أثر خوارزميات التصميم البارامتري على تطوير أساليب التصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد

أ.د. محمد أحمد حافظ سلامة
أستاذ التصميم بقسم التربية الفنية
وكيل كلية التربية النوعية للدراسات
العليا والبحوث جامعة دمياط
mmsalama1973@du.edu.eg
أ.م.د.أحمد مصطفى محمد عبد الكريم عابد
أستاذ التصميم المساعد بقسم التربية الفنية
كلية التربية النوعية - جامعة الفيوم
Ama18@fayoum.edu.eg

المستخلص:

تعتبر خوارزميات التصميم البارامتري من التقنيات الرقمية المعاصرة التي تتسم بأسلوبها التوليدي في إنشاء التصميمات المبتكرة باستخدام وحداتها البارامترية مما جعلها من أكثر تقنيات الرقمنة ارتباطا بمجال التصميم ، وظهر الفكر البارامتري من قبل قيام الثورة العلمية الرقمية الحديثة والبرمجة البارامترية، ما دعا العديد من المصممين والمعماريين المعاصرين للتوجه نحو ممارسة البرمجة البارامترية الحديثة واستخدام إمكاناتها في الربط بين الفكر البارامتري والفكر البنائي للتصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد ، لما بهما من توافق فني وفكري واستغلال إمكانات خوارزميات الأسلوب البارامتري بتقنياته الرقمية الحديثة للتوصل لحلول تصميمية جديدة ومعاصرة.

ويهدف البحث للتعرف على أثر خوارزميات التصميم البارامتري على تطوير أساليب التصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد، وذلك بالتعرف على التصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد من حيث (العناصر والأسس)، وكذلك التصميم البارامترى كاتجاه رقمي نتيجة تطور

تاريخ استلام البحث: ٢٠٢٥/١/١٠ تاريخ إجازة البحث: ٢٠٢٥/١/١٧
أبحاث المؤتمر الدولي التصميم الأخضر والمدن الذكية تحت شعار
"الممارسات الصديقة للبيئة في العصر الرقمي" الجونة، مصر- ٢٤: ٢٦ يناير ٢٠٢٥

الفكر التصميمي في القرن ٢١ ، وأنواع الخوارزميات التوليدية للتصميم البارامترى وأهم خصائصها، واستخدم البحث المنهج الوصفي التحليلي للتعريف بالمفاهيم والمصطلحات الخاصة بسياق البحث، وتوصل البحث لعدد من النتائج منها: أن إجادة المصممين لتطبيق خوارزميات التصميم البارامتري يسهم في تطوير أساليب التصميم بإيجاد حلول تصميمية مبتكرة ، كما أن تطبيق خوارزميات التصميم البارامتري قد يساعد في إيجاد حلول بصرية تثرى مجال التصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد وتغير من هيئته وفق معطيات التصميم الجيد.

الكلمات المفتاحية:

خوارزميات - التصميم البارامتري - التصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد.

تمهيد:

لقد أمدت الوسائط المتعددة الفنون البصرية وفنون العمارة ببناء تشكيلي تجاوز الحدود المادية للمكان والزمان في واقع تصويري محاكى للواقع وتخيلي في وقت واحد ، ولقد تبنى المصممون والمعماريون الوسائط التقنية الجديدة مثل التصوير الفوتوغرافي والتصوير الرقمي وفن الكمبيوتر باعتبارها من الأدوات الإبداعية وباعتبارها من أساليب الاتصال حيث يسعى كل من المصمم والمعماري اليوم لاستخدام أنظمة المعلومات الإلكترونية بهدف الاستفادة من تقنيات الفنون الرقمية، حيث أن التصميمات الرقمية قائمة على إنتاج المعرفة عبر التصاميم والرسوم والتي تتمكن من الترجمة البصرية للنماذج البصرية المتجددة في عصرنا الحالي.

وجاء استعانة المصممون والمعماريون بالبرامج الحاسوبية لتصميم وعرض تجاربهم التصميمية والفنية متضمنة حلولا أخرى مثل النصوص اللغوية والرسوم التوضيحية والخرائط والصور الفوتوغرافية والتسجيلات الصوتية والبصرية كالأفلام حيث تم التحول والانصهار في تكنولوجيا الوسائط المتعددة وتحولت من وسيلة للتوثيق إلى أداه وتقنية لممارسة العمليات التصميمية الإبداعية وأصبحت عامل مشترك بين مختلف الاتجاهات الفنية في الفنون والعمارة ، حيث إن عصر الثورة الصناعية الخامسة أحدث تغييرا في دلالة ومفهوم الفنون والعمارة.(فيفى،٢٠٢٤، ٢٦٠) .

لقد جاءت البرامج والتقنيات الحاسوبية المستخدمة في الفنون والعمارة لتختصر مسافات طويلة من الممارسة المادية فهي تيسر نتائج آنية لتخمينات المصمم /المعماري ، حيث إن إمكانات التأليف بين المفردات والعناصر والأشكال والصور والنصوص باستحضار تلك البرمجيات وما ينتج عن ذلك من استعمالات تقنية كالقص والتراكب والشفافية و غيرها، بالإضافة إلى الاستعانة بما توفره المعطيات الرياضية والخوارزمية بجميع تفرعاتها قد يختزل الرؤى التصميمية التي عرفها القرن الحادي والعشرين، وكان من الضروري أن يعبر المصمم عن روح العصر التي يسودها

الفكر التجريبي والتقني والإيقاع والقيم والحركات للمتغيرات، وبفضل التطور العلمي وتكنولوجيا التقنيات الحديثة مثل الكومبيوتر والفيديو والليزر، والتي انعكست آثارها في أعماله وفتحت أمامه آفاق جديدة مكنته من الوصول إلى معالجات تصميمية و تشكيلية متجددة.

ويعد التصميم البارامتري من الاتجاهات حديثة الظهور في مجال التصميم والعمارة، كما يعد الفهم الحالي للإبداع في علاقته سواء بعملية التصميم البارامتري أو منتجاته ما تزال محدودة وفي مراحلها الأولى(Lee,2012,1) ،لذلك تركز هذه الدراسة على أثر خوارزميات التصميم البارامتري على تطوير أساليب التصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد، وهي جزء من عملية الإبداع في مجال التصميم والتي تقع تحت توليد محصلات أو نتائج إبداعية، ومع بعض أدوات التصميم البارامتري التي تقدم إعادة التركيب أو البناء، كما تقدم بيئات منظمة مرنة تسمح بالتفاعل التبادلي الذي يتصف بالتعقيد، ويتضح في التصميمات الناتجة عن استخدام الخوارزميات بأسلوب التصميم البارامتري أنها قادرة على توليد نتائج تتصف بالتفرد والغرابة في تراكيب تصميمية بنائية منظمة ومعقدة أيضاً، والخوارزمية مجموعة من الخطوات الرياضية المنطقية والمتسلسلة اللازمة لحل مشكلة تصميمية ما.

مشكلة البحث:

تطورت التكنولوجيا بشكل كبير في كل حقول المعرفة العلمية والفنية والمعمارية، إذ أن من أبرز تلك التطورات التكنولوجية هو جهاز الحاسوب، الذي استخدمك كأداة تسهل على الإنسان/ المصمم والمعماري والفنان تنفيذ ما يطلب تنفيذه بشكل غاية في الدقة، هذا ويقوم الحاسوب كما هو الحال عليه في العلوم الأخرى كالرياضيات والهندسة وغيرها على خوارزميات تنظم عمليات التسلسل المنطقي اللامتناهية في عملياته، فكان لها دور بارز في برامج التصميم الرقمي والبارامتري على وجه الخصوص، فمنحت المصمم والمعماري القدرة على تمثيل أشكال ذات بني معقدة تتصف بالغرابة والفرادة، وأتاح له الأمر إمكانية قياس ما كان غير ممكن قياسه كمقدار التحول الشكلي الناتج عن الحركة في زمن تقديري والتنبؤ به وبسلوكه مستقبلاً ومراحل نمو وتطور الشكل غير المحدودة.

وفي ضوء ما تقدم يتضح أن عملية إنشاء النموذج البارامتري بواسطة الحاسوب، تعتبر مرحلة هامة في عملية التصميم الرقمي وعملية نمذجة التصميم البارامتري باستخدام الخوارزميات المتنوعة ، إذ تسمح خوارزميات التصميم البارامتري للمصمم بإنجاز التغييرات وإعادة التشكيل الجيومتري دون محو وإعادة الرسم، ويساعد كذلك في استكشاف البدائل التصميمية وتناسبها مع التصميم المستهدف، حيث انه يمتلك مستوي من المرونة يسمح بتحديثها باستمرار عند إضافة أو تغيير أو حذف من مكونات عناصر التصميم باعتبار ذلك أيضا تمثيل هندسي للتصميم يحتوي على خصائص ثابتة وأخرى متغيرة.

كما يتضح أن التصميم البارامتري يعمل على إيجاد حلول تصميمية وجمالية لتشمل البيئة والمناخ والثقافة والوظيفة، ويعد استخدام البارامترية من أهم المدخلات التي تحدث تغييرات في كيان التصميم بطريقة سلسة وسهلة بحيث تجعل المصمم يمتلك قدرة على التكيف والتفكير في الحوارات البنائية للتصميم ومدى تكيفها مع البنية الأساسية للتصميم من خلال الحذف والاضافة والتغيير والبناء الرقمي لعناصر التصميم لونياً وشكلياً

على ما تقدم تتلخص مشكلة البحث في التساؤل الآتي: **إلى أي مدى يمكن أن تؤثر خوارزميات التصميم البارامتري على تطوير أساليب التصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد؟**

هدف البحث:

هدف البحث الحالي للتوصل إلى مدى تأثير خوارزميات التصميم البارامتري على تطوير أساليب التصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد، وذلك من خلال التعرف على الإطار النظري والمفاهيمي للتصميم البارامتري، وأهم خصائصه وسماته وأنماطه، وأهم خوارزميات التصميم البارامتري وماهية التصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد في ضوء فكر التصميم البارامترى.

أهمية البحث :

تتمثل أهمية البحث في:

إثـراء الجانـب العلمي الـذي يمكـن أن يضـيفه هـذا البحـث للمكتبـة العربيـة، وفـتح آفـاق جديـدة للمزيـد مـن الدراسـات في مجـال تطبيـق فكـر التصـميم البـارامترى، والكشـف عـن أهميـة تطبيـق فكـر التصـميم البـارامترى لمواجهـة بعـض القضـايا الفنيـة الخاصـة تطـوير أسـاليب التصـميم ثنـائي وثلاثـي الأبعـاد، كمـا قـد يسـاهم البحـث في تـوفير المعلومـات اللازمـة للمصـممين والمعمـاريين حـول تكنولوجيـا التصـميم البـارامتري بمـا يسـاعد على تطـوير أسـاليب التصـميم ثنـائي وثلاثـي الأبعـاد بكليـات وأقسـام الفنـون والعمارة والتربية الفنية.

مجال البحث :

يقع البحث في مجال الفكر البارامتري والفكر البنائي للتصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد

منهج البحث :

يسـتخدم البحـث الحـالي المـنهج الوصـفي لملائمتـه طبيعـة الدراسـة الحاليـة، والـذي مـن خلالـه يمكـن وصـف الظـاهرة موضـوع الدراسـة وتحليـل بياناتهـا وبيـان العلاقـات بـين مكوناتهـا، والآراء التي تطـرح حولهـا والعمليـات التي تتضـمنها والآثـار التي تحـدثها (فـان دالـين، ٢٠١٠، ٤٣٩)، ويسـتخدم المـنهج في الكشـف عـن أثـر خوارزميـات التصـميم البارامتري على تطوير أساليب التصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد.

الدراسات السابقة:

أظهـرت بعـض الدراسـات السـابقة والمرتبطـة العربيـة والأجنبيـة التي أجريـت في مجـال التصـميم البـارامتري وتطـوير أسـاليب التصـميم ثنـائي وثلاثـي الأبعـاد؛ فقـد كشـفت نتـائج دراسـة (زيـدان وآخـرون،٢٠٢٤) أن تعـد منهجيـة التصـميم البـارامتري أحـد الطـرق المسـتحدثة التي تسـتهدف توظيـف بـرامج التصـميم باسـتخدام الكمبيـوتر (مثـل بـرامج المايـا والرايـنو) لـدعم التفكير التصـميمي في الحصـول على آليـات جديـد يلائـم مختلـف المجـالات الاسـتخدامية ، وذلـك بـدءاً مـن العمـارة وتصـميم المنتجـات ومـرورا بالتصـميم ثنـائي وثلاثـي الأبعـاد، حيـث اهـتم المفهـوم البـارامترى بالتحليـل المورفولـوجى للوظـائف ،

والأنظمة البنائية شديدة التعقيد وتحديد خصائص العناصر البنائية في التصميم وإمكانية تطويره بصورة مرنة ومتنوعة لتحقيق القيم الوظيفية والجمالية، ودراسة (Zahran,etal,2022) والتي أظهرت نتائجها أن استخدام أساليب التصميم الرقمي والبارومتري من قبل المصمم/ المعماري أدى إلى تحقيق المرونة في بناء وتنفيذ وإبداع التصميم مما سهل من عمليات التصميم والإنتاج بما أدى إلى تطوير عملية التصميم ذاتها وبما يتماشى مع الاتجاهات الفنية والمعمارية العالمية الحديثة.

وأظهرت نتائج دراسة (الحوتى،٢٠٢٢) أن استخدام المصمم لأسلوب التصميم البارامتري، يمكنه من إيجاد حلول مرنة لمشاكل التصميم ضمن مساحات الأشكال المستوحاة من الطبيعة، وهذا يؤدي إلى نموذج جديد للتفكير التصميمي ودعم الإلهام من الطبيعة ،كما أظهرت نتائج دراسة (المحمد وهلال،٢٠٢٢) أنه يمكن الاستفادة من التصميم البارامتري كمصدر إلهام للمصمم/ الفنان محققا القيم الجمالية والوظيفية بنجاح، كما يساهم التصميم البارامتري في تصميم عدد لا نهائي من التصاميم المستلهمة من عنصر واحد من خلال برنامج (جراس هوبر وراينو) وفتح أفاق جديدة وتصورات مختلفة لاستخدامات البرامج الوسائط التكنولوجية والتشكيلية المختلفة في العمل التصميمي ، كما أظهرت نتائج دراسة (النواوي وآخرون،٢٠٢١) أن استخدام أسلوب التصميم البارامترى في استحداث تصميمات زخرفية وهندسية بالاعتماد على الشبكات الرئيسة المؤسسة في التصميم أدى الى انتاج عدد لانهائي من التصميمات المبتكرة شديدة التعقيد في وقت وجهد أقل كما يمكن طباعتها باعتبارها تصميمات ثنائية أو ثلاثية الأبعاد، في حين أظهرت نتائج دراسة (حاتم وآخرون،٢٠٢٠) إن استخدام الأسلوب البارامترى بتقنياته الرقمية الحديثة في تحليل الزخارف الإسلامية أدى للتوصل لحلول تصميمية جديدة وصياغات تصميمية مستحدثة ومبتكرة.

وأظهرت دراسة (راشد وآخرون ، ٢٠١٩) والتي هدفت إلى الاستفادة من التصميم البارامتري في تحليل بعض الأشكال المعقدة وغير المنتظمة المستوحاة إلى سهولة تقنينها في صناعة المنتج، بحيث يدعم مفهوم استلهام الأشكال من الطبيعة، ويساعد

المصمم على معالجة الأشكال المعقدة التي يصعب التعامل معها بالطرق التقليدية، مع الحصول على حلول تصميمية بصورة سريعة ودقيقة، وأشارت نتائج الدراسة إلى كيفية معالجة المصمم للأشكال المعقدة المنتظمة وغير من خلال استلهام التصميمات البارامترية من الطبيعة، والاستفادة منها عن طريق البرمجة الحسابية في الحصول على حلول تصميمية بصورة سريعة ودقيقة، كما أظهرت نتائج دراسة (Al-Kazzaz&Alafandy,2018) أن استخدام النمذجة البارامترية تبدأ في الغالب في مرحلة تطوير التصميم وتستمر في المراحل التالية للتنفيذ، بما يساعد في بناء معرفة تصميمية جيدة وتحديد متغيرات التصميم من حيث الخصائص الكمية والنوعية والوصول لحلول تصميمية متنوعة ومبتكرة، كما أظهرت نتائج دراسة هاردينج وشيفرد (Harding&Shepherd,2017) أنه يمكن اقتراح منهج جديد يطلق عليه اسم Meta-parametric Designلإنشاء النماذج البارامترية المولدة بشكل تلقائي في مرحلة التصميم يجمع هذا المنهج بين النمذجة البارامترية المستندة إلى الرسوم البيانية وبين البرمجة الجينية genetic programming وذلك من أجل التوصل لتصميمات مبتكرة ، وجاءت دراسة وورمان وتانجر (Wortmann&Tunger,2017) والتي اهتمت الدراسة بمقارنة المناهج الحاسوبية للتصميم البارامتري لحالات الدراسة الى جانب التحليل والخوارزميات وهياكل البيانات كعوامل حاسمة في نجاح عملية النمذجة البارامترية المعقدة وكجوانب رئيسية للتفكير وفق أسلوب التصميم البارامتري، وأظهرت النتائج أن التصميم البارامتري يساهم في الوصول إلى عدد ضخم من التصاميم المستلهمة باستخدام الخوارزميات التطبيقية مما يفتح أفاق جديدة وتصورات مختلفة لاستخدامات البرامج والوسائط التكنولوجية المتنوعة في العمل التصميمي.

ودراسة (وناس،٢٠١٦) التي هدفت إلى استحداث بنية تصميمية معاصرة في مجال الفنون من أجل إنتاج بنية تصميمية معاصرة جماليًّا؛ مما يكسب الأشكال أسطح ذات صفات جمالية متغيرة تبعا لنوع المنتج، ومحاولة استحداث هندسيات متنوعة وتحولات تصميميّة تعمل على إيجاد التكامل والوحدة بين الشكل والمضامين التصميمية على سطحه لإكسابه طابعًا جماليًا فريدًا، كما قدم الباحث اقتراحا

مقترنا بعملية التصميم البارامتري من حيث ابتكار تصميم رقميّ ذي مدخلات تصميمية متعددة؛ منها ما يتعلق بالتصميم ثلاثي الأبعاد، وأشارت نتائج الدراسة إلى معرفة المداخل المتعددة للتصميم البارامتري في إحداث جماليات على سطح التصميمات الفنيّة في مجال التربية الفنية، وما يقدمه من تقنيات جمالية ذات طابع هندسي فريد ومتميّز ، كما أظهرت نتائج دراسة جالاس وآخرون (Gallas et al,2015) أن السمة المميزة للنموذج البارامتري هي الحاجة إلى إنشاء العلاقات المترابطة بين مكونات النموذج والحفاظ عليها، ويبتكر المنطق الذي يحكم تصميم النموذج البارمتري مجموعة العلاقات المعقدة كشبكة من الترابطات، ويمكن تحقيق التنوع والابتكار في التصميمات الناتجة بواسطة تغير البارامترات المتضمنة في الهيكل التخطيطي للنموذج.

ودراسة (محمود ،٢٠١٢) التي تعرضت لتوضيح أهمية الوسائط الرقمية ودورها في تنمية مهارات التدريس الخاصة بمجال الشكل المجسم ؛ حيث توصلت الدراسة إلى توظيف الوسائل الرقميّة في تدريس الشكل النحت المجسم ، مع التعرض للمنهج المتبع في تدريس تلك الوسائط في مجال النحت الافتراضي؛ مما يضيف خصائص فنية جديدة في مجال استخدام الوسائط الرقميّة الحديثة في مجال تعليم الفنون؛ وجاءت نتائج الدراسة لتوضح أن تعرف المدخلات العلمية الرقمية كبنية علمية يمكن الاعتماد عليها كخلفيّة إنشائيّة للبحث واستكمالها للخروج من الحيز الافتراضي إلى التوصل إلى تصميمات إنشائيّة يعتمد عليها في تدريس أسس التصميم البارامتري، وأظهرت نتائج دراسة (خليل،٢٠١١) والتي أظهرت نتائجها أن هناك عدة فوائد لاستخدام الجمع بين النمذجة البارامترية (والخوارزميات الجينية) لتحقيق عملية موجهة نحو الارتقاء بعملية الأداء في تطوير أساليب التصميم المسطح والمجسم.

وفي ضوء ما تقدم يتضح من نتائج الدراسات السابقة والمرتبطة أن عملية إنشاء النموذج البارامتري بواسطة الحاسوب، تعتبر مرحلة هامة في عملية التصميم الرقمي بشكل عام ، وفي عملية نمذجة التصميم البارامتري باستخدام الخوارزميات

المتنوعة، إذ تسمح خوارزميات التصميم البارامتري للمصمم بإنجاز التغييرات وإعادة التشكيل الجيومتري دون محو وإعادة الرسم، ويساعد كذلك في استكشاف البدائل التصميمية وتناسبها مع التصميم المستهدف، حيث إنه يمتلك مستوي من المرونة يسمح بتحديثها باستمرار عند إضافة أو تغيير او حذف من مكونات عناصر التصميم باعتبار ذلك أيضا تمثيل هندسي للتصميم يحتوي على خصائص ثابتة وأخرى متغيرة.

مصطلحات البحث:

خوارزميات:

يعرفها لي وآخرون (Lee,etal,2012,3) بأنها " البرمجة التوليدية بالحاسوب التي تقوم باستخدام عملية ابتكار لشفرة المصدر أوتوماتيكياً من خلال أطر عامة شاملة ونوعية، وفئات ونماذج أولية وقوالب أو نماذج معبرة ومولدات للشفرة بهدف تحسين إنتاجية البرنامج وترتبط غالبا هذه الأساليب بموضوعات إعادة استخدام الشفرة مثل هندسة السوفت وير".

التصميم البارامتري:

يعرفه (وناس، ٢٠١٥، ١٣) بأنه " نزعة ذات اتجاه فكري حديث الظهور في مجال التصميم، ويمثل أسلوب عميق كشكل أو أسلوب جديد للتعبير عن الفكر التصميمي المعاصر وغالبا ما يرتبط بمتغير قابل للقياس، ويصف هذا المصطلح الإجراءات الهندسية والإجراءات المرتبطة بالحاسوب وعلاقته بتجديد الشكل ووضع الحل البنائي والتغير في التصميم"، ويتبنى أسلوب التصميم البارامتري استخدام الحاسوب في تحليل الأنظمة البنائية المعقدة وقدرة الحاسوب على أنتاج أشكال وتصميمات تخص عملية التشكيل في توليد أشكال تجديدية وفقاً للمفاهيم التوليدية، وأصبح التصميم البارامتري مدخلاً شائعاً بصورة متزايدة بالنسبة للتصميم بمساعدة الحاسوب مما أدى إلى ظهور أسلوب تصميمي عالمي يعرف بالنمذجة البارامترية (Parametricism).

التصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد:

يعرفه (الحسينى،٢٠٠٨، ١٢) بأنه "التصميم الذى يجمع بين العناصر المسطحة (ذات البعدين) والعناصر المجسمة (ذات الثلاث أبعاد) والدرجات الظلية والحجوم المتواجدة تواجداً حقيقيا في التصميم في "كل" متفاعل يتميز بالمبادلات الطاقية بين عناصره كنظام مفتوح قابل للنمو ولها مداخل متنوعة"، فمنها ما لا يقتصر على مجرد تركيب هيئات مجسمة على سطح ذو بعدين أو ضمن الفراغ الحقيقي في التصميم، بل تعدت ذلك إلى الجمع بين المسطح ذو البعدين وهيئات مجسمة تظهر في مجال واحد للرؤية وباتصال حقيقي بينهما، وذلك من خلال استثمار الأبعاد التقديرية والعمق المنظوري، وإمكانات التصميم المسطح في إثارة الإحساس بتكرارات لانهائية وأعماق تساعد في الإحساس بالسعة المكانية للشكل المجسم مما يضفي على الهيئات الحقيقية طابعا إدراكيا يختلف عن رؤيته منفرداً.

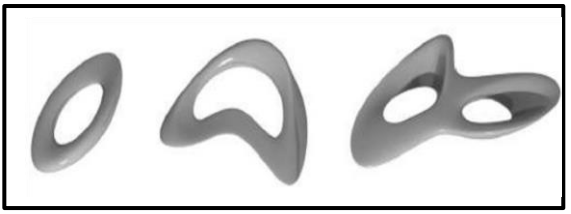
١. مفهوم وتعريف التصميم البارامتري.

إن أحد أهم العناصر وأقوي الجوانب المعبرة عن التصميم البارامتري هو الشكل فقد شملت البارامترية تغيراً كبيراً في الشكل الهندسي والجوانب الجمالية والتي تعتبر الجوانب الأكثر بروزاً والمميزة له فلغة أي اتجاه تصميمي تُعرف بصريا من خلال أنماطه الهندسية أو الأشكال القائم عليها والتعريف بما وراء المبادئ التي تحدد جوهر هذا الاتجاه وقد تم استخدام مصطلح البارامترية في التصميم علي أنه اتجاه تصميمي متميز محدد الخصائص يلعب الشكل دوراً بارزا فيه باعتباره اللغة المعبرة عنه ويستخدم هذا المصطلح للتعبير عن مختلف البارامترات التي يستخدمها المصمم للتحكم في مخرجات العملية التصميمة،كما أن البارامترية تبحث عن أساليب الطبيعة في كيفية البناء والتشييد وتحقيق التعقيد والترابط والتراكب للمكونات والعمل على نقل هذه الأساليب إلى التصميم بهدف إضفاء القليل من التعقيد الممنهج في بناء الشكل مما يحقق الابتكارية في بناء العناصر والأشكال.

أ- تعريف البارامترية.

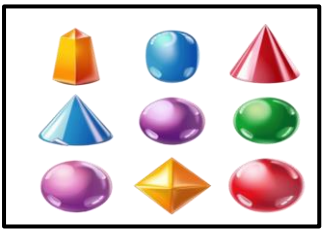
يتلخص تعريف البارامترية في أن جميع عناصر التصميم والمكونات متكيفة ومترابطة بارامترياً والتأثير على إحداها يوثر على الكل، ويعرف هذا بالتأثير المطاطي نظراً لأنه

يؤسس لتحول أنطولوجي لفهم العناصر والمكونات الأساسية للتصميم كما هو موضح في شكل (١) حيث تقدم البارامترية نماذج وتصورات تتسم بالتعقيد ضمن مبادئ التمايز والترابط وذلك علي خلاف المدخل الكلاسيكي والحديث للتصميم الذي يتعامل مع كل عنصر من عناصر التصميم علي حدة.



شكل (١) نموذج تصوري يوضح أنطولوجيا الطراز البارامتري

فبدلاً من تصميمات الكلاسيكية والحداثة المعتمدة علي الأحكام والجمود المثالي المطلق للأشكال الهندسية المسطحة مثل (المثلث والمربع والدائرة وغيرها) وكذلك الأشكال الهندسية المجسمة مثل (المكعب والاسطوانة والهرم والكرة ونصف الكرة وغيرها) كما هو موضح بالشكل (٢) ، فالأولويات الجديدة للبارامترية هي الاعتماد علي الكيانات الهندسية الحية (الديناميكية والملاءمة والتكيف) كأسس للتكوينات الهندسية والنظم الديناميكية التي تتفاعل مع الجواذب والمؤثرات الخارجية علي الشكل ويتردد صداها في مجمل التكوين كما هو موضح بالشكل (٣) ويتم التحكم فيها من خلال بارامتراتها وينتج عنها العضوية في الأشكال.



شكل (٢) الأشكال الهندسية المجسمة

شكل (٣) مبني الألعاب المائية في لندن - من تصميم زها حديد يوضح التباين بين البارامترية والحداثة

فاتجاه البارامتري اتجاهاً عاما وشمولي يمكن من خلاله أن تنظم وتعبر عن التنوع والتعقيد حيث تهدف إلي تحقيق تنوع في التعقيد داخل حيز التصميم من خلال استخدام البرمجة بشكل مقنن لتحقق التمايز والترابط بين عناصر ومكونات التصميم من أجل تكثيف الترابط الداخلي والخارجي للعناصر المكونة للبناء التصميمي ضمن الحيز المُنشئ فيه ، إلي جانب تحقيق استمرارية الخطوط ضمن سياقات معقدة (العرنوس، ٢٠٢٠، ١١٧) ، فالبارامترية ليست فقط أداة تشكيل أو تقييم للعمارة بل تشمل المنتج الصناعي والتصميم الداخلي والتصميم التشكيلي والحضري، حيث يقدم كل اتجاه تصميم جديد طريقة محددة لفهم والتعامل مع الأشكال والوظائف, وبناءاً علي ذلك فإن التعريف العملي للبارامترية يضم السمات البارامترية والتي تتمثل في:

- السمات الشكلية للبارامتريةPhysical features

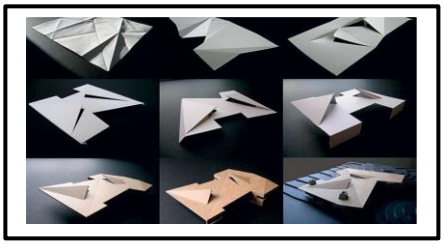
السمات الشكلية للبارامترية هي التي يمكن من خلالها تحديد القواعد والمبادئ التي تمكن من إعداد وتقييم السمات الشكلية للتصميم البارامتري فهي بمثابة مبادئ تحقيق الجمال وتتمثل في وجوب أن تكون الأشكال ناعمة ، مع الأخذ في الاعتبار أنها مترابطة بارامترياً وبالتالي التأثير علي إحداها يوثر علي مجمل التكوين ككل، وتجنب تجميع عناصر لا علاقة لها ببعضها البعض لأن هذا يسبب العزلة داخل التكوين، بالإضافة إلى تجنب الأشكال الهندسية الصلبة (كالمربع والمثلث والمكعب وغيرها) ويعزي هذا إلي أن هذه الأشكال فقيرة في تطويعها وفي قدرتها علي التكيف.

- سمات وظيفية للبارامترية Functional features

هي السمات التي يمكن من خلالها توضيح القواعد والمبادئ التي تفسر وتقيم باختصار الأداء الوظيفي للتصميم البارامتري فهي مبادئ تُفعل الأداء وتتمثل في جميع الوظائف التي تتم داخل سيناريوهات بارامترية ويجب توصيفها داخل مصطلحات دارجة لإمكانية استيعابها إلي جانب تحقيق الترابط فيما بينها حيث إن نشاط واحد يؤثر علي باقي الأنشطة.

ويقوم مفهوم التصميم البارامتري على مبدأ إيجاد الشكل Finding Form والتي يعتمد تصميم الشكل فيها علي التجربة والاكتشاف، حيث إنتاج الشكل يتم في بيئة الحاسب الآلي وذلك بخلاف الطريقة التقليدية لبناء الاشكال Made Form والتي تعتمد علي الاساليب التقليدية في بناء الفكرة وتقوم علي المفهوم السابق للمصمم عن التصميم قبل الشروع في عملية الاستلهام أو البناء الشكلي والتنفيذ (أسامة وعلى،٢٠٢٣، ٢٣).

فالتصميم البارامتري هو طريقة في التصميم تختلف عن الطرق التقليدية المعروفة بداية من مرحلة النمذجة ، حيث يتاح للمصمم إجراء العمليات والتحليلات والاختبارات علي هذه النماذج بعد الانتهاء من وضع الفكرة ، بينما يسير نهج التصميم البارامتري علي خلاف ذلك حيث يتم دمج معظم المتطلبات التصميمية في صورة بارامترات ضمن مرحلة صياغة الفكرة بشكل متكامل مع الحس الابتكاري للمصمم كما هو موضح بالشكل (٤) مما يؤثر بشكل كبير علي المنتج النهائي لعملية التصميم ، حيث يعطي نتائج وبدائل أكثر إبداعية وواقعية مصحوباً بقابلية كبيرة للتنفيذ.



شكل (٤) يوضح تطور صياغة الفكرة التصميمية من المسطح إلى المجسم حسب أسلوب التصميم البارامتري

وهذا النهج من التصميم يمكن المصمم من إبداع وإنتاج عدد كبير من الحلول لتصميم واحد وتعرف هذه الحلول بعائلة التصميم أو (Generations) فمستوي التجريد في حلول التصميم التي يعبر عنها في النظم البارامترية تضمن وضوح الحلول لمشكلات التصميم ، وهذا يسمح بالتبديل والتعديل علي عناصر التصميم بهدف دعم إبداعية التفكير لدي المصمم بما يسمح بالاستكشاف الثري لفضاء التصميم (suidan,2016,5).

وبناء على ما سبق يمكن تعريف التصميم البارامتري Parametric Design على أنه العملية التي من خلالها تُوصف مشكلة التصميم من خلال الاعتماد على المتغيرات المحددة لها وبتغير قيم هذه المتغيرات من قبل المصمم ينتج العديد من البدائل ومن ثم يتم اختيار الحل النهائي بناءاً علي مجموعة من المحددات المتعلقة بالأداء أو سهولة البناء أو متطلبات الميزانية أو احتياجات المستخدم أو المتطلبات الجمالية أو المزيج من هذه المتطلبات والتي تضع المصمم بمثابة الحاكم والمتحكم بالمخرج الناتج (التصميم النهائي).

- خصائص وسمات التصميم البارامتري.

يشمل مصطلح التصميم البارامتري معانٍ عديدة فهنالك من حيث اعتباره تصميم حدودي، أو نمذجة التصميم أو التصميم المعياري أو القياسي ... الخ. لكن اصبح معنى للتصميم البارامتري هو التصميم المتغير، كما أن البراميتر هي عبارة عن مساحات برمجية تحتوي على خوارزميات وعمليات رياضية واحدة أو أكثر، كما ان التصميم البارامتري يقوم على أسس هندسية ومفاهيم ذات منطق رياضي مستوحاة من الطبيعة (suidan,2016,6) وللتصميم البارامتري العديد من الخصائص والمفاهيم وكل منها خاص بالنشاط التصميمي ، ويمكن تحديد عدة خصائص للتصميم البارامترى فيما يلي:

التصميم البارامتري عبارة عن عملية تقوم علي التفكير الخوارزمي لتكون قادرة علي التنسيق بين عده معطيات وأنواع مختلفة من المعلومات التي يتم تزويد البرامج الهندسية بها ومن خلال تحويلها إلي معادلات أو رسومات بيانية يتم تطبيقها علي التصميم، فهي تعطي أشكالاً انسيابية متناسقة ليتم توظيفها لاحقا علي أساس الوظيفة المطلوبة و هذا جعل من الممكن توليد أشكالا عضوية و ديناميكية معقدة بطريقة منظمة و محكمة مما ساعد المصمم علي نقل هذه الأفكار من خيال المصمم إلي أرض الواقع.

التصميم البارامترى تصميم قائم على الحسابات الرياضية، حيث تظهر العلاقة بين عناصر التصميم كبارامترات parameters والتي يمكن إعادة صياغتها لإنشاء أشكال

هندسية معقدة، وتستند هذه الأشكال الهندسية إلى بارامترات العناصر المكونة لنظم المنتجات عن طريق تغيير هذه البارامترات؛ يتم إنشاء أشكال جديدة في وقت واحد (Eltaweel, Yuehong,2017,277) .

يعد التصميم البارامترى بمثابة عملية تصميم ديناميكية قائمة على القواعد الرياضية يتم التحكم فيها من خلال الاختلافات والقيود، حيث يمكن أن تكون حلول التصميم المتعددة وضعت بالتوازي، حيث إنه فعال بشكل خاص في تكوين أشكال معقدة وتحسين حلول التصميم المتعددة نتيجة لذلك يستخدم التصميم البارامترى في توليد وإنتاج أشكال التصميمات والمنتجات المعقدة. (Ning & et al,2018,14)

التصميم البارامتري هو مجموعة من القيم المباشرة او غير المباشرة تعبر عن مدلول الوظيفة المطلوبة من هذا التصميم وتحدد شكله و طريقة إنشاءه في حدود معينة، وبالتالي تضع مجموعة من المحددات لتوصيف الأبعاد الإنشائية والمواصفات الفيزيائية للخامات المستخدمة في بناء التصميم، وذلك عن طريق تحديد كافة العناصر كبارامترات علي برامج الكمبيوتر مما يؤدي إلي مرونة في التعديل علي التصميم بمجرد تغيير تلك البارامترات (Hattem,et al,2020,25) .

التصميم البارامتري يعد نهج جديد للتصميم يقوم على مفهوم المعلومات فهو يستخدم المعلومات لضبط العلاقات بين عناصر التصميم من أجل تحديد البدائل والمتغيرات، كما أن التصميم البارامتري عملية قائمة على التفكير الخوارزمي مما يتيح للمصمم التعبير عن عناصر التصميم من خلال مجموعة من البارامترات والقوانين والتي معا توصف وتوضح العلاقة بين التصميم وقبول التصميم. (Wassim,2013,56).

ويمكن تحديد سمات التصميم البارامترى على النحو التالي:

- التصميم البارامتري لديه القدرة على التعامل مع النماذج البنائية والهيكلية وخاصة المعقدة.
- التصميم البارامترى بإجراء تعديلات على أي عنصر من عناصر التصميم التي تظهر تلقائيًا مع الحفاظ على هوية المفردات والعناصر.
- تعطى أساليب التصميم البارامترى تنوع كبير في الملمس، والمواد الخام ،والحركة والتدفق.

في حين وضح(Ning&etal,2018,15) مجموعة أخرى من سمات التصميم البارامترى منها:

- يتم تنظيم الأنظمة التكوينية بناءً على بارامترات التصميم حيث يتم تحديد المتغيرات الرئيسة غالبًا بواسطة البارامترات، بينما ترتبط معظم البارامترات بالنمذجة الهندسية، ويمكن ربط البعض الآخر بالمتطلبات الوظيفية أو المتعلقة بالتصميم ذاته.
- هناك علاقات بين متغيرات التصميم relationships between design variables، حيث يحدد التصميم البارامترى العلاقات بين مكونات بناء النظم أو ما يسمى بالقيود، ويتم الحفاظ على العلاقات من خلال الاختلافات، وفي معظم الحالات تساعد كل من القيود والاختلافات مجتمعة على تحديد العلاقات بين مكونات النمذجة الرقمية لنظم المنتجات.
- يتم تحديث النظام الشبكي للبارامترات بأكمله عند تغيير متغيرات معينة، لأن العلاقات المحددة بينهما ستؤدي إلى متغيرات أخرى بمستويات مختلفة، ومع ذلك، قد يصبح النظام البارامترى مقيدًا بشكل مفرط إذا لم يكن هناك سيطرة فعالة على العلاقات المحددة.
- تضمن الخوارزميات المرنة فى عملية التصميم البارامترية التحكم في العناصر من خلال وضع القواعد، ويمكن للمصممين إنتاج أشكال مختلفة تؤدي إلى "أشكال بناء منظمة بالكامل يمكن التحكم فيها.
- يوفر التصميم البارامتري عملية شكلية parametric design provides a formal process يمكن من خلالها تطوير حلول تصميم متعددة في وقت واحد وبكفاءة، حيث يتم تطوير الأفكار المتوازية وهو أحد المزايا الرئيسة في التصميم البارامترى.

وبناء على ما تقدم من تحليل بشأن خصائص التصميم البارامترى تعطى تلك الخصائص إمكانية التحليل المورفولوجي لوظائف النظم وارتباطها بتحقيق كفاءة الاستخدام وضمان جودة وابتكارية التصميم الناتج.

٣. أنماط التصميم البارامترى Parametric Patterns

يمكن تعريف الأنماط البارامترية بانها قوالب يتم من خلالها التحكم في التصميم بأكمله عن طريق التعديل في بعض المتغيرات؛ حيث أن أجهزة (CNC) وأجهزة القطع الليزرية في مجال التصنيع الرقمي تحتاج إلى تسطيح للأشكال ثلاثية الأبعاد وتحويلها إلى أنماط مسطحة ثنائية الأبعاد يسهل تقطيعها رقمياً ، بحيث يمكن بعد ذلك إعادة تجميع تلك المسطحات معاً لإنتاج التصميم/ الشكل ثلاثي الأبعاد وبالتالي يصبح المصمم قادراً على صنع و متابعة مخططات العمل الرقمية التي تدمج وتتبادل العمل بين الأنماط والأشكال ثنائية وثلاثية الأبعاد حسب الحاجة بسهولة ويسر .

ويعد كريستوفر أليكساندر ChristopherAlexander صاحب السبق في استخدام أنماط تصميمية تم توليدها آلياً، فقد قام بإنشاء لغة معمارية بغرض إنشاء أشكال وحيزات كلاسيكية تتسم بالجمال والعملية، وفي عام ١٩٩٤م قامت مجموعة من علماء الحاسب الآلي بتأليف كتاب جديد مستلهمين أفكاره من كتاب كريستوفر أليكساندر ، وكان تحت عنوان " أنماط التصميم : عناصر البرمجيات التي تتمحور حول العنصر والقابلة لإعادة الاستخدام " ، ويعد هذا الكتاب إيذانا ببدء طريقة جديدة لعمل خوارزميات يسهل التعرف عليها ، فيصبح بالتالي من السهولة والكفاءة إنتاج تكرارات مختلفة من الأنماط التي تعتمد في بنيتها على نسق ثابت يسهل إدراكه.

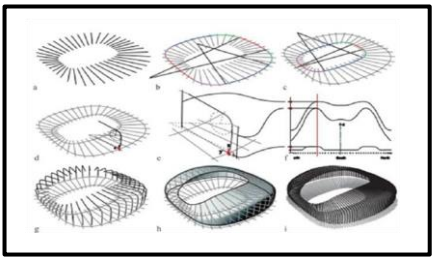
ومن خلال التعرف على نمط تصميمي ما وفهم بنيته التكوينية، يمكن بسهولة استخدامه باستمرار في تطوير خوارزمية تنتهج نفس الأسلوب لإنتاج أنماط مشابهة، وبما أن التصميم البارامتري يعتمد بشكل رئيس على المفاهيم الخوارزمية في طريقة عمله، كان من الطبيعي أن نجد أن للتصميم البارامتري أنماطاً متعددة، ورغم ذلك فإن أنماط التصميم البارامتري لازالت في طور التطوير (Salama&Abed,2020,55).

لقد احتوت العديد من الكتب والأبحاث على أنماط بارامترية قدمت نماذج عالية المستوى من الأشكال مثل الأشكال الحلزونية Spirals وأشكال الشقوق Cracks وأيضاً أنماط الأشراب Flocks، وسوف يتطرق البحث فيما يلي إلى أهم أنماط التصميم البارامتري المستخدمة حديثاً.

١,٣. نمط نقاط التحكم Control Points Pattern:

يمكن التحكم في التصميم بأكمله عن طريق التعديل في معاملات التحكم ، وتكمن الفكرة الرئيسة وراء إنشاء نقاط تحكم للأنماط، حيث أنه يمكن من خلال تلك النقاط حصر وإبراز الأدوات التي يمكن عن طريقها إجراء التعديلات في النموذج ككل، فنقاط التحكم تعتبر بمثابة واجهة التفاعل Interface بين المصمم والعناصر، تماماً مثل مقبض الباب الذي يُعد هو واجهة التفاعل المتاحة للتحكم في حركة الباب من حيث كونه مفتوحاً أو مغلقاً ؛ وبطريقة مشابهة لذلك يمكن التحكم في تموجات الأسطح ذات الانحناءات (NURBS) عن طريق تغيير موضع القليل من النقاط التي تمثل قمم أو رؤوس المنحنيات ، فتكون تلك النقاط عبارة عن نقاط تحكم لرؤوس المنحنيات (Controlling Vertices (CVs

كذلك فإن تلك التموجات يمكن التحكم بها أيضاً من خلال الإعدادات التي تحدد وزن (ثقل) هذه الرؤوس والتي تتحكم في قوة المجال المغناطيسي لها ، مما يجعلها تتحكم في قوة جذب الرؤوس الأخرى الأقل ارتفاعاً وبالتالي التحكم في شكل و تموج السطح ، الأمر الذي يجعل من إعدادات ضبط ثقل الـ (CVs) بمثابة أحد نقاط التحكم Controller الأخرى التي يمكن استخدامها للتعديل كما في الشكل (٥).

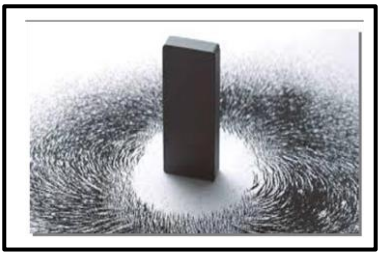


شكل (٥) يوضح توزيع نقاط التحكم في سقف إستاد Aviva في دبلن بإيرلندا حسب أسلوب التصميم البارامتري

٢,٣. نمط مجال القوى Force Field Pattern:

يعد مجال القوى أحد الخوارزميات المشهورة لإنتاج أنماط التصميم البارامتري، فعند التفكير في ماهية تلك العوامل التي يمكن أن تؤثر على شكل العنصر أو المبنى يمكننا تصور العديد من القوى المتجهة التي تقوم بجذب ودفع أجزاء منه، وتقوم تلك القوى المتجهة بتغيير اتجاهها أو شكلها أو كثافتها بطريقة متناغمة اعتماداً على موقعها داخل مجال القوى ، ووجود أو غياب قوى أخرى محيطة بها تؤثر عليها،

ويوضح شكل (٦) المجال المغناطيسي والذي يمثل مجال قوى طبيعية ويرى نيكولاس نيجر وبونتي Nicholas Negroponte أن الشكل الفيزيائي لعنصر ما هو في الواقع النتاج اللحظي للعديد من القوى المؤثرة عليه (Oxman&Ning,2017,11)، ويعد استخدام جاودي (شكل ٧) في تصميماته لمنحنيات السلسلة Catenary Curve هو مثال واضح على ذلك وقد انجذب المصممون لتلك التأثيرات الرقيقة - ولكن في نفس الوقت المعقدة على الأشكال الناتجة عن تنافس القوى المتجهة في التأثير عليها، ونجد ذلك في الكثير من الأمثلة على ذلك يمكن إيجادها في فتحات الواجهات الإيقاعية Undulation Rhythmic Façade Apertures ، وكذلك في الأسطح المتموجة Surfaces .



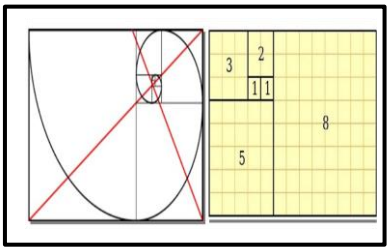
شكل (٦) يوضح المجال المغناطيسي
الذى يمثل القوى طبيعية

وقام المعماري يورجن ماير هيرمان* Jurgen Mayer-Hermann بالتعاون مع مجموعة أروب Arup الهندسية بمناقشة الحلول التصميمية المناسبة لعمل مظلات معمارية بأحد المجمعات الحضرية بإشبيلية - إسبانيا ، وقد كان الشكل النهائي الذي توصلوا إليه عبارة عن طبقات من الألواح ملصوقة ببعضها لتبدو مثل شكل السحابة الطبيعية التي تم تشكيلها عن طريق القوى المحيطة بها فيما عُرف بمظلة ميتروبول باراسول "metropol parasol"، ويُعد أساس نجاح تطبيقات القوى بالتصميم البارامتري هو التعريف والتوصيف الدقيق للطبيعة السطحية للمواد الخام المستخدمة لمعرفة القيود المفروضة عليها وكذلك إمكاناتها بحيث يصبح من الممكن إخضاعها لتأثيرات القوى المختلفة فتتأثر بطريقة شبه واقعية مماثلة للواقع فتنتج أشكالاً تتسم بالرقة والثراء وفي الوقت ذاته الثبات.

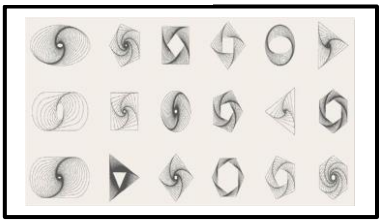
شكل (٧) يوضح بمظلة ميتروبول بلراسول في اسبانيا كأحد تطبيقات التصميم البلرامترى

٣,٣.نمط التكرار:Repetition Pattern

يمكن أن نعتبر نمط التكرار ببساطة هو نسخ Copying العنصر أكثر من مرة ، وفي النظام البارامتري يمكن للتكرار أن يكون ذا أهمية كبيرة لأن العناصر المكررة يمكن أن تحافظ على الصفات السطحية الأساسية لأسلافها من العناصر المستنسخة منها دون أن تكون نسخة طبق الأصل منها، وباستخدام الأنظمة البارامترية يمكن إجراء تنوع في العناصر المكررة وفقاً لأي عدد من المعاملات ؛ وهكذا وبطريقة حسابية فإن التكرار البسيط يمكن أن يكون على هيئة (٢ ، ٢ ، ٢،٢ وهكذا) ، بينما التكرار باستخدام مبدأ فيبوناتشي * Rule Fibonacci الذي ينص على أنه باعتبار أن أول رقمين هما (٠، ١) ، فإن أي رقم تالي هو عبارة عن مجموع الرقمين السابقين له مباشرة ، فيصبح التكرار وفقاً لهذه القاعدة كالتالي : (٠،١، ،٢،٣،٥، ٨، ١٣ ، ٢١ ، وهكذا) (Salama&Abed,2020,57) كما في شكل (٨)، وهذا التكرار قد يبدو أكثر أهمية وينطوي على العديد من الإمكانات في مجال التشكيل من الناحية التصميمية كما في شكل (١٠).



شكل (٨) يوضح المنحنى الذهبي الذى يمثل مبدأ فيبوناشى



شكل (٩) يوضح مفهوم نمط التكرار باختلاف المعاملات باستخدام الأنظمة البلرامترية

شكل (١٠) يوضح بعض الحلول البارامترية الناتجة باستخدام نمط التكرار

٤,٣. نمط التجانبTiling

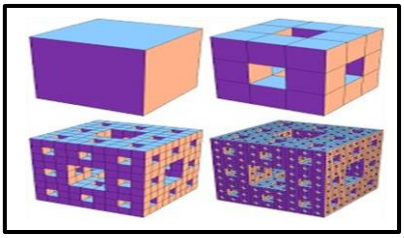
في الرياضيات يُعد التجانب هو ترتيب الأشكال المتطابقة جنباً إلى جنب لتغطية سطح ما بالكامل بدون حدوث تداخل أو تراكب للأشكال مع بعضها البعض، وهكذا يمكن لنا أن نفكر في التجانب على أنه امتداد طبيعي لمفهوم التكرار Repetition ولكن على المستوى ثنائي الأبعاد، وعلى الصعيد البارامتري كما في شكل (١١) فنه يمكن التنويع بين أشكال العنصر نفسه أثناء التكرار لإضفاء نوع من التغيير والترديد على الشكل النهائي لنمط التجانب Tiling . (Hamad& Husein,2020,205)

شكل (١١) يوضح بعض الحلول البارامترية الناتجة باستخدام نمط التجانب

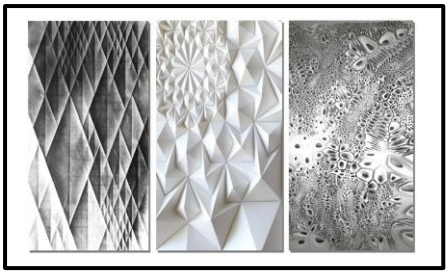
٥,٣. نمط الترديد:Recursion Pattern

يُعتبر الترديد حالة خاصة من التكرار ، حيث أن التكرار يتم عن طريق استدعاء العنصر نفسه مرة أخرى لإنشاء التكرار التالي له ، بينما الترديد يُعرّف بأنه عملية تكرار العناصر بطرق مشابهة لنفسها (أي أن التكرار هنا للطريقة المتبعة في التكرار وليست للعنصر نفسه) ، و تعتبر إسفنجة مينجر* Sponge Menger مثالاً كلاسيكياً للبناء الرياضي الذي يشرح عملية الترديد بوضوح كما في شكل (١٢)،وفي الظروف المثالية يمكن لعملية الترديد أن تتم دون حدوث عوائق أو تأثيرات خارجية، فإنه يمكننا أن نتصور حدوث عمليات ترديد لا نهائية تؤدي إلى أنماط ترديد متناهية في الصغر، أو متناهية في الكبر ، ومن الهام جداً عند كتابة الأوامر النصيّة لخوارزمية

نمط ترديد ، أن يكون هناك دائماً عوامل لتقييد عمل تلك الخوارزمية لمنع استمرارها في تكرار نفسها بطريقة لا نهائية ، مثل حجم معين يصل إليه العنصر أو تحديد العدد الإجمالي للعناصر المكررة أو تحديد لعدد مرات التكرار التي سيتم تنفيذها كما في شكل (١٣). (alhawty,2022,83)



شكل (١٢) يوضح نموذج أسفنجة مينجز



شكل (١٣) يوضح بعض الحلول البارامترية الناتجة باستخدام نمط الترديد

٦,٣. نمط التقسيم:Subdivision

كما ذكرنا سابقاً فإن المصممين يتعاملون في الكثير من الحالات مع الأسطح الناعمة والمنحنيات التي قد تحتاج في بعض الأحيان إلى تقسيمها إلى أجزاء يسهل فردها و تحويلها إلى مسطحات ثنائية الأبعاد، بحيث يمكن تصنيعها رقمياً باستخدام أجهزة CNC و أجهزة القطع الليزرية ،فعملية التقسيم هي ببساطة فصل مسطح متصل إلى أجزاء أصغر عن طريق خطوط تقطع السطح في اتجاهات عشوائية . ومعظم برمجيات النمذجة ثلاثية الأبعاد تحتوي على آليات جاهزة لتقسيم الأسطح، إلا أنه ليس للمستخدم القدرة على التحكم في عمليات التقسيم تلك أو التحكم في

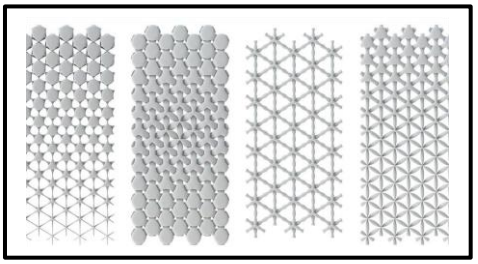
نتائجها ، حيث إنها عملية عشوائية بالكامل تتم بصورة آليه ، لذلك فسيكون عليه دائماً تقبل النتائج والحلول التشكيلية لمعالجة الأسطح بالتقسيم بالصورة التي توفرها لنا تلك البرمجيات حتى وقتنا الحالي كما في شكل (١٤)، فعلى سبيل المثال عند تقسيم سطح منحنى NURBS باستخدام أحد أدوات تقسيم الأسطح ببرنامج نمذجة ثلاثي الابعاد فإنه يمكننا الحصول على العديد من تقسيمات الأسطح المثيرة للاهتمام، ولكن في الوقت ذاته قد نحصل أيضاً على نتائج للأشكال غير مرغوب فيها ؛ و إذا ما أردنا التحكم بدقة في عمليات التقسيم أو التعديل في نتائجها للحصول على نتائج تشكيلية معينه فإن الأمر قد يحتاج إلى الكثير من العمل اليدوي داخل أحدى بيئات النمذجة ثلاثية الأبعاد لتعديل الأسطح بالطريقة المناسبة .(Zahran,et al,2022,303)

٧,٣. نمط التغليف Packing

"إن مفهوم التغليف Packing يُعتبر ذا علاقة وثيقة بمفهومي التجانب Tiling ، والتقسيم Subdivision ، فالتغليف هو عبارة عن وضع مجموعة من العناصر داخل حيز ما ، بحيث تملؤه تماماً، وعلمية التغليف تلك تحدث في الطبيعة على مستوى مقاييس عدة ، فقوى النمو الطبيعية التي تحدث داخل الحيزات المحدودة تؤدي إلى حدوث عملية التغليف كما يمكن أن نراها في كل من البناء الخلوي لعنصر الفحم وكذلك في حبوب ثمار الرمان . و لطالما أهتم الإنسان بتقنيات التغليف من ناحية اقتصادية لضمان كفاءة الاستخدام للموارد المتاحة، وفي مجال العمارة لوحظ اهتمام المعماريين بعملية التغليف المحدد سواء في عمليات التنظيم الفراغي للحيزات أو في تقوية الهياكل .

وعلى عكس أنماط التجانب والتقسيم اللتان تمتلكان أنظمة داخلية لتنظيم العناصر والتحكم في الشكل النهائي للأنماط الناتجة عنهما، فإن نمط التغليف يتسم بكونه نظاماً يعتمد على أسلوب الانتهازية في طريقة عمله ، حيث أن العناصر في أنظمة التغليف تكون دائماً في حالة بحث عن أماكن شاغرة داخل الحيز لتقوم بشغلها، فتقوم العناصر المراد تغليفها سرعان ما تتسابق لشغل الحيزات المتاحة بطريقة عشوائية ودون ترتيب كما في شكل (١٥)، وهكذا فإن نتائج عمليات التغليف

غالباً ما تكون غير منظمة و غير متجانسة ، وكذلك فإن خوارزميات أنماط التغليف تتنوع في كفاءة عملها ، حيث إن بعضها يستخدم معاملات لتحديد عدد العناصر المراد تغليفها بينما البعض الآخر يحدد الوقت اللازم لإجراء عملية التغليف والخروج بنتيجة سواء شمل ذلك كل العناصر المتوافرة أم لا."(Al-Kazzaz&Alafandy,2018,44)



شكل (١٤) يوضح بعض الآليات الجاهزة لتقسيم الاسطح في النمذجة ثلاثية الأبعاد

شكل (١٥) يوضح بعض أنظمة التغليف العشوائية غير المتجانسة في الطبيعة

٨,٣. نمط الغزل Weaving:

عرفت تقنية الغزل منذ العصر الحجري القديم لإنتاج بعض الاحتياجات الأساسية للإنسان ، وحديثاً يُستخدم الغزل في أبسط صوره لإنتاج المنسوجات عن طريق تضافر خيطين معاً بزاوية معينة ، وحديثاً يتم توظيف تلك التقنية في صنع المظلات المعمارية وفي واجهات المباني ، و تقنيات الغزل الرقمية هي خير مثال على أهمية التقنيات البارامترية والتي دفعت المصممين للانجذاب إلى التصميم البارامتري في عملية التصميم ، فالشكل النهائي الناتج عن الغزل لا يتم الوصول إليه بطريقة عفوية ولكن من خلال الفهم العميق لكيفية عمله يدوياً ، ثم ترميز ذلك بارامترياً للحصول على نفس الشكل بطريقة آليه كما في شكل (١٦) ، ومع ذلك لازال إنتاج الغزل رقمياً يُعد من التحديات الهامة للأنظمة البارامترية ، حيث إنه هناك العديد من الظروف الواجب مراعاتها عند تحديد القيم البارامترية اللازمة لصناعته رقمياً. (Alani&Barrios,2015,44)

شكل (١٦) يوضح بعض الحلول البارامترية الناتجة باستخدام نمط الغزل Weaving

٩,٣. التشعيب (التفريع) Branching:

يُعتبر التشعيب في كل الحالات آلية للنمو السطحي الطبيعي بغرض زيادة مساحة السطح من أجل جمع وتوجيه الموارد ، وكذلك بهدف التدعيم الهيكلي للبناء ككل ، سواءً أكان هذا التشعيب عبارة عن أغصان شجرة ، أو للنظام الجذري الليفي لنبات البصل ، أو لرئة بشرية ، أو لطحالب مرجانية ، أما في مجال العمارة فيظهر التشعيب أو التفريع بوضوح في الأنظمة الهيكلية التي تستخدمه لتحقيق أهداف عملية في التصميم (كالواقيات من أشعة الشمس) كما في شكل (١٧) ، أو لاستخدامه كتصميم مثير للعواطف والذكريات كما هو الحال في كنسية العائلة المقدسة لجاودي في برشلونة (Daniel,2013,27)،ويعد التصميم باستخدام الأنماط البارامترية (القوالب) أحد الأساليب المتبعة في عملية التصميم باستخدام الأدوات البارامترية البسيطة، وهنالك أنواع أخرى من نماذج البرمجة يتم استخدامها خلال العملية البارامترية تتصف بكونها أكثر تعقيداً، والتي كانت سبباً في تطوّر النماذج المختلفة لاتجاهات التصميم البارامتري في الفنون والتربية الفنية والعمارة بمرور الوقت وتطور فكر التصميم البارامتري.

شكل (١٧) يوضح استخدام نمط التشعيب في الأنظمة الهيكلية كمظلات و اقية من الشمس

٤. خوارزميات التصميم البارامتري.

أطلق على الخوارزميّات هذا الاسم نسبةً إلى "أبو جعفر محمد بن موسى الخوارزمي" الذي ابتكر هذا العلم في القرن التاسع للميلاد وتعني الخوارزميات عدد من الخطوات المنطقيّة والرياضيّة المتسلسلة ، والتي تلزم لحل مشكلةٍ ما ، وكانت تقتصر على ثلاثة تراكيب هي التكرار والاختيار والتسلسل (Farias&Etal,2011,146) ،كما تعرف الخوارزمية بأنها مصطلح يشير إلى مجموعة محدودة ومعينة من الخطوات، حيث أن كل واحدة من هذه الخطوات قد تتطلب في حد ذاتها واحد أو أكثر من العمليات الحسابية والمنطقية ، وإذا ما تم إتمام وتنفيذ هذه الخطوات بشكل صحيح فإنه سوف نحصل على نتيجة أو على مجموعة من النواتج بعد فترة محدودة ومعينة من الوقت اللازم لتنفيذ ذلك، ومن الأمثلة النمطيّة للخوارزميّة ، "خوارزميّة إقليدس ، والتي تقوم بتحديد الحد الأقصى للقاسم المشترك بين عددين.

والخوارزمية في اللغات اللاتينية والأوربية هي (Algorithm) وفي الأصل كان معناها يقتصر على خوارزمية لتراكيب ثلاثة فقط وهي: التسلسل والاختيار (Selection) والتكرار (وناس،٢٠١٥، ٣٣٠)، وهناك تعليمات دقيقة في لغة يفهمها الحاسوب سريعة وفعالة جيدة في العملية التي تحدد في جهاز الحاسوب المجهز بما يلزم من المعلومات والقدرات الداخلية، للعثور على أو فك شفرة، بغية الوصول لحلول ومعالجات إشكالية ما في وقت معقول(وناس،٢٠١٥، ٣٣٢)، ونظر العديد من العلماء من تخصصات مختلفة إلى ذلك المفهوم واستفادوا منه برجوعهم إلى الطبيعة لمحاكاة بعض مظاهر التعقيد فيها من خلال خوارزميات قاموا بإنشائها كخوارزمية (الفراكتال) التي تحاكي تشققات الأرض المتيبسة والتي تحتوي على شقوق متشبعة لا نظامية، وفروع أغصان الأشجار، وتشعبات الجبال وغيرها وساعدهم هذا الأمر على فهم وتفسير مفهوم التعقيد الموجود في الطبيعة والمنطق الرياضي والهندسي الذي يقف وراءه والاستفادة منه في انتاج تصميمات وأشكال فنية ومعمارية مشابه تتصف بالفرادة والتعقيد.

وخلال الخمس عشر سنة الماضية استخدمت الوسائط الرقمية " Digital" في العمارة بأساليب مختلفة وكان لها تأثير على كل مجال أو حقل سواء على مستوى التصميم أو التشييد، وفي البداية طبقت الوسائط الرقمية فقط باعتبار أنها أداة مثالية أو نموذجية Representational tool ، ومع بزوغ التكنولوجيا الرقمية، على اعتبار أن أي تصميم له فكرة عامة أ له مبدأ عام يسمى تصميم مفاهيم لأن كل مفهوم هي فكرة أو مبدأ عام.

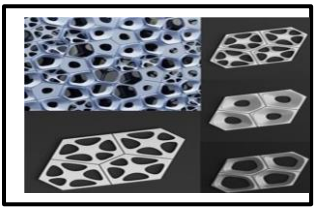
و بواسطة استخدام تقنية جديدة في التصميم تأسست مفاهيم حسابية (حاسوبية) "Computational Concepts"، مثل الأسطح الأيزومورفية "Isomorphic" (الأسطح المقسمة تقسيم الوحدة) (Stavric & Marina,2011,11)، وأصبح الحاسوب أداة علمية في التصميم الرقمي وموضع اهتمام لدراسة مزيج من الخوارزميات البرمجية التي أسفر عنها ما يسمى بـ (الخوارزميات التوليدية)" Algorithm "، كما ساعدت برامج الحاسب الآلي المصمم والمعماري في محاكاة أي مساحة وإنشاء الأسطح العضوية والمنحنيات والتي تسمى (السطح الحر)، التي لم يشهد لها مثيل من قبل في ضوء إنشاء الفضاء الخارجي للمجسمات، وحرروا تلك المجسمات وأنفسهم أيضاً من كل القيود المفروضة في التصميم التقليدي، كما أن الجمع ما بين علوم الرياضيات والحاسب الآلى والهندسة وأيضاً الخوارزميات منح المصممين والمعماريين السرعة في الوقت والدقة في العمل وتحقيق مستوى عال من التعقيد.

إن النمو السريع التي قدمته الأدوات الحاسوبية للتصميم الرقمي بدا واضحاً في دفع التصميم نحو التقدم، الأمر الذي دفع المصممين والمعماريين أيضا للاهتمام باستخدام مفاهيم جديدة في عملية التصميم، وترك مفهوم ما بعد الحداثة وانتهاج خط جديد من الجيل النموذجي، من خلال تطبيق أنظمة حديثة في طرق التصميم، هذا وتعد الخوارزميات التوليدية منصة للبحث والتجربة في التصميم، للنظر في تلك الأنظمة بعمق وخصوصية لتحقيق بعض الإمكانيات ولمزيد من التطوير والاستخدام في المسائل المتعلقة بالتصميم(Shaikhutdinova,Etal,2018,113).

كما تعد الخوارزميات فرعاً من علم الهندسة الحاسوبية الذي يستخدمها المصممون في حل المشكلات والحصول على مخرجات ذات جوانب هندسية(brumfiel,2015,37)، وتقوم فكرة الخوارزميات على المفاهيم والتجارب في استكشاف التصميم والحلول الحاسوبية لمشكلاته بالتطبيق الفعلي، كما إنها محاولة لدراسة نظم التصميم جنبا إلى جنب مع حلول الحاسب الآلي في تقنيات تقصي الشكل لتطوير أدوات التصميم ، حيث تبدأ عملية التصميم للشكل المعقد بسيطة للوهلة الأولى في المستوى الأول وعلى شكل طبقات مضافة، لذا تتألف الأشكال المعقدة من تسلسلات لعمليات تصميمية متعددة يربطها منطق رياضي، إن هذا الأمر يمكن من استخدام البيانات الأساسية للخطوات التالية في العملية التصميمية لتوفير المزيد من فرص نمو التصميم الذي يكون قابل للتعديل بسهولة حتى بعد اكتماله.

وهناك أنواع عديدة من الخوارزميات والتي تفيد في تقسيم السطح للتصميم ثنائي الأبعاد والنمذجة للتصميمات ثلاثية الأبعاد، حيث تمنح المصمم قدرة أكبر للوصول إلى أفضل الحلول التصميمية والجمالية للشكل المتعدد الأسطح، وتستعرض الدراسة أهم الخوارزميات المستخدمة في التصميم البارامتري ومنها:

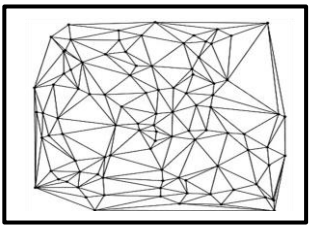
أ.خوارزمية نسيج الطائر"WeaverBird": وتعني هذه الخوارزمية بتقسيم السطح وفق منطق تقسيم معين، قائم على أسس رياضية، كما في الشكل (١٨) ، ويتلخص منطق هذا التقسيم في تحويل المسطح إلى شبكية مثلثية والمفرغة من نقطة المركز.



شكل (١٨) يوضح طريقة تصميم بنية خوارزمية نسيج الطائر من خلال توزيع مسطح التصميم على شبكة مثلثة مفرغة من منقطة المركز

ب. خوارزمية شبكة (ديلوناي) Delaunay Mesh":

وهي إحدى خوارزميات التقسيم الجزئي للسطح المستوي، حيث تقوم بربط كل ثلاث نقاط، مع بعض كي تشكل تلك النقاط سطحا خاصا بها ، وكما في شكلي (١٩،٢٠) ايجاد مجموعة من النقاط ووضع حدود لتلك النقاط تحدد الفراغ الذي تسبح فيه، مع تحديد عملية الارتباط ما بين النقاط الناتج عن تأثير هذا النوع من الخوارزميات، وكيف أن ذلك الارتباط أدى إلى ايجاد سطوح متعددة ما بين كل مجموعة مرتبطة ببعضها من النقاط(Mentegazzi,2014,95) .

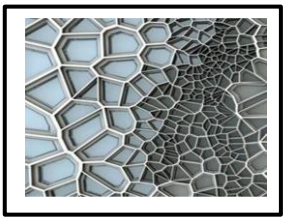


شكل (١٩) يوضح التقسيم الجزئي للسطح المستوي في خوارزمية ديلوناى

شكل (٢٠) يوضح عمل تصميي ناتج عن استخدام خوارزمية ديلوناى

ج. خوارزمية فرينوي "Voronoi":

تنقسم هذه الخوارزمية لعدة أنواع لتشمل:مجموعات فرينوي " Voronoi Groups":ويقوم مفهوم الخوارزمية على تقسيم السطح على شكل مجموعات أو عائلات، الأكبر ثم الأصغر والأصغر ، كما يظهر بوضوح في الشكل (٢١).



شكل (٢١) يوضح عمل تصميي ناتج عن استخدام خوارزمية مجموعات فرينوي

ج.١. خوارزمية فرينوي ثلاثية الأبعاد Voronoi 3D":

مبدأ هذه الخوارزمية يقوم على أن الكرات أو الأشكال الكروية عندما تكبر سوف تتماس ببعضها الأمر الذي يسبب تقاطع لها، لكن نظام هذه الخوارزمية لا يسمح بإتمام التقاطع فيحول أماكن التماس والتصادم إلى خط مستقيم (Kamara&Abdullah,2013,335 كما في الشكل (٢٢).

شكل (٢٢) يوضح عمل تصميمي ناتج عن استخدام خوارزمية مجموعات فرينوي عملية تشكل الكرات كذلك التأثير الناتج عن تماس الكرات ببعضها، والمؤدي إلى تحول المناطق المتماسة من مكورة إلى حواف حادة مستقيمة المقطع

٥. الفكر التصميمي من المنهج التقليدي إلى منهجية التصميم البارمتري:

بالتعرف على ماهية التفكير التصميمي كعملية فكرية إبداعية يقوم بها المصمم في أثناء مراحل العملية التصميمة للوصول إلي حل لعدد من المشكلات التصميمية التي تواجهه ، وبالتالي فمن الطبيعي أن تتطور تلك العملية الفكرية بتطور البشر و بتطور الأدوات والبرامج الحاسوبية التي تساعد المصممين في تحليل و حل المشكلات ، ففي البدايات كان المصمم يعتمد علي قدراته العقلية وخبراته العلمية والعملية في الوصول إلي حل للمشكلات التصميمة أثناء بناء التصميم، و كان علي المصمم أن يكون قادر على تشكيل وتشغيل الأدوات التي يصمم بها ، كما يتطلب منه القدرة على التحليل الرياضي و إجراء العمليات الحسابية بنفسه و إجراء المقارنات و التحليلات التصميمية بنفسه أو بمساعدة آخرين في فريق التصميم من ممن لديهم تلك القدرات ، وبالتالي كان المصممين يعتمدوا علي مهارات الرسم اليدوي أو ما يعرف بالاسكتشات لتوضيح الأفكار وأيضا الاعتماد علي بعض المهارات التصميمية لتوضيح تلك الأفكار ، ومع التطور و دخول الحاسبات الآلية وبرامجها في عمليات التصميم أصبح المصمم يتنازل عن جزء من تلك المهارات و يعتمد علي الحاسب الألي وبرامجه ، وشيئا فشيئا أصبح الاعتماد علي الحاسبات الآلية وبرامجها في إنشاء

وتنفيذ التصميمات ثنائية الأبعاد ثم التصميمات التفصيلية ثنائية البعد و ثلاثية الأبعاد ومنحها مظهر مرئي واقعي من خامات حقيقية و اضاءات و ظروف طبيعية تماثل البيئة المحيطة تماما مما يسهل علي المتخصصين و غير المتخصصين من الحكم علي مدي ملائمتها، ثم تطور الأمر اكثر فاصبح هناك اعتماد علي الحاسبات الآلية وبرامجها في عمليات التصميم من الأصل حيث يقوم المصمم ببرمجة الحاسب الآلي وإعطاءه الآليات والمدخلات المتعلقة بالعملية التصميمية ويقوم الحاسب الآلي بوضع تصورات تصميمية متنوعة ومتعددة وحلولا مقترحة للمشكلة التصميمية وكذلك اقتراح أفضل تلك الحلول بناء على المدخلات والمعطيات المحيطة بتلك المشكلة التصميمية فيما يعرف بالتصميم التوليدي Generative design، وبناء عليه نستطيع تقسيم مراحل تطور الفكر التصميمي الي ثلاث مراحل رئيسة هي (التفكير التصميمي التقليدي، والتفكير التصميمي باستخدام الحاسب الآلي وبرامجه، والتفكير التصميمي البارمتري).

١. تطور الفكر التصميمي في ضوء منهجية التصميم البارامتري.

مع ظهور أدوات وتقنيات وبرمجيات جديدة للتصميم يظهر التفكير التصميمي البارامتري كموضوع ونموذج رئيس للتصميم الرقمي مقارنة بالنماذج التقليدية للبارامترية، ويعمل على صياغة الإطار العام لمخطط التصميم البارامترية واستكشافها كإطار شامل يربط بين مفاهيم التصميم وعلم المنهج ،وقد تم وصف هذه العملية بأنها طريقة جديدة لربط الأنظمة الملموسة وغير الملموسة بمقترح تصميم بزغ من خصوصية الأداة الرقمية وإنشاء علاقات بين الخصائص داخل النظام، ويطلب من المصممين والمعماريين البدء ببارامترات التصميم وليس حلول التصميم المسبقة أو المحددة مسبقًا ، ونظرًا لكونه تقنية رقمية جديدة فإن منهجية التفكير التصميمي البارامتري تدور بشكل أوسع حول فهم الهياكل البارامترية لمعرفة الحلول التصميمية التي يمكن صياغتها وتمثيلها كمخطط معياري بارامتري عام ، كما يعتبر اعتماد أنماط التصميم في مجالات معينة ظاهرة لاحظها عدد من الباحثين في كل من التصميم التقليدي والتصميم البارامتري، وفقًا (لبريت ستيل) فإن منهجية التفكير التصميمي البارامترية هي نموذج للتفكير التصميمي يدمج الأنماط

الطوبولوجيـة داخـل عامـة الأنمـاط ، وسـميت هـذه القـدرة المعرفيـة ، "الحساسـية التسلسلية" (Oxman et al., 2016,26).

وفي هـذا الصـدد وضـح (دون مـارتن) التفكيـر التصـميمي Design Thinking بأنـه الطريقـة التي يفكـر بهـا المصـممون أو العمليـات العقليـة التي يسـتخدمونها لتصـميم الأشـياء أو الخـدمات أو الأنظمـة ، بشـكل متميـز عـن النتـائج النهائيـة للمنتجـات النهائيـة (Gabriela&David,2015,38)، ووفقًـا (لبـراون) يعـد التفكيـر التصـميمي نهجـا محـوره الإنسـان مـن أجـل الابتكـار ويسـتمد مـن مجموعـة أدوات المصـمم لـدمج احتياجـات الأفـراد والإمكانيـات التكنولوجيـة ومتطلبـات نجاحهـا (بـراون ،٢٠٠٩، ٥٣)، كمـا حـدد كـو وآخـرون (Niloufar,2020,53) التفكيـر التصـميمي على أنـه مجريـات الأمـور أو سلسـلة مـن الخطـوات أو اسـتراتيجيات تعمـل على إقنـاع الأفـراد بالقـدرة على حـل المشـكلات المعقـدة أو الوصـول لمنـتج مبتكـر، كمـا يـرى ماكفايـدن (Stavric&Marina,2011,10) أن التفكيـر التصـميمي يسـتخدم تفكيـرًا متشـعبًا ومتقاربًا لإيجاد حلول محتملة للمشكلات التصميمية والتنفيذية على أي مستوى.

و التفكيـر التصـميمي هـو عمليـة يسـتخدمها المصـممون بشـكل شـائع لإيجـاد حـل للمشـكلات المعقـدة ، والتنقـل في بيئـات جديـدة وإنشـاء منـتج جديـد للعـالم، ويسـتخدم التفكيـر التصـميمي العناصـر الأساسـية ومهـارات التحليـل والتفكيـر والإبـداع والتجريـب والإبـداع والبنـاء على النتـائج ، كمـا يعـد التفكيـر التصـميمي وسـيلة لمزيـد مـن الـتعلم مـن خـلال الملاحظـة ودمـج والبـدائل والتفكيـر النقـدي والتمثيـل المرئـي والإبـداع وحـل المشـكلات وخلـق القيمـة الوظيفيـة و الجماليـة ، ويمكـن للمصـممين اسـتخدام التفكيـر التصـميمي لتحديـد فـرص المشـاريع الفريـدة كمـا يرحـب مفكـرو التصـميم بالصـعوبات والقيـود ، حيـث تمهـد الطريـق للأفكـار والحلـول المبتكـرة ومـع ذلـك مـن المهـم أن تكـون هذه الأفكار مجدية وقابلة للتطبيق ومرغوبة من قبل أفراد المجتمع.

نتائج البحث.

توصل البحث إلى عدد من النتائج منها:

- أهمية الدور الذى تلعبه التصميمات الرقمية الحديثة "التصميم البارامتري" ، واستخدام تطبيقاتها المختلفة "الخوارزميات" في معالجات التصميمات ثنائية وثلاثية الأبعاد بشكل مبتكر.
- يوجد تأثير إيجابي للأنماط البارامترية المتكاملة كأحد الاتجاهات الحديثة التي قد تساعد في تطوير أساليب التصميم تشكيلياً ومعمارياً بما يعزز من تطوير اتجاهات ومناهج التصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد.
- زيادة الوعي التصميمي باتجاهات وأنماط وخوارزميات التصميم المعاصرة "التصميم البارامتري"، يؤدى إلى الوصول لمستويات تصميمية بارامترية وحلول تصميمة مبتكرة على المستويين الفكري والتنفيذي.

توصيات ومقترحات البحث:

- ضرورة تطوير البرامج الدراسية الأكاديمية بمؤسسات تعليم التصميم (كليات الفنون والتربية الفنية والعمارة)، سواء فيما يختص بمناهج التصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد وغيرها، لتتناسب وتلك المتغيرات التكنولوجية الحديثة التي أنتجتها الثورة الرقمية.
- ضرورة اهتمام المصممون والمعماريون المتخصصين سواء في الجامعات أو المراكز والهيئات ذات الصلة وغيرها بدعم البحوث العلمية الجادة بهدف توظيف التكنولوجيا الرقمية الحديثة وتطبيقاتها وتطويرها في مجالات التصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد بما يتوافق مع ظروف المجتمع وامكاناته ومتطلباته.

المراجع

أولًا المراجع العربية

١. أسامة، إسراء وعلى ،ريهام إيهاب.(٢٠٢٣). رؤية تطبيقية للتصميم البارامتري المتكامل كتصميم مستدام (تجربة طلابية). مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية. الجمعية العربية للحضارة والفنون الإسلامية، ٨(١٠)،١٧-٤١.

٢. الحسينى،اياد عبد الله.(٢٠٠٨). فن التصميم الفلسفة النظرية التطبيق. ج١. دائرة الثقافة والإعلام الشارقة الإمارات،الامارات العربية المتحدة.

٣. العرنوس، شيرين السعيد.(٢٠٢٠). مدى تأثير التطور الرقمي للتصميم البارامتري على تصميم الوحدات المعمارية الخزفية . مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية. الجمعية العربية للحضارة والفنون الإسلامية، ع٢٠ ،١١٤-١٣٢.

٤. المحمد، حصة بنت عبدالكريم وهلال، فاتن محمود(٢٠٢٢). التصميم البارامتري ودوره في إثراء الأعمال الفنية المعاصرة ، مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع،الامارات العربية المتحدة، ع ١٧٢،٨٥-١٨٦.

٥. النواوى، أبو بكر وآخرون.(٢٠٢١). إستحداث تراكيب للزخرفة الهندسية الإسلامية باستخدام التصميم البارامتري، مجلة التراث والتصميم، الجمعية العربية للحضارة والفنون الإسلامية،١(٣)، ١-١٤.

٦. خليل ،محمد حسن.(٢٠١١). تأثير تكنولوجيا المعلومات علي تطور الفكر المعماري" ،[رسالة ماجستيرغير منشورة].كلية الهندسة - جامعة الأزهر

٧. راشد ،أحمد يحيي وآخرون.(٢٠١٩). التصميم البارامتري كمدخل لإستلهام الطبيعة في تصميم المنتجات .مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية. الجمعية العربية للحضارة والفنون الإسلامية،٤(١٤)،١٩-٣٥.

٨. زيدان، مدحت مبروك وآخرون.(٢٠٢٤). الاستفادة من منهجية التصميم البارمتري في تطوير الحلول البنائية للأثاث المعدني. مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، ع٤٣، ٦١٨ – ٦٣٦

٩. زينهم، محمد على وآخرون.(٢٠٢٠). أثر النمذجة البراميترية في تصميم البلاطات الزجاجية للعمارة. مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية. الجمعية العربية للحضارة والفنون الإسلامية ١٩، ٢٣٥-٢٥٤.

١٠. عفيفي، وائل محمد (٢٠٢٤). سيكولوجية التصميم الحديث "البارامترى"

وأثره على عناصر التصميم الداخلي والأثاث. مجلة الفنون والعلوم التطبيقية.كلية الفنون التطبيقية.جامعة حلوان،١١(٢)، ٢٥٧-٢٨٤.
١١. فان دالين ،ديولدب.(٢٠١٠). مناهج البحث في التربية وعلم النفس. ط٧. ترجمة محمد نبيل نوفل وآخرين. القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.
١٢. محمود، أيمن رئيس.(٢٠١٢). تقييم بعض برامج الحاسب الآلي المساعدة لعملية التصميم المعماري،[رسالة ماجستير غير منشورة]، جامعة بنها .
١٣. وناس، أيسر فاهم .(٢٠١٥) . خوارزميات التصميم البارامتري كمدخل لإثراء المفاهيم البنائية للشكل المعقد. المجلة العلمية لجمعية إمسيا التربية عن طريق الفن،القاهرة ،٤ ، ٣٣٢ -٣٥٤.

ثانيًا المراجع الأجنبية

1. Alani, Mustafa& Barrios, Carlos (2015). A parametric metamorphosis of Islamic geometric patterns: the extraction of new from traditional" Architectural Research Centers Consortium, Chicago, 6-9 April,p.44
2. alhawty ,Eman Mohamed.(2022) .Parametric Design Between Design and Application in contemporary Architecture, Journal of Architecture, Arts and Humanities, V. 7, Issue 4 – N. 4,April 2022,P.p. 78-94
3. Al-Kazzaz ,Dhuha& Alafandy, Aynoor(2018). Specifications for Building a Parametric Model in Digital Architectural Designs, Journal of University of Babylon for Engineering Sciences, Vol. (26), No.9.
4. brumfiel,Charles(2015), Mathematical Ideas ,harber Collins ,new Orleans,USA.
5. Daniel, Davis(2013). "Modeled on Software Engineering: Flexible Parametric in the Practice of Architecture", PhD RMIT University, p.27.
6. Eltaweel ,Ahmad & Yuehong, SU (2017). Parametric Design and Daylighting: A Literature Review, University of Nottingham, England, PP.271-285.

7. Gabriela, Celani & David, M.(2015). Sperling and Juarez M.S. Franco (Eds.): "The Next City: 16th International, Conference CAAD Futures", Bibliotheca Central Cesar Lattes ,p.38.
8. Hamad, S., & Husein, A. (2020). The Influence of Parametric Design Tools on Increasing Creativity in the Furniture Design Process. EURASIAN JOURNAL OF SCIENCE AND ENGINEERING, 6(1), 199-211.
9. Hattem, Dowa Khaled; et al.(2020).Parametric Design as a contemporary design solution for the Islamic Ornaments," International Design Journal: Vol. 10 : Iss. 2 , Article 1,pp.23-31.
10. Kamara,John &Abdullah,Hardi (2013). Parametric Design Procedures: A New Approach to Generative-Form in the Conceptual Design Phase, Journal of the Hydraulics Division Proceedings(Architectural Engineering Conference ,April 2013) pp.334-343
11. Lee,Ju Hyun et al(2012). "Evaluating Creatively in Parametric design processor and Products Pilot", Design Computing and cognition.
12. Mentegazzi, Edoardo.(2014). "Parametricism the Act of Change in Architecture .", Archiprint ,Issue 3,pp.88-104.
13. Niloufar, Emami (2020).Design of shading screen inspired by Persian geometric patterns, An integrated structural and day lighting performance evaluation", University of Michigan,p.53.
14. Ning, Gu, Etal.(2018).Parametric Design: Theoretical Development and Algorithmic Foundation for Design Generation in Architecture, Adelaide, Australia, pp.9-22
15. Oxman ,Rivka&Ning, Gu(2017). Theories and Models of Parametric Design Thinking, ScienceDirect,Elsevier,Vol, 52, Sep., Pp. 4-39.

16. Salama ,Mohamed Ahmed Hafez& Abed, Ahmed Mostafa. (2020). A proposed vision of distance learning & design learning in light of contemporary technology, Journal of Architecture, Arts and Humanities, Vol. 5, Issue 23 (Special issue - International Conference on Civilizations and the Fourth Industrial Revolution in the light of e-learning), Egypt.
17. Shaikhutdinova,R., Etal.(2018). Use of Thermo-Modified Wood Massif in Making Parametric Exterior Furniture, International Journal of Engineering & Technology, 7 (4.36) ,pp.1112-1116
18. Stavric ,M & Marina, O. (2011). Parametric Modeling For Advanced Architecture, researcher at the Graz University of Technology, Faculty of Architecture, Institute of Architecture and Media, Austria, Issue 1, Vol. 5, 2011,pp.9-25.
19. Suidan,Abeer .(2016). Parametric concept and its applications in interior design and furniture ,Fourth International Conference of the Faculty of Applied Arts, Helwan University,pp 1-18.
20. Wassim, jape (2013) : Parametric design for architecture, Laurence King Publishing, London,UK.
21. Wyq, Sayef Allah & Razuki, Ghada .(2018). Parametric Design in Architecture, Journal of the Arab Union of Engineering, Baghdad University, vol. 24, no. 12, pp. 91–112.
22. Zahran ,Ahmed et al.(2022). The Role of Industry 4.0 Technologies in Design Process Management, International Design Journal, Vol. 12 No. 2, March, pp 299-311

The Impact of Parametric Design Algorithms on Development of Two & Three Dimensional Design Methods

Prof. Dr. Mohamed Ahmed Hafez Salama
Professor of Design, Department of Art Education
Assistant Dean of the Faculty of Specific Education for Postgraduate Studies and Research Damietta University
mmsalama1973@du.edu.eg
Dr. Ahmed Mustafa Mohamed Abed
Assistant Professor of Design, Department of Art Education
Faculty of Specific Education - Fayoum University
Ama18@fayoum.edu.eg

Abstract:

Parametric design algorithms are considered contemporary digital technologies characterized by their generative approach to creating innovative designs using their parametric units, which made them one of the most digital technologies related to the field of design. Parametric thought appeared before the modern digital scientific revolution and parametric programming, which prompted many contemporary designers and architects to move towards practicing modern parametric programming and using its capabilities in linking parametric thought with structural thought for two- and three-dimensional design, due to their technical and intellectual compatibility and exploiting the capabilities of parametric method algorithms with its modern digital technologies to reach new and contemporary design solutions. The research aims to identify the impact of parametric design algorithms on the development of two- and three-dimensional design methods, by identifying two- and three-dimensional design in terms of (elements and foundations), as well as parametric design as a digital trend resulting from the development of design thought in the 21st century, and the types of generative algorithms for parametric design and their most important characteristics. The research used the descriptive analytical approach to define the concepts and terms specific to the research context, and the research reached a number of results, including: that designers' proficiency in applying

parametric design algorithms contributes to the development of design methods by finding innovative design solutions, and that applying parametric design algorithms may help in finding visual solutions that enrich the field of two- and three-dimensional design and change its form according to good design data.

Keywords: Algorithms; Parametric Design; Two & three dimensional design.