دور التوجهات الفكرية الرقمية في تطوير التصميم الداخلي المعاصر

أمنية محمد إبراهيم [١] علا على هاشم [٢] أشرف حسين إبراهيم [٣]

١- كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان
٢- أستاذ بكلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان
٣- أستاذ بكلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان

Submit Date: 2022-06-09 20:34:37 | Revise Date: 2022-06-29 18:45:52 | Accept Date: 2022-07-05 04:57:39

DOI: 10.21608/jdsaa.2022.143859.1196

ملخص البحث:-

لقد أحدثت الثورة الرقمية تحولات هائلة في مختلف مجالات الحياة ، و قد تأثرت توجهات العمارة المعاصرة و التصميم الداخلي بمناهج التصميم بمساعدة الحاسوب و نتيجة لذلك حدث تغيير كبير في ماهيتة و أنشطته. لذلك يعد التصميم البارامتري منهجاً تصميماً مهماً في عملية التصميم الرقمي يقوم على أساس مفهوم البارامترات، و الذي يؤدي إلى التنوع عن طريق تغيير قيم البارامترات و القيود دون التأثير على البنية الأساسية للكيان ، إذ يسمح النموذج البارامتري للمصمم بإنجار التغييرات و إعادة التشكيل الجيومتري دون المحو و إعادة الرسم مرة أخرى ، و كذلك يساعد في إستكشاف البدائل التصميمة إذ أنه يمتلك مستوى من المرونة يسمح بتقييمها و تنقيحها و تحديثها باستمرار عند إضافة أو تغيير أو حذف أحد المكونات ضمن هيكل النموذج البارامتري.

الكلمات المفتاحية:-

الثورة المعلوماتية - العمارة الرقمية – النظريات الرياضية – التوليد – الخوارزميات – NURBS– النمذجة – التصميم البارامتري

The informatics revolution - digital architecture - mathematical theories - generation - algorithms - NURBS - modeling - parametric design

و تتضح مشكلة البحث في:

- قصور طرق التصميم التقليدية في طرح أفكار تصميمة إبداعية تتوافق مع التوجهات الفكرية الرقمية.
-الإنغلاق الفكري و الحد من خيال المصمم نتيجة التشبع بالتشكيلات التقليدية.

أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في دراسة تحولات التصميم الداخلي و العمارة بفعل تداخلة مع الصناعة و الإنتاج الكمي والإنتاج المتسلسل و الجمال ليصبح نسقا من العلوم المركبة واستخدامها من أجل الوصول إلى الطلاقة في التصميم وتلبية إحتياجات مستخدمي الفراغ.

أهداف البحث:

١-رصد مردود التوجهات الفكرية المعمارية الرقمية على التصميم الداخلي.
٢- الكشف عن الخلط بين مجموعة من المصطلحات الفكرية المتداولة تحت ما يعرف بالتوجهات الفكرية الرقمية.

منهجية البحث:

يتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي للتصميم بمساعدة الحاسوب في ظل الثورة الرقمية و أثرهم في تطوير الفكر التصميمي المعاصر و أثرهم على الحيزات الداخلية.

فرضية البحث:

أن التوجهات الفكرية الرقمية تساهم بفاعلية في تطوير الفكر التصميمي بالحيزات الداخلية.

مقدمة:

إن عملية إدخال التقنيات الحاسوبية الجديدة للتصميم البارامتري أتاح الفرص للمعماريين و المصممين لتصميم كيانات جيومترية معقدة جداً، كما أسهم بدور فعال في التصاميم التي تلبي الأهداف الأدائية إلى جانب دعمة لمشاركة التخصصات المتعددة في عملية التصميم.
و يعتبر استخدام الحاسوب أهم التطورات الزمنية و التي يجب على عمارتنا التكيف معها و الإستفادة منها و حتى التعبير عنها، حيث أن عصرنا أصبح شديد الإعتماد على الحاسوب إلى درجة دعم و تأسيس فروع علمية جديدة لم تكن ممكنه التطبيق بدونه، و كل ذلك يندرج تحت مفهوم «حوسبة العلم» أي جعل جميع فروع المعرفة تعتمد على الحاسوب لتحسين نوعية و كمية نتاجها المعرفي.
و لكي نتمكن من فهم التطور الذي وصل إليه التصميم الداخلي و العمارة المعتمدين على الحاسوب ، علينا العودة إلى الأصول و الجذور الرياضية النظرية التي ساهمت بالوصول إلى التفكير الذي قادنا إلى تسخير الحاسوب لخدمة التطور المعماري و الوصول إلى أشكال رياضية معقدة.

خطوات البحث:

١. تأثير التطور التكنولوجي و الثورة المعلوماتية على التشكيل المعماري و التصميم الداخلي.
٢. التأثيرات التكنولوجية و التوجهات الفكرية الرقمية على العمارة و التصميم الداخلي خلال القرن الحادي و العشرين و عصر المعلومات.
٣. تعريف العمارة الرقمية.
٤. تأثير التكنولوجيا الرقمية على العناصر المعمارية و تشكيل الحيز الداخلي.

٥. النظريات الرياضية التي ساهمت في تطور التصميم الرقمي.
٦. أثر الثورة الرقمية على التصميم الداخلي.
٧. تعريف مصطلح البارامتريParametric .
٨. التحليل التصميمي مشروع فندق مورفيس وفقاً لمخطط النمذجة و التصميم الرقمي.

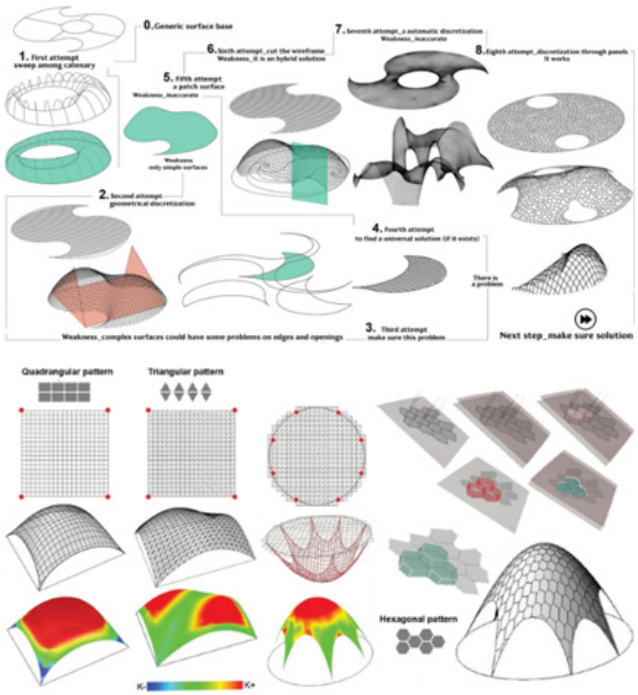
١ـ تأثير التطور التكنولوجي و الثورة المعلوماتية على التشكيل المعماري و التصميم الداخلي:

في خلال القرن العشرين كانت التأثيرات المباشرة للتكنولوجيا على العمارة و التصميم الداخلي سواء من ناحية المواد أو الخامات أو أساليب البناء أم وسائل التنفيذ وغيرها، والتي بدت من خلال العديد من التوجهات المعمارية التي سادت طيلة ذلك القرن بدءً من عمارة الحداثة وعمارة الطراز الدولي و بعد ذلك عمارة الحداثة المتأخرة وصولاً إلى عمارة ما بعد الحداثة وعمارة توظيف التقنيات المتقدمة والعمارة التفكيكية صورة رقم (١) وغيرها.

صورة رقم (١) توضح نماذج للعمارة التفكيكية ا((https://byarchlens.com

٢ـ التأثيرات التكنولوجية و التوجهات الفكرية الرقمية على العمارة و التصميم الداخلي خلال القرن الحادي و العشرين و عصر المعلومات:

لقد أحدثت تكنولوجيا الإتصالات ثورة في عالم التصميم، حيث أن دخول بعض الأفكار و الإتجاهات و المدارس الجديدة حقل العمل المعماري كان نتيجة مباشرة للثورة الرقمية، و نتيجة لذلك تمكن المصممين من إيجاد كتل معمارية كان من الصعب التعبير عنها بالوسائل التقليدية القديمة، حيث وجد المصمم في عصر الثورة الرقمية الأداة التي يستطيع بها التعبير عن أفكاره التصميمة مهما بلغ تعقيد هذه الأفكار، كما أن التكنولوجيا أتاحت الفرصة لإختيار التشكيل الذي توصل إليه سواء من الناحية التصميمية التشكيلية الخارجية و الداخلية أو من الناحية الإنشائية، إضافة إلى إمكانية التعديل و إكتشاف نقاط الضعف التصميمية أثناء التصميم و ليس بعد التنفيذ. (أحمد عرابي، ٢٠١٠) و للبعد التكنولوجي أيضاً تأثيراً واضحاً و دوراً مهماً في تحديد ما هية العمارة المنتجة، و بالمقارنه بين العمارة في عصورها المختلفة و بين العمارة في القرن العشرين بشكل خاص نستنتج الفرق الكبير في التطور الذي حدث للعمارة من أثر تطبيق تكنولوجيا البناء و التي أتاحها التقدم العلمي في مجال تصميم و تنفيذ المباني، و بالأخص في أعمال رواد «العمارة المتطورة High-tech» و أعمال رواد «الحركة التفكيكية Deconstruction». (بهلول خليل، ٢٠١٤) و قد أفرزت الثورة الرقمية و العولمة فلسفة و فكر يعرف الأن «بالأشكال رقمية Digital Forms» صورة رقم (٢) و (٣) و التي إنتشرت بشكل كبير في شتى المجالات، و كذلك يمكن إدراج فلسفة و فكر الأشكال الرقمية ضمن مفهوم النظريات التشكيلية الحديثة و التي بدورها تتجاوب مع مقتضيات هذا العصر بكل ما فيه من نظريات متجددة و توجهات. (يعقوب، ٢٠١٨)



صورة (٢) و (٣) توضح الأشكال الرقمية Digital Forms الناتجة عن الثورة الرقمية و استخدام الحاسب الألي في العمارة
(https://link.springer.com/article/١٠,١٠٠٧/s٠٠٠٠٤-٠٢١-٠٠٥٦٦-٩)

٣ـ تعريف العمارة الرقمية:

العمارة الرقمية هي العمارة التي تستخدم النمذجة عن طريق الحاسب الألي و البرامج و التصوير و المحاكاة لخلق أشكال معمارية تخيلية «Virtual Structure»، و مادية «Physical Structure»، حيث أنه تم استخدام مصطلح العمارة الرقمية للإشارة إلى جوانب أخرى من العمارة تتميز بالتقنيات الرقمية، و تستخدم أيضاً للتطبيق على الأشكال الرقمية التي يمكن تغير مظهرها، و بذلك نجد أن الحاسب الألى يساهم في شتى نواحي العمارة الرقمية بداية من وضع المباديء و الأسس التصميمية و وصولاً إلى عملية التصميم و تطويره و اختيار البدائل المثلى التي تحقق الكفاءة المطلوبة، حيث أصبح الحاسب الألي يلعب دوراً أساسياً في عملية الإنشاء و الأنظمة الإنشائية و تصنيع العناصر الإنشائية و مواد و خامات البناء و تطويرها. المصدر(https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_architecture)

٤ـ تأثير التكنولوجيا الرقمية على العناصر المعمارية و تشكيل الحيز الداخلي:

لقد أصبح من المؤكد الأن نتيجة النمو المعرفي و التقدم التكنولوجي الرقمي تغيير بعض المفاهيم المعمارية و العمرانية إضافة إلى تغيير بعض عناصر الحيز الداخلي، حيث لعبت الثورة الرقمية دوراً بارزاً في تغيير التشكيل

الخارجي و الداخلي للمباني و الوظيفة في العمارة لتتواكب مع التقنيات المتاحة بما يوفر للمستخدمين راحة أكثر و إمكانيات إستخدام أفضل للحيز. (أحمد عرابي، ٢٠١٠)

٥- النظريات الرياضية التي ساهمت في تطور التصميم الرقمي:

من أهم هذه النظريات الهندسة الإقليديسية[١] و نظرية غاوس[٢] لتحدد إنحناءات السطوح بالإضافة إلى نظرية البعد الهندسي الرابع، و في ما يلي شرحاً لبعض هذه النظريات:

٥-١ المحاكاة Simulation:

تعرف المحاكاة بأنها "عملية تصميم نموذج مشابهة لعنصر أو نظام أصلي و تجرى تجارب على هذا النموذج بغرض فهم نظام أو سلوك العنصر الأصلي و تقييم الاستراتيجيات المتنوعة لتشغيل هذا النظام، و هي تقنيات باستخدام الحاسوب لجعلة يشبه و يحاكي العمليات المختلفة التي تحدث في الطبيعة. (سليمان، ٢٠٠٦)

٥-٢ التوليد Generation:

لقد عرف "Greg Lynn" التوليد في كتابة " Animate Form" بأنه عملية خلق مؤتمتة أتوماتيكية لشكل ما أو فكرة من خلال استخدام نظام حاسوبي توليدي أو خوارزمي، و تستخدم هذه البرامج لمساعدة عملية تطوير الحجوم في مراحل مبكرة من عملية التصميم.(Kojima, 2014)

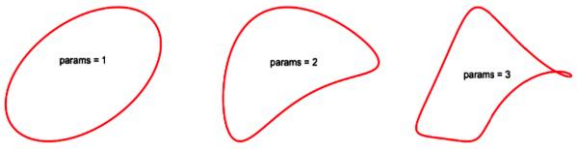
٥-٣ الخوارزميات التصميمة Design Algorithms:

الخوارزمية بشكل عام هي إجراء ذو عدد محدد من الخطوات مكتوبة بلغة ترميزية ثابتة متعارف عليها محكومة بتعليمات دقيقة تتحرك وفق خطوات منفصلة (١-٢-٣) و لا يتطلب تنفيذها رؤية أو حدس أو صفاء ذهن و هي عاجلاً أم أجلاً سوف تصل إلى مرحلة تتوقف فيها عن العمل. (Österlund, 2010)

٥-٤ المحددات Parameters:

يعرف قاموس Oxford المحدد بأنه "معامل عددي أو غير عددي قابل للقياس يشكل جزءاً من مجموعة عناصر تحدد نظاماً معيناً أو تحدد شروط عمله".

بينما يتم تعريفة حاسوبياً بأنه "متغير يجب إعطاؤه قيمة عند البدء بتنفيذ البرنامج و في التصميم الرقمي تلعب المحددات دوراً في توفير مجموعة من الإحتمالات التصميمة و هي العنصر الأساسي الذي تقوم عليها الخوارزميات، فالخوارزمية الأفضل هي التي تتميز بتعريف أفضل للمحددات و المتغيرات" صورة رقم (٤). المصدر (http://www.oxforddictionaries.com/definition/english/parameter)



صورة رقم (٤) توضح مثال لقطع ناقص بعد تحديد أقطاره كمحددات و تغيير قيمته بعد نقاط المحيط عن المركز

٥-٥ تقييم الأداء Evaluation:

يعرف تقييم الأداء بأنه "عملية تقييم مدى نجاح التصميم الحالي أو جزء منه في تلبية المتطلبات التي تم استنتاجها خلال مرحلة التحليل، و يمكن أن يتم القيام بعملية التقييم بعد إنتهاء المبنى بشكل كامل أو بعد انتهاء جزء منه من أجل تحقيق إمكانية إجراء التعديلات المناسبة على التصميم، و يمكن أن يتم تقييم الأداء بعد تنفيذ المبنى للتحقق من جودة التصميم و التنفيذ".

(http://en.wikipedia.org/wiki/Software_architecture)

٥-٦ علم الضبط أو السبرانية Cybernetics:

يعرف Nobert Wiener السبرانية بأنها "علم الإتصالات و أنظمة التحكم التلقائية في كل من الألات و الحيوانات" و في عام ١٩٦٠م بدأ Gordon Pask بالتفكير بالتصميم المعماري و علاقاته المتبادلة كنظام تحكم ألي. (Spiller, 2008)

٥-٧ التبسيط Simplexity:

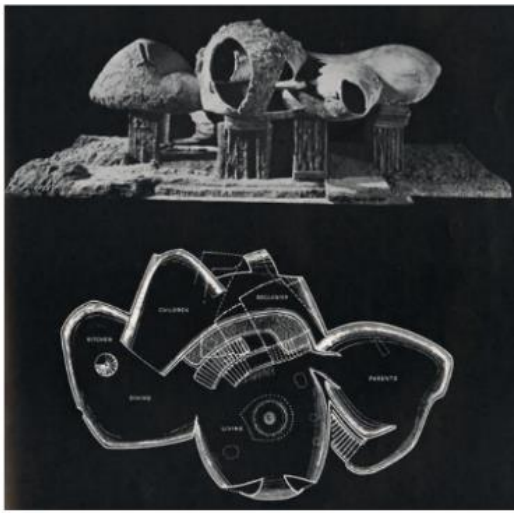
يعرفها كل من Sawako Kaijima و Michalatos Panagioti[٣] بأنه مصطلح يعبر عن نشوء نظام بسيط ناتج عن تداخل مجموعة معقدة من القواعد، و مؤخراً إستغل

[١] الهندسة الإقليديسية : هي الأفكار الهندسية التي أرسى إقليدس قواعدها عام ٣٠٠ ق.م.
[٢] نظرية غاوس: و المقصود بها إنحناء غاوس في الفضاء الديكارتي ثنائي و ثلاثي البعد للتعبير عن نسبة إنحناء الشكل و إتجاه الإنحناء.
[٣] Sawako Kaijima و Michalatos Panagioti: هما معماريان يعملان حاليًا كباحثين في التصميم الحسابي في شركة Adams Kara Taylor ومقرها لندن، و لقد عملوا في مشاريع من قبل ممارسات معمارية معروفة في المملكة المتحدة بما في ذلك زها حديد للمهندسين المعماريين،و فيوتشر سيستمز ، ومهندسي مكتب الخارجية في تطوير التصميم المعماري الذي يتضمن أشكال هندسية معقدة

العديد من المصممين الخوارزميات و النصوص البرمجية من أجل أشكال معقدة ابتداء من مجموعة التعليمات البرمجية و المعادلات الرياضية البسيطة و هذا ما نتج عنه إضافة مستويات غير ضرورية من التعقيد لمجرد الإستعراض مما يمكن أن يحول التقنيات الرقمية إلى زخرفة لا داعي لها. (عرابي، ٢٠١٦)

٥-٨ السطوح المستمرة Continuous Surfaces:

عندما تندمج الجدران و الأعمدة و الأسقف ضمن سطح واحد ينتج ما يسمى بالسطوح المستمرة، و من أوائل الأمثلة على هذه السطوح "Endless House" من تصميم المعماري "Friedrich Kiesler"[٤] صورة رقم (٥)، و هذا الأسلوب جعل القشرة الخارجية للمبنى نظاماً إنشائياً جديداً يسمح بحرية و مرونة استخدام الفراغ الداخلي. (عرابي، ٢٠١٦)

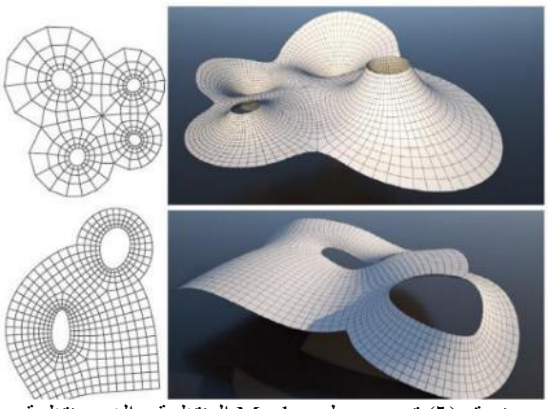


صورة رقم (٥) توضح تصميم Endless House ذو السطوح المستمرة

(http://en.wikipedia.org/wiki/Software_architecture)

٥-٩ سطوح Mesh:

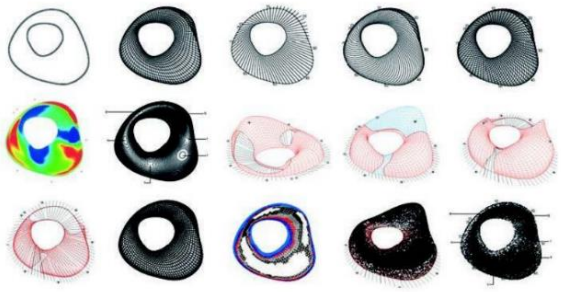
و هي وسيلة رقمية لتوليد الأشكال المعقدة سواء كانت متعددة الأضلاع أو متعددة السطوح و تعتمد على ترتيب الرؤوس "Vertices" و الحواف "Edges" و الوجوه "Faces" لتحديد الشكل المطلوب، أي أنها عبارة عن مضلعات يفضل أن تكون منتظمة صورة رقم (٦). (عرابي، ٢٠١٦)



صورة رقم (٦) توضح سطوح Mesh المنتظمة و الغير منتظمة

٥-١٠ سطوح Nurbs:

يمكن أن تعرف السطوح عالية الإنحناء "NURBS" أيضاً بأنها النموذج الرياضي لتوليد و تمثيل المنحيات و الأسطح المنحية. هذه السطوح يمكن تغيير شكلها عن طريق التحكم بنقاط التحكم الخاصة بها "Control Points" صورة رقم (٧)، "تعتمد هذه السطوح على خطوط B-Splines و يوفر هذا النموذج درجة عالية من الدقة و المرونة في التعامل مع الأشكال الحرة و هي مهمة من أجل دمج الأشكال الهندسية المعقدة ضمن التصميمات المعمارية".(Carpo, 2012)



صورة رقم (٧) توضح سطوح NURBS و نقاط التحكم بها

(https://stringfixer.com/ar/Nurbs)

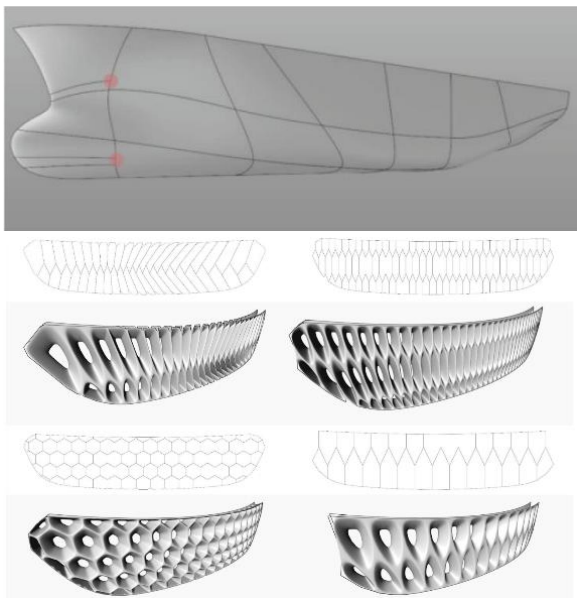
و قد كانت المعادلة الرياضية لهذا المنحنى غير مهمة و لا تأخذ بعين الإعتبار بينما أصبحت اليوم معادلة المنحنى ذات أهمية كبيرة و من المهم أن يحقق هذا الخط شرطين أساسين و هما:

- أن يكون مستمر بدون فجوات.
- أن يكون مقيداً بحدود عددية متغيرة مما يجعل هذا المنحنى قابلاً للتغير.

[٤] Friedrich Kiesler : مهندسًا معماريًا ، ومنظرًا ، ومصممًا مسرحيًا ، وفنانًا ونحاتًا نمساويًا أمريكيًا.

و بذلك يمكن تعريف T-Splines بأنها عبارة عن سطوح تندرج تحت سطوح NURBS و لكن يحتوي على 50% نقاط تحكم أقل منه كما يمكن حذف صف من نقاط التحكم دون التسبب بتشوه الشكل و أن نقاط التحكم المحذوفة تشكل زاوية بشكل حرف (T) و من هنا جاءت التسمية صورة رقم (٨). مصدر

(http://en.wikipedia.org/wiki/Morphogenesis)



صورة رقم (٨) توضح زوايا السطح بشكل حرف T

(https://dynamobim.org/a-high-level-introduction-to-t-splines-in-dynamo/)

٥-١١ التشكيل Morphogenesis:

تشتق كلمة "Morphogenesis" من الأصل اللاتيني "Morfe" و الذي يعني الشكل و "Genesis" أو التكوين، و تعني حرفياً بداية الشكل، أما استخدامه الاصطلاحي في العلوم فهي للدلالة على العمليات التي تتسبب للكائن الحي بتحوير شكله.

و في التصميم المعماري تستخدم لإستلهام الأشكال حيث أنها لا تقتصر على المحاكاة الشكلية فقط بل تستخدم كأداة توليدية لإشتقاق الأشكال و تحويلها.(Hassan, 2009)

٦- أثر الثورة الرقمية على التصميم الداخلي:

إن التصميم الداخلي الرقمي لا يعتبر سلسلة من الإظهارات المعبرة عن مكان مادي تم تخيله فحسب، و إنما كناية عن خلق أماكن جديدة للتفاعل الإنساني، كما أن بنائية تطور التصميم الداخلي تحمل في داخلها تشابهاً تجريدياً كبيراً مع البناء المعلوماتي، حيث قد أمتازت صناعة المعلومات بالنمو النوعي بدءاً من ظهور الحاسب الألي الضخم إلى الحاسوب الصغير تم إلى الحاسوب المتناهي الصغر و تفجر عصر الإنترنت. (حسن، ٢٠١٨)

٦-١ أثر التصميم البارامتري على التشكيلات التصميمية للحيز الداخلي:

يعد العصر الرقمي هو عصر الحرية في التعبير التصميمي و التحرر من القيود و التشكيلات النمطية، و هو ما دفع المصمم إلى إعادة تعريف "الشكل"، فقد استطاعت برامج التصميم البارامتري المساعدة في عملية التخيل و المرونة الفكرية و هو ما نتج عنه حيزات ذات صفات تشكيلية غير تقليدية ديناميكية الإنحناء و الإنبساط و الطي ذات التشكيلات النحتية المرنة.

هناك عدة نقاط يجب معرفتها و دراستها من أجل درسة هذا التطور في الجانب الشكلي للحيزات الداخلية منها:

٦-١-١ تأثير تطور الهيكل المعماري على تشكيلات الحيزات الداخلية:

لقد أصبح الهيل المعماري ليس مجرد قالب خارجي للحيزات الداخلية فحسب، بل إنه قد أصبح من أقوى العوامل المؤثرة في تحديد أشكال و أبعاد هذه الحيزات و تنظيم مواقعها و علاقاتها الداخلية ببعضها و الحلول التصميمية لها، و بالتالي إحساس الإنسان بها و توليد انطباعاته الأولية عنها و ذلك من خلال عدة سمات منها:

٦-١-١-١ التحول من الثبات إلى الحركة:

بعد أن أصبحت الديناميكية هي سمة العصر و مع توفر الإمكانيات التي أتاحتها تقنيات التصميم البارامتري، لم يعد الثبات في الكتلة التشكيلية و إتزانها الإستاتيكي هو الهدف في تشكيلات القرن الواحد و العشرين، و مع تطور الخامات و أساليب الإنشاء المعقدة التي أعطت للمصمم الحرية و المرونة في الإبداع و التفكير ظهرت الكثير من التصميمات التي تميل إلى البعد عن الكلاسيكية و إظهار التشكيلات الديناميكية المتحركة في الهيكل المعماري و هو ما أنعكس بشكل مباشر على الحيزات الداخلية للمباني. (Jabi, 2013)و يعد تصميم "دار أوبرا هاربين" و التي تم تصميمها بواسطة " مكتب MAD" للعمارة مثال قوي على تأثر الحيزات الداخلية بديناميكية و حيوية العمارة صورة رقم (٩).

صورة رقم (٩) يتضح بهم الهيكل المعماري لدار أوبرا هاربين "Harbin Opera House" و المصممة بواسطة " MAD Architects"° و يظهر بهم الديناميكية و حركة الهيكل الخارجي في دوائر لا نهائية و التي تتوافق مع البيئة المحيطة بالمشروع

http://www.bubblemania.fr/en/architecture-harbin-opera-house-chine-2015/

صورة رقم (١٠) و (١١) و يتضح بهم أثر ديناميكية الهيكل الخارجي لدار الأوبرا على تشكيلات قاعة الأوبرا و الحيزات الداخلية كاملة حيث إنحناء الأسطح الداخلية اعتماداً على خامات يسهل تشكيلها مثل الأخشاب المعالجة أو الشرائح المعدنية ليصبح التصميم الداخلي مبتكراً و فريداً

https://www.architonic.com/fr/project/mad-architects-harbin-opera-house/5103797

٦-١-١-٢ التحول من الجمود إلى التوافق من خلال الهياكل التفاعلية:

في الأونه الأخيرة تحولت المباني إلى حيزات تتفاعل مع الأحداث فتصبح متغيرة و حيوية، فالمستخدم لم يعد المتلقي السلبي و إنما أصبح له دور فعال و إيجابي في تشكيل الهيكل المعماري و الفراغ الداخلي تبعاً له و ذلك في محاولة لتتوافق مع متطلبات العصر و رغبات مستخدمي الفراغ. لذلك قد خضعت الحيزات البارامترية للتحولات اللانهائية فيما عرف بهندسة الشرائح المطاطية " Geometry of The Rubber Sheets" التي تعتمد على التحولات التشكيلية بدون أن تتمزق، و هو ما يمكنها من الإنحناء و الحركة و الطي و ذلك خلال التحولات المتصلة.

و قد ظهر نوعان من الهياكل التفاعلية هما:

٦-١-١-٢-١ هياكل تفاعلية تستجيب للعوامل المناخية:

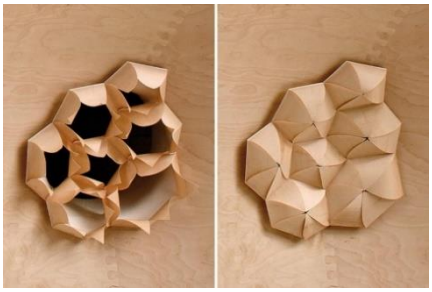
يعد الحيز البارامتري حيز مرن يتصف بالتغير المستمر و هو ما أتاح للمصممين لإبداع أفكار تصميمية مبتكرة تختلف بشكل كامل عن طبيعة الحيزات التقليدية. و بسبب الاحترار العالمي و التلوث البيئي و التشوه الحضري الذي أصاب الكثير من مدن العالم الكبري، فقد إتجه المصمم الداخلي إلى محاولة أفتراض بيئات داخلية منفصلة عن البيئة الخارجية و هو ما يمكنهم من التحكم في سماتها و مدى تأثيرها على الفراغ الداخلي و مستخدميه. (Sposito, 2020)

و يتضح هذا الإتجاه بشكل واضح في عدة مشاريع مثل "جناح عرض Hygroskin - meteorosensitive Pavilion" صورة رقم (١٢) و(١٣) و الذي تم تصميمة من قبل "معهد التصميم الحاسوبي بجامعة شتوتجارت- ألمانيا Germany – ICD University of Stuttgart"، فهو عبارة عن جناح عرض حساس للتغيرات الجوية بالإعتماد على التغير التشكيلي القائم على عمليات رياضية حسابية مقترنة بتقنيات التصنيع الرقمي، حيث يقوم الهيكل الخارجي لجناح العرض بالفتح و الإنغلاق استجابة للتغيرات في الرطوبة النسبية للبيئة المحيطة دون الحاجة إلى معدات تقنية أو إمدادات طاقة خارجية أو أي نوع من التحكم الإلكتروني أو ميكانيكي ، و يتم ذلك من خلال مكونات هيكلية مصنعة روبوتياً خفيفة الوزن مصنوعة من ألواح الخشب الرقائقي المطاطي بالإعتماد على التقنيات البارامترية و قدرات و إمكانيات برامج النمذجة الحاسوبية. المصدر (https://www.researchgate.net/publication/339943775_RESILIENCE_BETWEEN_MITIGATION_AND_ADAPTATI

°MAD Architects : (يشار إليها أحيانًا باسم MAD أو MAD Studio) هي شركة تصميم معماري مقرها في بكين ، الصين ، ولها مكاتب في لوس أنجلوس ومدينة نيويورك وروما. يقود MAD Architects حاليًا Ma Yansong و Dang Qun و Yosuke Hayano

ON/figures?lo=1&utm_source=google&utm_medium=orga
nic)

صورة رقم (١٢) و (١٣) و يتضح بهم جناح عرض Hygroskin- meteorosensitive Pavilion من حيث التشكيل الخارجي و تشكيل الحيز الداخلي للجناح



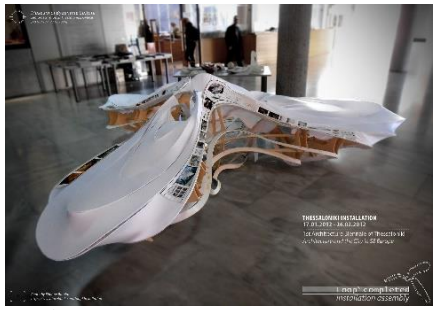
صورة رقم (١٤) و يتضح بهم استجابة الرقائق الخشبية في الغلاف الخارجي للتغيرات البيئية و تغير شكلها ، و كذلك يتضح الهيكل المكون منه هذه الرقائق

(https://www.researchgate.net/publication/273060832_HygroSkin_-_Meteorosensitive_Pavilion)

٢-٢-١ هياكل تفاعلية تستجيب للاستخدام الإنساني:

نجد أن مشروع "Loop_3/Co-de-IT" صورة رقم (١٥) تعتمد فكرته الرئيسية على دراسة دور الإنحناء الناتج عن التفاعل الإنساني مع المقعد على الأداء الوظيفي و الهيكلي و الجمالي له و ذلك لإكشاف الإستجابة العقلانية للأشكال معقدة الإنحناء مع الإداء الجمالي و الوظيفي للفراغ من خلال مقعد "Loop".

المصدر (https://www.evolo.us/loop_3-installation-investigates-mathematical-trigonometric-functions/)



صورة رقم (١٥) يتضح بهم مشروع Loop_3 ذو الكسوة المعدنية و تظهر فيه الهيكل الإنشائي القائم على المنحنيات الناتجة من دراسة المعادلات الحسابية التصميمة لاستكشاف إستجابة المنحنيات المعقدة من خلال برامج النمذجة الحاسوبية Grasshopper & Rhinoceros

https://www.arch2o.com/loop_3-co-de-it/

و لذلك نستنتج أن التصميم البارامتري يعمل على دمج الحيز الداخلي بالهيكل المعماري الخارجي ليصبح غشاءً إنتقالياً يحقق الانتقال من الخارج للداخل، فتصبح العلاقة تبادلية تعتمد على التحولات المستمرة التي تحدث في الهيكل الخارجي استجابة للمؤثرات المختلفة، الأمر الذي يكون له تأثير تفاعلي "Interactive Impact" على الفراغات الداخلية.

٧- تعريف مصطلح البارامتري Parametric:

"Parametric" هو مصطلح مشتق من كلمة "Parameter" و الذي يعود لأصل المقطع اليوناني "Para" و التي تعني "Subsidiary" أو "Beside" أي بجاني أو إضافي بالإضافة إلى مصطلح "Metron" و الذي يعني قياس.و يتم تعريف مصطلح "Parameter" في الرياضيات على أنها (كمية ثابتة في الحالة التي يتم النظر فيها و لكنها متغيرة في حالات مختلفة). (Hudson, 2010)

٧-١ التصميم البارامتري Parametric Design:

التصميم البارامتري هو ألية تصميم قائمة على الحسابات الخوارزمية التي تتم بناءً على مجموعة من المدخلات "Inputs" التي يتم معالجتها بواسطة برامج الحاسب الألي المصممة لهذا الغرض، في صورة خطوات حسابية أو رياضية و منطقية متسلسلة يتم محاكاتها بصرياً وصولاً إلى الناتج التصميمي المطلوب، فالتصميم البارامترى هو نهج تصميمي قائم على الكمبيوتر يعالج الخصائص الهندسية للتصميم كمتغيرات و ليس طريقة تفكير. (Malaeb & Ma, 2019)

و يمكن تلخيص الطرق و القيم الممكنه لإسلوب معالجة المدخل البارامتري والتي تتراوح بين أساليب معالجة موضوعية و تتضمن "العمليات الرياضية أو المعادلات الرياضية ، أو الخوارزميات ، أو الأحكام ، أو بطرق أخرى"، و أساليب معالجة ذاتية و التي تتضمن التحكم الذاتي عن طريق معدلات التحول أو بطرق ذاتيه أخرى.

٧-٢ تقنيات النمذجة البارامترية Parametric Modeling:

تعتبر العمارة البارامترية من أنماط العمارة الرقمية المعاصرة و التي تعتمد على البرامج و الخوارزميات و أجهزة الحاسب الألي لمعالجة المعادلات لأغراض التصميم. و من أهم السمات المميزة لهذا التوجه أن عناصر التصميم تتبع متغيرة بارامترياً و قابلة للتكيف المتبادل، حيث يرى

"شوماخر" أن العمارة البارامترية استطاعت دمج كل العناصر المعمارية و حولتها إلى عناصر أو محددات خوارزمية سهلة التشكيل و التحويل مما يساعد على تقوية العلاقات بين مكونات و أشكال المشروع و علاقة المبنى بمحيطه و التحول عن النماذج الهندسية الكلاسيكية "الأسطوانة و المكعب و الكرة و الهرم" التي إعتمد عليها التشكيل المعماري الكلاسيكي و الحديث. و قد تم إكتشاف عدد من الجوانب الخاصة بالتصميم الرقمي و التي تتمحور حول ثلاث مفردات رئيسية متمثلة في:

٧-٢-١- تعريف البارامترات التصميمية: و يمكن تعريفها على أنها مجموعة من المدخلات الممكنة و التي يتم تعينها من قبل مجموعة من المتغيرات للمخرجات الممكنة و المعروفة بفضاء التباينات، كما أن البارامترات في التصميم يمكن أن تتراوح بين كونها مواصفات تصميمة أو قيود تصميمية او مقياس أو معيار تصميمي.

٧-٢-١-١ مصدر إشتقاق البارامترات: تتنوع المصادر التي تستمد منها البارامترات، حيث يمكن أن تستمد من الوظيفة عن طريق إعتبار أن التصميم البارامتري هو تصميم يبدأ بالتناسب الواعي أو غير الواعي لقيم البارامترات التي تصف المتطلبات الوظيفية و القيود للشكل المصمم و التي تحدد مجموعة الحلول الممكنة.

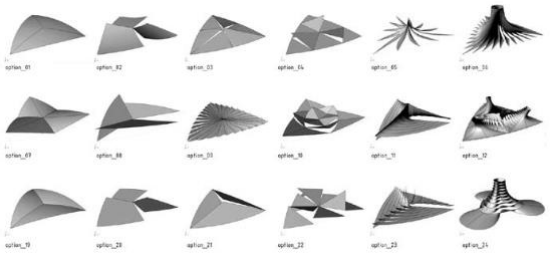
و من الأمثلة على إشتقاق البارامترت من الطبيعة مشروع The National Swimming Centre, the Water Cube صورة رقم (١٦) المصمم من قبل PTW Architects و CSCEC و ARUP و المستمد فكرتة من فقاعات الماء في حالة التجمع.

صورة رقم (١٦) توضح مشروع The National Swimming Centre, the Water Cube

https://en.wikipedia.org/wiki/Beijing_National_Aquatics_Centre

ويقترح نهج التصميم القائم على الأداء على دمج معايير الأداء البيئي في نماذج التصميم التراكمي والبارامتري لتحسين الأداء، حيث أصبحت هذه الأنظمة ذات الطبيعة التوليدية مصدر إلهام للمصممين في إيجاد الشكل .

وفي دراسة أخرى يتم تشفير مبادئ الأدائية في النموذج البارامتري نفسه وتوليد البدائل التي تستجيب جميعا لمعايير الأداء. فالنموذج البارامتري يمكن أن يقترن مع أدوات محاكاة الأداء الخارجي التي تتقصى فضاء البحث (الحلول البديلة) الذي تم إنشاؤه بواسطة النموذج البارامتري. و تبين الصورة رقم (١٧) العديد من التشكيلات الجيومترية لمقر إدارة شركة البترول البريطانية المصمم من قبل Adams Kara Taylor حيث يعتمد التوجه البارامتري في الإستكشاف الذي يأخذ بعين الإعتبار على حد سواء الجودة الجمالية و التصميم الإبداعي و الهيكل السقفي و الجدوى الإنشائية.



صورة رقم (١٧) توضح مقر إدارة شركة البترول البريطاني في Sunbury

٧-٢-١-٢- نوع المدخلات البارامترية: في التصميم المعماري البارامتري تمثل البيانات جزءاً لا يتجزأ من الكيان الثلاثي الأبعاد 3D المحددة مسبقاً، فبدلاً من رسم خطوط وأقواس وما إلى ذلك يمكن للمصممين إدراج المكونات والأبواب والنوافذ والعناصر الإنشائية والسلالم والأسقف، حيث يتم تجميع القيم المختلفة من البارامترات والعلاقات فيما بينها وتخزينها في قاعدة بيانات البرمجة الجرافيكية ويتم عرضها للمستخدم من خلال تمثيل مرئي على الشاشة ويمثل حجم العنصر كبعد يمكن تغييره من خلال النقر على الماوس على قيمة محالة ليتم تغيير النموذج بشكل تفاعلي بحيث يمكن إعادة توليد التصميم في تكوينه الجديد.

ويمكن أن تكون البارامترات قيمة رقمية، وعلاقات ويمكن أن تشمل حتى البارامترات الجرافيكية الموجودة في النموذج مثل قطعة أرض المبنى، وسياق المبني، وتقسيم الغلاف. وتصنف المتغيرات البارامترية إلى نوعين هما: المتغيرات المستقلة والمتغيرات المعتمدة. ويتم تعريف المتغيرات المستقلة بكونها مدخلات رقمية يعرفها المستخدم ويمكن السيطرة على قيمتها وتغييرها (مثل إرتفاع المثلث)، بخلاف

المتغيرات المعتمدة التي تمثل قيمتها محصلة ونتيجة لقيم المتغيرات المستقلة (مثل مساحة المثلث). ويتم إعتبار أن المدخلات البارامترية تتنوع وفقا لأنواع القيود وهي القيود البعدية التي تمثل مدخلات رقمية تلعب دورا أساسيا في تعريف الشكل الجيومتري للفكرة التصميمية، وهذه القيود تجعل العناصر الجيومترية معتمدة على المتغيرات التي تعرفها. والقيود الجيومترية التي تساعد على تحديد كيفية ارتباط العناصر الجيومترية مع بعضها، على سبيل المثال يعتمد الشكل النهائي لقوس على القوس الأخر والعكس بالعكس، حيث تكون المدخلات عبارة عن علاقات جيومترية مثل (أفقي، عمودي، متناظر وغيرها). وتعمل كلا القيود الجيومترية والبعدية جنباً إلى جنب لتمكين الخاصية الديناميكية للنماذج البارامترية.

٧-٢-١-٣ أسلوب إختيار المدخلات البارامترية المستقلة:
تتراوح طرق تحديد قيمة البراميتر من العلاقات الرياضية إلى التفكير المنطقي، أو التقديرات والتخمينات العشوائية . ويعتمد عدد حالات التصميم التي يمكن أن يولدها النموذج البارامتري على التوازن بين المخطط البارامتري والقيود ودرجات الحرية لمكونات البراميتر والتمثيل الجيومتري للنموذج، إذ يحدد المخطط البارامتري ما هي الخصائص الخاضعة للتحولات البارامترية، ويحدد قيمة الخطوة المحالة للبارامترات إلى جانب قيود الزيادة التي يمكن أن تتغير فيها البارامترات.

و يمكن إختصار تعريف البارامترات التصميمة و متغيراتها و قيمها الممكنة في الجدول التالي جدول رقم (١) [٦]:

جدول رقم (١) يوضح تعريف البارامترات التصميمية و متغيراتها و قيمها الممكنة:

	تعريفات	المتغيرات	القيم الممكنة
تعريف البارامترات التصميمة	ماهية البارامترات		مواصفات تصميمة
		قيود تصميمة	يعرف الحدود الممكنة للتصميم (المدخلات)
			يعرف النتائج المطلوبة من التصميم (المخرجات)
		مقياس أو معيار تصميمي	مقياس كمي
			مقياس نوعي
	مصدر إشتقاق البارامترات		بيئي – شكلي – وظيفي – إنشائي – جمالي – تقني - أخرى

	تعريفات	المتغيرات		القيم الممكنة
تعريف البارامترات التصميمة	نوع المدحلات البارامترية	مدخلات مباشرة (متغيرات مستقلة)	قيم رقمية	قيم رقمية معزولة عن البارامترات الأخرى
				قيم رقمية مؤثرة على البارامترات الأخرى
			علاقات شكلية	مؤثرة على العلاقات التصميمة الأخرى
				غير مؤثرة على العلاقات التصميمة الأخرى
			خصائص شكلية	معزولة عن الخصائص الأخرى
				مؤثرة على الخصائص الأخرى
		مدخلات غير مباشرة (متغيرات معتمدة)	بعدية	
			جيومترية	علاقات شكلية
				خصائص شكلية

	تعريفات	المتغيرات	القيم الممكنة
تعريف البارامترات التصميمة	أسلوب إختيار المدخلات	نوع الإختيار	إختيار مقيد من بين مجموعة محدودة القيم
			إختيار عشوائي من بين مجموعة غير محدودة من القيم

[٦] جدول رقم (١) بواسطة الباحثة.

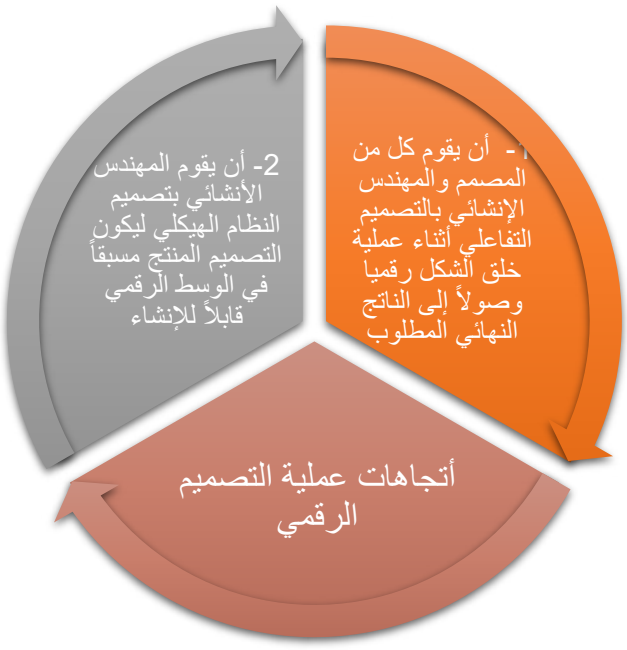
	البارامترية المستقلة	القائم بعملية الإختيار	المصمم
			البرنامج الحاسوبي
	أسلوب معالجة المدخلات البارامترية المعتمدة	أساليب المعالجة الموضوعية	عن طريق المعادلات الرياضة
			عن طريق العمليات الرياضية
			عن طريق الخوارزميات
			عن طريق الأحكام (IF-then)
			أخرى
		اساليب معالجة ذاتية	التحكم الذاتي عن طريق معدلات التحول
			أخرى

٧-٢-١ النمذجة البارامترية و عملية التصميم:

إن النمذجة البارامترية لها دور هام في عملية التصميم حيث تتنوع أدوارها في عملية التصميم المعماري و التصميم الداخلي إذ يتم استخدامها لأغراض مختلفة. (Aish & Hanna, 2017)

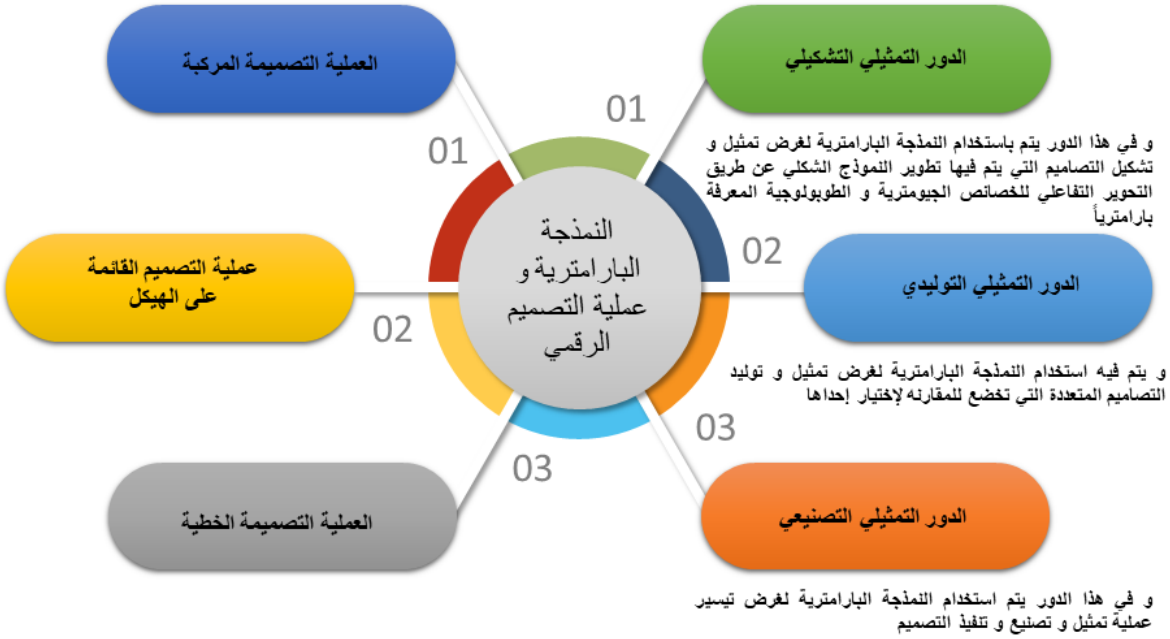
٧-٣ عملية التصميم الخوارزمي الرقمي Algorithm Digital Design Process:

لقد مثل اهتمام المصممين بأعتبارات خلق الشكل وفقاً للنماذج الرئيسية في العملية التصميمية الرقمية وما نتج عنه من أشكال معقدة تحدياً لإيجاد حلول إنشائية موازية. إذ مثلت الأشكال غير النظامية تحدياً للمصممين لإيجاد حلول إنشائية مثالية. وأستدعى ذلك أن يعمل كل من المهندس المعماري والإنشائي و المصمم الداخلي سوياً ضمن عمليات تصميمية إنشائية موحدة بمساعدة التكنولوجيا الرقمية، للتغلب على المشاكل الإنشائية، و قد نتج عن ذلك علاقات جديدة بين الشكل والمنشأ في التصميم الرقمي، فقد اتخذت العملية التصميمة اتجاهين رئيسيين لاستكمال التوضيح وهما : (عبد الجليل، ٢٠١٨)



شكل رقم (١) يوضح اتجاهات عملية التصميم الرقمي (عبد الجليل، توليد الشكل و علاقته بالهيكل في العمارة الرقمية، ٢٠١٨)

و يمثل التوجهان عمليتين تصميميتين مختلفتين، ويمكن أن تصنف عملية النمذجة و التصميم الرقمي وفقاً للمخطط التالي رقم (٢):



شكل رقم (٢) يوضح ادوار النمذجة البارامترية و عمليات التصميم الرقمي

٧-٤ تأثير التصميم البارامتري تشكيلياً على الحيز الداخلي:

إن التصميم البارامتري و ما يقدمه من بدائل تصميمية متعددة و غير متوقعة له تأثير كبير على سمات الحيز الداخلي للمصمم و التي يعد من أهمها ما يلي:

٧-٥ تطور الكتلة التشكيلية للحيز الداخلي:

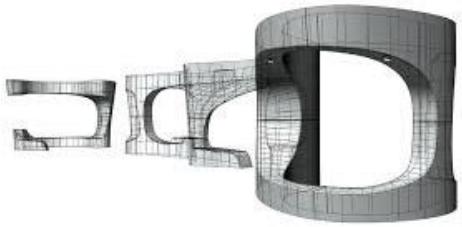
لقد تحولت تشكيلات الفراغات الداخلية إلى حيزات معقدة هندسياً تخلق متعة مضاعفة لمستخدمي هذه الفراغات، و من أهم هذه التطورات ما يلي في الجدول التالي جدول رقم (٢)[٧]:

١- المرونة التصميمة كمحرك أساسي للمرونة الشكلية	- يعد مبدأ المرونة هو أساس التصميم البارامتري العددي، و الذي يتم تحقيقة في الحيز الداخلي البارامتري إما بشكل إنشائي عن طريق إنشاء عناصر تصميمة تتحقق بها المرونة ، أو بشكل تشكيلي و ذلك عن طريق التعامل الجيد مع الأسس التصميمية. - يتحقق مبدأ المرونة في الحيز الداخلي من خلال التعامل مع التقنيات البارامترية و برامج النمذجة في مختلف مراحل التصميم. (عاشور، ٢٠١٠)
٢- تعبير الشكل عن فلسفة التصميم	- إن الحلول التصميمة الانهائية التي يوفرها تقنيات التصميم البارامتري قد كان لها أثر عظيم على فلسفة التصميم الداخلي في الأونة الأخيرة، حيث أنها غيرت من طبيعة تفكير المصمم و مفهوم الإبداع التصميمي لديه، و هو ما قادنا إلى حيز داخلي غير نمطي يتسم بالتشكيلات الغنية المبتكرة مما أدى أيضاً إلى ظهور إتجاهات تصميمة جديدة. - أهتم المصممين بما يعرف ب"الحيز الطوبولوجي Topological Space" و فيه يكون الحيز الداخلي متغير الخواص "Heterogeneous" بدلاً من الفراغ المتجانس "Homogeneous" المعتمد على الهندسة الإقليديسية.

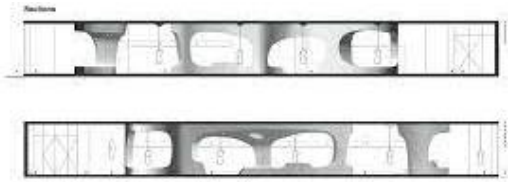
[٧] جدول رقم (٢) بمعرفة الباحثة.

- لم يعد الفراغ الداخلي هو الصندوق المغلق أو المفتوح للخارج و المنتظم ذو المقاييس الثابتة المتكررة و الزوايا القائمة، بل أصبح فراغاً غامضاً مثيراً للفضول لا يمكن إدراك حدودة بسهولة و هو ما مثل تجربة مكانية جديدة لمستخدميه. المصدر (http://www.asymptote.net/miele-ny-page)

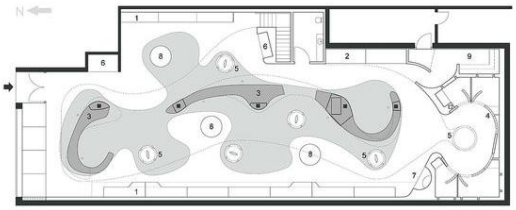
- مثال مشروع "أتيليه Carlos Miele Flagship" من تصميم " Asympotote Architecture" صورة رقم (١٨) و (١٩)



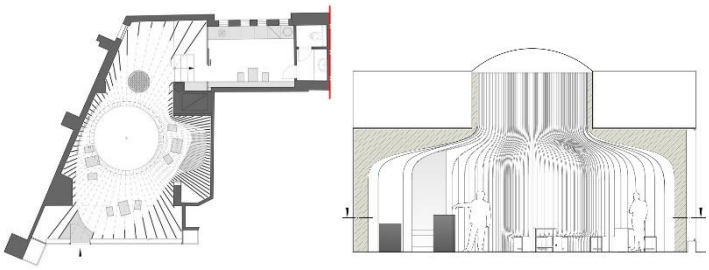
صورة رقم (١٨) و (١٩) و يتضح بهم استخدام برامج النمذجة في مراحل العمل على التشكيلات النحتية و معالجات الأسطح الداخلية للمتجر

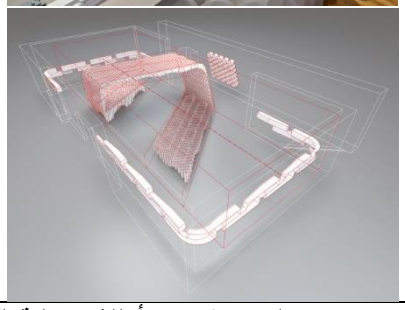


صورة رقم (٢٠) و (٢١) و يتضح بهم المساقط الرأسية و الأفقية للمشروع حيث نرى الحيز الداخلي للمتجر ذي التشكيلات النحتية التي تلاشت فيها الحدود الواضحة بين الحوائط و الأرضيات و الأسقف



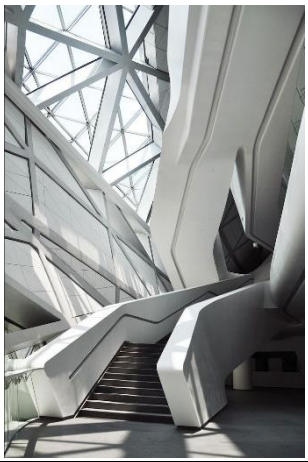
صورة رقم (٢٢) و (٢٣) و التي يتضح بهم الحيز الداخلي لمشروع أتيليه Carlos Miele Flagship و يظهر بهم استخدام الخطوط المنحنية الناعمة المعبرة عن أنوثة و جمال المرأة
https://www.architonic.com/en/project/hani-rashid-carlos-miele-flagship-nyc/5100171

٣- ظهور أنماط جديدة لتخطيط الحيزات الداخلية	- نظراً للتغيرات التي طرأت على العملية التصميمة و فلسفتها و فكرها نتج عنه أنواع جديدة من الحيزات الداخلية و منها:	
	١- الحيزات الداخلية الضمنية أو المقنعة	- هي تلك الحيزات الداخلية الجديدة التي يصبح فيها الحيزات الأصلية و هيكلها المعماري عبارة عن مجرد غلاف يتم إهماله و العمل على تمويهه و ذلك من خلال قيام المصمم بعمل تصميم جديد يمثل بطانة لتغليف الأسطح الداخلية الأصلية بالكامل مما ينتج عنه فراغاً داخلياً جديداً و مختلفاً بشكل كل عن الحيز الأصلي، و كمثال على هذه الحيزات محل لعرض منتجات شركة دلما للشاي "T-Boutique Studio Pha" من تصميم "مكتب فا" صورة رقم (٢٤) و (٢٥). (صدقي، ٢٠١٣) صورة رقم (٢٤) (٢٥) و يتضح فيهم التصميم الداخلي لمحل T-Boutique Studio Pha و يتضح فالتصميم الداخلي للمحل أن المصمم قام يعمل بطانه لتغليف الأسطح الداخلية الأصلية بالكامل و قام بالأعتماد على الإضاءة الطبيعية و هو ما ينتج حيزاً داخلياً جديداً و مختلفاً كلياً عن الحيز الأصلي  صورة رقم (٢٦) و يتضح بهم المساقط الرأسية و الأفقية لمحل T-Boutique Studio Pha و يظهر فيهم استخدام الشرائح الخشبية في إعادة تشكيل الفراغ الداخلي الضمني الجديد https://www.arch2o.com/t-boutique-studio-pha/ https://www.archdaily.com/517666/t-boutique-studio-pha
	٢- الحيزات الداخلية المجمعة	- هي عبارة عن حيزات داخلية تحتوي على مجموعة من العناصر التي عادة ما تكون متصلة ببعضها البعض اتصالاً مباشراً بدون أي قواطع داخلية. - يتم التعامل في هذه الفراغات مع الحيز الأصلي بطريقة حيادية حيث تقوم فكرة الحيز الداخلي المجمع على إهمال مميزات الحيز الأصلي و التركيز على المحتويات الموجودة بداخلة. - يتبع هذا الفكر التصميمي مصممي فراغات العرض بشكل خاص مثل المعمارية "زها حديد"، حيث يتم استخدام الفراغ لعرض أكثر من مجموعة من المعروضات في مجموعات تتصل كل واحده منهم بالأخرى داخل حيز محايد، حيث أنه عند التصميم يتم التركيز و الإهتمام بالعلاقة التفاعلية بين مجموعات العرض على عكس هيكل و شكل الفراغ الأصلي. (صدقي، ٢٠١٣)

		   صورة رقم (٢٧) و (٢٨) و يتضح فيهم تصميم معرض التصميمات المعمارية Translucent High-density Installation حيث يظهر فيه سمات الحيزات المجمعة من تحييد الحيز الأصلي و إهمالة و التركيز على المعروضات بشكل أساسي https://www.evolo.us/translucent-high-density-polyethylene-installation/
	٣- الحيزات الداخلية الديناميكية	- هي حيزات تحقق مبدأ الإستمرارية اللانهائية إنشائياً بشكل تدريجي تصاعادياً أو تنازلياً مع الناحية التشكيلية. - تتصف الحيزات الديناميكية بضرورة الإستعانه ببرامج النمذجة و تقنيات التصميم البارامتري في التصميم، حيث أنها تعطي الإمكانية للتحويل و التطوير بشكل لا يمكن التنبؤ به إلا من خلال عمليات الذكاء الإصطناعي التي تتم من خلاله. - يعد أسلوب تصميمي يجمع بين التأثيرات الخارجية و المرونة الداخلية للنموذج الأصلي. - تحدث الديناميكية في الحيزات الداخلية من خلال مجموعة من العناصر و هي : • التنوع بين الخطوط المرنه و اللينة و المنكسرة و المستقيمة. • تنوع المواد و الخامات المستخدمة في التصميم. • تنوع الملامس و الألوان. • تنوع نظم الإضاءة الطبيعية و الصناعية. (صدقي، ٢٠١٣) - و كمثال على هذا الإتجاه مشروع "دار أوبرا جوانجزو Guangzhou Opera House" للمعمارية "زها حديد" صورة رقم (٢٩) صورة رقم (٢٩) و يتضح بها الكتلة الخارجية لمشروع "دار اوبرا جوانجز" و يظهر به الديناميكية و الحركة التي يتميز بها المبنى و تنعكس بشكل مباشر على الفراغات الداخلية

صورة رقم (٣٠) و يتضح بها سمات الحيزات الداخلية الديناميكية حيث اعتمد المصمم على استخدام الخطوط المنكسرة للحصول على تشكيلات داخلية جديدة، كما يتضح الإنسيابية في الإنتقال و الحركة بين الحيزات الداخلية للمبنى

صورة رقم (٣١) و (٣٢) و يتضح بهم استخدام المصمم للخطوط المنحنية في التصميم مما يحقق المرونة و الديناميكية في الفراغ الداخلي



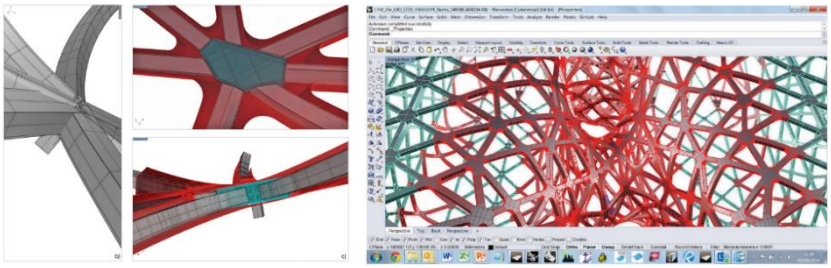
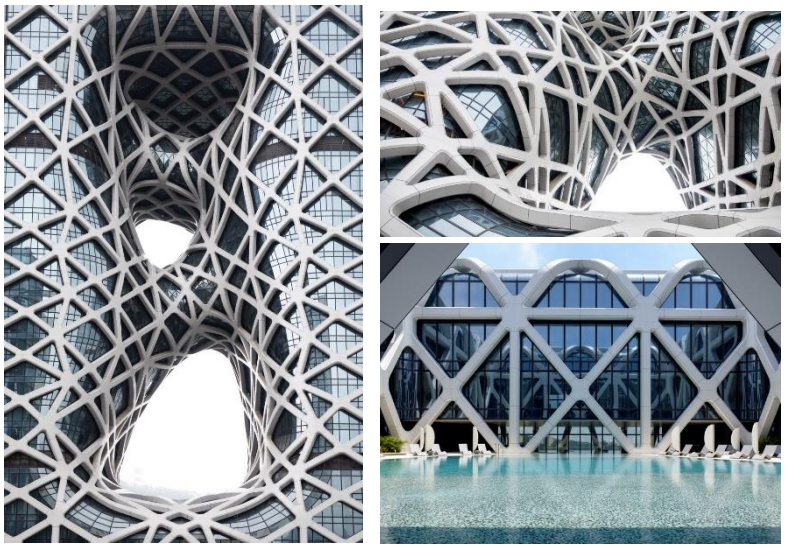
صورة رقم (٣٣) و (٣٤) و يتضح بهم تنوع نظم الإضاءة بين الطبيعية و الصناعية في التصميم و الإعتماد على الواجهات الزجاجية مما جعل الحيزات الداخلية مفتوحة بصرياً و هو ما يحقق إنسيابية في التصميم

٨- و يعد مشروع "فندق مورفيس Morpheus Hotel " صورة رقم (٣٥) للمعمارية "زها حديد" من أحد الأمثلة الهامة على أثر تطور الفكر المعماري بسبب الثورة الرقمية، حيث أنه فندق فاخر من الطراز المستقبلي الجديد في مدينة ماكاو الصينية، وهي مناطق إدارية خاصة في الصين تديره Melco Resorts & Entertainment ، تم افتتاحه في يونيو ٢٠١٨ ، وتم وصفه بأنه "أول مبنى شاهق في العالم مرتبط بالهيكل الخارجي ، و يتكون الهيكل الخارجي من شبكة من الفولاذ تغلف ٤٠ طابقًا من الزجاج مع إنسيابية مستوحاة من نحت اليشم الصيني، و يحتوي التصميم الداخلي على أرضية ألعاب ومسبح على السطح ومعرض فني حديث ومطاعم .

شكل رقم (٣٥) و يتضح فيه فندق مورفيس للمعمارية زها حديد

(https://www.designboom.com/architecture/zaha-hadid-morpheus-hotel-city-dreams-resort-macau-china-06-14-2018/)

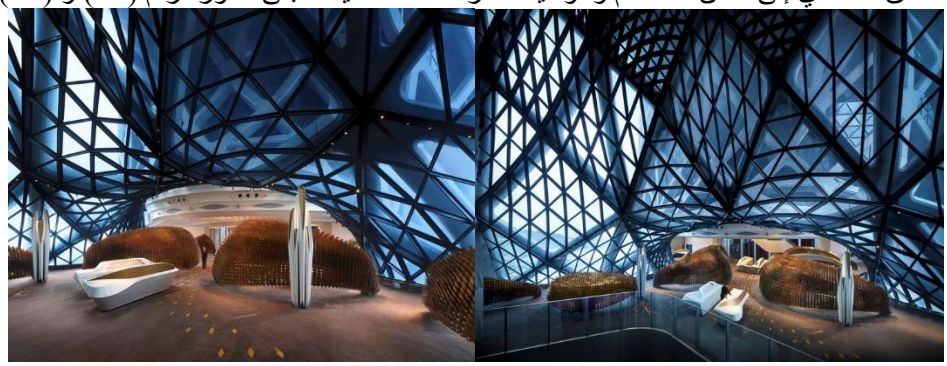
جدول رقم (٣)[٨] تحليل الفكر التصميمي للمشروع وفقاً لمخطط النمذجة و التصميم الرقمي:

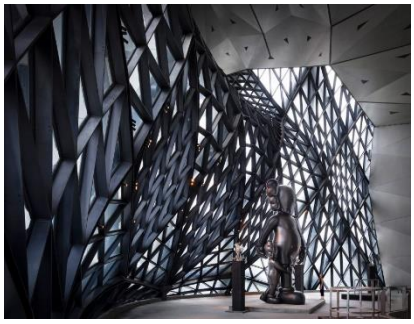
عمليات التصميم الرقمي في المبنى		يعد مبنى قائم على ألية التصميم الرقمي المركب حيث أنه يعتمد على الإنسيابية في التصميم مع استخدام الشبكة الجيومترية ، و يتم اعتباره مبنى معماري مستطيل الشكل ارتفاعه ١٦٠ م و يشمل المبنى سلسلة من الفراغات المنحنية التي تولد أشكالًا منحوتة تحدد الأماكن و الحيزات الداخلية العامة للفندق.
		يعتمد تصميم المبنى القائم على الهيكل حيث تم وصفه بأنه "أول مبنى شاهق في العالم مرتبط بالهيكل الخارجي"، و يتكون الهيكل الخارجي من شبكة من الفولاذ تغلف ٤٠ طابقاً من الزجاج مع إنسيابية مستوحاة من نحت اليشم الصيني.
النمذجة الرقمية	دور تمثيلي تشكيلي	تم استخدام برنامج النمذجة Rhino ، جنباً إلى جنب مع البرنامج المساعد Grasshopper ، للتحكم في خطوط الهيكل الخارجي وتنسيقه على الواجهة ذات الشكل الحر صورة رقم (٣٦) و (٣٧).  صورة رقم (٣٦) و (٣٧) يتضح بهم استخدام برامج النمذجة الحاسوبية في تصميم الفندق
	دور تمثلي توليدي	تم استخدام النظام الخوارزمي البرامتري التوليدي في توليد شبكة معقدة غير موديولية نتج عنها شبكة مثلثة الشكل تشكل شبكة الهيكل الخارجي للفندق و لتوليد شكل الدعامات باستخدام شبكات ثلاثية الأبعاد و تم استخدام هذه الشبكات المثلثة الشكل في التصميم الخارجي و التصميم الداخلي للفندق صورة رقم (٣٨) و (٣٩) و (٤٠).  صورة رقم (٣٨) و (٣٩) و (٤٠) و يتضح بهم شكل الشبكة الغير موديولية المولدة بواسطة طرق التصميم الرقمية و الناتج عنها شبكة معقدة التكوين https://en.wikipedia.org/wiki/Morpheus_(hotel)

[٨] جدول رقم (٣) بمعرفة الباحثة.س

النمذجة الرقمية	دور تمثيلي تصنيعي	- تم استخدام الأنظمة البارامترية في العديد من المستويات الأخرى لهذا المشروع ، من إنشاء التصميم إلى التصنيع الرقمي ، و ذلك لتوثيق و تدقيق الإنشاء تلقائيًا وجمع الهيكل الخارجي المكون من الوصلات الهيكلية و الكلادينج ، كما تم استخدام أدوات بارامترية نصية ومرئية في جميع مراحل المشروع. - تم استخدام طرق التصميم الخوارزمية التوليدية في التصنيع و استخدم المعطيات لتحسين و إنشاء ٢٥٠٠ وصلة لهذا الهيكل الفولاذي صورة رقم (٤١) و (٤٢). صورة رقم (٤١) و (٤٢) و يتضح بهم الهيكل الخارجي للمبنى و المكون من صفائح وأنابيب وأقسام ملفوفة من الصلب الإنشائي مثنية و التي تم استخدام طرق التصنيع الرقمي لتجميع الهيكل الخارجي المكون من الوصلات الهيكلية و الكلادينج

جدول رقم (٤) يوضح تأثر التصميم الداخلي للمشروع بتقنيات التكنولوجيا الرقمية:

تأثر التصميم الداخلي للمبنى بالتكنولوجيا الرقمية	الشبكة الهندسية الهيكلية للهيكل الخارجي معتمدة إنشائياً على الجاذبية والأحمال الجانبية مما يقلل من الحاجة إلى الأعمدة الداخلية و يسمح بمساحات كبيرة مفتوحة داخل الفندق، كما يعد أول مبنى في آسيا بدون أي عمود داخلي و الفندق مكون من هيكليين أساسيين حيث أولاً ، يمتد قلبان من الخرسانة المسلحة إلى الإرتفاع الكامل للهيكل ومن هذه الخرسانة ، تمتد عوارض الأرضية إلى المحيط من المبنى مروراً بعمود دعم وسيط، و عند المحيط ، تمر عوارض الأرضية عبر الواجهة لتتصل بالهيكل الخارجي، حث أنه وفقًا لـ ZHA ، يعد المبنى "أول هيكل خارجي مرتفع حر في العالم" ، مع شبكته الهندسية الإنشائية التي تلغي الحاجة إلى الجدران الداخلية أو الأعمدة التي من شأنها تشويش داخل الفندق مما أدي إلى حسن استخدام و توظيف الفراغات الداخلية للمبنى صورة رقم (٤٣) و (٤٤).  صورة رقم (٤٣) و (٤٤) و يتضح بهم الحيز الداخلي للفندق و الانسيابية في التصميم https://www.dezeen.com/2018/06/15/zaha-hadid-architects-morpheus-hotel-in-macau-architecture/

تأثر التصميم الداخلي للمبنى بالتكنولوجيا الرقمية	- يمر اثنا عشر مصعدًا زجاجيًا عبر Morpheus ، في الردهة على جانبي الفندق و التي تعطي للضيوف إطلالات رائعة على التصميم الداخلي والخارجي للفندق أثناء تنقلهم بين فراغات المبنى و كذلك تمنح إطلالات بانورامية على الديكورات الداخلية المنحوتة للفندق و مدينة ماكاو المنتشرة في الأسفل صورة رقم (٤٥) و (٤٦) و (٤٧).  صورة رقم (٤٥) و (٤٦) و (٤٧) و يتضح بهم يتضح فيهم اثنتا عشر مصعداً زجاجياً في الردهة على جانبي الفندق و التي تعطي للضيوف إطلالات رائعة على التصميم الداخلي والخارجي للفندق
	- أن التموج في شكل المبنى الناجم عن القبوب الثلاثة في الزجاج الذي يربط الواجهتين الشمالية والجنوبية يخلق مساحات فريدة داخل المبنى صورة رقم (٤٨). صورة رقم (٤٨) يتضح فيها فجوة منحوتة في الهيكل المستطيل لمبنى الفندق مكونة نوافذ تشكل مشاهدات و رؤية للمدينة في التصميم و الذي كان وفقًا للمهندسين المعماريين مستوحى من تقنيات نحت اليشم الصينية التقليدية التي تنتج أشكالًا سائلة من المعادن الصلبة
	- يقلل الزجاج عالي الأداء من اكتساب الطاقة الشمسية ، كما أن حواف الهيكل الخارجي توفر التظليل فبدلاً من تبريد الردهة بالكامل تم فقط تبريد المناطق المستخدمة من قبل الموظفين والضيوف مثل الصالات والمطاعم عن طريق تزويدها بتكييف هواء محلي.

النتائج:

١- أحدثت تكنولوجيا الاتصالات ثورة في عالم التصميم الداخلي حيث مكنت المصمم من إيجاد فراغات داخلية و كتل معمارية كان من الصعب التعبير عنها بوسائل التصميم التقليدية.

٢- وجد المصمم في عصر الثورة الرقمية الأداة التي يستطيع بها التعبير عن أفكاره التصميمة مهما بلغ تعقيدها حيث يمكن تخيل و تعديل هذه الأفكار قبل التنفيذ حيث أن برامج النمذجة الحاسوبية أداة سهلة التطويع طبقاً لفكر المصمم و اتجاهاته.

٣- لعبت الثورة الرقمية دوراً بارزاً في تغيير عناصر الحيزات الداخلية بما يتلائم مع راحة المستخدم و بما يوفر إمكانية استخدام أفضل للحيز الداخلي.

٤- أدى إستخدام التصميم البارامتري إلى تغير كبير في الناحية الوظيفية للتصميم الداخلي حيث ظهرت حيزات تتسم بالمرونة في تنظيم و تخطيط الوظائف و دمجها.

٥- أدى إستخدام أدوات التصميم البارامتري في عملية التصميم إلى تخطي القيم التشكيلية و الجمالية المتعارف عليها و خلق تصميمات ذات أنماط تشكيلية مبتكرة.

التوصيات:

١- يجب على المصممين مواكبة التطور الهائل في مجال التصميم الداخلي حول العالم أول بأول، و الإطلاع المستمر على الإتجاهات التصميمة المستحدثة خاصة في عصر الثورة الرقمية.

٢- يجب علي أساتذة التصميم الداخلي و هيئة التعليم العالي إعتماد البعد الرقمي في مقررات التصميم مع ضرورة العمل على توفير ورشة تصنيع رقمية تحتوي على الألات المتحكم بها بواسطة الحاسوب حتى يتمكن الطلاب من التدريب و العمل عليها.

٣- يجب على المصمم تقليص دور الوسيط المبرمج و إلغاءه حتى يصبح هو قادراً على التحكم بمشروعه من جديد كما يجب تطويع الخوارزمية لتلائم المشكلات التي تظهر خلال عملية التصميم.

المراجع العربية:

١- ألفت عبد الغني سليمان، منهجية التصميم المعماري و العمارة المستقبلية ، رسالة دكتوراه ، جامعة حلوان ، كلية الهندسة المطرية ، قسم عمارة ،٢٠٠٦ ، ص٤٣.

٢- إنجي فوزي عرابي، الاتجاهات المعاصرة في العمارة على ضوء العمارة الرقمية ، رسالة ماجستير ، كلية الهندسة جامعة القاهرة، قسم عمارة ،٢٠١٠ ،ص٩٨.

٣- أينور فريد سعيد الأفندي، النمذجة البارامترية في التصميم المعماري الرقمي العمارة المعاصرة بوصفها حالة دراسية، رسالة ماجستير، جامعة الموصل، كلية الهندسة قسم هندسة العمارة، ٢٠١٩ ، ص٣-٧.

٤- بسمة نبيل أحمد حسن ، التصميم البارامتري و أثره على حيزات العمارة الداخلية ، قسم الديكور ، كلية الفنون الجميلة ، جامعة المنيا، ٢٠١٨،ص١٥-١٩.

٥- رهف عرابي، "دور الحوسبة في عملية التصميم المعماري"، رسالة ماجستير، جامعة دمشق، كلية الهندسة المعمارية، قسم التصميم المعماري، ٢٠١٦ ، ص٩.

٦- زينب حامد محسن ، "التفكير البارامتري منهج تصميمي في العمارة المعاصرة" ، رسالة ماجستير ، كلية الهندسة، الجامعة التكنولوجية، ٢٠١٦ ، ص٥٥.

٧- لينا غانم يعقوب ، العمارة الرقمية "دراسة الخصائص الشكلية للعمارة الرقمية"، ورقة بحثية، الجامعة التكنولوجية ، قسم عمارة ، ورقة بحثية، ٢٠١٨ ، ص١.

٨- وائل صلاح الدين بهلول خليل ، تأثير الثورة الرقمية على مجال الوظيفة و التشكيل المعماري ، ورقة بحثية، كلية الهندسة، جامعة مصر للعلوم و التكنولوجيا ، قسم عمارة، ٢٠١٤، ص٢.

٩- وجدان ضياء عبد الجليل، توليد الشكل و علاقته بالهيكل في العمارة الرقمية، ٢٠١٨ ، ص٢٠١.

المراجع الأجنبية:

1- Abdelhameed, W. A. (2013), "Virtual Reality Use in Architectural Design Studios:A case of studying structure and construction", International Conference on Virtualand Augmented Reality in Education, Procedia Computer Science, p.221.

2- B.Tafa, 2016 ,"Hypersurface Architecture : An Interface Proposal for EPOKE University Campus Gate-Wall", Deg. Thesis , EPOKA University, Albania, p.26.

3- Dina Ezz Eldin Hassan, 2009, "An Algorithmic Approach to Digital Design a Generative Design System for Modular Housing, A Generative Design system for Modular Housing, Master Thesis, Alexandria University, faculty of Engineering, p.81.

4- Hudson, Roly, 2010 , Strategies for Parametric Design in Architecture: An application of practice led research, PHD , University of Bath, p.10.

5- J.E Harding & P. Sheppherd, 2017, "Meta-Parametric Design",Design Studies Vol.52, p.74.

6- Jamal Malaeb and Professor Wejung Ma, 2019, Artificial Intelligence in Architecture GENERAL UNDERSTANDING AND PROSPECTIVE STUDIES, SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY, p.7.

7- Kazuhiro Kojima , 2014,"Generative Processes of Architectural Configurations",

Empathic Space the Computation of Human-Centric Architecture ,Architecture Design, V84 (5), p.45.

8- Maria Carpo, 2012, "The Digital Turn in Architecture 1992-2010: ad Reader, Wiley, p.13.

9- M. Mahdavinezhad M.J Latifi & D.Diba, 2016, "Understanding Genetic Algorithms Architecture", The Turkish online journal of Design, Art and Communication, DOI NO: 10.7456/1060AGSE/023, p.974.

10- Neil Spiller, 2008,"Digital Architecture Now, a Global Survey of Emerging Talent. Thames & Hudson, P10.

11- R. Aish & S. Hanna, 2017,"Comparative evaluation of Parametric design systema for teaching design computation", Design Studies, Vol. 52,P.144.

12- Toni Österlund, 2010, "Methods for Morphogenisi and Ecology in Architecture, Diploma thesis, Kopioniini Oy, Tampere, Finland: University of Oulu, Department of Architecture, p.17.

شبكة العلومات الدولية (الإنترنت):

1- https://byarchlens.com (3-2022)

3- https://link.springer.com/article/10.1007/s00004-021-00566-9 (3-2022)

4- https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_architecture (2-2022)

5- http://www.oxforddictionaries.com/definition/english/parameter (10-2021)

6- http://en.wikipedia.org/wiki/Software_architecture (10-2021)

7- https://stringfixer.com/ar/Nurbs (10-20-21)

8- https://dynamobim.org/a-high-level-introduction-to-t-splines-in-dynamo/ (10-2021)

9- http://en.wikipedia.org/wiki/Morphogenesis (10-2021)

10- https://dynamobim.org/a-high-level-introduction-to-t-splines-in-dynamo/ (10-2021)

11- http://www.bubblemania.fr/en/architecture-harbin-opera-house-chine-2015/ (1-2022)

12- https://www.architonic.com/fr/project/mad-architects-harbin-opera-house/5103797 (1-22)

13- https://www.researchgate.net/publication/339943775_RESILIENCE_BETWEEN_MITIGATION_AND_ADAPTATION/figures?lo=1&utm_source=google&utm_medium=organic (1-2022)

14- https://www.researchgate.net/publication/273060832_HygroSkin_-_Meteorosensitive_Pavilion (2-2022)

15- https://www.evolo.us/loop_3-installation-investigates-mathematical-trigonometric-functions/ (2-2022)

15- https://www.designboom.com/architecture/zaha-hadid-morpheus-hotel-city-dreams-resort-macau-china-06-14-2018/ (5-2022)

16- http://www.asymptote.net/miele-ny-page (4-2022)

17- https://en.wikipedia.org/wiki/Morpheus_(hotel) (5-2022)

18- https://www.dezeen.com/2018/06/15/zaha-hadid-architects-morpheus-hotel-in-macau-architecture/ (5-2022)

19- https://en.wikipedia.org/wiki/Beijing_National_Aquatics_Centre (4-2022)