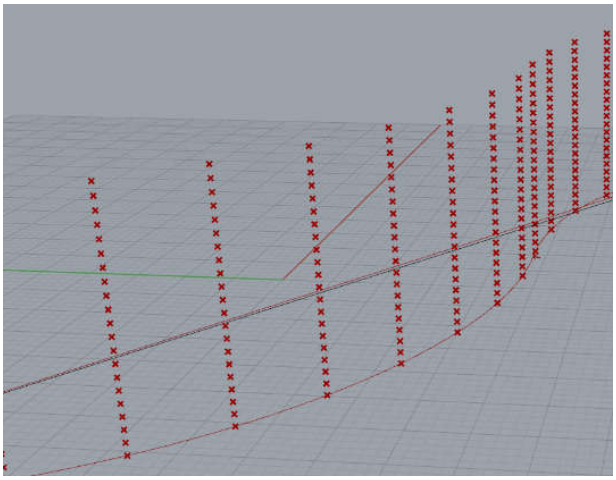


الشكل 21: [المصدر:الباحث]

وبعد ذلك تم اخذ نسخ من هذه النقاط بأتجاه المحور Z مع ادخال number slider اي ايعاز امكانيه ادخال قيمه وذلك للتحكم بعدد النقاط المراد نسخها مع ضروره تحديد نوع الاعداد في هذا ال slider ويجب هنا ان نختار اعداد صحيحه . وكما موضح في الشكل التالي:



الشكل 22: [المصدر:الباحث]

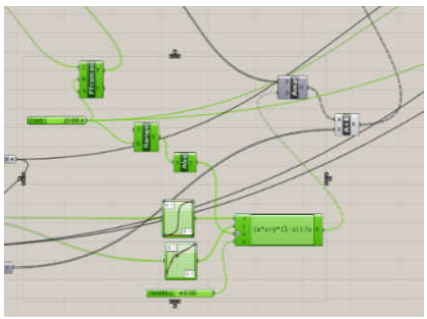


الشكل 23: [المصدر:الباحث]

حيث يمكن التحكم بعدد النقاط المستنسخه على المحور Z بوسطه ال slider الذي تغير اسمه الى steps كما في الشكل السابق. ومن ثم بعد ذلك يتم ادخال متغير على شكل منحني بياني لأمكانيه التغيير على المحورين x,y وكما يتم تغيير اماكن النقاط على المحور Z وهنا في هذه التجربه تم ربط التغيير الخاص بالمحور Z مع ايعاز pframe المسوول عن استنساخ عدد النقاط على المنحني مع اضافه ايعاز abs اي absolute وذلك لاخذ القيم الصحيحه فقط من الاعداد ، كما تم خلق محور اخر اسمه U ليمثل محور افتراضي يجمع التغييرات على المحاور الثلاثه X,Y,Z ويتم ربط كل ذلك عن طريق اضافه ايعاز Expression الذي يسمح بأدخال معادله رياضية تحكم كيفيه هذا التغيير في اماكن النقاط المستنسخه فيتم التغير بصوره متعاقبه او ما تسمى بالطريقه الهرميه بالتغيير حيث تم استخدام المعادلة التالية :

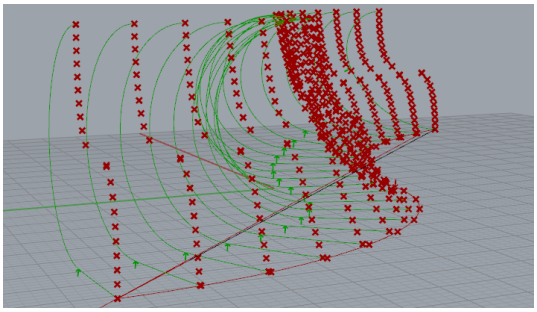
$$(x*z+y*(1-z))/u$$

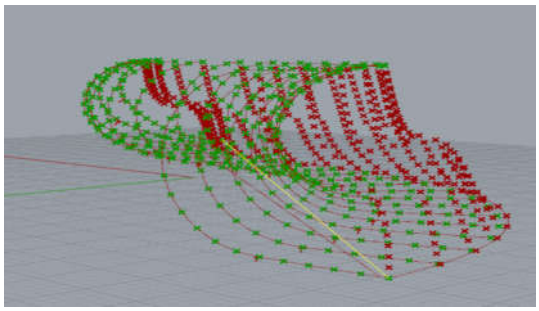
وذلك لربط جميع هذه المتغيرات سوية كما في الشكل التالي:



الشكل 24: [المصدر:الباحث]

ومن ثم معامله كل عدد من النقاط بالاتجاه العمودي على حدى وبعد ذلك يتم خلق منحني لكل عدد من النقاط ليمثل نهايه مغلقه لكل مجموعه عن طريق ايعاز biArch جديد ومن ثم تقسيم هذه المنحنيات الى قطع متعدده عن طريق ايعاز divide والذي يتم ربطه بقيمه ادخال slider ايضا ليتم التحكم به وكما موضح في الشكلين ادناه :

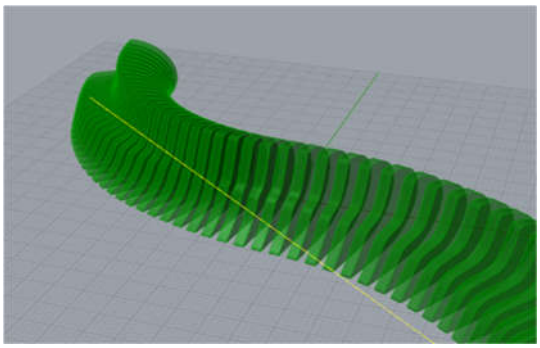


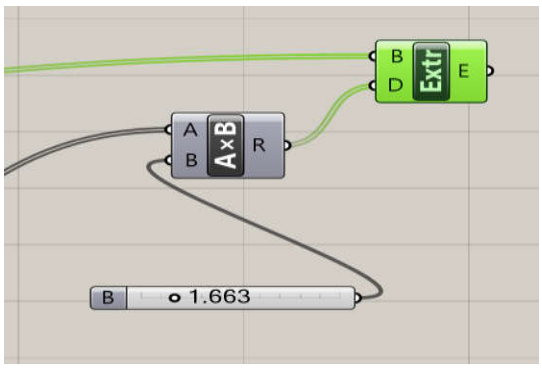


الشكل 25: [المصدر:الباحث]

ثم يتم تحويل كل مجموعه مع المنحني الخاص بها الى مقطع عن طريق ايعاز section ومن ثم يتم ادخال ايعاز extrude على كل عنصر ليتم اعطائها سمك يتم التحكم عن طريق slider ايضا.

وكما موضح في الاشكال التاليه :





الشكل 26: [المصدر:الباحث]

وبهذا يكون الشكل السابق هو الصوره النهائيه للمشروع والذي يمكن التغيير فيه عن طريق تغيير اي من ال slider الموجوده خلال المشروع مثل تغيير شكل المنحني الرئيسي او تغيير المنحنيات لكل قطعه من قطع المسطبه او بتغيير المعادله او تغيير قيم احدى المحاور . يمكن استخلاص اهم الملاحظات التي توصل لها الباحث من خلال هذه التجارب وهي كالآتي :

- امكانيه التغيير بأي خطوه من خطوات التصميم وبأي وقت من وقت التصميم سواء خلال عمليه التصميم او بعد الانتهاء منها
- امكانيه تغيير القيم وبالتالي تغيير الناتج النهائي
- امكانيه التغيير حسب محاور متعدده بوقت واحد
- امكانيه خلق محاور وهميه غير المحاور الثلاثه
- امكانيه السيطره على المشروع بواسطه معادلات وقيم رياضيه
- امكانيه التغيير بالتصميم كاملا بتغيير ايعاز واحد فقط
- امكانيه ادخال متغيرات وموثرات جديده حتى بعد اكمال التصميم
- امكانيه ربط اكثر من متغير بقيمه ادخال واحده مشتركه تعمل سويه .

9. الاستنتاجات :

• مع ظهور البرامج المساعدة في التصميم، لم يتغير التصميم المعماري ، الا أن البرامج تحددت بالمساعدة في الاظهار ، حتى ظهرت برامج قدمت امكان توليد الشكل المعقد والتعامل مع المتغيرات المتداخله وتغييرها المستمر ، مما اتاح تكوينات وفضاءات وامكانات في تكامل الفعالية التصميمية ضمن متغيراتها المتعددة .

• في التصميم البارامتري يكون توليد التفصيل والاحداثيات الهندسية موزياً لتوليد الشكل المترابط مع الفضاء والوظيفة مما يقلل من مراحل العملية التصميمية ولكنه لا يلغي دور المصمم المعماري في مرحلة البديء بالفكرة التصميمية .

• يحتاج التصميم البارامتري الى فريق عمل من تخصصات غير العمارة وغير التخصصات الهندسية المكملة للعمارة ، إذ يجب الاستعانه بالمبرمجين لتحقيق الربط بين البرامج ونوع البرامج المختاره ، كما يحتاج الفريق الى المختصين الرياضيين في حساب معادلات الاحداثيات للاشكال المعقدة ضمن برمجتها .

• يستعين المصمم بغير ألأسلوب البارامتري بخيالة بأسلوب كلي ، بينما يساعد التصميم البارامتري المصمم بتوليد ألأشكال .

• يقوم المصمم الذي يعتمد التصميم البارامتري بأفعال إختيار أكثر من التركيب ، بينما يقوم المصمم بألأساليب ألأخرى بأفعال تخيل (وتركيب) الشكل

• إن التطور السريع للبرمجيات والترابط الذي يمكن أن يتم بينها قدم إمكانيات كبيره لمتغيرات لاحقة في مجال التصميم والسيطره على مدخلال البيئة والمنشأ والخدمات بالتكامل وبخط تصميمي واحد مع التصميم المعماري وليس بوقت لاحق .

• يمكن ألأستفادة من تصميم العناصر كالقشرة الخاصة والواجه التي يمكن أن تفيد في إعادة تأهيل الأبنية القديمة وكذلك لمتطلبات تسقيف المساحات الكبيرة والمنشآت القائمة كما قام الباحث بتطبيقه على مبنى الاسواق المركزية في المنصور .

• يعمل المصمم المعماري البارامتري مع فريق عمل من إختصاصات مختلفة ، كما يحتاج الى برمجيات متطوره، وعلية فأن وسيلة التصميم البارامتري هي أصعب من وسيلة التصميم الاعتيادي التي تعتمد على مخططات (sketches)المصمم وأفكاره .

10. التوصيات :

1- يوصي البحث بإستمرار الدراسة في مجال التصميم البارامتري وبأمكانيات الترابط مع الدراسات التي تعني بالبرمجيات وخاصة في مجال الMegatronic ، للإفادة من إمكانيات السيطرة الرقمية في تحريك العقول الألكترونية ، للحصول على أمكانيات في تصميم الواجهات المتحركة وفق متطلبات البئية والوظيفة .

2- يوصي البحث بتوسيع المعرفة في مجال التصميم البارامتري وإمكاناته من خلال البرامج المتاحة مثل grasshopper في المناهج الدراسية المعمارية .

3- كما يوصي بإقامة الندوات والمؤتمرات العلمية المتخصصة ، وتوسيع رقة التفاعل مع الجهات الأكاديمية العلمية بهذا المجال .

4-يوصي البحث بطرح خلفية وثقافة التصميم البارامتري ضمن المناهج المعمارية.

5- يوصي البحث بإتاحة برامج مثل Rhino ,Grasshopper في الدراسة المعمارية .

6- كما يوصي البحث كل المؤسسات التصميمية والاكاديمية وكذلك المكاتب الاستشارية بالتدرب على البرمجيات الجديدة والاطلاع على فعل التصميم البارامتري وزيادة الخلفية العلمية والرياضية للمصممين المعماريين .

المصادر

[1] Abdul-Halim Jabr,On Site Review Report, published article,2016

[2] Aish, R., & Woodbury, R.. Multi level interaction in parametric design, 2005.

[3] Biloria, N., Oosterhuis, K., & Aalbers, C., Design informatics: a case based on investigation into parametric design scripting and cnc based manufacturing techniques. 2006

[4] Kat Park and Nicholas Holt ,Parametric Design Process of a Complex Building In Practice Using Programmed Code. As Master Model. Kat Park and Nicholas Holt issue 03, 2014.

[5] Makis, Présences de Iannis Xenakis, Centre de Documentation de lamusique contemporaine (CDMC),2001.

[6] Rodrigo Garcia Alvarado, Jaime Jofre Muñoz, The Control Of Shape: Origins Of Parametric Design In Architecture In Xenakis, Gehry And Grimshaw,2012

[7] Ronald Hudson, Strategies for parametric design in architecture. An application of practice led

[9] Shelden, Digital Surface Representation and the Constructibility of Gehry's Architecture,2002.

[10] [10]www.proz.com/forum/Arabic/179165-oarameter.html

[11] www.archdaily.com.

research, PhD Thesis, University of Bath, 21-22, 2010 .

[8] Schumacher, P. ,Parametricism: A New Global Style for Architecture and Urban Design, 2009.

Parametric Design process in Architecture

Saifallah Adel Wafiqe [1], **and** ***Ghada Musa Rzouki Alslik*** [2, *]

[1] *Department of Architecture, University of Baghdad, Bahgdad, Iraq, saifalla7@yahoo.com*

[2] *Department of Architecture, University of Baghdad, Bahgdad, Iraq, ghudeslik@uobaghdad.edu.iq*

**Corresponding author: Saifallah Adel Wafiqe and email: saifalla7@yahoo.com*

Published online: 30 June 2019

Abstract— Parametric Design got a good deal of interest and debate since the 90s of the 20th century ,yet this debate increased in size and influence when important buildings in the world by known architects were designed parametrically .These buildings have terms with compositional complexity and smoothness .They characterized the architecture uniqueness and practice since 2000, which caused the academic and theoretical institutions and individuals in architecture to carry on research focusing on parametric design and exploring its activities .Previous studies concentrated on the exploring activity and process of parametric design, accordingly the research problem is identified as follows: The lack of knowledge of parametric design in architecture from the theoretical and detailed sides related to the role of the (architect) , act and process of design , and result of the architectural design .The objectives of the research are : Clarifying the specific knowledge on parametric design in general and in architecture in particular .Clarifying the (thought) aspects of parametric design considering it as a tool or a way of design on an architectural approach .Clarifying the role of (parametric design) and exploring the comparative sides between it and the normal (traditional) way of design.

Keywords— Parameter, parametric design, grasshopper, Rhino.