Journal of Engineering Sciences, Assiut University, Faculty of Engineering, Vol. 42, No. 2, March 2014, pp. 455– 478

الثورة الرقمية وأيدلوجيات الفكر والإبداع المعماري

د. علاء الدين السيد فريد حسن [1]
أستاذ مساعد بقسم العمارة- جامعة الأزهر

الشيماء حسين محمد حسن [2،*]
مدرس مساعد بقسم العمارة – المعهد العالي للهندسة والتكنولوجيا- القاهرة الجديدة

Received 19 September 2013; 14 November 2013; accepted 12 January 2014

ملخص البحث

إن القفزات التكنولوجية التي نشهدها الآن تجعل من الواضح أن المستقبل ذاهب إلى تجاوز حدود اللامعقول ، الأمر الذي يظهر بوضوح لمتتبع تاريخ التكنولوجيا والإبداع المعماري والقارئ لتطورات الحاضر، والتي تتجلى بوضوح في أبرز أعمال المعماريين الحاليين وأهم المشروعات المعمارية خلال الأعوام القليلة الماضية والتي سيطرت عليها الأشكال الحرة وغير التقليدية. وقد تزامنت هذه التغيرات مع زيادة تطبيقات التكنولوجيا في مجال العمارة وخاصة التكنولوجيا الرقمية. وقد نجحت الثورة الرقمية في دمج العديد من التطبيقات التكنولوجية والأنطلاق بها إلى تطبيقات أكثر تعقيداً وتوغلت في كافة أزرع التكنولوجيا التي تؤثر علي العمارة بشكل مباشر أو غير مباشر ، كتكنولوجيا الواقع الأفتراضي، وتكنولوجيا مواد البناء والتنفيذ ،الأمر الذي أطلق العنان للمعماريين في حرية الفكر والإبداع بدون قيود ،وطغي علي الفكر المعماري مستويات عالية من المرونة والتباين ناقلاً المعماري إلى عالم الواقع الأفتراضي .

لم يعد دور الحاسب الآلي في العمارة يقتصر علي الإظهار والتخيل بل حدث تحول جذري في المعايير التقليدية للعملية التصميمية وتحول الحاسب الآلي إلى مساعد في العملية التصميمية من خلال طرح بدائل للفكر التصميمي ،ودراسة علاقة التصميم بالموقع العام والدراسات البيئية والصوتية والضوئية للتصميم. وتناقش هذه الورقة البحثية دراسة التغير الحادث في مصادر الإبداع ومراحل العملية التصميمة في عصر الثورة الرقمية ،وينتهج البحث المنهج التحليلي المقارن في محاولة لأستنباط هذا التغير . وتنقسم هذه الدراسة إلى ثلاثة أجزاء يضم الجزء الأول المدخل التمهيدي (المفاهيم والاصطلاحات)،و يحتوي الجزء الثاني علي الدراسة التحليلية لأهم مصادر الإبداع في القرن العشرين لمراحل العملية التصميمية التقليدية وعناصر التصميم ،ويحتوي الجزء الثالث علي دراسة تحليلية لأهم مصادر الإبداع ومراحل العملية التصميمية وعناصرها في عصر الثورة الرقمية .

وقد خلصت الدراسة بان الثورة الرقمية بأدواتها قد ساهمت في استحداث مصادر إبداعية جديدة كالمعادلات الرياضية (المعادلات اللوغاريتميه والبارومترية وقوانين ميكانيكا الحركة) ،ومصادر إبداع تعتمد علي الأشكال المولدة رقمياً (الأشكال الطوبولوجيه Topological shapes، الأشكال الحرة Free Form، الأشكال البيولوجيةBio-shape) ،وتغير مراحل العملية التصميمية التقليدية في عصر الرقمية إلى مراحل التصميم الرقمي (التمثيل Representation، التوليد Generation،التقييم Evaluation، متابعة الأداء Performance).

الكلمات الدالة: (الثورة الرقمية)Digital Revolution،(التصميم الرقمي)Digital Design ،(الأشكال الرقمية الحرة) Digital free-form ،(الفراغات التخيلية) Cyberspaces،(الفراغات الهجينة) Hybrid Spaces ، (الواقع الافتراضي) Virtual Reality ، (الأشكال الغير إقليدية) Non- Euclidean ، (الأسطح متعددة المنحنيات) NURBS .

1. المقدمة

مع بدايات القرن الحادي والعشرين بدأ يتراءئ للمعماريين التغيير الواضح في أيدلوجيات الفكر المعماري، والذي تزامن مع انتشار تطبيقات الثورة الرقمية (Digital Revolution)، والتي هي نتاجاً لتداخل وتكامل أربع ثورات تكنولوجية . الأولي: ظهور الحاسب الآلي(Computer Technology) ،والثانية : ظهور وإنتشار الإنترنت (Internet Technology)، والثالثة :تطور الوسائط المعلوماتية (Media Informatics)والرابعة: ثورة المعلومات (The Information Revolution) والتي تفوق الانترنت بمفرداتها الحديثة مما أفرز العديد من الطفرات والتغيرات التي ألقت بظلالها علي المنتج المعماري بشكل عام وعلي مستوي التصميم بشكل خاص. يتضح ذلك في العديد من التغيرات التى يري البحث أنها من أهم العوامل التي أثرت بشكل واضح

* Corresponding author.
E mail address: shaimaahussein@ymail.com

علي أيدلوجيات الفكر والإبداع المعماري،ونذكر منها (تطور مراحل العملية التصميمية ، زيادة قدرة المصمم علي اختبار كفاءة المبني وقدرته علي التحليل) وغيرها .

2. إشكالية البحث

في إطار التطور التكنولوجي وخاصة الثورة الرقمية والذي ظهر في نهايات القرن العشرين وتوغلها في العمارة بشكل طال جميع مراحل التصميم بداية من الفكر مروراً بالعلاقات الوظيفية انتهاءاً بالتنفيذ،نجد نقص في الدراسات التي تتعرض للتغيرات التي طرأت علي مصادر الإبداع الفكري والتصميمي في العمارة والتي ظهرت كرد فعل لطغيان تطبيقات الثورة الرقمية علي العمارة ، الأمر الذي أوجب رؤي جديدة في الفكر والإبداع المعماري .

ويناقش البحث عدم ملائمة مراحل التصميم وعناصره التقليدية للتطورات التكنولوجية الحادثة في عصر الثورة الرقمية وتطبيقاتها في العمارة.كما يطرح البحث تساؤلاً هل التغيرات إلي طرأت علي الفكر والإبداع ،والتغيرات في مراحل العملية التصميمية هي مراحل التصميم في القرن الحادي والعشرين أم أن الثورة الرقمية مازالت لم تظهر ما في جعبتها بعد؟

3. هدف البحث

يهدف البحث إلي دراسة التغير في أيدلوجيات الفكر والإبداع المعماري وذلك من خلال دراسة تحليلية لمصادر الفكر والإبداع المعماري في القرن العشرين ،ودراسة تحليلية لعدد من أهم أعمال المعماريين في الثورة الرقمية وأستخلاص أهم مصادر الفكر والإبداع المعماري في عصر الرقمية ومراحل العملية التصميمية.

4. منهج البحث

البحث هو دراسة تحليلية مقارنة لدراسة مصادر الفكر و الإبداع المعماري بعد الثورة الرقمية ،من خلال دراسة تحليلية لعدد من التصميمات المعمارية في عصر الرقمية وأستخلاص مصادر الإبداع المعماري الرقمية منها ، ودراسة تحليلية لعدد من التصميمات الرقمية لرواد العمارة الرقمية وأستخلاص الخطوات والمراحل التصميمية المتبعة . لعدد من المعماريين رواد العمارة الرقمية وهم(المعماري جان نوفيل – المعماري فرانك جيري- المعماري هاني رشيد) وتحليل لأهم أعمالهم الرقمية لأثبات مقدار التغير في مصادر الفكر ومراحل العملية التصميمة في عصر التكنولوجيا الرقمية.

5. المرحلة الأولي المدخل النظري (المفاهيم والاصطلاحات)

ويستعرض البحث عدد من الاصطلاحات والمفاهيم الأساسية التي تمثل القاعدة النظرية للبحث كما يلي:

1.5. مصطلح الرقمية

أن مصطلح الرقمية Digital يعرف "بأنه وسيلة نقل المعلومات بطريقة مشفرة في أوقات متناهية القصر "، وتلك الشفرة المنقولة ما هي إلا عبارة عن تباديل تراص الرقمين صفر وواحد (0،1) [1]. ويذكر ميتشل Mitchell في كتابه(City of Bits) " أن التكنولوجيا الرقمية هي عملية تدفق المعلومات " والعامل الرئيسي في هذا التحول هو نقل ومعالجة البيانات مع زيادة عاملي السرعة وكفاءة وتستخدم هذه النظم في تغيير الأفكار التقليدية للفراغ.

2.5. عمارة الحاسب (العمارة الرقمية) Digital Architecture

يعتبر التصميم الرقمي تصميماً ثورياً ولايرجع اختلافه إلى أشكاله الناتجة عنه ، ولكن الي قدرته على اقتراح بدائل مجدية والتي يطغي عليها المفردات والعلاقات غير القياسية والتصميمات الغير مكررة بعيداً عن معناها التاريخي في التصميم [23]، وهو بذلك تصميم يخرج بالمعماري من صندوق الأفكار المغلق بخطوطه المستقيمة والزوايا الحادة إلي الخطوط الديناميكية الحرة كما ظهرت في تصميم متحف جونجهايم لفرانك جيري [26] .

وعرف بيتر زللنر (Zellers 1999) العمارة الرقمية في كتابه (Hybrid Space) *"أنها إعادة صياغة للعمارة، وإنها عمارة يغلب عليها استخدام الأشكال الحرة والديناميكية داخل البيئة الافتراضية الأمر الذي أوجب استحداث اتجاه آخر للعمارة "* [27].

3.5. التصميم الرقمي Digital Design

لقد بدأ انتشار مفهوم التصميم الرقمي(Digital Design) مع أنطلاق فكر الثورة الرقمية وتطور تطبيقاتها في مجال العمارة فكانت الشرارة الأولي للعمارة الرقمية والتي نوقشت لأول مرة في ملتقي العمارة بمركز الفن المعاصر بلندن (Institute Of Contemporary Art of London) من خلال مجموعة الأبحاث التي قدمها المعماري نيكولاس Nicholas Negroponts بعنوان ماكينة العمارة(The Architecture Machine) والتي استعرضت فيها تطبيقات الحاسب في العمارة . وفي عام 1991م ظهرت دراسات مايكل بندكت Michael Benedict كبداية لمفهوم الفراغات الإلكترونية(Cyberspaces). وفي ذات العام ناقش مؤتمر (Anyone) بلوس انجلوس العمارة الالكترونية (Electrotecture)، وإيجاد العلاقة التفاعلية بين التصميمات المعمارية والشاشات الرقمية وهذه الدراسات كانت بمثابة النواة لظهور الفراغات الهجينة(Hyper Spaces).

وتطورت الدراسات التي اهتمت بتطبيقات التكنولوجيا الرقمية في العمارة مع بداية عام 1995 في كتاب المعماري جون فريزر John Frazer بعنوان العمارة الثورية (An Evolutionary Architecture) الذي ناقش فيه نظريات التشكيل الرقمية المستوحاة من الطبيعية، وطرح فيه العديد من الدراسات في مجال العمارة الافتراضية وعمليات التوليد الرقمية.

وتطورت أفكار المعماريين عن العمارة الرقمية إلي إن وصلت إلي مستوي المدينة الافتراضية في كتاب بيل متشيل (Bill Mitchell) 1996م بعنوان (City of Bits) [18] .

ومع تطور التطبيقات الرقمية والتصميم في عالم الواقع الأفتراضي (Virtual Reality) ،ودراسة التصميمات خلال عمليات المحاكاة (Simulation) ،ومساهمة العديد من المعماريين أصحاب الفكر الثوري الغير تقليدي في العمارة، خاصة فرانك جيري (Frank Gery) ،وبيتر ايزمان (Peter Eisenman)، اللذان تمكنا من استحداث أشكال غير تقليدية وعلاقات فراغية جديدة غير تقليدية باستخدام برنامج ذات إمكانيات تصميمية وتحليلية عالية كبرنامج الكاتيا (CATIA) الذي أحدث ثورة كبيرة في مجال التصميم المعماري ، كل هذه التطورات دعت إلى إعادة تقييم التصميم التقليدي والأتجاه إلى دراسة هذه التغيرات. [8] وتبعهم بعد ذلك المعماري Greg Lynn والذي يعتبر من أوائل المعماريين الذي استخدموا برامج الحركة(Animation Software) ليس كأده للإظهار المعماري فقط بل للتصميم وتوليد الإشكال الغير تقليدية حيث استخدم لين البرامج الرقمية في إعطاء الغلاف الخارجي للمباني مرونة عالية وديناميكية في الحركة وتفاعل بين البيئة المحيطة من خلال الاستجابة للمؤثرات الخارجية للمبني .

مما سبق يمكن أن نحدد مفهوم التصميم في ظل الثورة الرقمية بأنه" تصميم يتميز بالأدوات والنظريات الجديدة في العصر الحالي وهو اتجاه جديد في عالم التصميم،ويمكن أيضا وصف التصميم الرقمي بأنه مساعد في العملية التصميمية من خلال الشبكة الدولية للمعلومات (الانترنت) ".

6. مصادر الفكر والإبداع المعماري قبل الثورة الرقمية

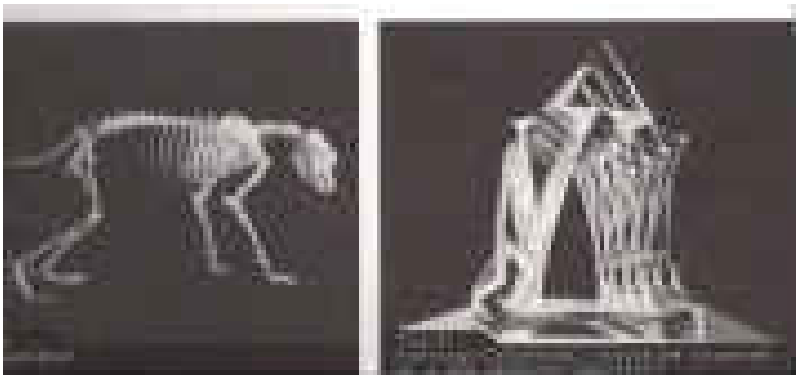
إن الإبداع في مجال العمارة من الأمور الهامة التي تجعل العمل المعماري يحقق أهدافه بشكل أفضل، بجانب أنه يضيف إلى عملية التصميم المعماري قيماً جديدة تثري البيئة المعمارية ،ويذخر الفكر المعماري عبر التاريخ القديم والحديث للعمارة بالكثير من مصادر الإبداع المعماري والتي ظهرت في شكل أمثلة ونماذج معمارية مبتكرة.

ولأنه يصعب تصنيف الإبداع المعماري فهو يرتبط في أساسه بفكر المصمم و طبيعة التصميم ، إلا أن البحث يتناول أهم مصادر الإبداع المعماري ويصنفها إلى وفقاً لمصادر الإلهام إلى إبداع (بيولوجي – تكنولوجي – وظيفي- تشكيلي).

1.6. مصادر الإبداع البيولوجي

أتخذ العديد من المعماريين أشكال من الطبيعية أو الكائنات الحية مصدراً لأفكارهم التصميمية ،وتتنوع مصادر الإبداع البيولوجية إلى الاستلهام من النباتات كتصميم "رايت للمبنى الإداري لشركة جونسون عام١٩٣٦م" عندما ابتكر العمود ذو الرأس المنتشرة الذي يشبه نبات عش الغراب Mushroom Column [9] ،واستلهام المعماري الأفكار الإبداعية من جسم الإنسان وشكل الجمجمة الذي أوحي إلى المعماري بالخرسانة القشرية ذات السمك القليل والأحمال الكبيرة والمسطحات الواسعة [4]. ولم تقتصر مصادر الفكر لدي المعماري علي ذلك فقط بل امتدت إلى الحشرات كما ظهر في تصميم مضمار الهوكي لجامعة يال عام 1958م للمعماري Eero Saarinen الذي أستوحي شكل التغطية والنظام الإنشائي من التكوين التشكيلي لظهرحشرة الخنفساء شكل(2). كما كانت الحيوانات مصدراً للإلهام كتصميم النظام الإنشائي لأمتداد كنيسة كاسدريل Cathedral في نيويورك للمعماري لسنتياجو Santiago Calatrava شكل(3) ،والتي استوحي تصميمها الإنشائي من شكل الهيكل العظمي للحيوانات [12] .

شكل(2): يوضح الشكل تأثر التغطية الخارجية مضمار الهوكي لجامعة يال بشكل ظهر الخنفساء [37]



شكل(3): يوضح استخدام المعماري سنتياجو للهيكل العظمي للحيوانات كمصدر للإبداع في العمارة.(12)

2.6. التكنولوجيا كمصدر للإبداع

أستلهم المعماريين العديد من التصميمات متأثرين بالتطورات التكنولوجية في القرن العشرين ،ويمكن توضيحها كما يلي:

3.6. مواد البناء كمصدر للإبداع

تعد مواد البناء من العناصر المهمة التي تؤثر على طابع العمارة في أي عصر من العصور، ولقد لعبت مواد البناء هذا الدور منذ نشأة الإنسان ،إلا أن الإمكانيات العالية للتكنولوجيا في القرن العشرين أضفت عليها صفة الجدية والتميز ،فأستخدمها للمعماري دانيال لابسكند في متحف جيوش Jewish Museum 1989 م ببرلين كأحد عناصر الإبداع و التشكيل شكل (4)، مستخدماً الخرسانة الظاهرة المعالجة كيميائياً في تكسيه الواجهات الخارجية [3].

شكل(4): يوضح أستخدم الخرسانة الظاهرة كمصدر للإبداع في الواجهات لمتحف جيوش 1989م[38]

4.6. الأنظمة الإنشائية كمصدر للإبداع

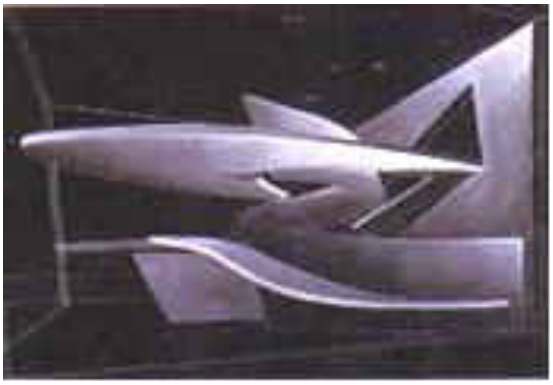
أن هناك الكثير من التطورات والأبتكارات في مجال الإنشاء، التي ساعدت المعماريين في تحقيق أفكارهم المعمارية بشكل كبير، بل لقد أصبح الإنشاء في كثير من المباني هو المحرك للفكر و التشكيل المعماري[10] كتصميم الهيكل الإنشائي لمحطة ساتولس 1994The Lyon-Satolas Station م شكل(5)،حيث صمم هيكل المحطة الإنشائي علي شكل v يرتكز علي أربعة أرشات حديدية تستخدم في تشكيل و تقسم الفراغ الداخلي [2] .

1.4.6. التشكيل كمصدر للإبداع المعماري

اتجه العديد من المعماريين للأشكال الهندسية الصريحة Primary Form كمصدر للإبداع التصميمي والتي ظهرت في أعمال لوكربوزييه واتجاهه إلى الجمال الكامن في الأشكال الهندسية الأساسية كالمكعب والكرة والأسطوانة[6] ، كما ظهرت في تصميم المعماري كلود نيكولاس ليدوكس في مشروع الاستراحة زراعية في موبيرتيوس شكل (6) ،وتصميم البيت المنحنيSpiral House لزها حديد 1991 م الذي استخدمت في تصميميه البلاطات الطائرة الدائرية (3Dimintion Slabs) والعديد من المفردات الهندسية مثل المربع والمستطيل والمثلث والدائرة شكل (7) ، والتشكيل النحتي لبرج المملكة الذي صمم كصندوق زجاجي منحوت بيد فنان، فلم يلجأ المصمم إلى التشكيل بالتفاصيل المعمارية أو إضافة أي تشكيلات معمارية مفتعلة على سطح البرج، والذي بدا أملساً في تصميم انسيابي، كما أضاف لها قيمة التشكيل الرمزي عن طريق تفريغ جزء في المبنى بطريقة تخدم النواحي الإنشائية في تخفيف وزن المبنى والسماح بمرور حركة الهواء [8] .

شكل (6): مشروع لاستراحة زراعية في موبيرتيوس من أعمال المهندس المعماري كلود نيكولاس ليدوكس[40]

شكل(5): استخدام الأنظمة الإنشائية في كمصدر للإبداع التشكيلي وتقسيم الفراغات الداخلية لمحطة ساتولس The Lyon-Satolas Station[39]



شكل (7): يوضح تصميم البيت المنحني لزها حديد Spiral House 1991 للأشكال الهندسية الصريحة(41)

2.4.6. الوظيفية كمصدر للإبداع المعماري

أن الفراغ المعماري هو أساس التكوينات المعمارية، وقد عبر عنها بعض رواد العمارة منهم فرانك لويد رأيت "إن الحيز الداخلي هو حقيقة المبنى، والفراغات يتنتج عنها هيئات المباني، ووظيفة الفراغ هي التي تميز العمارة عن غيرها من أنواع الفنون الأخرى" [1] . كان لظهور المدرسة الوظيفية عاملاً هاماً في صياغة تشكيلات فراغية جديدة كظهور المسقط الحر Free Plan واستخدام القواعد الموديوليه المنتظمة ،والذي ظهر واضحاً في أعمال لوكربوزييه (فيلا سافوي) وأعمال فرانك لويد رأيت ، و تصميم الفراغ الشامل Universal Spaces متعدد الاستخدام محققاً فكرة المرونة الوظيفية واستخدام المسقط كحيز يمكن أن يؤدي أكثر من وظيفة، من منطلق بان استخدام المبني يتغير مع مرور الزمن وفقاً للتغيرات التي تطرأ علي استخدام فراغات المبني،ومنا هنا جاء اعتماد (ميس فان دروه) علي القواطيع القابلة للتغيير،والغائها في العديد من الفراغات التي لا تتطلب خصوصية كما في تصميم منزل فانزورث (Farnworth House) 1945م[43] شكل(8).

شكل(8): يوضح الفراغ الواحد لمنزل فانزورث تصميم ميس فاندره[42]

5.6. إجراءات العملية التصميمية وعناصر التصميم

تعد عملية التصميم Design process حلقة الوصل بين الفكر الإبداعي وبين المنتج النهائي.و هي في الأساس تبدأ بالأحتياجات وتنتهي بصياغة كاملة للمبني[7] ، وقد عرفها لاوسن في كتابه(How Designers Think) "بأنها بسيطة في شكلها معقدها في جوهرها ويصعب شرحها وتوضيحها ولكل مصمم البصمة الخاصة به التي يمكن أن تميزه عن غيره تتشابه في ذلك مع صوت سنفونية من سنفونيات موزارت (Mozart) فإننا نستطيع تميزها برغم عدم معرفتنا به" ، ويؤكد لاوسن أن الحاجة الوظيفية أو التميز في التشكيل هي التي تقود المصمم إلي الإبداع التصميمي من خلال لحظات من الإلهام قد تكون لحظات من الجنون تقود المعماري إلي تصميم مختلف[10] .

1.5.6. عناصر التصميم التقليدية

يعرف ادوارد وايت(Edward .T .White) العملية التصميمية "أنها عملية تتم من خلال مجموعة من مدخلات(عناصر التصميم) لحل مشكلة(المشكلة التصميمية) تحول من خلالها المشاكل غيرالفيزيائية إلي منتجات فيزيائية(المباني)".وكل مشروع أو مبني هو مشكلة حرجة وذات ضرورة ملحة لدي المصمم يجب أن يوجد لها أفضل الحلول و الأفكار ويحدد الملامح العامة للمبني(Basic frame work).

وتنقسم عناصر التصميم إلي عدد من الأقسام هي[12] ،التجميع الوظيفي Function Grouping and Zoning ،الفراغ المعماري Architectural Space ،الحركة وشكل المبني Circulation and Building Form،الغلاف الخارجي للمبني Building Envelope.

2.5.6. مراحل العملية التصميمية التقليدية

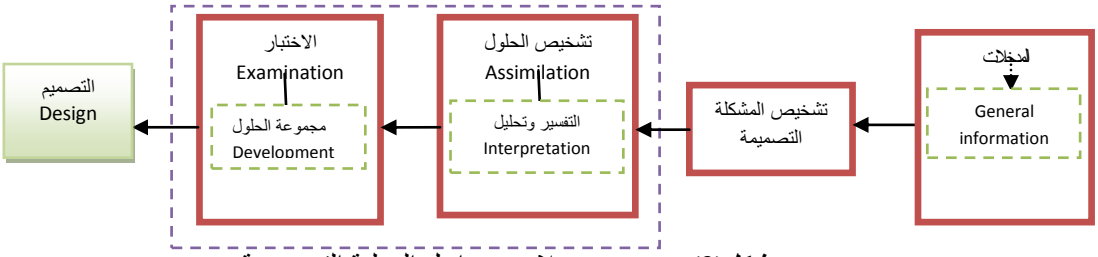
ولقد أوجزت (RIBA) إن مراحل التصميم تبدأ بعملية تجميع المعلومات العامة عن المشروع General information ،و تشخيص طبيعة المشاكل والحلول Assimilation ،وتطوير مجموعة الحلول Development ،انتهاء بالاتصال بين المنتج النهائي والعميل Communication ،وتقام عملية التصميم علي أربعة خطوات أساسية هي كتالي:

1- التشخيص للمشكلات Diagnostics والخروج بمؤشرات Indicators من خلال تجميع المعلومات وتحليلها لبيان الملامح المميزة والفرص والعوائق والمشكلات والحلول.

2- التفسير وتحليل Interpretation من خلال تحديد الاعتبارات والمحددات والحلول.

3- الاختبار Examination وايجاد بدائل للحلول الوصول الي مراحل التصميم.

4- Design التصميم ويتم فيه صياغة الأسس والمعايير التي تستعمل بهدف الوصول إلي المنتج النهائي[6] شكل(9)



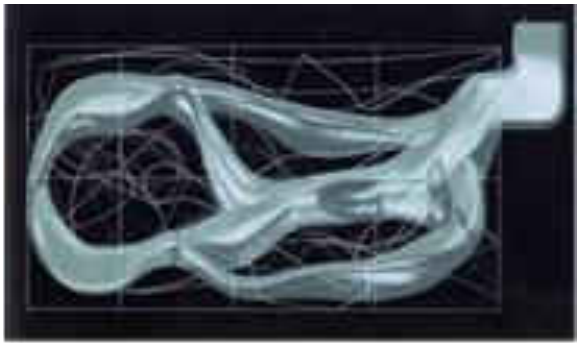
شكل(9): يوضح مدخلات ومراحل العملية التصميمية
المصدر :الباحث

7. مصادر الإبداع الرقمي

يستعرض البحث عدد من المشروعات الرقمية المنفذة وتحليلها لأستخلاص أهم مصادر الإبداع التي أفرزتها التكنولوجيا الرقمية

1- الحركة كمصدر للإبداع في تصميم المعماري جيرج لين (Gerg Lynn) لمعرض RAM (1998م) بأوسلو التي استخدم فيها برامج الحركة في دراسة حركة الزائرين و تصميم فراغات المعرض وإيجاد العلاقات الوظيفية بين عناصر التصميم (29) شكل (10) . كان للمعماري جريج لين (Greg Lynn) دور كبير في الأستفادة من تحليل برامج الحركة واستخدامها في توليد أشكال تحول الحركة الديناميكية المحيطة بالمبني إلي أشكال استاتيكيه .ولقد أظهر جيري لين في مناقشاته و كتابه (Animation Form) العمارة المتحركة تعرف بأنها العمارة الوسيطة والتي تسجل المؤثرات والعوامل المحيطة. حيث يقوم المصمم بدراسة و إجراء محاكاة افتراضية للحركة المؤثرة علي المنشأ باستخدام برامج الحاسب التخيلية التي تحول هذه الحركات إلي معادلات رياضية وتستخدم كمصدر للفكر و التصميم ، وأي تغير في مقدار أو اتجاه هذه القوي يغير شكل المنشأ والفراغ الداخلي[13] .

(أ)



(ب)

شكل(10): يوضح تصميم القائم علي الحركة لمشروع معرض RAM في أوسلو[43]

2- الأشكال الغير إقليدية تصميم مبني BMW للسيارت للمعماري(كوب همبليمان -(Coop Hummable،الذي صممه كمخروط ملتوي الشكل باستخدام التقنيات الرقمية،وتطبيقات الحاسب الآلي شكل(11) ،ويرجع الفضل للفكر التشكيلي في نهاية القرن الماضي وبداية القرن الحادي والعشرين إلي المعماريان فرانك جيري(FrankGery) ،وجيرج لين(Greg Lynn) ،اللذان كانوا من رواد التصميم للأشكال الغير أقليدية (Non- Euclidean shape) بإستخدام تقنيات الحاسب الآلي [9]

(أ)

(ب)

شكل(11): يوضح التصميم التشكيلي الغير اقليدي للمعماري كوب همبليمان[44]

3- الأشكال الطبوغرافية المعقدة التي تتماشي مع طبيعة الأرض ،ولقد صمم عام2002 م بواسطة مكتب FOA متأثرا بالشكل الطوبغرافي لطبيعية الأرض في اليابان ، باستخدام أدوات التكنولوجيا الرقمية شكل (12) ،و يتم التحكم في التحولات التشكيلة بواسطة نقاط والأوزان والعقد(Nodes) مصمماً بذلك عدد لا نهائي من الأشكال الطبغرافية [30].

(أ)

(ب)

شكل(12): يوضح التصميم الطوبغرافي لمطار يوكاهاما اليابان[45]

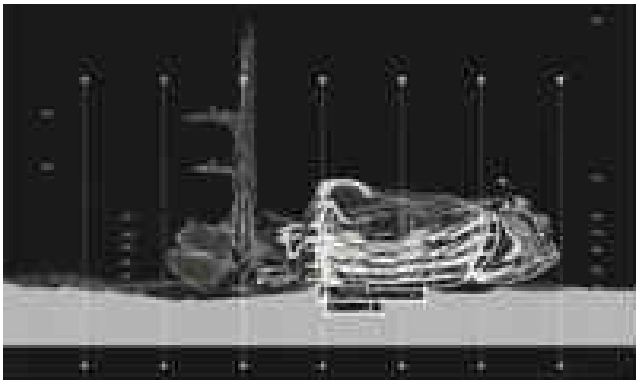
4- الأشكال الحرة في تصميم جناح اسبانيا في معرض هانوفر الدولي (2010م) مستخدماً الهياكل الحديدية الحرة التشكيل في صورة شبكات إنشائية مكررة [15] . وتغلف أسطح المباني الحرة التشكيل بواسطة شرائح معدنية تجمع معاً بالموقع ويمكن تطوير وتعديل شكل الأسطح وفقا لرؤية المصمم بدون قواعد ثابتة [14]. وتشكل الأشكال الحرة تحديات للمهندسين الإنشائيين في تنفيذها ،وتمتاز الأشكال الحرة بأنها أكثر ديناميكية في الشكل مما يحد من تأثير وقوة الرياح حول محور المبني ، وتقلل كذلك من تأثير اهتزازات المباني التي تسببها دوامة الرياح شكل(13).

شكل(13): يوضح الأشكال الحرة متعددة الانحناءات في تصميم لجناح اسبانيا بمعرض هانوفر الدولي 2010[16] P137

5- تصميم مشروع Concert Hall تصميم Philip H. Wilck). الذي استوحي من التصميم البيولوجي واستخدام التقنيات الرقمية في المحاكاة الإنشائية للأنظمة القشرية ، وتحليلها رياضياً واستخدام المعادلات الرقمية في تصميم الغلاف الخارجي المحيط بالمبني بتشكيلات هندسية حرة (1) لأشكال النباتية والكائنات البيولوجية ودراسة خصائصها وتفاعلها مع البيئة المحيطة وتطبيق هذه الخصائص علي سمات التصميم والأنظمة الإنشائية شكل(14)، ولعل تصميم Alisa Andrasek لمشروع Biothing من ابرز التصميمات التي توضح استخدام المعادلات اللوغاريتمية في توليد أشكال تحمل نفس الخصائص وتختلف من حيث العلاقات والنسب (14) .

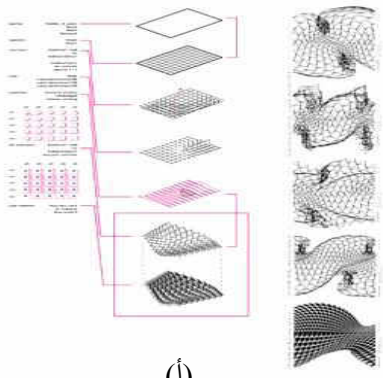
والتي تعمل علي تناقل الصفات الوراثية والخصائص لأحد المتغيرات(القيم اللوغاريتمية) من فراغ إلي آخر مع الحفاظ علي المعلومات ، وتحافظ هذه المتغيرات علي المعلومات والتي توجد في عدة صور قد تكون في صورة أعداد صحيحة ويستعمل آنذاك رمز int شكل(15) ،أو قد تكون هذه المتغيرات في صورة متسلسلة وعندها يطلق عليها المصطلح string [17].

(أ)



(ب)

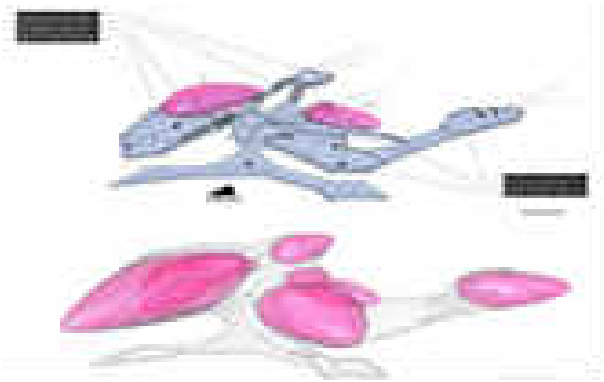
شكل(14): يوضح نماذج التصميم القائم علي التوليد الرقمي باستخدام اللوغاريتميات لمشروع Concert Hall [46]



(أ)

(ب)

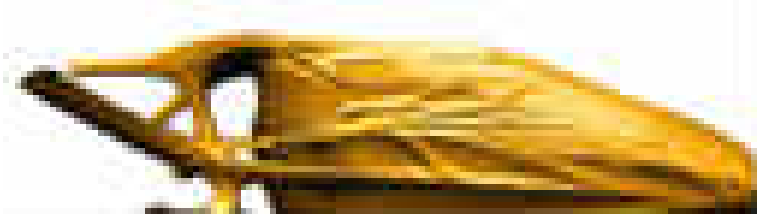
شكل(15): يوضح استخدام اللوغاريتمات الرياضية كمصدر للفكر والإبداع التصميمي [17] Kieran Long (2008)



(أ) المستوي الأول: يوضح مراحل التمثيل الرقمي المبدئية Oceanic Pavilion2012 لمبني

(ب) المستوي الثاني توليد الأشكال الحرة رقمياً والتحول Formation الى التشكيلية

(ج) المستوي الثالث: التوليد الرقمي للشكل داخل البيئة الرقمية



(د) المستوي الرابع: تقييم الأداء من خلال المحاكاة للعناصر الأنشائية ومدي ملائمتها للتصميم

شكل(16): يوضح مستويات التصميم الرقمي Oceanic Pavilion2012م لمبني

مما سبق نلاحظ تنوع مصادر الإبداع المعماري وتطورها وتأثرها بالتكنولوجيا الرقمية و الذي تحررت فيه مصادر الإبداع من التقليدية والعلاقات الواضحة متجهاً فيه إلي التشكيل الحر والأشكال البيولوجية المعالجة رقمياً ،والتوائم مع البيئة المحيطة ومراعاه طوبغرافية موقع المشروع ،واستخدام التكنولوجيا الرقمية للمعادلات الرياضية في عمليات المحاكاه للحركة وتوليد التصميمات الأشكال الرقمية .

8. مستويات ونماذج التصميم الرقمي

أصبح التعقيد من أهم السمات الغالبة علي عمليات التصميم الرقمي ،وظهرت العديد من النظريات لتوضح مراحل تطور التصميم الرقمي من أهمها الدراسات التي أجرها المعماري Oxman عامي (2006 - 2008م) وناقش فيهما تطور مستويات التصميم الرقمي والتي أوضحها في النقاط التالية والمثال الثاني وتتضح مستويات التصميم الرقمي في تصميم مبني Oceanic Pavilion 2012 بكوريا شكل (16) الذي اتخذ من المحيط كمصدر للإبداع والفكري والتصميمي ،وتصور المحيط ككائن حي ينمو ويتكاثر ،وتتضح مستويات التصميم بداية من المستوي الأول عملية التمثيل الرقمي المبدئية ، انتقالا الي المستوي الثاني وهو التشكيلية ،والمستوي الثالث وهو التوليد الرقمي للمبني ،انتهاءا بالمستوي الرابع وهو متابعة الأداء للتصميم [30].

1.8. التصميم بواسطة نماذج الاتوكاد CAD Models

وفي هذا النموذج يتم التصميم عن طريق التصميم التفاعلي الثنائي والثلاثي الأبعاد 2D,3D ،والتي بدأ استخدامه بواسطة برامج الأوتوكاد، و يعتبر برنامج الاتوكاد من أوائل البرامج التي طبقت التصميم الرقمي والتي تطورت بعد ذلك لتستخدم في عمليات التصنيع الرقمي، في عمليات التقييم و تقدير التكلفة والتحليل الإنشائي والأداء البيئي، ويتم دمج جميع هذه المستويات في عمليات التصميم [3].

2.8. نماذج التشكيل Formation model

ساهمت الثورة الرقمية بأدواتها في تحول مفهوم الشكل(Shape) إلي التشكيل (Formation) ، الأمر الذي أظهر مستوي جديداً للتصميم الرقمي، وهو التصميم عن طريق عمليات التوليد لأشكال حرة وإجراءات تصميمية معقدة وعمليات التكوين والتشكيل الرقمي ، باستخدام طرق وأدوات التمثيل الرقمي.[29] وينبثق من هذه النماذج عدد من الاتجاهات التصميمية (التصميم الطوبولوجي Topological Design) الذي يعتمد علي الأشكال الطبولوجية والغير أقليدية،و نموذج التشكيل البارومتري الذي ينبثق منه (التصميم البارومتريParametric Design) [22].

3.8. نماذج التوليد الرقمية Generation Digital Models

تعتبر نماذج التوليد الرقمي مرحلة متطورة من تطبيقات الثورة الرقمية في التصميم ، وتعتمد في تصميمها وتشكيلها علي عمليات حسابية ينتج عنها توليد الشكل والتصميم ،وفي هذه المرحلة يتم التوليد الرقمي وإعطاء البدائل التصميمية للأشكال والتصميم والذي يتضح فيه الفرق بين التشكيل والتوليد الرقمي . ففي مرحلة التوليد الرقمي تظهر العديد من البدائل التصميمية وتعتبر مرحلة جديدة ومتقدمة من التصميم داخل البيئة الرقمية ،ويتم في هذه المرحلة الوصول إلي صياغة تحدد العلاقة بين الشكل والفراغ والمواد الرقمية .

4.8. نماذج متابعة الأداء الرقمية Performance Models

هي أكثر نماذج التصميم الرقمي تطوراً وأحدثها، وتعتمد في فلسفتها علي التقييم لأداء كافة المتطلبات الوظيفية للتصميم ، من خلال المحاكاة للعناصر الفيزيائية من قوي الرياح وتأثيرها علي الأنظمة الإنشائية للتصميم، والعوامل البيئية المحيطة وخصائص الموقع العام ،وغيرها من مؤثرات علي التصميم [23]

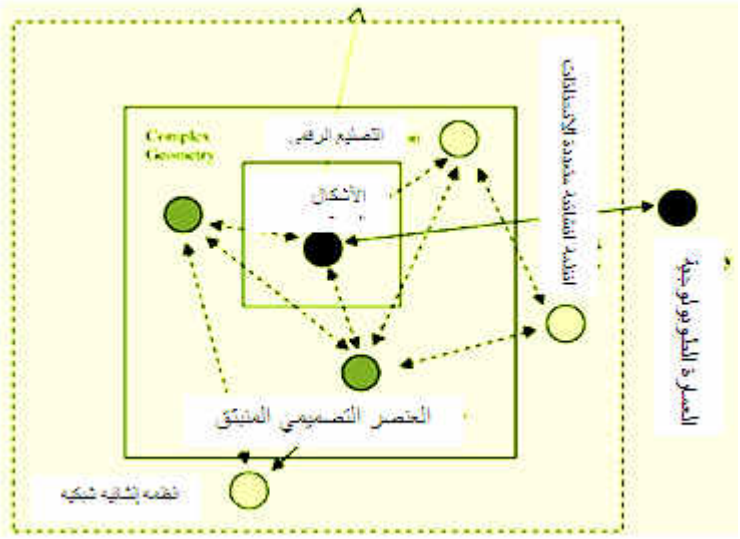
5.8. عناصر التصميم الرقمي

إن عناصر التصميم الرقمي (التصميم بمساعدة الحاسب الآلي) تختلف باختلاف اتجاه التصميم الرقمي ويصعب حصرها أو تصنيفها ،ألا إن Oxman (2010) وضع مفهوم لها من خلال خريطة شبكية أوضح

فيها العلاقة بين عناصر التصميم والاتجاه الرقمي التصميمي وأطلق عليها Design Network Digital (DDNET) ،و توضح هذه الخريطة أن هناك علاقة توافقية بين اتجاه التصميم الرقمي وعناصر التصميم الإنشائي والتكنولوجيا المستخدمة في هذا الاتجاه التصميمي ، والتي يمكن إيجازها في أربعة مراحل تظهر في النقاط التالية:

1- المرحلة الأولي من التصميم هو تحديد مصدر الفكر والإبداع وهو مفتاح العنصر الرقمي Key Concept.
2- المرحلة الثانية تحديد العناصر المنبثقة من هذا التصميم Sub-concepts.
3-المرحلة الثالثة تحديد بدائل للنظام الإنشائي المقترح.
4-المرحلة الرابعة اتجاه التصميمي الرقمي والذي يتحدد من خلال المراحل الثلاث السابقة تحدد.

ويمكن توضيح هذه المراحل من خلال المثال التالي حيث يوضح أن مصدر التفكير والإبداع هو الشكل الحر (Free Form)، والتي ينبثق منها عدد من العناصر منها قد تكون أشكال هندسية معقدة ،وهذه الأشكال المعقدة قد تكون أنظمة إنشائية متعددة الانحناءات أو أنظمة شبكية ،وهنا يحدد الاتجاه التصميم التابع لها وهو التصميم الطوبغرافي شكل(17) [22] ، ومن هنا نلاحظ أن مصادر الفكر والإبداع الرقمي هي التي توجه المصمم للأتجاه المعماري في التصميم الرقمي.



شكل(17): يوضح العلاقة بين مفتاح العنصر الرقمي و الأتجاه التصميمي بتصرف من Oxman(2010)

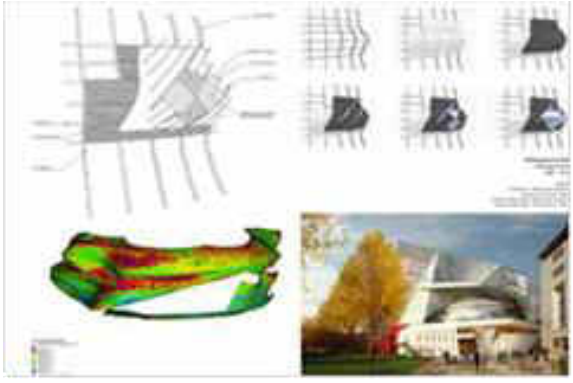
9. الأمثلة التطبيقية لأستخلاص أهم مراحل وعناصر التصميم الرقمي

1.9. تصميم مركز الفلارنموني La Philharmonie للمعماري جان نوفال Jean Nouvel

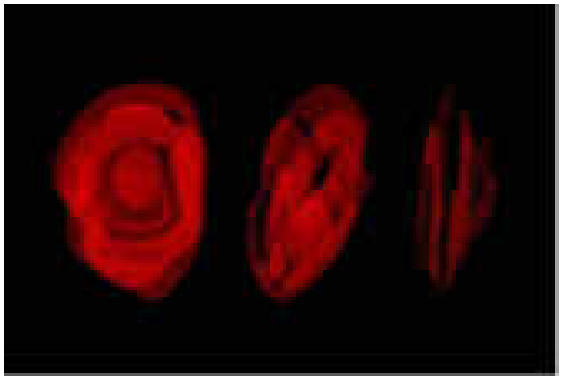
أستخدم المعماري عناصر التشكيل الرقمية Digital Morphogenesis كمصدر للتصميم الرقمي ، صمم المركز ليوحي بالانسجام بين أضواء وأشعة الشمس وغيوم باريس، كأحد تطبيقات التكنولوجيا الرقمية والدمج بين التطبيقات الرقمية ، صمم عام 2006م- مازال في طور التنفيذ بدأت مراحل التصميم بالتمثيل الثنائي وثلاثي الأبعاد 2D ,3 D Representation) من خلال برنامج AutoCAD- 3DMax في وضع التصورات المبدئية للتصميم شكل(18). انتقل التصميم إلي مرحلة التوليد الرقمي في البيئة الافتراضية مستخدماً برنامج Bentley Generative Component for Micro station والذي يولد مصفوفة حسابية ينتج عنها الأشكال غير التقليدية والمعقدة ،التي تعتمد علي تقييم أداء المبني ،تستخدم عمليات المحاكاة في إعادة تقييم المبني رقمياً .

وقد أستخدم المعماري التكنولوجيا الرقمية في معالجة التقييم الصوتي داخل القاعة حيث تحيط القاعة من أعلي سلسلة من الستائر الصوتية تشبه الغيوم المسطحة التي يمكن خفضها ورفعها لتتناسب مع طبيعية الأوركسترا والبرنامج ليتمكن من التحكم في الصدى الغير مرغوب به عن طريق دفع الحوائط إلي الخلف مما يخفض الانعكاس المبكر للصوت ،وتوليد شكل شرفات وصالة الموسيقي بشكل يحيط بالمسرح ،للسماح بالموجات الصوتية بالتوزيع الجيد حول وخلف الجمهور.

(أ)



(ب)



(ج)

التشكيل الرقمي لمركز الفلارنموني La Philharmonie للمعماري جان نوفال Jean Nouvel

(أ)

(ب)

(ج)

شكل(18): مراحل التصميم الرقمي التي تعتمد علي تقييم اداء المبني والفراغات الديناميكية[47]

2.9. أبراج VELO لهاني رشيد 2013 شركة "أسيمبتوت

(*Hani Rashed &Lisa Anne) ASYMPTOTE A RCHTECTURE

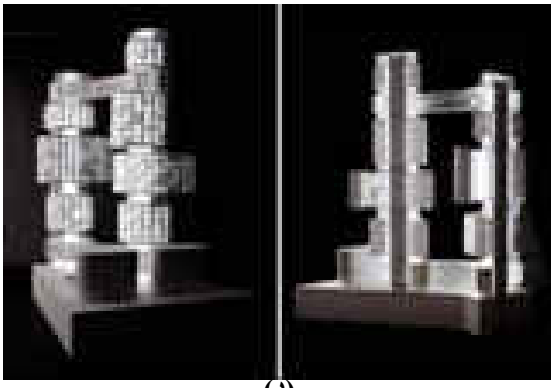
هو برج مكتبي عملاق يقع في حي التجارة العالمي (يونجسان) في عاصمة كوريا الجنوبية سيول (الذي وضع المخطط العام له المعماري المعروف دانيل لبسكند) يتكون المبنى من 500 شقة سكنية وصممت أماكن الجلوس العام وقاعة الرياضة في الجسر الرابط بين البرجيين الذي يتكون من طابقين. فكل كتلة تمثل بيئة سكنية متناغمة يوجد بينها علاقات رأسية وأفقية بحيث يتكون المبنى من 6إلى8 حارات تشكل مجمل الفراغ السكني ، بينما تحتوي الجسور الرابطة على الخدمات المشتركة التي تجمع كل السكان وتخلق البيئة الاجتماعية المطلوبة[1] ،ولقد صمم المعماري المبني بداية من مرحلة التمثيل الثنائي والثلاثي الإبعاد (لكتلة المبني لتحديد التشكيل النهائي والمساقط الأفقية للتصميم باستخدام برنامج الكاد والأركاد .واستخدم المعماري التوليد الرقمي وبرامج المحاكاه Simulation في توليد التصميم الإنشائي المعقد والكتلة الخارجية للمبني والتي تعتمد علي تصميم البرجين باستخدام استراتيجية التراص لوحدات التخزين الأسطوانية، ثم استخدام تناوب كل حجم وفقا لآراء والخصوصية والبيئة. صمم المبني بشكل رأسي بتصميماته هجينة وإعادة تشكيل شكل برج العمودي بواسطة مزيج من الأشكال الأفقية والعمودية الجديدة ،وينتقل التصميم الي (متابعة الأداء الرقمي Digital Performance التقييم لعناصر التصميم وملائمة التصميم والفراغات للغرض المصمم له شكل(19).

(أ)

(ج)

* ولد المعماري هاني رشيد في مصر سنة 1958 و كان يحلم أن يكون فنانا ومن أهم رواد العمارة الرقمية وأحد المعماريين الذين شاركوا في تطويرها بدايه من متصميمه وضعت لبورصة نيويورك. وهناك مشروع آخر كبير وهو المتحف الافتراضي الذى بنى لمتحف غوغنهايم. وهذا المتحف الرقمي ، موجود فقط على شبكة الإنترنت.،الرقمية. شارك في تطوير مدرسة التصميم الرقمي البرنامج في عام 1995

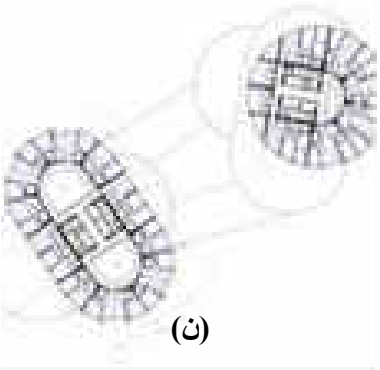
معماريوا أسيمبتوت (Asymptote Architecture) وهي الشركة التي يملكها بالاشتراك مع ليز آن كوتور (Lise Anne Couture). ومقرها نيويورك ، و هى إستوديو للتصميم والفن ، مع التركيز على الهندسة المعمارية. وشركة "أسيمبتوت" الرائدةفى مجال تطوير التصميم المعماري وتميمات الديجيتال الرقمية التفاعلية.



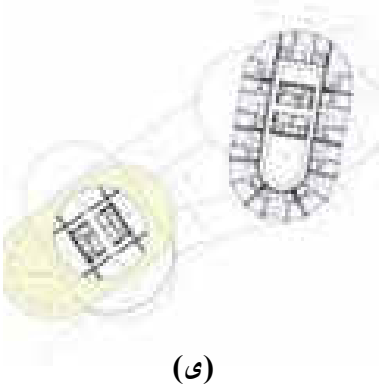
(د)

(ه)

(و)



(ن)



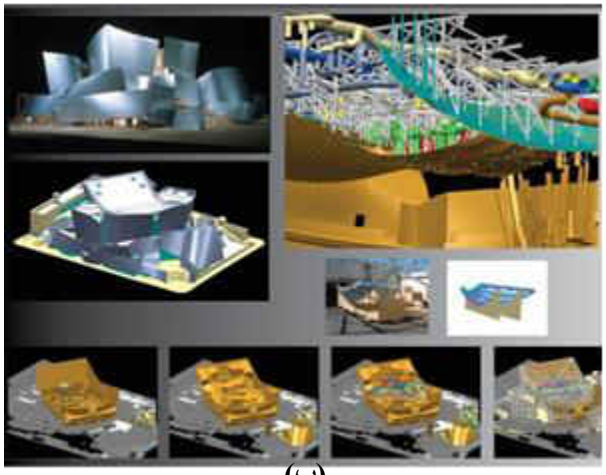
(ى)

شكل(19): يوضح تطور مراحل التصميم الرقمية لأبراج VELO لهاني رشيد [48]

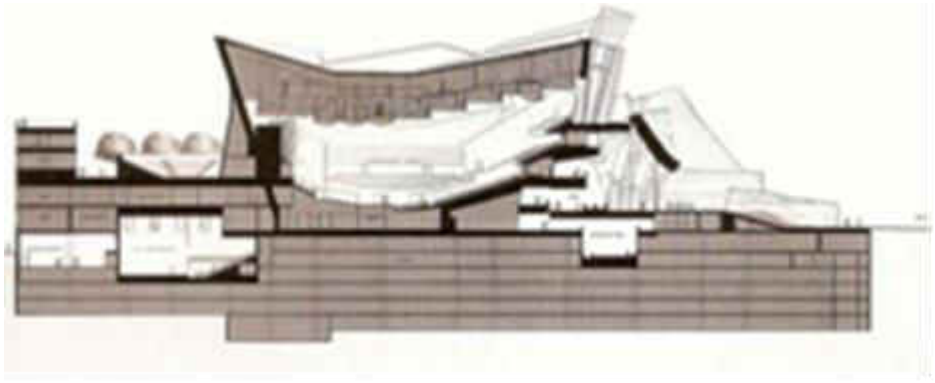
3.9. ديزني للموسيقي Disney Concrete Hall تصميم فرانك جيري بلوس انجلوس 1999- 2003

استخدم المعماري فرانك جيري التكنولوجيا الرقمية في تصميم كتل المبني الحرة التشكيل من خلال ضم عدد من التشكيلات الحرة في تشكيل فني واحد بداية من مرحلة التمثيل الثنائي والثلاثي الإبعاد (الذي بدا بتصميم مجمل افتراضي للمشروع باستخدام الاتوكاد ،ثم التوليد الرقمي للتشكيلات المعقدة باستخدام برنامج رينو Rhino لتمثيل الاشكال الحرة،وبرنامج الكاتيا في تحليل النماذج ، انتهاءابالتقييم لعناصر التصميم وملائمة التصميم والفراغات للغرض المصمم له ، ومتابعة الأداء الرقمي Digital Performance وتستخدم برامج المحاكاه في تقييم الاداء الصوتي وحركة حركة الرياح الخارجية فيتوجيه المبني (36).

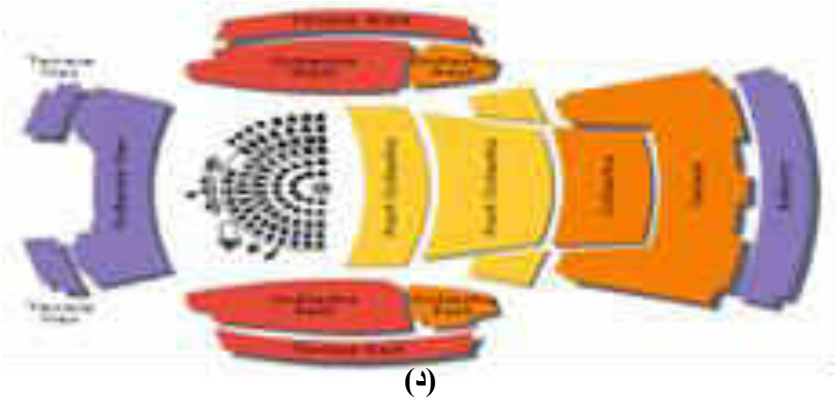
(أ)



(ب)



(ج)



(د)

شكل(20): يوضح مراحل التطور الرقمي لتصميم ديزني للموسيقي Disney Concrete Hall تصميم فرانك جيري[49]

10. النتائج

إن عصر الثورة الرقمية هو عصر التجريب وقبول القضايا الخلافية من خلال التجربة والخطأ والتعامل مع المحتمل والمجهول، تخلصت فيه العمارة من سيطرة الفراغات المنتظمة والموديول التصميمي والعلاقات الفراغية الواضحة. من خلال ما تم مناقشته سابقاً نلاحظ عدد من النتائج و هي أن الثورة الرقمية بآليتها وتطبيقاها المختلفة قد ساهمت بشكل كبير في إحداث ثورة فكرية وإبداعية وتصميمية جديدة في نهاية القرن العشرين وبداية القرن الحادي والعشرين ، منطلقة بالتصميم إلي عالم اللامعقول ويظهر ذلك من خلال النتائج التالية:

1. اعتمدت النماذج التصميمة السابقة واشتركت في عمليات الإظهار الرقمي التمثيل الثنائي وثلاثي الأبعاد Representation 2D ,3 D) كأحد المراحل الاساسية في التمثيل الرقمي ،ومراحل التوليد الرقمي في البيئة الأفتراضية كمرحلة أساسية لتطور التصميم وتحديد التشكيل النهائي للتصميم التي تتنوع بين التشكيل الحر الطوبغرافي لقاعة ديزني لفرانك جيري ،والتشكيلات الهجينة لقاعة الموسيقي الفلارنموني بباريس التي تجمع التشكيلات الحرة والرخوية(Blob) ،وينتقل بعد ذلك التصميم الي مرحلة متابعة الأداء الرقمية من خلال تحليل الدراسات الحرارية والصوتية باستخدام المحاكاه ثلاثية الابعاد .
2. ساهمت تطبيقات الثورة الرقمية في إطلاق العنان لفكر المعماري في استحداث مصادر إبداعية جديدة لم تكن متاحة قبل الثورة الرقمية والتي صنفها البحث إلي قسمين أساسيين هما: مصادر الفكر والإبداع القائمة علي التشكيل (الأشكال الطبوغرافية - الأشكال الحرة- الأشكال البيولوجية) ، واستحداث مصادر الفكر والإبداع القائمة علي المعادلات الرياضية (قوانين ميكانيكا الحركة -الباروميترية - اللوغاريتمات) الأمر الذي ساعد علي ظهور أشكال وتصميمات أكثر ديناميكية وانسيابية وغير تقليدية.

3. الثورة الرقمية اهمت في تحول مسار الفكر المعماري إلي اتجاهات جديدة برؤى مختلفة يتدخل فيها الحاسب الآلي ليس كوسيلة مساعدة في التصميم بل كمساهم في العملية التصميمية من خلال طرح البدائل التشكيلية والتصميمية وعمليات التوليد الرقمية
4. تغير عناصر التصميم التقليدية إلي عناصر رقمية تختلف باختلاف نموذج التصميم الرقمي من خلال خريطة رقمية Digital Design Network (DDNET) توضح العلاقة بين عناصر التصميم والأتجاه الرقمي التصميمي.
5. أن عملية التصميم الرقمي تتم كاملة داخل البيئة الرقمية ،مع وجود تغير في مراحل التصميم ودمج وتجاهل عدد من خطوات التصميم التقليدية .

11. التوصيات

في إطار النتائج التي تم التوصل إليها البحث يوصي البحث بما يلي:

1-مع توغل الثورة الرقمية إلى التصميم بعناصرها ومراحلها ونحن في العقد الثاني من القرن الحادي والعشرين مازالت الثورة الرقمية لم تخرج ما في جعبتها للتصميم بعد ، وليواكب المعماريون هذا التطور يجب أن يتم تدريس التصميم الرقمي لطلاب العمارة في الجامعات حتي يتواكبوا مع مجريات وآليات الفكر في القرن الحادي والعشرين.

2- يجب أن يتم دمج مفردات وعناصر العمارة المحلية في التصميم الرقمي حيث أن التصميم الرقمي هو غزو للمعماريين بأفكار وأشكال بعيدة في تكوينها وتوليدها عن العمارة التقليدية محولاً فكر المعماريين عن أهمية الوظيفية والمحلية متجه بهم إلي عالم من التشكيل الأنسيابي والديناميكي الحر .

3-يجب إجراء دراسات مشابهة تهتم بتحليل العمارة الرقمية وتصنيفها إلي اتجاهات معمارية رقمية ،حيث إن العمارة الرقمية قد تتشابه من حيث بيئة ومراحل التصميم ولكنها تختلف باختلاف آليات التصميم والنموذج الرقمي المنبثقة منه.

المراجع العربية

[1] أمال عبده& أشرف المقدم & نوبي حسن نوبي ، الثورة الرقمية وتأثيرها على العمارة والعمران ،المؤتمر المعماري السادس للثورة الرقمية وتأثيرها علي العمارة والعمران ،المجلد الثاني،25-p16 أسيوط ، 2005.

[2] حنان سليمان عيسي ، دور التقنية الحديثة في صياغة عمارة المستقبل ،رسالة دكتوراه منشورة ، قسم الهندسة المعمارية، جامعة المطرية،2008 .

[3] حنان سليمان عيسي، التصميم المستدام باستخدام تقنية نمذجة معلومات البناء ، مؤتمر كلية الهندسة ،جامعة الأزهر الحادي عشر ، ديسمبر ، المجلد الأول، 2010.

[4] صادق احمد صادق،بناء وصقل المهارات الأساسية للتصميم ،مجلة الإمارات للبحوث الهندسية ، الأمارات العربية المتحدة ، 2003 .

[5] عبير محمد سامي، العمارة ما بعد الثورة الرقمية ، المؤتمر الدولي الثالث للجمعية العربية للتصميم المعماري بمساعدة الحاسب ، الإسكندرية، مصر، 2010.

[6] هشام جلال أبو سعده ، تعليم التصميم المعماري علي ضوء العلاقة بين عمليتي الإبداع والتصميم، مجلة الإمارات للبحوث الهندسية،المجلد الثامن ، عدد1 ، الأمارات العربية المتحدة ،12 -2003.

[7] هشام جلال أبو سعده ،الزمن البعد الرابع في تصميم الفراغات العمرانية ، مجلة الأمارات للبحوث الهندسية ،المجلد الثامن ، عدد1 ، الأمارات العربية المتحدة ،12 -2003.

[8] نوبي محمد حسن، قيم الإبداع في التصميم المعماري، مجلة تقنية البناء، وزارة الشئون البلدية والقروية، الرياض، العدد ٦، أبريل ٢٠٠٥ م.

المراجع الأجنبية

[1] Branko Kolarevic, Designing and Manufacturing Architecture in the Digital Age, Architectural Information Management – 05 Design Process 3, 2008.
[2] Bryan Lawson , How Designer Think, (4rd edn) Architectural Press, London,2005 , p191.
[3] Dennis Dollens, Bio Tower. Digital Botanic Architecture II, 2009.
[4] Edward .T. White ,Concept Source Book- Vocabulary of Architectural Form , Tcson ,Arizona,1994,p11.
[5] Greg Lynn, Animate Form (New York: Princeton Architectural Press, 1999, p 143.

[6] Helmut Pottmann , Structuring in Architecture Architectural Geometry as Design Knowledge, Special Issue on Architectural Structural Engineering, 2010.
[7] Julio Bermudez & Kevin Klinger, Digital Technology & Architecture - White Paper, Submitted to the NAAB by ACADIA © 2003. ACADIA, 2003.
[8] Julio, Martínez, Weaving The Spanish Pavlion , Expo 2010, Shanghai, Architectural Design Vol 80, NO 4 July/August 2010,wiley&sons. 2010.
[9] Kostas Terzidis, Algorithmic Architecture, Elsevier Ltd , First edition, 2006,P81.
[10] Kieran Long, The New Architecture Generation, l.king, 2008, p46.
[11] Neil Spiller, Digital Architecture Now, Thames & Hadson, United Kingdom, 2008,p10-12.
[12] Marjan Collett, Exuberance New Virtuosity In Contemporary Architecture, Architectural Design Magazine, Profile NO 204, March/April, 2010,p52.
[13] Mir. M. Ali & Kyoung. S. Moon, Structural Developments in Tall Buildings Current Trends and Future Prospects, Architectural Science Review Volume 50.3, 2011, p 205-223.
[14] Oxman. R Sharing media and knowledge in design pedagogy, Special Issue Advanced Digital Technologies for Built Environment Education and Learning, Journal of Information Technology in Construction (ITcon), Vol. 15, 2010, pg. 291-305 , http://www.itcon.org/2010/22.
[15] Ox man. R:Theory and design in the first digital age, Design Studies, 2006, Vol 27, No.3,p232.
[16] Ox man ,Design in the first digital age, Design Studies ,Vol 27, No. 3, May2006,p234.
[17] Peter Zellner , Hybrid Space: New Forms in Digital Architecture. London ,Thames & Hudson,1999, p 7.
[18] Stavric Milena & Marina Ognen, Application of Generative Algorithms in Architectural Design, 2010.
[19] http://www.wseas.use-libraryconferences2010Faro...MACMESE-27.pdf.
[20] William. J, Mitchell, City of bits: Space, place and the Infobahn. Cambridge, MIT Press, 1995,p.47,49
[21] William .J. Mitchell, E-topia :Urban Life, Jim—But Not As We Know It, MIT Press, 1999,p12

مراجع الأنترنت

[1] Andrew La Costa, Finding of Form: A departure from the Making of Form,2008. wiki.uelceca.net20072008filesessayAlaC.pdf.
[2] Branko. Kolarevic, Digital Morphogenesis and Computational Architectures,2010. from http://www.cumincad.scix.netdataworksatt4077.content.pdf
[3] http://www.bezalel-architecture.com/2009/12/digital-architecture-as-a-challenge-for-design-pedagogy-theory-knowledge-models-and-medium/
[4] Shinwook Ahn & Heykyung Park ,Developing a Digital Form Generating Process for User-Participated Space Design. www.idemployee.id.tue.nlg.w.m.rauterberg...CD...322.pdf
[5] http://www.3d-dreaming.com/2011/09/aggregated-porosity-workshop-explores.html
[6] http://albenaamag.com//10/2012
[7] http://www.vbtllc.com/index_disney.html

مراجع الأشكال

[1] http://universidadypatrimonio.net/esp/noticias/newsletter_72/23_2011.html
[2] http://kinkinthemachine.wordpress.com/2011/03/15/art-studies-101-final-paper-daniel-libeskind
[3] http://www.galinsky.com/buildings/lyonairport/index.htm39
[4] http://www.viewpictures.co.uk/Building.aspx?ID=2669840
[5] ----------, Zaha Hadid, The Complete Buildings and Projects, Thames &Hdson,2009,p41-78
[6] www.flickr.com
[7] http://www.arch.hku.hk/ComGraphics/ 03-04/digital architectures .html access 25/8/2011
[8] http://www.architectureweek.com/2008/0416/building.html
[9] http://pds.exblog.jp/pds/1/200712/01/51/d0079151_21212566.jpg
[10] http://www.3d-dreaming.com/2011/09/aggregated-porosity-workshop-explores.html

[11] http://www.immaginoteca.com/philharmonie
[12] http://www.arch2o.com/velo-towers-asymptote-architecture/
[13] http://www.vbtllc.com/index_disney.html

ABSTRACT

The Technological development show us now that the future is going to unrealizable ways , the free and Non- Euclidean forms has controlled the forms of architectural projects in the last years, and appears many of technological application in the field of architecture (Virtual reality –Material Technology- 00) .

This paper discusses the changes in the source of architecture creativity, the architectural design stages in the digital age. Through several stages as the following First: Theoretical approach (concepts and conventions) Second: Analytical study for the creativity source and design stages in the twenty- century, Third: Analytical study for the creativity source and design stages in the twenty- one century.